

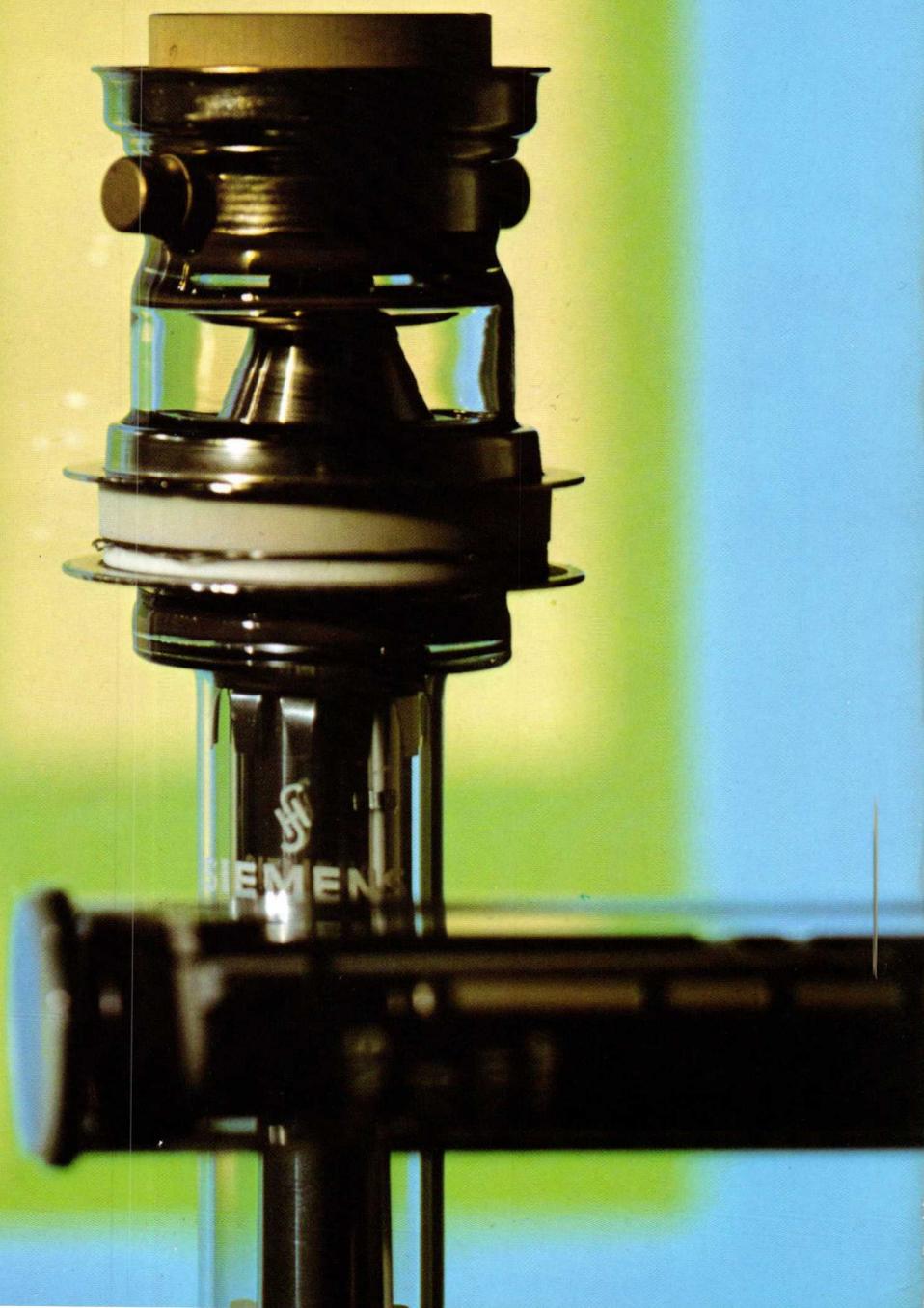
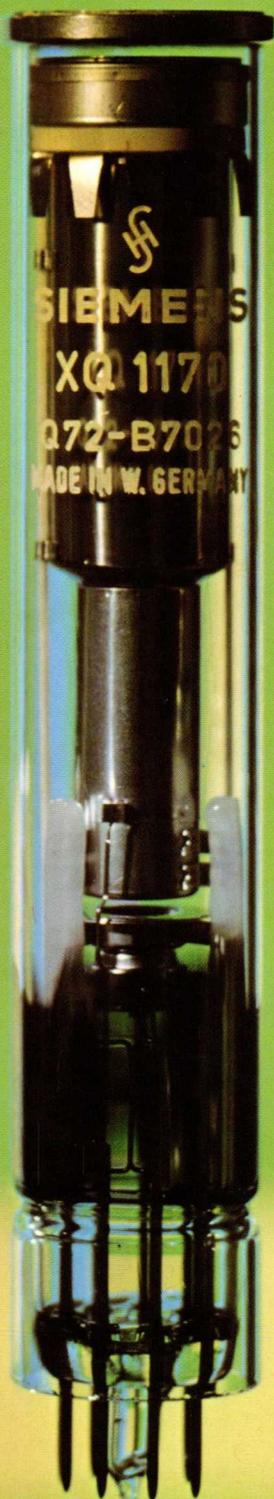


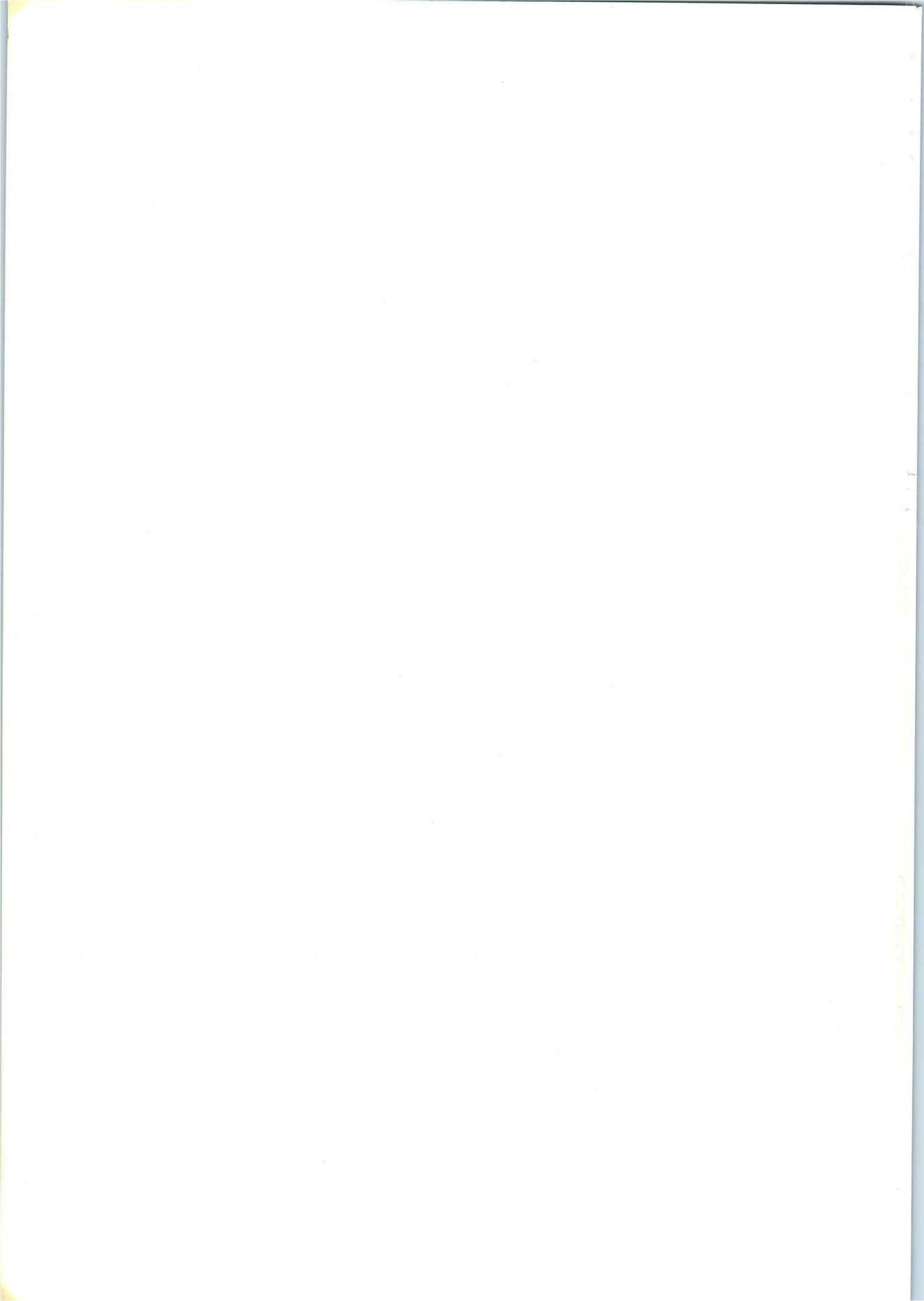
SIEMENS

8 H15

**Bildaufnahmeröhren**  
**Bildverstärkerröhren**  
**Speicherröhren**

**Image pick-up tubes**  
**Image intensifier tubes**  
**Signal storage tubes**





<b>Bildaufnahmeröhren</b>	<b>Image pick-up tubes</b>
<b>Bildverstärkerröhren</b>	<b>Image intensifier tubes</b>
<b>Speicherröhren</b>	<b>Signal storage tubes</b>

# Inhalt

## Summary

			Seite/Page
Bildaufnahmeröhren Bildverstärkerröhren Speicherröhren Vidikon-Vergleichsliste Unsere Geschäftsstellen	Image pick-up tubes Image intensifier tubes Signal storage tubes Vidicon replacement information Siemens Companies and Representatives abroad		4/5   6 98
<b>Produktionsspektrum</b>	<b>Tube Types</b>		
1"-Standard Vidikons	1" Standard vidicons	XQ 1060 ✓ XQ 1061 ✓ XQ 1062 ✓ XQ 1063 ✓ XQ 1064 ✓ XQ 1065 ✓ XQ 1066 ✓ XQ 1067 ✓	12
1"-Infrarot Vidikons	1" Infrared vidicons	XQ 1110 ✓ XQ 1111 ✓	14
1"-Vidikons mit elektrostatischer Fokussierung	1" Vidicons electrostatically focussed	XQ 1120 ✓ XQ 1121 ✓	16
½"-Vidikons	½" Vidicons	XQ 1130 ✓ XQ 1131 ✓	18
1"-Vidikons mit Bildverstärkerröhren	1" Vidicons with image intensifier tubes	XQ 1140 ✓ XQ 1150 ✓	20
1"-Vidikons stoß- und vibrationsfest	1" Vidicons short ruggedized type	XQ 1160 ✓ XQ 1161 ✓	22
1"-Vidikons röntgenstrahlungsempfindlich	1" Vidicons X-Ray sensitive	XQ 1170 ✓ XQ 1171 ✓ XQ 1172 ✓	24
1"-Vidikons Langsamabtastung	1" Vidicons slow scan	XQ 1180 ✓ XQ 1181 ✓	26
SEC-Bildaufnahmeröhren	SEC-pick-up tubes	XQ 1190 ✓ XQ 1191 ✓ XQ 1192 ✓	28
SEC-Bildaufnahmeröhren mit Bildverstärkerröhre	SEC-pick-up tubes with image intensifier	XQ 1193 ✓ XQ 1194 ✓	30

1"-Vidikon- Silizium-Multidioden-Target	1" Vidicon silicon diode array target	XQ 1200 ✓	32
1"-Standard Vidikons 95 mA Heizstrom	1" Standard vidicons 95 mA Heater	XQ 1290 ✓ XQ 1291 ✓ XQ 1292 ✓ XQ 1293 ✓ XQ 1294 ✓ XQ 1295 ✓	34
2/3"-Vidikon	2/3" Vidicon	XQ 1300 ✓	36
2/3"-Vidikon	2/3" Vidicon	XQ 1310 ✓	38
EIC-Bildaufnahmeröhren	EIC-pick-up tubes	XQ 1330 ✓ XQ 1331 ✓	40
1"-Signalspeicherröhre	1" Signal storage tube ✕	XS 1000 ✓	42
Bildverstärkerröhre	Diodes image intensifier tube	XX 1120 ✓	44
Kurven der spektralen Empfindlichkeit	Spectral response curves		46
Sonderausführungen bei Vidikons	Special vidicons		47
Zubehör	Components		48
<b>Technische Informationen</b>	<b>Technical informations</b>		
Vidikons Aufbau und Wirkungsweise	Vidicon camera tubes Design and mode of operation		50/74
Die SEC-Röhre XQ 1190 – eine hochempfindliche Fernsehkameraröhre	The SEC Tube XQ 1190 – a High-sensitivity TV camera tube		52/76
XQ 1200 – das Siemens-Multidiodenvidikon	XQ 1200 – Siemens diode array vidicon		57/81
Die EIC-Röhre XQ 1330 – eine neue Fernsehkameraröhre	XQ 1330 – the new EIC television camera tube		66/90
XS 1000 – Schnelle Signalspeicher- röhre mit langer Lesezeit	XS 1000 – fast electrical signal storage tube with long reading time		71/95

# Bildaufnahmeröhren Bildverstärkerröhren Speicherröhren

Mit den nachstehend aufgeführten Siemens-Bildaufnahmeröhren — Bildverstärkerröhren und Speicherröhren steht ein Typenspektrum zur Verfügung, das für die verschiedensten Anwendungsfälle in den unterschiedlichen Bildaufnahme-systemen die passende Röhre bietet.

- Industriefernsehen in schwarz-weiß und Farbe
- Medizinisches Fernsehen
- Datenübertragungssysteme
- Studio-Fernsehen
- Unterrichts-Fernsehen
- Zeichenerkennung in der Datenverarbeitung
- Heim-Fernsehen
- Industrielle und kommerzielle Überwachungssysteme
- Röntgenstrahlungsempfindliche Systeme
- Fernsehsysteme mit Langsamabtastung
- Filmabtastung schwarz-weiß und Farbe
- Nachtfernsehen
- Fernsehsysteme für Raumfahrt
- Wetter-Radar-Fernsehsysteme
- Luftverkehrsüberwachungssysteme
- Fernsehen in Wissenschaft und Forschung
- Fernsehtelefon
- Speicherröhren
- Normenwandlung

Bei der Entwicklung der verschiedenen Röhrentypen wurde Wert darauf gelegt, eine optimale Dimensionierung hinsichtlich technischer Eigenschaften und mechanischer Abmessungen zu erreichen. So zeichnen sich die Siemens-Bildaufnahmeröhren — Bildverstärkerröhren und Speicherröhren durch viele hervorhebende Eigenschaften aus:

- Hohe Empfindlichkeit
- Hohe Signalgleichmäßigkeit
- Hohe Auflösung
- Sehr gute Bildqualität
- Hohe Einbrenn-Unempfindlichkeit
- Lange Lebensdauer
- Grautonspeicherung
- Lange Speicherzeit

Wir geben nachstehend einen Überblick über unser Produktionsspektrum der Siemens-Bildaufnahmeröhren — Bildverstärkerröhren und Speicherröhren. Viele andere Röhrentypen befinden sich in der Entwicklung und wir würden uns freuen, Ihre Probleme kennenzulernen, um Sie beim Einsatz unserer Bildaufnahmeröhren — Bildverstärkerröhren und Speicherröhren beraten zu können. Ausführliche technische Daten stehen auf Anforderung zur Verfügung.

# Image pick-up tubes

## Image intensifier tubes

## Signal storage tubes

The Siemens product line of image pick-up image intensifier and signal storage tubes provides suitable devices for the widest range of applications.

- Industrial TV, monochrome and color
- Medical TV
- Data transmission
- Studio TV
- Educational TV
- Computer character reading
- Home TV
- Surveillance systems
- X-ray TV
- Slow-scan TV
- Film scanning, monochrome and color
- Night vision TV
- Space probes
- Weather radar
- Air traffic control
- TV in research and development
- Picture phone
- Signal storage
- Scan converter

Particular emphasis has been placed on designing tubes offering maximum electrical performance for minimum mechanical dimensions. As a result Siemens image pick-up image intensifier and signal storage tubes feature many outstanding characteristics.

- High sensitivity
- High signal uniformity
- High resolution
- Exceptionally high picture quality
- High resistance to burn-in
- Long life
- Grey scale storage
- Long storage time

The following lists all types presently in production. Other tubes are in development. Siemens provides full engineering services and support with application problems.

Full technical data on all types is available on request from the nearest Siemens sales office or representative.

# Vidikon-Vergleichsliste

## Vidicon replacement information

Zu ersetzende Röhre Tube to be replaced			SIEMENS Typ SIEMENS Type No.	
Typ Type	Heizstrom bei Heater current at 6,3 V in mA	(IM) Verbundenes oder (SM) getrenntes Netz (IM) Integral or (SM) separate mesh	Direkt austauschbarer Typ Direct replacement type	Ähnlich austauschbarer Typ Similar replacement type
F 2,5 M3	300	SM	XQ 1062	
F 2,5 M3a	300	SM	XQ 1063	
10 XQ	95	SM		XQ 1200
S 10 XQ	95	SM		XQ 1200
20 PE 11	95	IM	XQ 1300	
20 PE 13	95	SM	XQ 1310	
C 102 A	300	SM	XQ 1062	
C 102 B	95	SM	XQ 1292	
C 103 A	300	SM	XQ 1061	
C 103 B	95	SM	XQ 1291	
C 104 A	300	SM	XQ 1065	
C 104 B	95	SM	XQ 1295	
HS 200	600	IM		XQ 1063
HS 200 A	600	IM		XQ 1061
HS 201	600	IM		XQ 1062
HS 201 A	600	IM		XQ 1062
255	300	IM	XQ 1062	
P 810	600	IM		XQ 1062
P 813	600	IM		XQ 1061, XQ 1065
P 820	600	IM		XQ 1061, XQ 1065
P 831	95	SM		XQ 1160, XQ 1161
P 841	600	SM		XQ 1062
P 841 X	600	SM		XQ 1062
P 842	95	SM	XQ 1291, XQ 1292	
P 842 X	95	SM	XQ 1290	
P 843	600	SM		XQ 1061, XQ 1065
P 844	95	SM	XQ 1295	
P 846	600	SM		XQ 1061, XQ 1062, XQ 1065
P 847	95	SM	XQ 1291, XQ 1292 XQ 1295	
P 848	600	SM		XQ 1062
P 849	95	SM	XQ 1292	
P 860	600	IM		XQ 1061, XQ 1062
P 862	95	IM		XQ 1293
P 864	95	IM		XQ 1291, XQ 1292
P 865	95	SM	XQ 1290	
P 867	95	SM	XQ 1295	
P 868	95	SM	XQ 1290	
XQ 1001	300	SM	XQ 1060	
XQ 1002	300	SM	XQ 1061	
XQ 1003	300	SM	XQ 1062	
XQ 1004	300	SM	XQ 1063	

Die in dieser Liste aufgeführten Vergleichstypen sind direkt austauschbar oder ähnlich austauschbar. Es können jedoch kleine mechanische und/oder elektrische Abweichungen vorhanden sein bei der spektralen Empfindlichkeit der Fotoschicht.

Bei den ähnlich austauschbaren Typen können leichte Veränderungen in den verwendeten Geräten erforderlich werden, besonders in Hinblick auf die unterschiedlichen Heizströme.

Wenn anstelle einer Röhre mit verbundenem Netz (IM) eine Röhre mit getrenntem Netz (SM) verwendet werden soll, so muß Sockelstift 3 und 6 miteinander verbunden werden. Siehe auch hierzu die Hinweise „Umrüstung von Kameras auf Vidikons/Bildaufnahmeröhren mit getrennt herausgeführtem Abbremsnetz“.

Für weitere Informationen über unsere Röhrentypen stehen ausführliche technische Daten auf Anforderung zur Verfügung.

The types listed here are either direct replacements or near equivalents. Slight mechanical deviations and/or differences in spectral response of the photosensitive layer may be present.

With near equivalent types small equipment modifications may be necessary, especially in respect of different heater currents.

If a tube with separate mesh (SM) is used instead of a tube with integral (IM), pins 3 and 6 must be connected together. See also "Modification instructions for cameras to use vidikon camera tubes with separate mesh electrodes".

Further detailed data on all tube types are available on request.

Zu ersetzende Röhre Tube to be replaced			SIEMENS Typ SIEMENS Type No.	
Typ Type	Heizstrom bei Heater current at 6,3 V in mA	(IM) Verbundenes oder (SM) getrenntes Netz (IM) Integral or (SM) separate mesh	Direkt austauschbarer Typ Direct replacement type	Ähnlich austauschbarer Typ Similar replacement type
XQ 1005	95	SM	XQ 1290	
XQ 1006	95	SM	XQ 1291	
XQ 1007	95	SM	XQ 1293	
XQ 1008	95	SM	XQ 1294	
XQ 1030	95	IM		XQ 1293, XQ 1294
XQ 1031	95	IM		XQ 1292
XQ 1032	95	IM		XQ 1293, XQ 1294
XQ 1040	95	SM	XQ 1295	
XQ 1041	95	SM	XQ 1290	
XQ 1042	95	SM	XQ 1291	
XQ 1043	95	SM	XQ 1292	
XQ 1044	95	SM	XQ 1293	
XQ 1050	300	SM	XQ 1065	
XQ 1051	300	SM	XQ 1060	
XQ 1052	300	SM	XQ 1061	
XQ 1053	300	SM	XQ 1062	
XQ 1054	300	SM	XQ 1063	
1135 IND	300	IM	XQ 1130	
1135 AMR	300	IM	XQ 1131	
XQ 1240	95	SM	XQ 1292	
XQ 1241	95	SM	XQ 1293, XQ 1294	
XQ 1250	300	SM	XQ 1200	
1255 ROE	300	IM	XQ 1060	
1255 NOR	300	IM	XQ 1061	
1255 IND	300	IM	XQ 1062	
1255 AMR	300	IM	XQ 1063	
1255 FIM	300	IM	XQ 1065	
XQ 1260	95	SM		XQ 1200
XQ 1270	95	IM	XQ 1300	
XQ 1271	95	SM	XQ 1310	
TD 1320	600	IM		XQ 1061, XQ 1062
TD 1337	300	SM	XQ 1120, XQ 1121	
TD 1339	300	SM	XQ 1120, XQ 1121	
TD 1340	600	SM		XQ 1061, XQ 1062
TD 1341	300	SM	XQ 1061, XQ 1062	
TD 1342	300	SM	XQ 1061, XQ 1062	
TD 1348	300	SM	XQ 1062, XQ 1063	
1348-001	300	SM	XQ 1060	
1348-011	300	SM	XQ 1061	
1348-012	300	SM	XQ 1062	
1348-013	300	SM	XQ 1063	
TD 1354	300	IM	XQ 1062, XQ 1063	

Zu ersetzende Röhre Tube to be replaced			SIEMENS Typ SIEMENS Type No.	
Typ Type	Heizstrom bei Heater current at 6,3 V in mA	(IM) Verbundenes oder (SM) getrenntes Netz (IM) Integral or (SM) separate mesh	Direkt austauschbarer Typ Direct replacement type	Ähnlich austauschbarer Typ Similar replacement type
TD 1355	150	SM		XQ 1062, XQ 1063, XQ 1292, XQ 1293
TD 1368	150	IM		XQ 1062, XQ 1292
1430	300	IM		XQ 1064
VID 1601	300	SM	XQ 1200	
VID 1602	300	SM	XQ 1200	
VID 1603	300	SM	XQ 1200	
VID 1604	300	SM	XQ 1200	
2000 IND	300	SM	XQ 1110	
2000 AMR	300	SM	XQ 1111	
2240 IND	300	SM	XQ 1160	
2240 AMR	300	SM	XQ 1161	
2255 ROE	300	SM	XQ 1060	
2255 NOR	300	SM	XQ 1061	
2255 IND	300	SM	XQ 1062	
2255 AMR	300	SM	XQ 1063	
2255 ENT	300	SM	XQ 1064	
2255 FIM	300	SM	XQ 1065	
2255 FI	300	SM	XQ 1066	
2255 FII	300	SM	XQ 1067	
2700 IND	300	SM	XQ 1120	
2700 AMR	300	SM	XQ 1121	
2800 IND	300	SM	XQ 1180	
2800 AMR	300	SM	XQ 1181	
2900 NOR	300	SM	XQ 1170	
2900 IND	300	SM	XQ 1171	
2900 AMR	300	SM	XQ 1172	
S 4056	95	SM		XQ 1200
4478	600	IM		XQ 1063, XQ 1064
4488	600	IM		XQ 1063, XQ 1064
4503 A	300	SM	XQ 1160, XQ 1161	
4532 A	100	SM		XQ 1200
4532	100	SM		XQ 1200
4542	95	SM		XQ 1180, XQ 1181
LD 6014	95	SM		XQ 1200
7038	600	IM		XQ 1061, XQ 1065
7038 A	600	IM		XQ 1061, XQ 1065
7038 V	600	IM		XQ 1061, XQ 1065
7226	150	IM		XQ 1160, XQ 1161
7226 A	150	IM		XQ 1160, XQ 1161
7262	95	IM		XQ 1292
7262 A	95	IM		XQ 1292

Zu ersetzende Röhre Tube to be replaced			SIEMENS Typ SIEMENS Type No.	
Typ Type	Heizstrom bei Heater current at 6,3 V in mA	(IM) Verbundenes oder (SM) getrenntes Netz (IM) Integral or (SM) separate mesh	Direkt austauschbarer Typ Direct replacement type	Ähnlich austauschbarer Typ Similar replacement Type
7263	95	IM		XQ 1160, XQ 1161
7290	600	IM		XQ 1180, XQ 1181
7291	600	IM		XQ 1061, XQ 1062
7291 A	600	IM		XQ 1061, XQ 1062
7697	600	IM		XQ 1062
7735	600	IM		XQ 1063, XQ 1064
7735 A	600	IM		XQ 1062
7735 B	600	IM		XQ 1061
Z 7975	90	SM		XQ 1200
P 8011	95	SM		XQ 1200
8134	95	IM		XQ 1120, XQ 1121
8134 V1	95	IM		XQ 1120, XQ 1121
8134 VB	95	IM		XQ 1120, XQ 1121
8355	300	IM	XQ 1062, XQ 1063	
H 8358	95	SM		XQ 1200
8484	600	IM		XQ 1061, XQ 1062
8485	300	SM	XQ 1061, XQ 1062	
8507 A	600	SM		XQ 1062
8541	95	SM	XQ 1292	
8541 A	95	SM	XQ 1292	
8572	600	SM		XQ 1061
8572 A	600	SM		XQ 1061
8573	95	SM	XQ 1292	
8604	95	SM	XQ 1291, XQ 1292	
8625	600	SM		XQ 1061
8686	95	SM	XQ 1290, XQ 1291	
8823	95	SM	XQ 1310	
8844	95	SM	XQ 1310	
C 9132	300	IM	XQ 1062	
C 9132 A	300	SM	XQ 1062	
C 9133	300	IM	XQ 1061	
C 9133 A	300	SM	XQ 1061	
9677 SC	90	SM	XQ 1291	
9677 S1	90	SM	XQ 1291	
9677 S2	90	SM	XQ 1291	
9677 F1	90	SM	XQ 1295	
9677 F2	90	SM	XQ 1295	
9677 B	90	SM	XQ 1292	
9677 C	90	SM	XQ 1292	
9677 M	90	SM	XQ 1293	
9677 Amateur	90	SM	XQ 1294	
9677 D	90	SM		XQ 1066, XQ 1067

Zu ersetzende Röhre Tube to be replaced			SIEMENS Typ SIEMENS Type No.	
Typ Type	Heizstrom bei Heater current at 6,3 V in mA	(IM) Verbundenes oder (SM) getrenntes Netz (IM) Integral or (SM) separate mesh	Direkt austauschbarer Typ Direct replacement type	Ähnlich austauschbarer Typ Similar replacement type
9706 S1	90	SM	XQ 1291	
9706 S2	90	SM	XQ 1291	
9706 F1	90	SM	XQ 1295	
9706 F2	90	SM	XQ 1295	
9706 B	90	SM	XQ 1292	
9706 C	90	SM	XQ 1292	
9706 M	90	SM	XQ 1293	
9728 SC	300	SM	XQ 1061	
9728 S1	300	SM	XQ 1061	
9728 S2	300	SM	XQ 1061	
9728 F1	300	SM	XQ 1065	
9728 F2	300	SM	XQ 1065	
9728 B	300	SM	XQ 1062	
9728 C	300	SM	XQ 1062	
9728 M	300	SM	XQ 1063	
9728 Amateur	300	SM	XQ 1064	
TH 9806	150	IM		XQ 1061, XQ 1062, XQ 1291, XQ 1292
TH 9806 PA	150	SM		XQ 1061, XQ 1062, XQ 1291, XQ 1292
TH 9807	150	IM		XQ 1061, XQ 1065, XQ 1291, XQ 1295
TH 9807 PA	150	SM		XQ 1061, XQ 1065, XQ 1291, XQ 1295
TH 9808	150	IM		XQ 1062, XQ 1292
TH 9808 PA	150	SM		XQ 1062, XQ 1292
TH 9812	150	IM		XQ 1061, XQ 1062, XQ 1291, XQ 1292
TH 9812 PA	150	SM		XQ 1061, XQ 1062, XQ 1291, XQ 1292
TH 9813	150	SM		XQ 1120, XQ 1121
TH 9814	150	IM		XQ 1160, XQ 1161
TH 9814 PA	150	SM		XQ 1160, XQ 1161
TH 9815	150	IM		XQ 1060, XQ 1290
TH 9815 PA	150	SM		XQ 1060, XQ 1290
TH 9817	150	IM		XQ 1061, XQ 1291
TH 9817 PA	150	SM		XQ 1061, XQ 1291
TH 9890	150	IM		XQ 1110, XQ 1111
TH 9892	150	IM		XQ 1180, XQ 1181
TH 9894	150	IM		XQ 1170, XQ 1171, XQ 1172
10667 F	600	IM		XQ 1065
10667 G	600	IM		XQ 1062

Zu ersetzende Röhre Tube to be replaced			SIEMENS Typ SIEMENS Type No.	
Typ Type	Heizstrom bei Heater current at 6,3 V in mA	(IM) Verbundenes oder (SM) getrenntes Netz (IM) Integral or (SM) separate mesh	Direkt austauschbarer Typ Direct replacement type	Ähnlich austauschbarer Typ Similar replacement type
10667 M	600	IM		XQ 1063
10667 S	600	IM		XQ 1061
10667 SC	600	IM		XQ 1061
55850 AM	90	IM		XQ 1293
55850 F	90	IM		XQ 1295
55850 N	90	IM		XQ 1292
55850 S	90	IM		XQ 1291
55850 SR	90	IM		XQ 1290
55851 AM	90	SM	XQ 1293	
55851 F	90	SM	XQ 1295	
55851 N	90	SM	XQ 1292	
55851 S	90	SM	XQ 1291	
55851 SR	90	SM	XQ 1290	
55852 AM	300	SM	XQ 1063	
55852 F	300	SM	XQ 1065	
55852 N	300	SM	XQ 1062	
55852 S	300	SM	XQ 1061	
55852 SR	300	SM	XQ 1060	

# 1"-Vidikons

mit getrennt herausgeführtem Abbremsnetz

## 1"-Vidicons

with separate mesh electrode

Typ	XQ 1060	XQ 1061	XQ 1062	XQ 1063	XQ 1064	XQ 1065
Siemens-Sachnummer	Q 72 - A 7009	Q 72 - B 7011	Q 72 - C 7010	Q 72 - D 7013	Q 72 - E 7016	Q 72 - F 7017

<b>Verwendung</b>	Medizinische Röntgenanwendung	Studioanwendung	Industrielles Fernsehen	Industrielles Fernsehen mit geringeren Anforderungen an die Bildqualität	Beobachtungs- und Experimentierzwecke sowie sonstige Anwendungen mit geringer Bildqualität	Filmabtastung
-------------------	-------------------------------	-----------------	-------------------------	--	--	---------------

### Mechanische Daten

Maximale Länge	161 mm
Maximaler Durchmesser	28,6 mm
Gewicht	ca. 60 g
Sockel	8pol spezial
Fokussierung und Ablenkung	magnetisch

### Elektrische Daten

Heizspannung	6,3 V ± 5%
Heizstrom	300 mA
Gitter-1-Spannung	- 25 bis - 80 V
Gitter-2-Spannung	300 V
Gitter-3-Spannung	270 V (hohe Auflösung 450 bis 650)
Gitter-4-Spannung	300 V (hohe Auflösung 500 bis 750)
Signalplattenspannung	15 bis 75 V
Temperatur der Frontplatte	ca. 30°C
Gamma-Wert	ca. 0,7
Signal-Rauschverhältnis	300:1
Spektrale Empfindlichkeit	S 18 (Seite 46)

Abgetastete Fläche	9,6 × 12,8 mm <sup>2</sup>					
Dunkelstrom	20 nA	5 nA				
Beleuchtungsstärke	8 Lux	400 Lux				
Signalstrom	240 nA	200 nA	200 nA	180 nA	150 nA	350 nA
Modulationstiefe bei 5 MHz	55%	55%	50%	50%	40%	55%
Restsignal nach 400 ms	10%	9%	10%	12%	15%	3%

### Fassung

Gedruckte Schaltung	Rö Fsg 1030	Ablenk- und Fokussiereinheit
Siemens-Sachnummer	Q 81 - X 130	Typ KV - 9 P
Lötösenanschluß	Rö Fsg 1031	Siemens-Sachnummer Q 3006 - X 1
Siemens-Sachnummer	Q 81 - X 131	

**XQ 1060**

**XQ 1061**

**XQ 1062**

**XQ 1063**

**XQ 1064**

**XQ 1065**

**XQ 1066**

**XQ 1067**

Bei der XQ1060-Serie handelt es sich um 1-Zoll-Vidikons mit magnetischer Fokussierung und magnetischer Ablenkung.

Durch das getrennt herausgeführte Abbremsnetz zeichnet sich die Röhre durch verbesserte Auflösung und erhöhte Modulationstiefe aus.

Die in diesen Vidikons verwendete lichtempfindliche Schicht gewährleistet hohe Gleichmäßigkeit über einen weiten Bereich des Signalstromes, Widerstandsfähigkeit gegenüber Beschädigung durch überhöhte Belichtung sowie eine sehr hohe Lichtempfindlichkeit, die einen Betrieb des Röhrentyps für medizinische Röntgenanwendung bei geringen Beleuchtungsstärken ab etwa 2 Lux und aller übrigen Röhrentypen bei Beleuchtungsstärken ab etwa 8 Lux gestattet.

All of the Siemens XQ1060 series are one inch vidicons with magnetic focusing and deflection.

They are provided with a separate mesh electrode, permitting higher resolution and improved uniformity of focus.

The photoconductive coating used in these vidicons features excellent uniformity over a wide range of signal output current, high resistance to burn-in and high sensitivity, giving pictures of satisfactory quality with as little as 2 Lux of illumination on the faceplate for the X-ray version, and 8 Lux for the other types.

<b>XQ 1066</b> Q72 - B7028	<b>XQ 1067</b> Q72 - C7009	<b>Type</b> Siemens Part No.	<b>XQ 1060</b> Q72 - A7009	<b>XQ 1061</b> Q72 - B7011	<b>XQ 1062</b> Q72 - C7010	<b>XQ 1063</b> Q72 - D7013
Fernsehsysteme mit hoher Bildqualität <i>Fiber-Optik 7 µm</i>	Fernsehsysteme mit normaler Bildqualität <i>Fiber-Optik 7 µm</i>	<b>Application</b>	Medical X-Ray	Studio TV	Industrial TV	Industrial TV requiring only low picture quality
		<b>Mechanical Data</b>				
		Maximum length	161 mm			
		Maximum diameter	28.6 mm			
		Weight	approx. 60 gm			
		Socket	8-pin special			
		Focusing and Deflection	magnetic			
		<b>Electrical characteristics</b>				
		Heater voltage	6.3 V ± 5%			
		Heater current	300 mA			
		Grid No. 1 voltage	- 25 to - 80 V			
		Grid No. 2 voltage	300 V			
		Grid No. 3 voltage	270 V (high resolution 450 to 650)			
		Grid No. 4 voltage	300 V (high resolution 500 to 750)			
		Signal electrode voltage	15 to 75 V			
		Face plate temperature	approx. 30°C			
		Gamma value	approx. 0.7			
		Signal-to-noise ratio	300:1			
		Spectral response	S18 (page 46)			
9,6 × 12,8 mm <sup>2</sup> 20 nA 8 Lux 180 nA 35% 10%	9,6 × 12,8 mm <sup>2</sup> 20 nA 8 Lux 150 nA 30% 12%	<b>Scanned area</b>	9,6 × 12,8 mm <sup>2</sup>	9,6 × 12,8 mm <sup>2</sup>	9,6 × 12,8 mm <sup>2</sup>	9,6 × 12,8 mm <sup>2</sup>
		<b>Dark current</b>	20 nA	20 nA	20 nA	20 nA
		<b>Face plate illumination</b>	8 Lux	8 Lux	8 Lux	8 Lux
		<b>Signal output current</b>	240 nA	200 nA	200 nA	180 nA
		<b>Modulation depth at 5 MHz</b>	55%	55%	50%	50%
		<b>Residual signal after 400 ms</b>	10%	9%	10%	12%
		<b>Socket</b>				
		for printed circuits Siemens Part No.	Rö Fsg 1030 Q81 - X130	Deflection focusing assembly Type KV - 9P		
		for wired circuits Siemens Part No.	Rö Fsg 1031 Q81 - X131	Siemens Part No. Q3006 - X1		

# XQ 1060

# XQ 1061

# XQ 1062

# XQ 1063

# XQ 1064

# XQ 1065

# XQ 1066

# XQ 1067

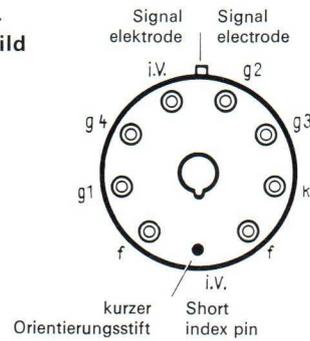
XQ 1064	XQ 1065	XQ 1066	XQ 1067
Q72-E7016	Q72-F7017	Q72-B7028	Q72-C7009

Supervisory, experimental and other purposes requiring only low picture quality	Film scanning	High quality TV system <i>Fiber optics 7 μm</i>	Standard quality TV systems <i>Fiber optics 7 μm</i>
---	---------------	--	---

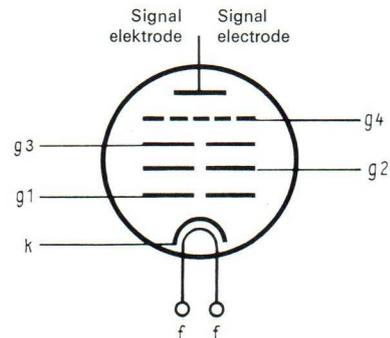
9.6 × 12.8 mm <sup>2</sup>			
20 nA	5 nA	20 nA	20 nA
8 Lux	400 Lux	8 Lux	8 Lux
150 nA	350 nA	180 nA	150 nA
40%	55%	35%	30%
15%	3%	10%	12%



Socket-  
schaltbild



Base  
connections



# 1"-Vidikons

mit getrennt herausgeführtem Abbremsnetz für den Infrarot-Bereich bis 1800 nm

# 1"-Vidicons

with separate mesh electrode I. R. sensitive up to 1800 nm

Typ Siemens-Sachnummer	XQ 1110 Q 72- R 7014	XQ 1111 Q 72- R 7015	Type Siemens Part No.
<b>Verwendung</b>	Infrarotanwendungen mit hoher Bildqualität	Infrarotanwendungen mit normaler Bildqualität	<b>Application</b>
<b>Mechanische Daten</b>			<b>Mechanical Data</b>
Maximale Länge	161 mm		Maximum length
Maximaler Durchmesser	28,6 mm		Maximum diameter
Gewicht	ca. 60 g		Weight
Sockel	8pol spezial		Socket
Fokussierung und Ablenkung	magnetisch		Focusing and Deflection
<b>Elektrische Daten</b>			<b>Electrical characteristics</b>
Heizspannung	6,3 V ± 5%		Heater voltage
Heizstrom	300 mA		Heater current
Gitter-1-Spannung	- 25 bis - 80 V		Grid No. 1 voltage
Gitter-2-Spannung	300 V		Grid No. 2 voltage
Gitter-3-Spannung	270 V (hohe Auflösung 450 bis 650)		Grid No. 3 voltage
Gitter-4-Spannung	300 V (hohe Auflösung 500 bis 750)		Grid No. 4 voltage
Signalplattenspannung	10 V		Signal electrode voltage
Temperatur der Frontplatte	ca. 30 °C		Face plate temperature
Gamma-Wert	ca. 0,7		Gamma value
Signal-Rauschverhältnis	300 : 1		Signal-to-noise ratio
Spektrale Empfindlichkeit	350 bis 1800 nm (Seite 46)		Spectral response
Abgetastete Fläche	9,6 × 12,8 mm <sup>2</sup>	9,6 × 12,8 mm <sup>2</sup>	Scanned area
Dunkelstrom	20 nA	20 nA	Dark current
Beleuchtungsstärke	8 Lux (Kodak Filter 87 B)	8 Lux (Kodak Filter 87 B)	Face plate illumination
Signalstrom	≥ 60 nA	≥ 30 nA	Signal output current
Modulationstiefe bei 5 MHz	35%	35%	Modulation depth at 5 MHz
Restsignal nach 400 ms	≤ 5%	≤ 15%	Residual signal after 400 ms
<b>Fassung</b>			<b>Socket</b>
Gedruckte Schaltung	Rö Fsg 1030	Ablenk- und Fokussiereinheit	for printed circuits
Siemens-Sachnummer	Q 81 - X 130	Typ KV - 9 P	Siemens Part No.
Lötösenanschluß	Rö Fsg 1031	Siemens-Sachnummer Q 3006 - X 1	for wired circuits
Siemens-Sachnummer	Q 81 - X 131		Siemens Part No.

# XQ 1110

# XQ 1111

## XQ 1110

Q 72-R 7014

## XQ 1111

Q 72-R 7015

High quality  
IR sensitive systems

Standard quality  
IR sensitive systems

161 mm  
28.6 mm  
approx. 60 gm  
8-pin special  
magnetic

6.3 V  $\pm$  5%  
300 mA  
- 25 to - 80 V  
300 V  
270 V (high resolution 450 to 650)  
300 V (high resolution 500 to 750)  
10 V  
approx. 30 °C  
approx. 0.7  
300 : 1  
350 to 1800 nm (page 46)

9.6  $\times$  12.8 mm<sup>2</sup>  
20 nA  
8 Lux (Kodak filter 87 B)  
 $\geq$  60 nA  
35%  
 $\leq$  5%

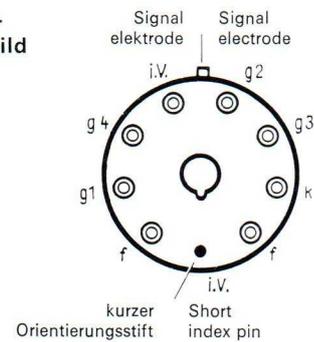
9.6  $\times$  12.8 mm<sup>2</sup>  
20 nA  
8 Lux (Kodak filter 87 B)  
 $\geq$  30 nA  
35%  
 $\leq$  15%

Rö Fsg 1030  
Q 81 - X 130  
Rö Fsg 1031  
Q 81 - X 131

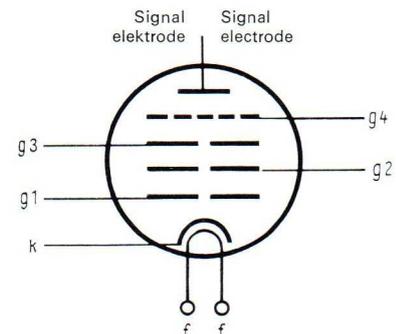
Deflection focusing assembly  
Type KV - 9 P  
Siemens Part No. Q 3006 - X 1



Socket-  
schaltbild



Base  
connections



# 1"-Vidikons

mit getrennt herausgeführtem Abbremsnetz und elektrostatischer Fokussierung

## 1"-Vidicons

with separate mesh electrode electrostatic focus

Typ Siemens-Sachnummer	XQ 1120 Q.72 – C 7001	XQ 1121 Q.72 – D 7026	Type Siemens Part No.
<b>Verwendung</b>	Fernsehsysteme mit hoher Bildqualität	Fernsehsysteme mit normaler Bildqualität	<b>Application</b>
<b>Mechanische Daten</b>			<b>Mechanical Data</b>
Maximale Länge	162 mm		Maximum length
Maximaler Durchmesser	28,6 mm		Maximum diameter
Gewicht	ca. 70 g		Weight
Sockel	8pol spezial		Socket
Fokussierung und Ablenkung	elektrostatisch/magnetisch		Focusing and Deflection
<b>Elektrische Daten</b>			<b>Electrical characteristics</b>
Heizspannung	6,3 V ± 5%		Heater voltage
Heizstrom	300 mA		Heater current
Gitter-1-Spannung	- 25 bis - 80 V		Grid No. 1 voltage
Gitter-2-Spannung	300 V		Grid No. 2 voltage
Gitter-3-und-6-Spannung	300 V (hohe Auflösung 500)		Grid No. 3 and No. 6 voltage
Gitter-4-Spannung	0... 60 V (hohe Auflösung 50...100)		Grid No. 4 voltage
Gitter-5-Spannung	200 V (hohe Auflösung 350)		Grid No. 5 voltage
Signalplattenspannung	15 bis 75 V		Signal electrode voltage
Temperatur der Frontplatte	ca. 30°C		Face plate temperature
Gamma-Wert	ca. 0,7		Gamma value
Signal-Rauschverhältnis	300:1		Signal-to-noise ratio
Spektrale Empfindlichkeit	S18 (Seite 46)		Spectral response
Abgetastete Fläche	9,6 × 12,8 mm <sup>2</sup>	9,6 × 12,8 mm <sup>2</sup>	Scanned area
Dunkelstrom	20 nA	20 nA	Dark current
Beleuchtungsstärke	8 Lux	8 Lux	Face plate illumination
Signalstrom	200 nA	180 nA	Signal output current
Modulationstiefe bei 5 MHz	25%	20%	Modulation depth at 5 MHz
Restsignal nach 400 ms	10%	12%	Residual signal after 400 ms
<b>Fassung</b>			<b>Socket</b>
Gedruckte Schaltung	Rö Fsg 1030		for printed circuits
Siemens-Sachnummer	Q.81 – X130		Siemens Part No.
Lötösenanschluß	Rö Fsg 1031		for wired circuits
Siemens-Sachnummer	Q.81 – X131		Siemens Part No.

# XQ 1120

# XQ 1121

**XQ 1120**  
Q.72 - C 7001

**XQ 1121**  
Q.72 - D 7026

High quality  
TV systems

Standard quality  
TV systems

162 mm  
28.6 mm  
approx. 70 gm  
8-pin special  
electrostatic/magnetic

6.3 V  $\pm$  5%  
300 mA  
- 25 to - 80 V  
300 V  
300 V (high resolution 500)  
0 to 60 V (high resolution 50 to 100)  
200 V (high resolution 350)  
15 to 75 V  
approx. 30°C  
approx. 0.7  
300:1  
S 18 (page 46)

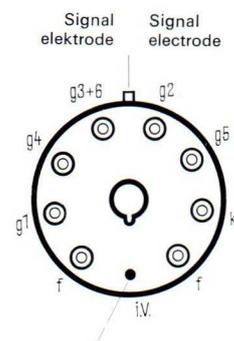
9.6  $\times$  12.8 mm<sup>2</sup>  
20 nA  
8 Lux  
200 nA  
25%  
10%

9.6  $\times$  12.8 mm<sup>2</sup>  
20 nA  
8 Lux  
180 nA  
20%  
12%

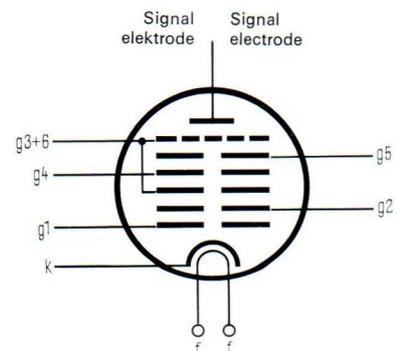
Rö Fsg 1030  
Q.81 - X130  
Rö Fsg 1031  
Q.81 - X131



**Socket-  
schaltbild**



**Base  
connections**



# 1/2"-Vidikons

## 1/2"-Vidicons

<b>Typ</b> Siemens-Sachnummer	<b>XQ 1130</b> Q.72 – C 7002	<b>XQ 1131</b> Q.72 – D 7027	<b>Type</b> Siemens Part No.
<b>Verwendung</b>	Kleine Fernsehcameras mit hoher Bildqualität	Kleine Fernsehcameras mit normaler Bildqualität	<b>Application</b>
<b>Mechanische Daten</b>			<b>Mechanical Data</b>
Maximale Länge	92 mm		Maximum length
Maximaler Durchmesser	16,1 mm		Maximum diameter
Gewicht	ca. 15 g		Weight
Sockel	6pol spezial		Socket
Fokussierung und Ablenkung	magnetisch		Focusing and Deflection
<b>Elektrische Daten</b>			<b>Electrical characteristics</b>
Heizspannung	6,3 V ± 5%		Heater voltage
Heizstrom	300 mA		Heater current
Gitter-1-Spannung	- 25 bis - 80 V		Grid No. 1 voltage
Gitter-2-und-4-Spannung	300 V		Grid No. 2 and No. 4 voltage
Gitter-3-Spannung	270 V		Grid No. 3 voltage
Signalplattenspannung	30 bis 60 V		Signal electrode voltage
Temperatur der Frontplatte	ca. 30°C		Face plate temperature
Gamma-Wert	ca. 0,7		Gamma value
Spektrale Empfindlichkeit	S18 (Seite 46)		Spectral response
Abgetastete Fläche	4,5 × 6 mm <sup>2</sup>	4,5 × 6 mm <sup>2</sup>	Scanned area
Dunkelstrom	10 nA	10 nA	Dark current
Beleuchtungsstärke	8 Lux	8 Lux	Face plate illumination
Signalstrom	≥ 60 nA	≥ 40	Signal output current
Modulationstiefe bei 4 MHz	20%	20%	Modulation depth at 4 MHz
Restsignal nach 400 ms	10%	15%	Residual signal after 400 ms
<b>Fassung</b>			<b>Socket</b>
Lötösenanschluß Siemens-Sachnummer	Rö Fsg 1032 Q.81 – X132		for wired circuits Siemens Part No.

# XQ 1130

# XQ 1131

**XQ 1130**  
Q.72 - C 7002

**XQ 1131**  
Q.72 - D 7027

High quality  
miniaturized  
TV cameras

Standard quality  
miniaturized  
TV cameras

92 mm  
16.1 mm  
approx. 15 gm  
6-pin special  
magnetic

6.3 V  $\pm$  5%  
300 mA  
-25 to -80 V  
300 V  
270 V  
30 to 60 V  
approx. 30°C  
approx. 0.7  
S 18 (page 46)

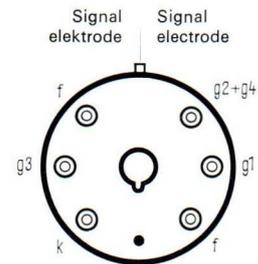
4.5  $\times$  6 mm<sup>2</sup>  
10 nA  
8 Lux  
 $\geq$  60 nA  
20%  
10%

4.5  $\times$  6 mm<sup>2</sup>  
10 nA  
8 Lux  
 $\geq$  40 nA  
20%  
15%

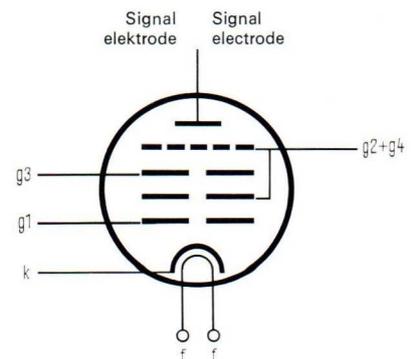
Rö Fsg 1032  
Q.81 - X132



**Socket-  
schaltbild**



**Base  
connections**



# 1"-Vidikons

mit Bildverstärkerröhren

## 1"-Vidicons

with Image Intensifier Tubes

### Entwicklungstyp

### Developmental Type

Typ Siemens-Sachnummer	XQ.1140 Q.72 - C.7003	XQ.1150 Q.72 - C.7004	Type Siemens Part No.
<b>Verwendung</b>	Fernsehsysteme mit geringer Beleuchtung <i>gekrümmter Glasscheiben-Eingang</i>	Fernsehsysteme mit geringer Beleuchtung <i>Fiber-Optik Eingang 7 µm</i>	<b>Application</b>
<b>Mechanische Daten</b>			<b>Mechanical Data</b>
Maximale Länge	301 mm	224 mm	Maximum length
Maximaler Durchmesser	104 mm	64 mm	Maximum diameter
Gewicht	ca. 300 g	ca. 150 g	Weight
Sockel	8pol spezial	8pol spezial	Socket
Fokussierung und Ablenkung Vidikon	magnetisch	magnetisch	Focusing and Deflection vidicon
Fokussierung Bildverstärker	elektrostatisch	elektrostatisch	Focusing image intensifier
<b>Elektrische Daten</b>			<b>Electrical characteristics</b>
Heizspannung	6,3 V ± 5%		Heater voltage
Heizstrom	300 mA		Heater current
Gitter-1-Spannung	- 25 bis -80 V		Grid No. 1 voltage
Gitter-2-Spannung	300 V		Grid No. 2 voltage
Gitter-3-Spannung	270 V (hohe Auflösung 450 bis 650)		Grid No. 3 voltage
Gitter-4-Spannung	300 V (hohe Auflösung 500 bis 750)		Grid No. 4 voltage
Signalplattenspannung	15 bis 75 V		Signal electrode voltage
Temperatur der Frontplatte	ca. 30°C		Face plate temperature
Gamma-Wert	ca. 0,7		Gamma value
Betriebsspannung Photokathode	- 16 kV		Operating voltage photocathode
Spektrale Empfindlichkeit Photokathode	S20 (Seite 46)	S20 (Seite 46)	Spectral response photocathode
Abgetastete Fläche	9,6 × 12,8 mm <sup>2</sup>	9,6 × 12,8 mm <sup>2</sup>	Scanned area
Dunkelstrom	20 nA	20 nA	Dark current
Beleuchtungsstärke	0,1 Lux	0,1 Lux	Face plate illumination
Signalstrom	> 100 nA	> 100 nA	Signal output current
Grenzauflösung	> 500 Zeilen	> 500 Zeilen	Resolution
Restsignal nach 400 ms	≤ 8,5 %	≤ 8,5 %	Residual signal after 400 ms
<b>Fassung</b>			<b>Socket</b>
Gedruckte Schaltung	Rö Fsg 1030		for printed circuits
Siemens-Sachnummer	Q81 - X130		Siemens Part No.
Lötösenanschluß	Rö Fsg 1031		for wired circuits
Siemens-Sachnummer	Q81 - X131		Siemens Part No.

# XQ 1140

# XQ 1150

**XQ 1140**  
Q 72 - C 7003

**XQ 1150**  
Q 72 - C 7004

Night-vision TV  
*curved glass face plate*

Night-vision TV  
*Fiber optic 7  $\mu$ m*

301 mm  
104 mm  
approx. 300 gm  
8-pin special  
magnetic  
electrostatic

224 mm  
64 mm  
approx. 150 gm  
8-pin special  
magnetic  
electrostatic

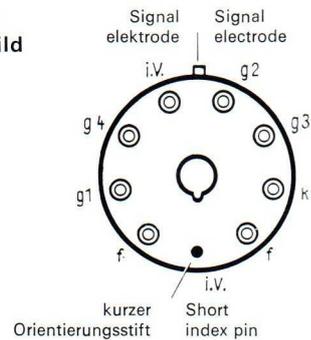
6.3 V  $\pm$  5%  
300 mA  
- 25 to - 80 V  
300 V  
270 V (high resolution 450 to 650)  
300 V (high resolution 500 to 750)  
15 to 75 V  
approx. 30°C  
approx. 0.7  
- 16 kV

S 20 (page 46)  
9.6  $\times$  12.8 mm<sup>2</sup>  
20 nA  
0.1 Lux  
> 100 nA  
> 500 Lines  
 $\leq$  8.5%

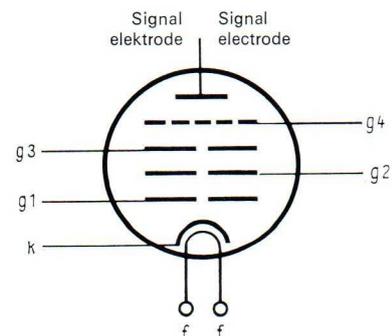
S 20 (page 46)  
9.6  $\times$  12.8 mm<sup>2</sup>  
20 nA  
0.1 Lux  
> 100 nA  
> 500 Lines  
 $\leq$  8.5%

Rö Fsg 1030  
Q 81 - X 130  
Rö Fsg 1031  
Q 81 - X 131

**Sockel-  
schaltbild**



**Base  
connections**



# 1"-Vidikons

mit getrennt herausgeführtem Abbremsnetz stoß- und vibrationsfest  
und kurzer Baulänge

## 1"-Vidicons

with separate mesh electrode short ruggedized type

### Entwicklungstyp

### Developmental Type

Typ Siemens-Sachnummer	XQ 1160 Q 72 – C 7005	XQ 1161 Q 72 – D 7028	Type Siemens Part No.
<b>Verwendung</b>	Spezial-Fernsehsysteme mit hoher Bildqualität	Spezial-Fernsehsysteme mit normaler Bildqualität	<b>Application</b>
<b>Mechanische Daten</b>			<b>Mechanical Data</b>
Maximale Länge	135 mm		Maximum length
Maximaler Durchmesser	28,6 mm		Maximum diameter
Gewicht	ca. 55 g		Weight
Sockel	8pol spezial		Socket
Fokussierung und Ablenkung	magnetisch		Focusing and Deflection
<b>Elektrische Daten</b>			<b>Electrical characteristics</b>
Heizspannung	6,3 V ± 5%		Heater voltage
Heizstrom	300 mA		Heater current
Gitter-1-Spannung	- 25 bis - 80 V		Grid No. 1 voltage
Gitter-2-Spannung	300 V		Grid No. 2 voltage
Gitter-3-Spannung	270 V (hohe Auflösung 450 bis 650)		Grid No. 3 voltage
Gitter-4-Spannung	300 V (hohe Auflösung 500 bis 750)		Grid No. 4 voltage
Signalplattenspannung	15 bis 75 V		Signal electrode voltage
Temperatur der Frontplatte	ca. 30°C		Face plate temperature
Gamma-Wert	ca. 0,7		Gamma value
Signal-Rauschverhältnis	300:1		Signal-to-noise ratio
Spektrale Empfindlichkeit	S 18 (Seite 46)		Spectral response
Abgetastete Fläche	9,6 × 12,8 mm <sup>2</sup>	9,6 × 12,8 mm <sup>2</sup>	Scanned area
Dunkelstrom	20 nA	20 nA	Dark current
Beleuchtungsstärke	8 Lux	8 Lux	Face plate illumination
Signalstrom	200 nA	180 nA	Signal output current
Modulationstiefe bei 5 MHz	50%	50%	Modulation depth at 5 MHz
Restsignal nach 400 ms	10%	12%	Residual signal after 400 ms
<b>Fassung</b>			<b>Socket</b>
Gedruckte Schaltung	Rö Fsg 1030	Ablenk- und Fokussiereinheit	for printed circuits
Siemens-Sachnummer	Q 81 – X 130	Typ KV – 9 P	Siemens Part No.
Lötösenanschluß	Rö Fsg 1031	Siemens-Sachnummer Q 3006 – X 1	for wired circuits
Siemens-Sachnummer	Q 81 – X 131		Siemens Part No.

# XQ 1160

# XQ 1161

**XQ 1160**  
Q72 - C7005

**XQ 1161**  
Q72 - D7028

High quality  
Special TV systems

Standard quality  
Special TV systems

135 mm  
28.6 mm  
approx. 55 gm  
8-pin special  
magnetic

6.3 V  $\pm$  5%  
300 mA  
- 25 to - 80 V  
300 V  
270 V (high resolution 450 to 650)  
300 V (high resolution 500 to 750)  
15 to 75 V  
approx. 30°C  
approx. 0.7  
300:1

S18 (page 46)  
9.6  $\times$  12.8 mm<sup>2</sup>  
20 nA  
8 Lux  
200 nA  
50%  
10%

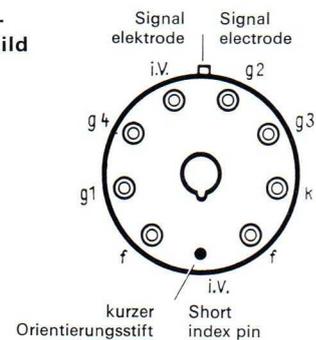
9.6  $\times$  12.8 mm<sup>2</sup>  
20 nA  
8 Lux  
180 nA  
50%  
12%

Rö Fsg 1030  
Q81 - X130  
Rö Fsg 1031  
Q81 - X131

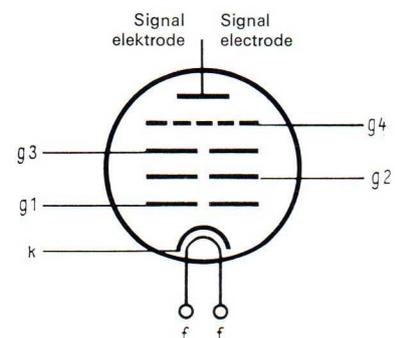
Deflection focusing assembly  
Type KV - 9P  
Siemens Part No. Q3006 - X1



**Sockel-  
schaltbild**



**Base  
connections**



# 1"-Vidikons

mit getrennt herausgeführtem Abbremsnetz röntgenstrahlungsempfindlich

# 1"-Vidicons

with separate mesh electrode X-Ray sensitive

## Entwicklungstyp

## Developmental Type

Typ Siemens-Sachnummer	XQ.1170 Q.72 – B 7026	XQ.1171 Q.72 – C 7006	XQ.1172 Q.72 – D 7029	Type Siemens Part No.
<b>Verwendung</b>	Industrielle Röntgenuntersuchungen sehr hoher Bildqualität	Industrielle Röntgenuntersuchungen hoher Bildqualität	Industrielle Röntgenuntersuchungen normaler Bildqualität	<b>Application</b>
<b>Mechanische Daten</b>	Maximale Länge Maximaler Durchmesser Gewicht Sockel Fokussierung und Ablenkung	161 mm 28,6 mm ca. 60 g 8pol spezial magnetisch		<b>Mechanical Data</b> Maximum length Maximum diameter Weight Socket Focusing and Deflection
<b>Elektrische Daten</b>	Heizspannung Heizstrom Gitter-1-Spannung Gitter-2-Spannung Gitter-3-Spannung Gitter-4-Spannung Signalsplattenspannung Temperatur der Frontplatte Gamma-Wert	6,3 V $\pm$ 5% 300 mA – 25 bis – 80 V 300 V 270 V (hohe Auflösung 450 bis 650) 300 V (hohe Auflösung 500 bis 750) bis 45 V ca. 30°C ca. 0,7		<b>Electrical characteristics</b> Heater voltage Heater current Grid No. 1 voltage Grid No. 2 voltage Grid No. 3 voltage Grid No. 4 voltage Signal electrode voltage Face plate temperature Gamma value
Abgetastete Fläche Maximal durchstrahlbare Wanddicke Auflösung Bronzegitter	9,6 $\times$ 12,8 mm <sup>2</sup> 4 mm Stahl (bei 150 kV und 4 mA) 400 mesh			Scanned area Maximum penetrable wall thickness Resolution of bronze
<b>Fassung</b>	Gedruckte Schaltung Siemens-Sachnummer Lötösenanschluß Siemens-Sachnummer	Rö Fsg 1030 Q.81 – X130 Rö Fsg 1031 Q.81 – X131	Ablenk- und Fokussiereinheit Typ KV – 9 P Siemens-Sachnummer Q.3006 – X1	<b>Socket</b> for printed circuits Siemens Part No. for wired circuits Siemens Part No.

# XQ 1170 XQ 1171 XQ 1172

**XQ 1170**  
Q72 - B 7026

**XQ 1171**  
Q72 - C 7006

**XQ 1172**  
Q72 - D 7029

Very high quality  
x-ray sensitive  
industrial TV

High quality  
x-ray sensitive  
industrial TV

Standard quality  
x-ray sensitive  
industrial TV

161 mm  
28.6 mm  
approx. 60 gm  
8-pin special  
magnetic

6.3 V  $\pm$  5%  
300 mA  
- 25 to - 80 V  
300 V  
270 V (high resolution 450 to 650)  
300 V (high resolution 500 to 750)  
to 45 V  
approx. 30°C  
approx. 0.7

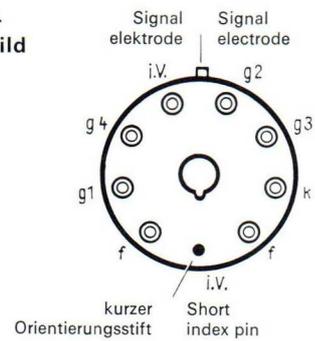
9.6  $\times$  12.8 mm<sup>2</sup>  
4 mm steel (150 kV, 4 mA)  
400 mesh

Rö Fsg 1030  
Q81 - X130  
Rö Fsg 1031  
Q81 - X131

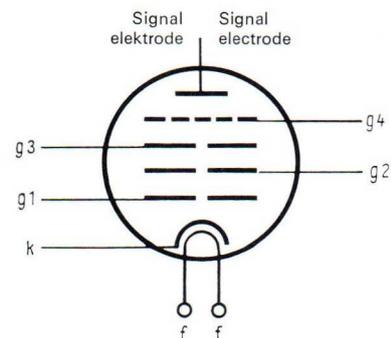
Deflection focusing assembly  
Type KV - 9P  
Siemens Part No. Q 3006 - X1



**Socket-  
schaltbild**



**Base  
connections**



# 1"-Vidikons

mit getrennt herausgeführtem Abbremsnetz für Langsamabtastung

## 1"-Vidicons

with separate mesh electrode slow scan

### Entwicklungstyp

### Developmental Type

Typ Siemens-Sachnummer	XQ 1180 Q 72 – C 7007	XQ 1181 Q 72 – D 7030	Type Siemens Part No.
<b>Verwendung</b>	Langsamabtastung, Fernsehaufnahmesysteme mit hoher Bildqualität	Langsamabtastung, Fernsehaufnahmesysteme mit normaler Bildqualität	<b>Application</b>
<b>Mechanische Daten</b>			<b>Mechanical Data</b>
Maximale Länge	161 mm		Maximum length
Maximaler Durchmesser	28,6 mm		Maximum diameter
Gewicht	ca. 60 g		Weight
Sockel	8pol spezial		Socket
Fokussierung und Ablenkung	magnetisch		Focusing and Deflection
<b>Elektrische Daten</b>			<b>Electrical characteristics</b>
Heizspannung	6,3 V $\pm$ 5%		Heater voltage
Heizstrom	300 mA		Heater current
Gitter-1 - Spannung	- 25 bis - 80 V		Grid No. 1 voltage
Gitter-2 - Spannung	300 V		Grid No. 2 voltage
Gitter-3 - Spannung	270 V (hohe Auflösung 450 bis 650)		Grid No. 3 voltage
Gitter-4 - Spannung	300 V (hohe Auflösung 500 bis 750)		Grid No. 4 voltage
Signalplattenspannung	15 V		Signal electrode voltage
Temperatur der Frontplatte	ca. 30°C		Face plate temperature
Gamma-Wert	ca. 0,7		Gamma value
Abgetastete Fläche	9,6 $\times$ 12,8 mm <sup>2</sup>		Scanned area
Dunkelstrom	1 nA		Dark current
Beleuchtungsstärke	8 Lux		Face plate illumination
Signalstrom	150 nA		Signal output current
<b>Fassung</b>			<b>Socket</b>
Gedruckte Schaltung	Rö Fsg 1030	Ablenk- und Fokussiereinheit	for printed circuits
Siemens-Sachnummer	Q 81 – X 130	Typ KV – 9 P	Siemens Part No.
Lötösenanschluß	Rö Fsg 1031	Siemens-Sachnummer Q 3006 – X 1	for wired circuits
Siemens-Sachnummer	Q 81 – X 131		Siemens Part No.

# XQ 1180

# XQ 1181

**XQ 1180**  
Q72 - C7007

**XQ 1181**  
Q72 - C7030

High quality  
Slow-scan TV systems

Standard quality  
Slow-scan TV systems

161 mm  
28.6 mm  
approx. 60 gm  
8-pin special  
magnetic

6.3 V  $\pm$  5%  
300 mA  
-25 to -80 V  
300 V  
270 V (high resolution 450 to 650)  
300 V (high resolution 500 to 750)  
15 V  
approx. 30°C  
approx. 0.7

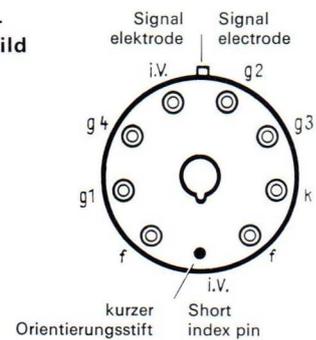
9.6  $\times$  12.8 mm<sup>2</sup>  
1 nA  
8 Lux  
150 nA

Rö Fsg 1030  
Q81 - X130  
Rö Fsg 1031  
Q81 - X131

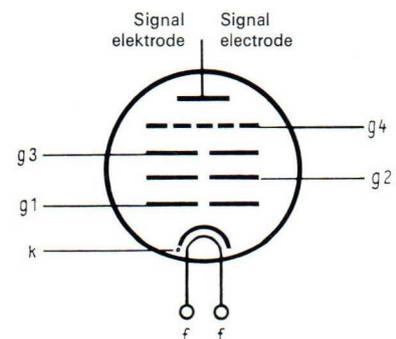
Deflection focusing assembly  
Type KV - 9P  
Siemens Part No. Q3006 - X1



**Sockel-  
schaltbild**



**Base  
connections**



# SEC-Bildaufnahmeröhren

## SEC pick-up tubes

Typ Siemens-Sachnummer	XQ 1190 Q 72 – B 7027	XQ 1191 Q 72 – C 7008	XQ 1192 Q 72 – D 7031	Type Siemens Part No.
<b>Verwendung</b>	Fernsehsysteme hoher Empfindlichkeit mit sehr hoher Bildqualität	Fernsehsysteme hoher Empfindlichkeit mit hoher Bildqualität	Fernsehsysteme hoher Empfindlichkeit mit normaler Bildqualität	<b>Application</b>
<b>Mechanische Daten</b>	Maximale Länge Maximaler Durchmesser Gewicht Sockel Fokussierung Bildteil Fokussierung, Ablenkung, Abtastsystem Eingang Bildteil	189 mm 55 mm 200 g 8pol spezial elektrostatisch Diode magnetisch Fiber-Optik 35 mm $\varnothing$ 7 $\mu$ m		<b>Mechanical Data</b> Maximum length Maximum diameter Weight Socket Focusing image intensifier Focusing deflection scanning system Input image intensifier
<b>Elektrische Daten</b>	Heizspannung Heizstrom Kathode Gitter-1-Spannung Gitter-2-Spannung Gitter-3-Spannung Gitter-4-Spannung Gitter-5-Spannung Targetspannung Betriebsspannung Bildteil	6,3 V $\pm$ 5% 300 mA 0 V – 25 bis – 100 V 300 V 300 bis 350 V 350 bis 500 V 15 bis 20 V 0 bis 25 V – 4 bis – 10 kV		<b>Electrical characteristics</b> Heater voltage Heater current Cathode Grid No. 1 voltage Grid No. 2 voltage Grid No. 3 voltage Grid No. 4 voltage Grid No. 5 voltage Target voltage Operating voltage image intensifier
	Spektrale Empfindlichkeit Photokathode Abgetastete Fläche Photokathodenempfindlichkeit Auflösung Modulationstiefe bei 5 MHz/150 nA Signalstrom bei $10^{-2}$ Lux Restsignal nach 40 ms Gamma-Wert	S 20 R (Seite 46) 9,6 $\times$ 12,8 mm <sup>2</sup> min 150 $\mu$ A/L 7 bis 8 MHz 40% $\geq$ 60 nA $\leq$ 5% bei 50 nA Signalstrom 1		<b>Spectral response photocathode</b> Scanned area Sensitivity Resolution Modulation depth at 5 MHz/150 nA Signal output current at $10^{-2}$ Lux Residual signal after 40 ms Gamma value
<b>Fassung</b>	Gedruckte Schaltung Siemens-Sachnummer Lötösenanschluß Siemens-Sachnummer	Rö Fsg 1030 Q 81 – X 130 Rö Fsg 1031 Q 81 – X 131		<b>Socket</b> for printed circuits Siemens Part No. for wired circuits Siemens Part No.

# XQ 1190 XQ 1191 XQ 1192

**XQ 1190**  
Q 72 - B 7027

**XQ 1191**  
Q 72 - C 7008

**XQ 1192**  
Q 72 - D 7031

Very high quality  
high sensitivity  
TV systems

High quality  
high sensitivity  
TV systems

Standard quality  
high sensitivity  
TV systems

189 mm  
55 mm  
200 gm  
8-pin special  
electrostatic diode  
magnetic  
Fiber optic 35 mm diameter, 7  $\mu$ m

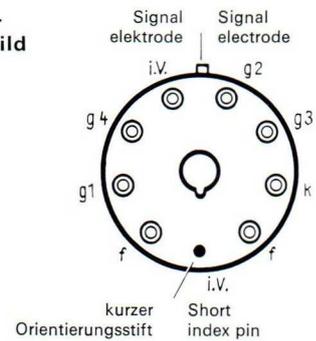
6.3 V  $\pm$  5%  
300 mA  
0 V  
-25 to -100 V  
300 V  
300 to 350 V  
350 to 500 V  
15 to 20 V  
0 to 25 V  
-4 to -10 kV

S20 R (page 46)  
9.6  $\times$  12.8 mm<sup>2</sup>  
min. 150  $\mu$ A/L  
7 to 8 MHz  
40%  
 $\geq$  60 nA  
 $\leq$  5% for 50 nA signal current  
1

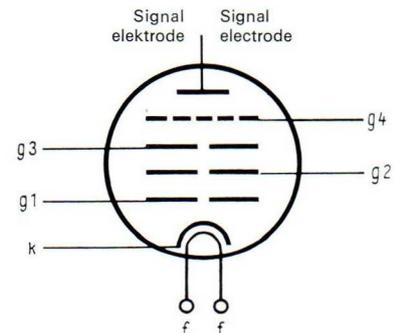
Rö Fsg 1030  
Q 81 - X130  
Rö Fsg 1031  
Q 81 - X131



**Sockel-  
schaltbild**



**Base  
connections**



# SEC-Bildaufnahmeröhren

mit Bildverstärkerröhren

## SEC pick-up tubes

with image intensifier tubes

Typ Siemens-Sachnummer	XQ 1193 Q 72 – B 7029	XQ 1194 Q 72 – C 7011	Type Siemens Part No.
<b>Verwendung</b>	Fernsehsysteme höchster Empfindlichkeit mit hoher Bildqualität	Fernsehsysteme höchster Empfindlichkeit mit normaler Bildqualität	<b>Application</b>
<b>Mechanische Daten</b>			<b>Mechanical Data</b>
Maximale Länge	250 mm		Maximum length
Maximaler Durchmesser	55 mm		Maximum diameter
Gewicht	350 g		Weight
Sockel	8pol spezial		Socket
Fokussierung Bildteil	elektrostatisch Diode		Focusing image intensifier
Fokussierung, Ablenkung, Abtastsystem	magnetisch		Focusing deflection scanning system
Eingang Bildteil	Fiber-Optik 35 mm $\varnothing$ 7 $\mu$ m		Input image intensifier
<b>Elektrische Daten</b>			<b>Electrical characteristics</b>
Heizspannung	6,3 V $\pm$ 5%		Heater voltage
Heizstrom	300 mA		Heater current
Kathode	0 V		Cathode
Gitter-1-Spannung	- 25 bis - 100 V		Grid No. 1 voltage
Gitter-2-Spannung	300 V		Grid No. 2 voltage
Gitter-3-Spannung	300 bis 350 V		Grid No. 3 voltage
Gitter-4-Spannung	350 bis 500 V		Grid No. 4 voltage
Gitter-5-Spannung	15 bis 20 V		Grid No. 5 voltage
Targetspannung	0 bis 25 V		Target voltage
Betriebsspannung Bildteil	- 4 bis - 10 kV		Operating voltage image section
Spannung Bildverstärker	max 14 kV		Operating voltage image intensifier
Spektrale Empfindlichkeit Photokathode	S20 (Seite 46)		Spectral response photocathode
Spektrale Empfindlichkeit Leuchtschirm	P20 (Seite 46)		Spectral response screen
Abgetastete Fläche	9,6 $\times$ 12,8 mm <sup>2</sup>		Scanned area
Photokathodenempfindlichkeit	min 150 $\mu$ A/L		Sensitivity
Auflösung	min 6 MHz		Resolution
Signalstrom bei $2 \cdot 10^{-4}$ Lux	$\geq$ 60 nA		Signal output current at $2 \cdot 10^{-4}$ Lu
Restsignal nach 40 ms	$\leq$ 5% bei 50 nA Signalstrom		Residual signal after 40 ms
Gamma-Wert	1		Gamma value
<b>Fassung</b>			<b>Socket</b>
Gedruckte Schaltung	Rö Fsg 1030		for printed circuits
Siemens-Sachnummer	Q81 – X130		Siemens Part No.
Lötösenanschluß	Rö Fsg 1031		for wired circuits
Siemens-Sachnummer	Q81 – X131		Siemens Part No.

# XQ 1193 XQ 1194

**XQ 1193**  
Q.72 - B 7029

**XQ 1194**  
Q.72 - C 7011

High quality  
very high sensitivity  
TV systems

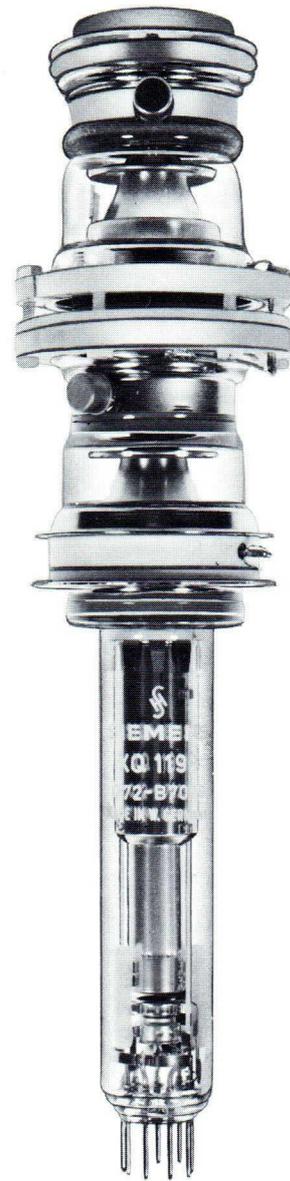
Standard quality  
very high sensitivity  
TV systems

250 mm  
55 mm  
350 gm  
8-pin special  
electrostatic diode  
magnetic  
Fiber optic 35 mm 7  $\mu$ m

6.3 V  $\pm$  5%  
300 mA  
0 V  
- 25 to - 100 V  
300 V  
300 to 350 V  
350 to 500 V  
15 to 20 V  
0 to 25 V  
- 4 to - 10 kV  
max. 14 kV

S 20 (page 46)  
P 20 (page 46)  
9.6  $\times$  12.8 mm<sup>2</sup>  
min. 150  $\mu$ A/L  
min. 6 MHz  
 $\cong$  60 nA  
 $\cong$  5 % for 50 nA signal current  
1

Rö Fsg 1030  
Q.81 - X130  
Rö Fsg 1031  
Q.81 - X131



# 1"-Vidikon

mit getrennt herausgeführtem Abbremsnetz und Silizium-Multidioden-Target

## 1"-Vidicon

with separate mesh electrode and silicon diode array target

<b>Typ</b> Siemens-Sachnummer	<b>XQ 1200</b> Q 72 – S 6001	<b>Type</b> Siemens Part No.
<b>Art</b>	Vidikon mit sehr hoher Empfindlichkeit und hoher Widerstandsfähigkeit gegen Einbrennen	<b>Application</b>
<b>Mechanische Daten</b>		<b>Mechanical Data</b>
Maximale Länge	161 mm	Maximum length
Maximaler Durchmesser	28,6 mm	Maximum diameter
Gewicht	ca. 60 g	Weight
Sockel	8pol spezial	Socket
Fokussierung und Ablenkung	magnetisch	Focusing and Deflection
<b>Elektrische Daten</b>		<b>Electrical characteristics</b>
Heizspannung	6,3 V ± 5%	Heater voltage
Heizstrom	300 mA	Heater current
Gitter-1-Spannung	- 25 bis - 80 V	Grid No. 1 voltage
Gitter-2-Spannung	300 V	Grid No. 2 voltage
Gitter-3-Spannung	285 V	Grid No. 3 voltage
Gitter-4-Spannung	340 V	Grid No. 4 voltage
Signalplattenspannung	10 V	Signal electrode voltage
Temperatur der Frontplatte	ca. 30°C	Face plate temperature
Gamma-Wert	1	Gamma value
Spektrale Empfindlichkeit	Si (Seite 46)	Spectral response
Abgetastete Fläche	9,6 × 12,8 mm <sup>2</sup>	Scanned area
Dunkelstrom	< 40 nA	Dark current
Beleuchtungsstärke (2854°K)	2 Lux	Face plate illumination (2854°K)
Signalstrom	> 350 nA	Signal output current
Modulationstiefe bei 5 MHz	35%	Modulation depth at 5 MHz
Restsignal nach 50 ms	10%	Residual signal after 50 ms
<b>Fassung</b>		<b>Socket</b>
Gedruckte Schaltung	Rö Fsg 1030	for printed circuits
Siemens-Sachnummer	Q 81 – X 130	Siemens Part No.
Lötösenanschluß	Rö Fsg 1031	for wired circuits
Siemens-Sachnummer	Q 81 – X 131	Siemens Part No.
	Ablenk- und Fokussiereinheit	
	Typ KV – 9 P	
	Siemens-Sachnummer Q 3006 – X 1	

# XQ 1200

**XQ 1200**  
Q72 - S6001

very high sensitivity vidicon resistant to image burn-in

161 mm  
28.6 mm  
approx. 60 gm  
8-pin special magnetic

6.3 V  $\pm$  5%  
300 mA  
-25 to -80 V  
300 V  
285 V  
340 V  
10 V  
approx. 30°C  
1  
Si (page 46)

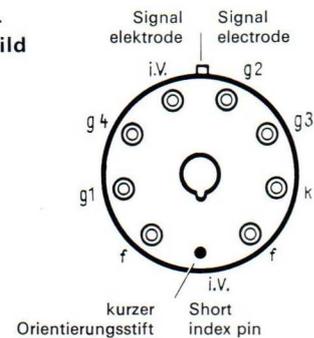
9.6 x 12.8 mm<sup>2</sup>  
< 40 nA  
2 Lux  
> 350 nA  
35%  
10%

Rö Fsg 1030  
Q81 - X130  
Rö Fsg 1031  
Q81 - X131

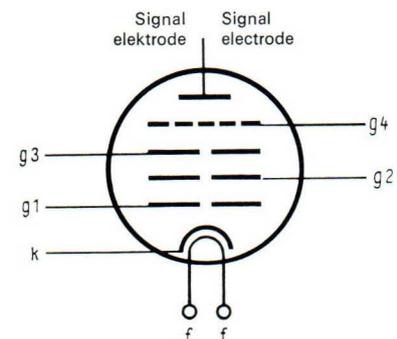
Deflection focusing assembly  
Type KV - 9 P  
Siemens Part No. Q.3006 - X1



**Socket-  
schaltbild**



**Base  
connections**



# 1"-Vidikons

mit getrennt herausgeführtem Abbremsnetz 95 mA Heizstrom

## 1"-Vidicons

with separate mesh electrode 95 mA heater

Typ	XQ.1290	XQ.1291	XQ.1292	XQ.1293	XQ.1294
Siemens-Sachnummer	Q72 - A7019	Q72 - B7030	Q72 - C7012	Q72 - D7032	Q72 - E7017
Verwendung	Medizinische Röntgenanwendung	Studioanwendung	Industrielles Fernsehen	Industrielles Fernsehen mit geringeren Anforderungen an die Bildqualität	Beobachtungs- und Experimentierzwecke sowie sonstige Anwendungen mit geringer Bildqualität

### Mechanische Daten

Maximale Länge	161 mm
Maximaler Durchmesser	28,6 mm
Gewicht	ca. 60 g
Sockel	8pol spezial
Fokussierung und Ablenkung	magnetisch

### Elektrische Daten

Heizspannung	6,3 V ± 5%
Heizstrom	95 mA
Gitter-1-Spannung	- 25 bis - 80 V
Gitter-2-Spannung	300 V
Gitter-3-Spannung	270 V (hohe Auflösung 450 bis 650)
Gitter-4-Spannung	300 V (hohe Auflösung 500 bis 750)
Signalplattenspannung	15 bis 75 V
Temperatur der Frontplatte	ca. 30°C
Gamma-Wert	ca. 0,7
Signal-Rauschverhältnis	300:1
Spektrale Empfindlichkeit	S18 (Seite 46)

Abgetastete Fläche	9,6 × 12,8 mm <sup>2</sup>				
Dunkelstrom	20 nA				
Beleuchtungsstärke	8 Lux				
Signalstrom	240 nA	200 nA	200 nA	180 nA	150 nA
Modulationstiefe bei 5 MHz	55%	55%	50%	50%	40%
Restsignal nach 400 ms	10%	9%	10%	12%	15%

### Fassung

Gedruckte Schaltung	Rö Fsg 1030	Ablenk- und Fokussiereinheit
Siemens-Sachnummer	Q81 - X130	Typ KV - 9P
Lötösenanschluß	Rö Fsg 1031	Siemens-Sachnummer Q 3006 - X1
Siemens-Sachnummer	Q81 - X131	

# XQ 1290 XQ 1291 XQ 1292 XQ 1293 XQ 1294 XQ 1295



Bei der XQ1290-Serie handelt es sich um 1-Zoll-Vidikons mit magnetischer Fokussierung und magnetischer Ablenkung. Durch das getrennt herausgeführte Abbremsnetz zeichnet sich die Röhre durch verbesserte Auflösung und erhöhte Modulationstiefe aus. Die in diesen Vidikons verwendete lichtempfindliche Schicht gewährleistet hohe Gleichmäßigkeit über einen weiten Bereich des Signalstromes, Widerstandsfähigkeit gegenüber Beschädigung durch überhöhte Belichtung sowie eine sehr hohe Lichtempfindlichkeit, die einen Betrieb des Röhrentyps für medizinische Röntgenanwendung bei geringen Beleuchtungsstärken ab etwa 2 Lux und aller übrigen Röhrentypen bei Beleuchtungsstärken ab etwa 8 Lux gestattet.

All of the Siemens XQ1290 series are one inch vidicons with magnetic focusing and deflection. They are provided with a separate mesh electrode, permitting higher resolution and improved uniformity of focus. The photoconductive coating used in these vidicons features excellent uniformity over a wide range of signal output current, high resistance to burn-in and high sensitivity, giving pictures of satisfactory quality with as little as 2 Lux of illumination on the faceplate for the X-ray version, and 8 Lux for the other types.

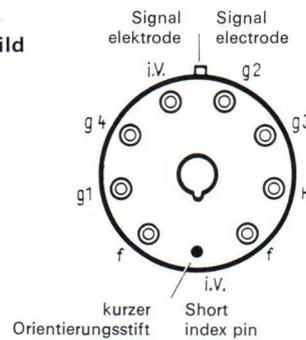
XQ 1295 Q72 - F7019	<b>Type</b> Siemens Part No.	XQ 1290 Q72 - A7019	XQ 1291 Q72 - B7030	XQ 1292 Q72 - C7012	XQ 1293 Q72 - D7012
Filmabtastung	<b>Application</b>	Medical X-Ray	Studio TV	Industrial TV	Industrial TV requiring or picture qua
	<b>Mechanical Data</b>				
	<b>Electrical characteristics</b>				
9,6 × 12,8 mm <sup>2</sup> 5 nA 400 Lux 350 nA 55% 3%		Scanned area Dark current Face plate illumination Signal output current Modulation depth at 5 MHz Residual signal after 400 ms	9,6 × 12,8 mm <sup>2</sup> 20 nA 8 Lux 240 nA 55% 10%	9,6 × 12,8 mm <sup>2</sup> 20 nA 8 Lux 200 nA 55% 9%	9,6 × 12,8 mm <sup>2</sup> 20 nA 8 Lux 200 nA 50% 10%
	<b>Socket</b>				
	for printed circuits Siemens Part No. for wired circuits Siemens Part No.	Rö Fsg 1030 Q81 - X130 Rö Fsg 1031 Q81 - X131	Deflection focusing assembly Type KV - 9P Siemens Part No. Q 3006 - X1		

# XQ 1290 XQ 1291 XQ 1292 XQ 1293 XQ 1294 XQ 1295

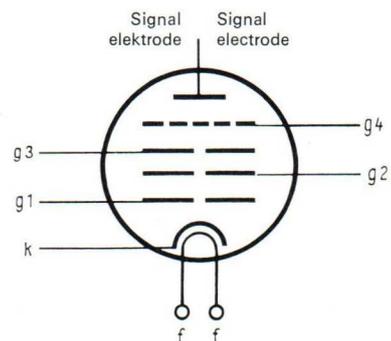
	<b>XQ 1294</b> Q72 - E7017	<b>XQ 1295</b> Q72 - F7018
32		
V only low quality	Supervisory, experimental and other purposes requiring only low picture quality	Film scanning
mm <sup>2</sup>	9.6 × 12.8 mm <sup>2</sup> 20 nA 8 Lux 150 nA 40% 15%	9.6 × 12.8 mm <sup>2</sup> 5 nA 400 Lux 350 nA 55% 3%



**Socket-  
schaltbild**



**Base  
connections**



# 2/3"-Vidikon

## 2/3"-Vidicon

<b>Typ</b> Siemens-Sachnummer	<b>XQ 1300</b> Q.72 – C 9501	<b>Type</b> Siemens Part No.
<b>Verwendung</b>	Kleine Fernsehcameras	<b>Application</b>
<b>Mechanische Daten</b>		<b>Mechanical Data</b>
Maximale Länge	108 mm	Maximum length
Maximaler Durchmesser	18 mm	Maximum diameter
Gewicht	ca. 20 g	Weight
Sockel	7pol spezial	Socket
Fokussierung und Ablenkung	magnetisch	Focusing and Deflection
<b>Elektrische Daten</b>		<b>Electrical characteristics</b>
Heizspannung	6,3 V ± 5%	Heater voltage
Heizstrom	95 mA	Heater current
Gitter-1-Spannung	- 20 bis - 80 V	Grid No. 1 voltage
Gitter-2-Spannung	300 V	Grid No. 2 voltage
Gitter-3- und 4-Spannung	250 bis 300 V	Grid No. 3 and No. 4 voltage
Signalplattenspannung	> 10 V	Signal electrode voltage
Temperatur der Frontplatte	ca. 30 °C	Face plate temperature
Gamma-Wert	ca. 0,7	Gamma value
Spektrale Empfindlichkeit	S18 (Seite 46)	Spectral response
Abgetastete Fläche	6,6 × 8,8 mm <sup>2</sup>	Scanned area
Dunkelstrom	20 nA	Dark current
Beleuchtungsstärke	8 Lux	Face plate illumination
Signalstrom	> 100 nA	Signal output current
Auflösung in Bildmitte	> 400 Zeilen	Resolution
Restsignal nach 400 ms	< 10%	Residual signal after 400 ms
<b>Fassung</b>		<b>Socket</b>
Lötösenanschluß Siemens-Sachnummer	Rö Fsg 1033 Q81 – X133	for wired circuits Siemens Part No.
	Ablenk- und Fokussiereinheit Typ KV – 12 Siemens-Sachnummer Q.3006 – X2	

# XQ 1300

**XQ 1300**  
Q.72 - C.9501

miniaturized  
TV cameras

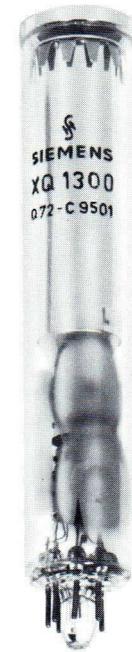
108 mm  
18 mm  
approx. 20 gm  
7-pin special  
magnetic

6.3 V  $\pm$  5%  
95 mA  
-20 to -80 V  
300 V  
250 to 300 V  
> 10 V  
approx. 30°C  
approx. 0.7  
S18 (page 46)

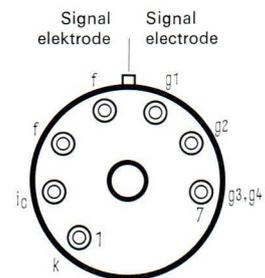
6.6  $\times$  8.8 mm  
20 nA  
8 Lux  
> 100 nA  
> 400 lines  
<10%

Rö Fsg 1033  
Q.81 - X.133

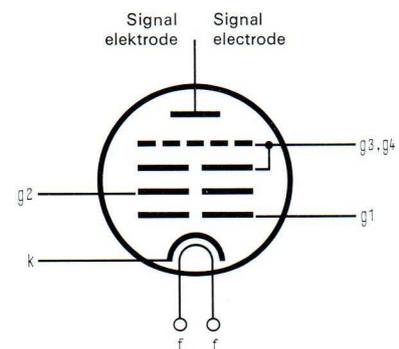
Deflection focusing assembly  
Type KV - 12  
Siemens Part No. Q.3006 - X2



**Socket-  
schaltbild**



**Base  
connections**



# 2/3"-Vidikon

mit getrennt herausgeführtem Abbremsnetz

## 2/3"-Vidikon

with separate mesh electrode

<b>Typ</b> Siemens-Sachnummer	<b>XQ 1310</b> Q 72 – C 9502	<b>Type</b> Siemens Part No.
<b>Verwendung</b>	Kleine Fernsehkameras	<b>Application</b>
<b>Mechanische Daten</b>		<b>Mechanical Data</b>
Maximale Länge	108 mm	Maximum length
Maximaler Durchmesser	18 mm	Maximum diameter
Gewicht	ca. 20 g	Weight
Sockel	7pol spezial	Socket
Fokussierung und Ablenkung	magnetisch	Focusing and Deflection
<b>Elektrische Daten</b>		<b>Electrical characteristics</b>
Heizspannung	6,3 V ± 5%	Heater voltage
Heizstrom	95 mA	Heater current
Gitter-1-Spannung	- 20 bis - 80 V	Grid No. 1 voltage
Gitter-2-Spannung	300 V	Grid No. 2 voltage
Gitter-3-Spannung	250 bis 300 V	Grid No. 3 voltage
Gitter-4-Spannung	400 V	Grid No. 4 voltage
Signalplattenspannung	> 10 V	Signal electrode voltage
Temperatur der Frontplatte	ca. 30°C	Face plate temperature
Gamma-Wert	ca. 0,7	Gamma value
Signal-Rauschverhältnis	300:1	Signal-to-noise ratio
Spektrale Empfindlichkeit	S 18 (Seite 46)	Spectral response
Abgetastete Fläche	6,6 × 8,8 mm <sup>2</sup>	Scanned area
Dunkelstrom	20 nA	Dark current
Beleuchtungsstärke	8 Lux	Face plate illumination
Signalstrom	> 100 nA	Signal output current
Auflösung in Bildmitte	> 550 Zeilen	Resolution
Restsignal nach 400 ms	< 10 %	Residual signal after 400 ms
<b>Fassung</b>		<b>Socket</b>
Lötösenanschluß	Rö Fsg 1033	for wired circuits
Siemens-Sachnummer	Q 81 – X 133	Siemens Part No.
	Ablenk- und Fokussiereinheit	
	Typ KV – 12	
	Siemens-Sachnummer Q 3006 – X 2	

# XQ 1310

**XQ 1310**  
Q72 - C9502

miniaturized  
TV cameras

108 mm  
18 mm  
approx. 20 gm  
7-pin special  
magnetic

6.3 V  $\pm$  5%  
95 mA  
-20 to -80 V  
300 V  
250 to 300 V  
400 V  
> 10 V  
approx. 30°C  
approx. 0.7  
300:1  
S18 (page 46)

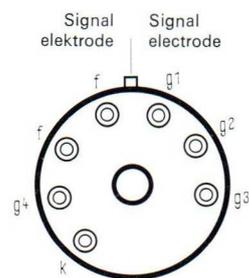
6.6  $\times$  8.8 mm<sup>2</sup>  
20 nA  
8 Lux  
> 100 nA  
> 550 lines  
< 10%

Rö Fsg 1033  
Q81 - X133

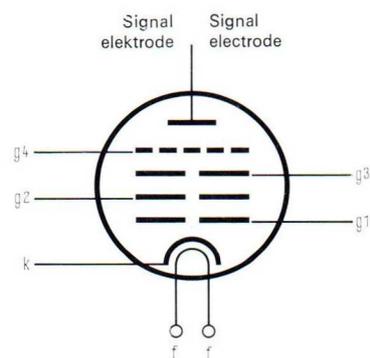
Deflection focusing assembly  
Type KV - 12  
Siemens Part No. Q.3006 - X 2



**Socket-  
schaltbild**



**Base  
connections**



# EIC-Bildaufnahmeröhren

## EIC Pick-up Tubes

### Entwicklungstyp

### Developmental Type

Typ Siemens-Sachnummer	XQ 1330 Q 72 – B 7031	XQ 1331 Q 72 – C 7013	Type Siemens Part No.
<b>Verwendung</b>	Fernsehsysteme hoher Empfindlichkeit mit hoher Bildqualität	Fernsehsysteme hoher Empfindlichkeit mit normaler Bildqualität	<b>Application</b>
<b>Mechanische Daten</b>	Maximale Länge 189 mm Maximaler Durchmesser 55 mm Gewicht 200 g Sockel 8pol spezial Fokussierung Bildteil elektrostatisch Diode Fokussierung, Ablenkung, Abtastsystem magnetisch Eingang Bildteil Fiber-Optik 35 mm $\varnothing$ 7 $\mu$ m		<b>Mechanical Data</b> Maximum length Maximum diameter Weight Socket Focusing image intensifier Focusing deflection scanning system Input image intensifier
<b>Elektrische Daten</b>	Heizspannung 6,3 V $\pm$ 5% Heizstrom 300 mA Kathode 0 V Gitter-1-Spannung 0 bis – 150 V Gitter-2-Spannung 300 bis 350 V Gitter-3-Spannung 200 bis 350 V Gitter-4-Spannung 350 bis 500 V Targetspannung 0 bis 20 V Betriebsspannung Bildteil – 4 bis – 12 kV		<b>Electrical characteristics</b> Heater voltage Heater current Cathode Grid No. 1 voltage Grid No. 2 voltage Grid No. 3 voltage Grid No. 4 voltage Target voltage Operating voltage image intensifier
	Spektrale Empfindlichkeit Photokathode S20 R (Seite 46) Abgetastete Fläche 10,8 $\times$ 14,4 mm <sup>2</sup> Target Verstärkung bei $U = 10$ kV 2500 bis 3000 Restsignal nach 120 msec 10 bis 30 % Dunkelstrom bei $U_T = 10$ V < 40 nA Auflösung maximal 7 bis 8 MHz Signalstrom 500 bis 1000 nA bei $5 \cdot 10^{-7}$ Lumen 400 bis 500 nA bei $5 \cdot 10^{-8}$ Lumen 40 bis 50 nA Gamma-Wert 1		<b>Spectral response photocathode</b> Scanned area Target gain at $U = 10$ kV Residual signal after 120 msec Dark current at $U_T = 10$ V Resolution Signal current at $5 \cdot 10^{-7}$ Lumen at $5 \cdot 10^{-8}$ Lumen Gamma value
<b>Fassung</b>	Gedruckte Schaltung Rö Fsg 1030 Siemens-Sachnummer Q 81 – X 130 Lötösenanschluß Rö Fsg 1031 Siemens-Sachnummer Q 81 – X 131		<b>Socket</b> for printed circuits Siemens Part No. for wired circuits Siemens Part No.

# XQ 1330

# XQ 1331

**XQ 1330**  
Q72 - B7031

**XQ 1331**  
Q72 - C7013

High quality  
high sensitivity  
TV systems

Standard quality  
high sensitivity  
TV systems

189 mm  
55 mm  
200 gm  
8-pin special  
electrostatic diode  
magnetic  
Fiber optic 35 mm diameter, 7  $\mu$ m

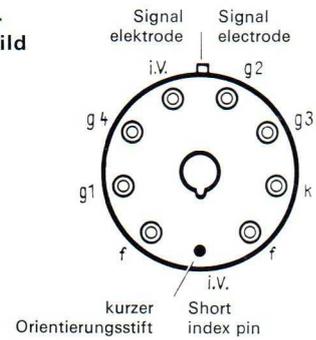
6.3 V  $\pm$  5%  
300 mA  
0 V  
0 to -150 V  
300 to 350 V  
200 to 350 V  
350 to 500 V  
0 to 20 V  
-4 to -12 kV

S20 R (page 46)  
10.8  $\times$  14.4 mm<sup>2</sup>  
2500 to 3000  
10 to 30%  
< 40 nA  
7 to 8 MHz  
500 to 1000 nA  
400 to 500 nA  
40 to 50 nA  
1

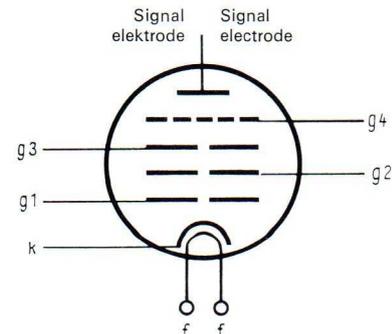
Rö Fsg 1030  
Q81 - X130  
Rö Fsg 1031  
Q81 - X131



**Socket-  
schaltbild**



**Base  
connections**



# 1"-Signalspeicherröhre

## 1"-Signal Storage Tube

### Entwicklungstyp

### Developmental Type

<b>Typ</b> Siemens-Sachnummer	<b>XS 1000</b> Q25 - X1	<b>Type</b> Siemens Part No.
<b>Art</b>	Elektrische Signalspeicherung von Grautonbildern mit langer Speicherzeit	<b>Application</b>
<b>Mechanische Daten</b>		<b>Mechanical Data</b>
Maximale Länge	190 mm	Maximum length
Maximaler Durchmesser	28,6 mm	Maximum diameter
Gewicht	ca. 60 g	Weight
Sockel	8pol spezial	Socket
Fokussierung und Ablenkung	magnetisch	Focusing and Deflection
<b>Elektrische Daten</b>		<b>Electrical characteristics</b>
Heizspannung	6,3 V $\pm$ 5%	Heater voltage
Heizstrom	300 mA	Heater current
Kathodenspannung	0 V	Cathode voltage
Gitter-1-Spannung	- 75 V	Grid No. 1 voltage
Gitter-2-Spannung	300 V	Grid No. 2 voltage
Gitter-3-Spannung	370 V	Grid No. 3 voltage
Gitter-4-Spannung	490 V	Grid No. 4 voltage
Speicherelektroden <span>spannung</span>	200 V	Storage electrode voltage
Auflösung in Bildmitte bei 50% Modulation	800 Zeilen/Durchmesser	Resolution at picturecenter, 50% mod.
Schreibzeit	40 msec	Writing time
Löschzeit	40 bis 120 msec	Erasing time
Abgetastete Fläche	9,6 $\times$ 12,8 mm <sup>2</sup>	Scanned area
Lesezeit	15 min	Reading time
Graustufen	> 10	Grey scales
Signalstrom	200 nA	Signal current
Speicherzeit	mehrere Wochen ohne Lesen	Storage time
<b>Fassung</b>		<b>Socket</b>
Gedruckte Schaltung	Rö Fsg 1030	for printed circuits
Siemens-Sachnummer	Q81 - X130	Siemens Part No.
Lötösenanschluß	Rö Fsg 1031	for wired circuits
Siemens-Sachnummer	Q81 - X131	Siemens Part No.

# XS 1000

## XS 1000 Q.25-X1

Signal storage of half tone pictures for long periods

190 mm  
28.6 mm  
approx. 60 gm  
8-pin special magnetic

6.3 V  $\pm$  5%  
300 mA

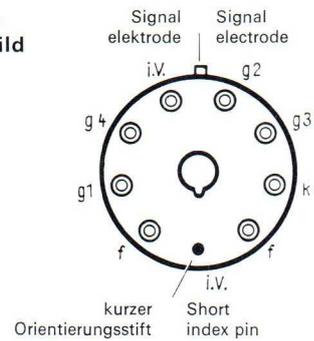
	Write	Read	Erase
	0 V	0 V	0 V
	-75 V	-50 V	-30 to 0 V
	300 V	300 V	300 V
	370 V	390 V	390 V
	490 V	490 V	490 V
	200 V	10 V	20 V

800 lines/ $\varnothing$   
40 msec  
40 to 120 msec  
9.6  $\times$  12.8 mm<sup>2</sup>  
15 min.  
> 10  
200 nA  
several weeks without reading

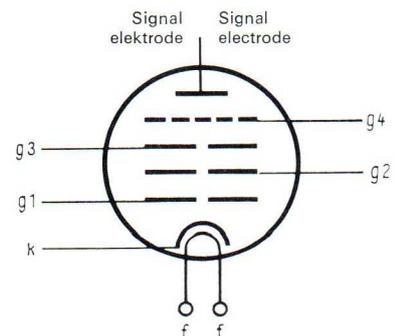
Rö Fsg 1030  
Q.81-X130  
Rö Fsg 1031  
Q.81-X131



Socket-  
schaltbild



Base  
connections



# Bildverstärkerröhren

## Diode Image Intensifier Tubes

<b>Typ</b> Siemens-Sachnummer	<b>XX 1120</b> Q 80 – X 15	<b>Type</b> Siemens Part No.
<b>Art</b>	Dioden- Bildverstärker- röhre sehr hoher Bildqualität	<b>Application</b>
<b>Mechanische Daten</b>		<b>Mechanical Data</b>
Maximale Länge	61 mm	Maximum length
Maximaler Durchmesser	56 mm	Maximum diameter
Gewicht	ca. 130 g	Weight
Fokussierung	elektrostatisch	Focusing
Eingangsdurchmesser nutzbar	25 mm Fiber-Optik 7 µm	Useful input diameter
Ausgangsdurchmesser nutzbar	25 mm Fiber-Optik 7 µm	Useful output diameter
<b>Elektrische Daten</b>		<b>Electrical characteristics</b>
Betriebsspannung	max 15 kV	Operating voltage
Spektrale Empfindlichkeit Photokathode	S 20 (Seite 46)	Spectral response photocathode
Spektrale Empfindlichkeit Leuchtschirm	P 20 (Seite 46)	Spectral response screen
Photokathodenempfindlichkeit	150 bis 180 µA/Lm	Sensitivity
Verstärkung (weiß)	70 bis 80 Lm/Lm	Gain (white)
Verstärkung vor SEC-Röhre	35 bis 40	Gain before SEC-tube
Auflösung	60 Lp/mm	Resolution
Untergrundhelligkeit	$1 \cdot 10^{-5}$ Asb	Equivalent background input

# XX 1120

**XX 1120**  
Q80-X15

Very high picture  
quality intensifier

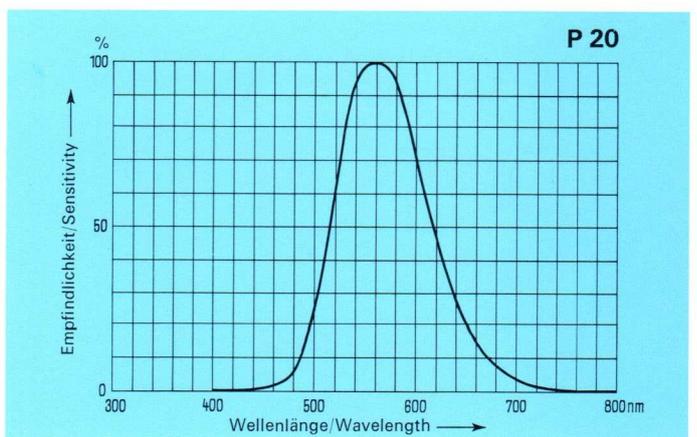
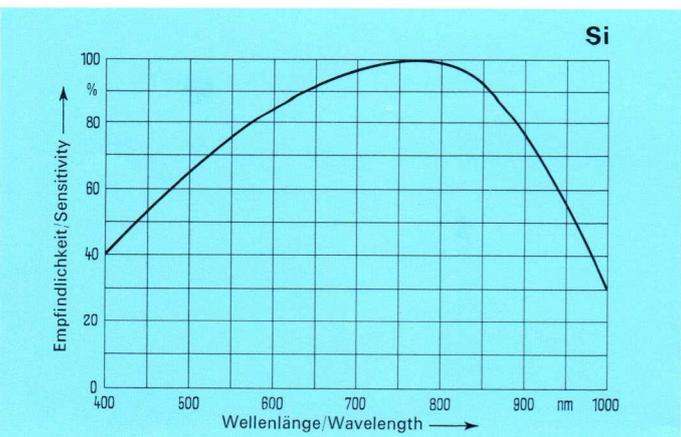
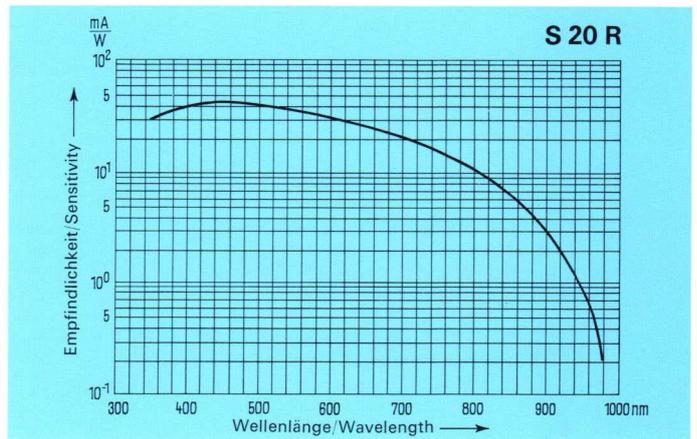
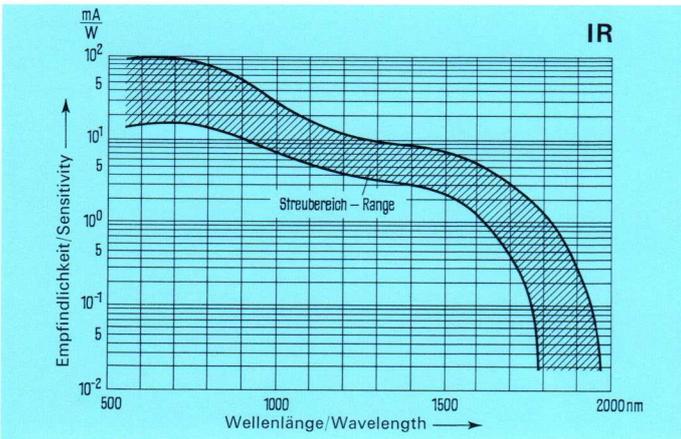
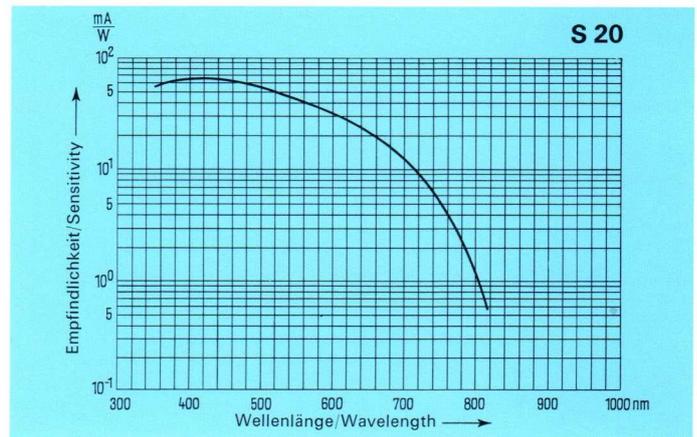
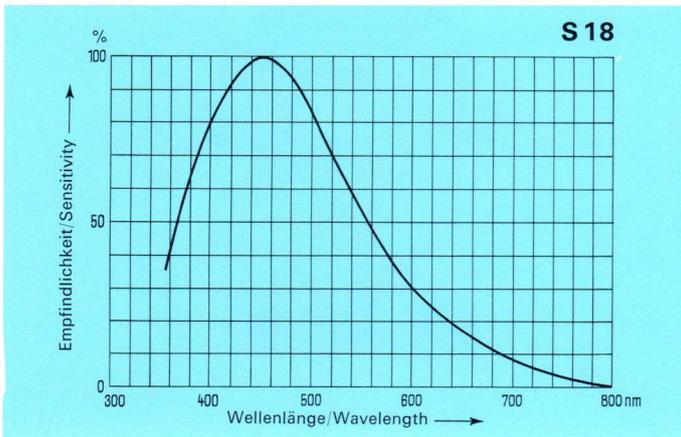
61 mm  
56 mm  
approx. 130 gm  
electrostatic  
25 mm Fiber optic 7  $\mu$ m  
25 mm Fiber optic 7  $\mu$ m

max. 15 kV  
S20 (page 46)  
P20 (page 46)  
150 to 180  $\mu$ A/Lm  
70 to 80 Lm/Lm  
35 to 40  
60 Lp/mm  
1  $\cdot$  10<sup>-5</sup> Asb



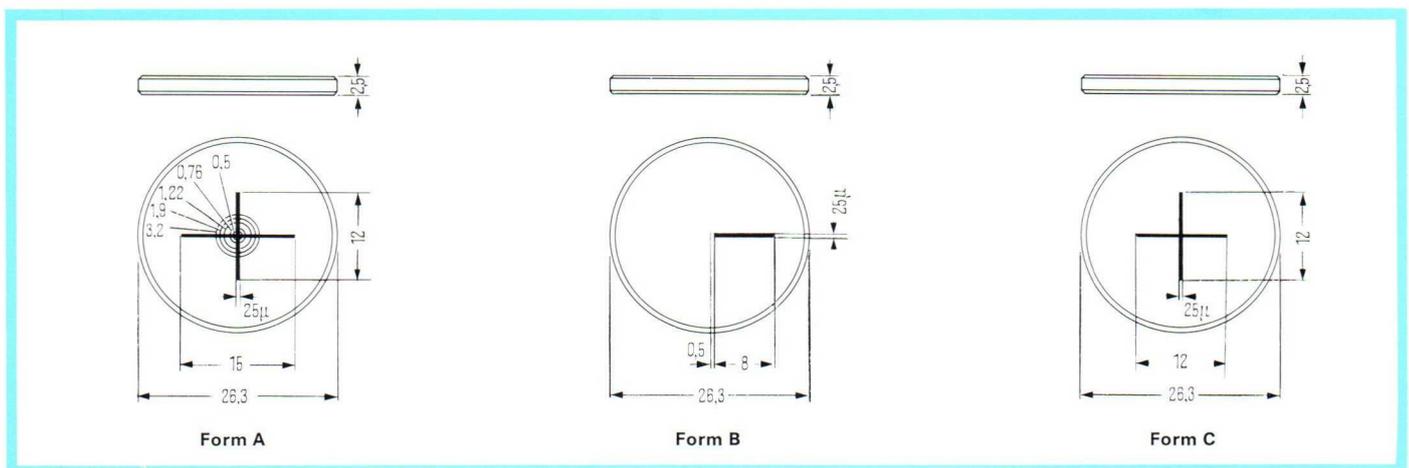
# Kurven der spektralen Empfindlichkeit

## Spectral Response Curves



# Sonderausführungen bei Vidikons

## Special vidicons



Beispiel für interne Markierungsrastrer.

Typical internal graticule.

### Internes Markierungsrastrer

Auf Wunsch besteht die Möglichkeit, verschiedene Vidikons mit einem internen Markierungsrastrer auszustatten.

### Internal graticule

Various vidicons with an internal graticule available on request.

### Fiber-Optik-Frontscheibe

Für Sonderanwendungen liefern wir die verschiedenen Vidikons mit einer Fiber-Optik-Frontscheibe (7  $\mu\text{m}$  Durchmesser).

### Fiber optics face plate

Some vidicons are available with a fiber optics face plate (diameter 7  $\mu\text{m}$ ).

### Strahlungsresistente-Frontscheibe

Bei Anwendungen, in denen die Vidikons einer hohen Röntgenstrahlendosis ausgesetzt sind, besteht die Gefahr der Braunfärbung der Frontscheibe. Wir liefern daher auf Wunsch Vidikons mit strahlungsresistenter Frontscheibe.

### Non browning radiation glass face plate

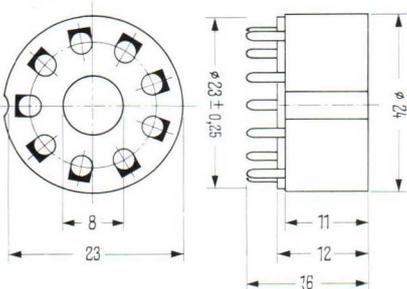
On applications the vidicon have to with stand a high X-ray radiation dose there is the possibility of browning of the glass face plate. Therefore we can deliver vidicons on request with non browning radiation glass face plate.

# Zubehör

## Components

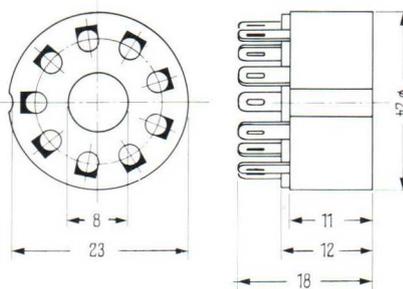
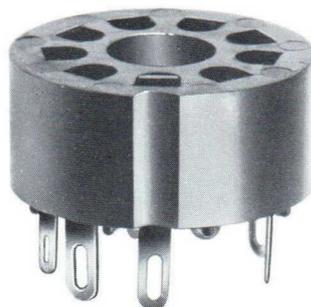
Fassung Rö Fsg 1030  
für gedruckte Schaltungen

Socket Rö Fsg 1030  
for printed circuits



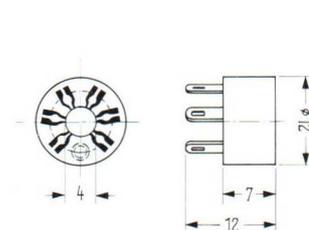
Fassung Rö Fsg 1031  
mit Lötösenanschlüssen

Socket Rö Fsg 1031  
with solder tags



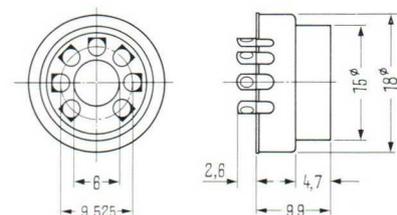
Fassung Rö Fsg 1032  
mit Lötösenanschlüssen

Socket Rö Fsg 1032  
with solder tags

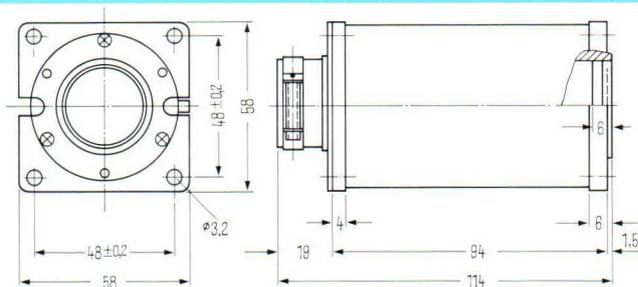


Fassung Rö Fsg 1033  
mit Lötösenanschlüssen

Socket Rö Fsg 1033  
with solder tags



Anschlußschema Connection	
H-Ablenkspule Horizontal coil	
rot red	
blau blue	
V-Ablenkspule Vertical coil	
gelb yellow	
grün green	
Fokussierspule Focusing coil	
braun brown	
weiß white	



Maße in mm  
Dimensions in mm

**1''-Vidikon Ablenk-  
und Fokussiereinheit  
KV-9P/Q 3006-X1**

**1''-Vidikon Deflection  
focusing assembly  
KV-9P/Q 3006-X1**

**Horizontal-Ablenkspule** (Anschlußdrähte rot-blau)

Induktivität 1,6 ± 10% mH  
Widerstand 4,4 ± 10% Ω

**Vertikal-Ablenkspule** (Anschlußdrähte gelb-grün)

Induktivität 70 ± 10% mH  
Widerstand 120 ± 10% Ω

**Fokussier-Spule** (Anschlußdrähte rot-weiß)

Widerstand 100 ± 10% Ω  
Strom 90 mA  
Feldstärke 4 mT

**Abgleichmagnet**

Feldstärke max. 0,4 mT

**Horizontal deflection coil** (connection wires red-blue)

Inductance 1.6 ± 10% mH  
Resistance 4.4 ± 10% Ω

**Vertical deflection coil** (connection wires yellow-green)

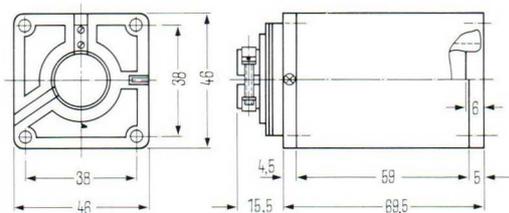
Inductance 70 ± 10% mH  
Resistance 120 ± 10% Ω

**Focusing coil** (connection wires red-white)

Resistance 100 ± 10% Ω  
Current 90 mA  
Flux density 4 mT

**Alignment magnet**

Flux density max. 0.4 mT



Maße in mm  
Dimensions in mm

**2/3''-Vidikon Ablenk-  
und Fokussiereinheit  
KV-12/Q 3006-X2**

**2/3''-Vidikon Deflection  
focusing assembly  
KV-12/Q 3006-X2**

**Horizontal-Ablenkspule** (Anschlußdrähte rot-blau)

Induktivität 0,86 ± 10% mH  
Widerstand 3,20 ± 10% Ω

**Vertikal-Ablenkspule** (Anschlußdrähte gelb-grün)

Induktivität 28 ± 10% mH  
Widerstand 146 ± 10% Ω

**Fokussier-Spule** (Anschlußdrähte braun-weiß)

Widerstand 55 ± 10% Ω  
Strom 120 mA  
Feldstärke 5 mT

**Abgleichmagnet**

Feldstärke max. 0,4 mT

**Horizontal deflection coil** (connection wires red-blue)

Inductance 0.86 ± 10% mH  
Resistance 3.20 ± 10% Ω

**Vertical deflection coil** (connection wires yellow-green)

Inductance 28 ± 10% mH  
Resistance 146 ± 10% Ω

**Focusing coil** (connection wires brown-white)

Resistance 55 ± 10% Ω  
Current 120 mA  
Flux density 5 mT

**Alignment magnet**

Flux density max. 0.4 mT

# Vidikons

## Aufbau und Wirkungsweise

Das zu übertragende Bild wird in der Speicherschicht der Bildaufnahme-röhre in ein seiner Helligkeitsverteilung äquivalentes elektrisches Ladungsbild umgesetzt. Dieses Ladungsbild wird periodisch zeilenweise mit einem feinen Elektronenstrahl abgetastet und dadurch in ein elektrisches Signal umgewandelt. Die zeitlich aufeinanderfolgenden Amplituden im Signalstrom entsprechen den Helligkeitswerten der flächenhaft nebeneinanderliegenden Bildpunkte.

Bild 1 zeigt den schematischen Aufbau eines Vidikons. Der Aufbau besteht im wesentlichen aus drei Teilen: dem Strahlsystem zur Erzeugung des Elektronenstrahles, den außerhalb der Röhre angeordneten Fokussier- und Ablenkspulen zur Erzeugung der Magnetfelder, die den Elektronenstrahl zeilenweise über die Speicherschicht führen, und der Speicherschicht.

Das **Strahlsystem** besteht aus der indirekt geheizten Kathode, der Steuerblende (Gitter 1), der Beschleunigungselektrode (Gitter 2), dem Anodenzyylinder (Gitter 3) und dem Netz (Gitter 4). Die Beschleunigungselektrode begrenzt den Elektronenstrahl in seinem Querschnitt. Der Anodenzyylinder ist mit einem elektrisch getrennt anschließbaren Feinstrukturnetz abgeschlossen.

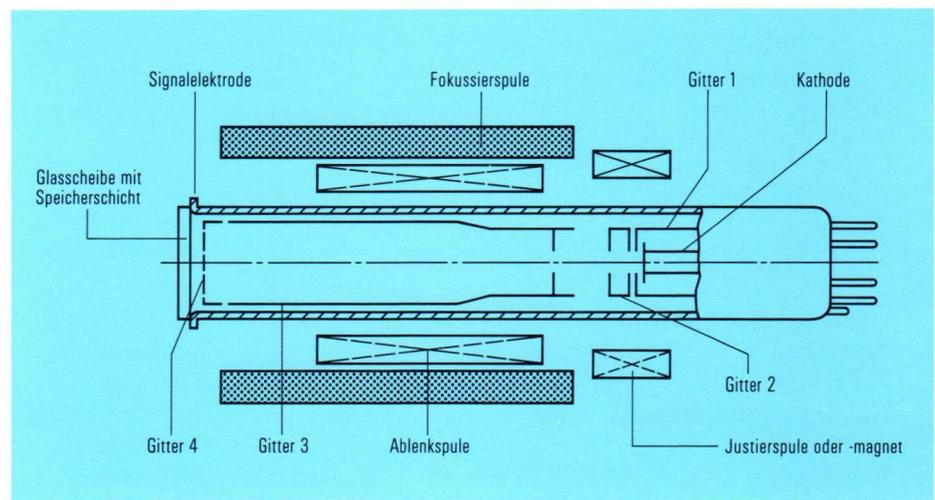


Bild 1 Schematischer Aufbau eines Vidikons

Die **Fokussier- und Ablenkspulen** bestimmen mit ihren Magnetfeldern innerhalb des Anodenzyinders die Bahn des Elektronenstrahles. Durch die Einwirkung der Ablenkfelder wird der Elektronenstrahl zeilenweise über die Speicherschicht geführt. In der Nähe der Steuerblende ist ein schwaches magnetisches Korrekturfeld (Hilfsspule oder Permanentmagnet) angeordnet, um geringe Ungenauigkeiten der Elektronenbahnen ausgleichen zu können.

Die **Speicherschicht** ist eine lichtempfindliche Halbleiterschicht, die auf einer optisch einwandfreien planparallelen Glasplatte aufgebracht ist. Zwischen Glasplatte und Halbleiterschicht befindet sich eine dünne, transparente und elektrisch leitfähige Schicht als Signalplatte. Sie ist elektrisch mit dem Signalelektrodenring verbunden, der den Röhrenkolben mit der Glasplatte verbindet und von dem das Videosignal abgenommen wird.

Die Signalelektrode hat gegenüber der Strahlkathode ein positives Potential von etwa 10 bis 50 Volt ( $U_p$ ). Die Strahlelektronen werden also nach Verlassen des Netzes abgebremst. Sie landen auf der Halbleiterschicht mit einer Energie, die proportional zu  $U_p$  ist. Diese Energie ist so klein, daß der Sekundärelektronenemissions-Koeffizient kleiner als 1 ist. Dadurch gelangen mehr Ladungen durch Strahlelektronen auf die Schichtoberfläche, als durch Sekundärelektronen abgeführt werden, und die Schichtoberfläche wird negativ aufgeladen bis nahezu auf das Potential der Strahlkathode. Dieser Vorgang wird Kathodenpotential-Stabilisierung genannt.

Zum Verständnis der Signalentstehung ist es zweckmäßig, die Halbleiterschicht in einzelne Bildpunkte aufzuteilen (Bild 2). Jedes Element besteht aus einer kleinen Kapazität  $C$  und dem dazu parallel liegenden Schichtwiderstand  $R$ .

Während des Abtastprozesses wird  $C$  annähernd bis auf  $U_p$  aufgeladen. Jedes Bildelement wird während einer Bildperiode nur einmal für etwa  $10^{-7}$  s in den Stromkreis eingeschaltet. In der Pause zwischen zwei Abtastungen (40 ms) fließt über den im unbelichteten Zustand sehr hochohmigen Schichtwiderstand  $R$  entsprechend der Zeitkonstante des Bildelementes  $\tau = RC$  nur eine kleine Ladungsmenge ab. Der Ausgleich dieses Ladungsverlustes ergibt den Dunkelstrom  $I_d$ . Bei Belichtung eines Bildelementes wird der Widerstand der lichtempfindlichen Schicht und damit auch  $\tau$  stark verkleinert und der Ladungsverlust in einer Abtastpause entsprechend der Beleuchtungsstärke vergrößert. Der jetzt höhere Ausgleichstrom ist der Signalstrom  $I_s$ . Dunkelstrom und Signalstrom erzeugen an  $R_a$  eine Signalspannung negativer Polarität.

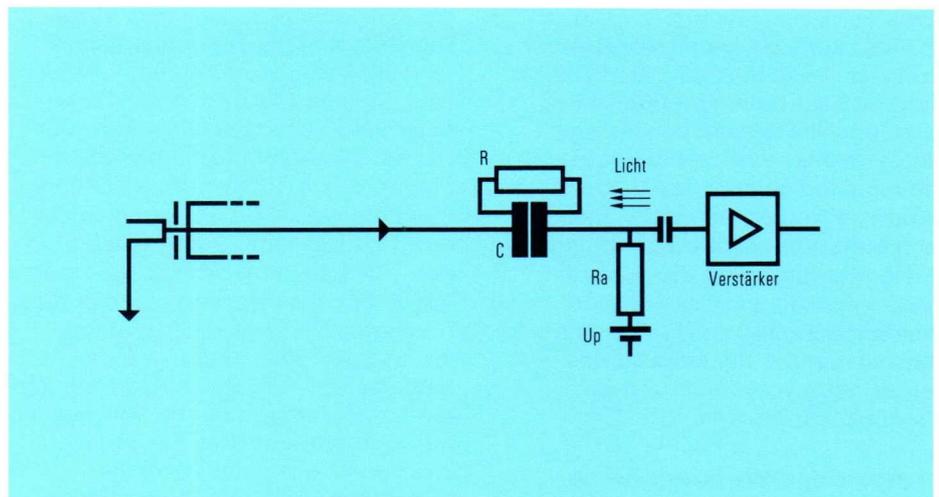


Bild 2 Ersatzschaltbild für einen Bildpunkt

Die Signalerzeugung ist nicht ganz trägheitsfrei. Der Trägheitseffekt wird durch den Abtastmechanismus selbst und durch die sogenannte photoelektrische Trägheit hervorgerufen. Der zweite Effekt ist überwiegend. Er besteht darin, daß die Leitfähigkeit des Halbleiters schnellen Belichtungsänderungen nicht unmittelbar folgt.

Während eines Zeilenrücklaufes darf der Elektronenstrahl nicht auf die Speicherplatte auftreffen, da sonst störende Linien im Fernsehbild erscheinen. Dies kann entweder durch negative Austastimpulse am Gitter 1 (Strahlunterdrückung) oder durch entsprechend positive Austastimpulse an der Kathode erreicht werden.

Die spektrale Verteilung der Empfindlichkeit hängt vom benutzten Schichtmaterial ab. Die Verteilungskurven und alle weiteren durch das Schichtmaterial bedingten Eigenschaften der Röhren sind den Kurven der jeweiligen Datenblätter zu entnehmen.

### Wichtiger Hinweis

Zum Betrieb eines Vidikons in einer Kamera ohne Anschluß für ein getrenntes Netz ist die Kamera unbedingt umzurüsten. Andernfalls kann eine Beschädigung der Speicherschicht durch Ionenaufprall eintreten, und es ergibt sich außerdem eine unbefriedigende Bildqualität.

# Die SEC-Röhre XQ 1190 – eine hochempfindliche Fernsehkameraröhre

Eine Fernsehkameraröhre für den Einsatz auch bei geringster Beleuchtung ist die SEC-Röhre XQ 1190. Ihre äußerst hohe Empfindlichkeit, sehr kleine Trägheit, beachtliche Integrations- und Speicherfähigkeit sowie das Fehlen eines Halo-Effekts sind ihre hervorstechenden Eigenschaften. Vor allem durch die sehr kleine Bauform und ihre einfache Bedienbarkeit, die ihre Verwendung so leicht macht, eignet sie sich in hochbeanspruchten Kameras für das industrielle Fernsehen und für Nachtsehen bestens.

## Aufbau und Wirkungsweise

Das wichtigste der SEC-Röhre XQ 1190 sind der elektronenoptische Abbildungsteil, der Targetteil und die Elektronenkanone (Bild 1). Die Innenseite der Frontscheibe des elektronenoptischen Abbildungsteils trägt eine Photokathode, die das Licht des aufprojizierten Bildes in Photoelektronen umwandelt. Diese Elektronen werden mit Hilfe einer elektrostatischen Linse auf das Target beschleunigt und fokussiert.

Das Target besteht aus einer dünnen Aluminiumoxidfolie, die mit einer Aluminiumschicht und einer porösen KCl-Schicht bedampft ist. Die beschleunigten Primärelektronen durchdringen die Aluminiumoxidfolie sowie die Aluminiumschicht und lösen in der KCl-Schicht Sekundärelektronen aus, die zur Signalerzeugung herangezogen werden (Bild 2).

Die Elektronenkanone erzeugt einen scharf gebündelten Abtaststrahl, der

die KCl-Schicht zeilenweise abtastet. Das Potential der Targetoberfläche wird auf Kathodenpotential stabilisiert, weil weniger Elektronen die Targetoberfläche verlassen, als auf ihr auf treffen. Die Aluminiumschicht des Targets erhält eine positive Spannung  $U_T$  von etwa 10 bis 30 V gegenüber der Strahlkathode. Somit entsteht in der KCl-Schicht senkrecht zur Oberfläche ein elektrisches Feld, das die durch die Primärelektronen ausgelösten Sekundärelektronen innerhalb der KCl-Schicht in Richtung auf die Aluminiumschicht hin beschleunigt und absaugt. Der Sekundärelektronenstrom bewirkt einen Ladungsverlust der Schichtoberfläche, annähernd proportional zur Zahl der einfallenden Primärelektronen und damit zur Lichtintensität im jeweiligen äquivalenten Bildpunkt. Beim nachfolgenden Abtastprozeß gleicht der Elektronenstrahl den Ladungsverlust aus. Den so entstandenen Stromimpuls kann man an der Aluminiumschicht der Targetelektrode abnehmen.

Um Instabilitäten der Targetoberfläche bei zu starker Belichtung zu vermeiden, ist zwischen dem üblichen Feldnetz G4 am Ende der Elektronenkanone und dem Target ein Bremsnetz G5 eingefügt. Dieses Netz erhält ein Potential, bei dem die Anzahl der auftreffenden Abtastelektronen größer ist als die Anzahl der Elektronen, die die Schichtoberfläche verlassen. Daher bleibt die Röhre unter allen denkbaren Betriebsbedingungen stabil.

Der beschriebene Signalerzeugungsmechanismus, also die Erzeugung von Sekundärelektronen im Target und ihre Bewegung innerhalb des Targets zur Aluminiumschicht hin, führte zum Namen der Kameraröhre. SEC bedeutet Secondary-emission-conductivity.

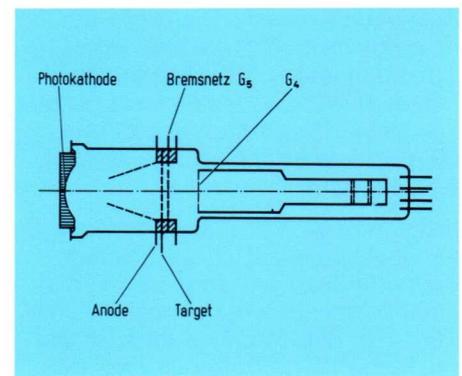


Bild 1  
Schematischer Aufbau einer SEC-Röhre

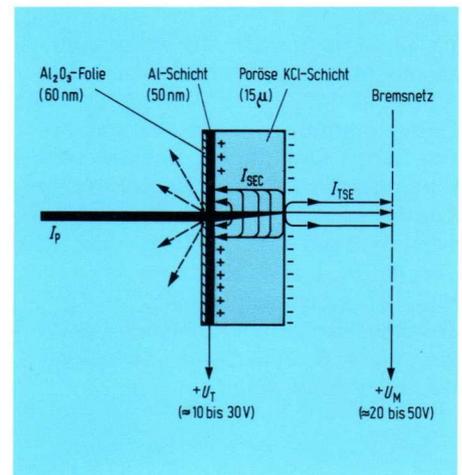


Bild 2  
Querschnitt durch ein SEC-Target

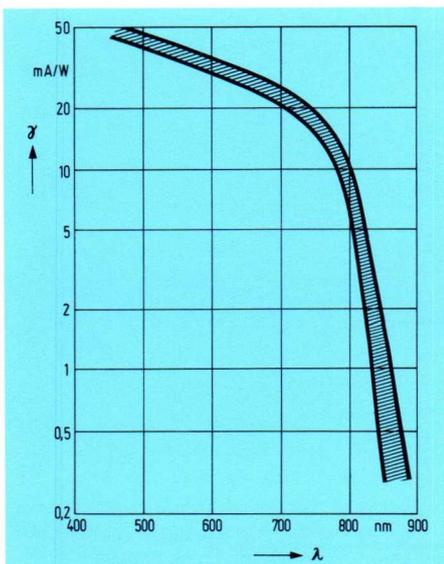
Es muß hier betont werden, daß die Sekundärelektronen sich nicht innerhalb des festen Materials zur Aluminiumelektrode bewegen, sondern an der Oberfläche der einzelnen KCl-Körnchen erzeugt werden, aus ihr austreten und innerhalb des Vakuumzwischenraums zwischen den einzelnen Körnchen bis zur rückseitigen Elektrode laufen.

### Empfindlichkeit der Photokathode

Die spektrale Empfindlichkeit der Photokathode der Röhre XQ 1190 ist grünem Leuchtschirmlicht angepaßt, so daß zusammen mit einer vorgesetzten Bildverstärkerröhre XX 1120 eine möglichst hohe Empfindlichkeit erreicht wird. Eine typische Integral-Empfindlichkeit für weißes Licht beträgt mindestens 150  $\mu\text{A/lm}$ . Die Spitzenempfindlichkeit liegt bei etwa 400 nm, und die langwellige Grenze der Photokathode liegt im nahen Infrarot, etwa zwischen 850 und 900 nm. Bild 3 zeigt den Verlauf der spektralen Verteilung einer typischen Photokathode.

Die gute Quantenausbeute der Photokathode und die hohe Verstärkung der Primärelektronen im Target ergeben eine Empfindlichkeit der SEC-Röhre XQ 1190 von mindestens 25 mA/lm.

Bild 3 Spektrale Verteilung der Empfindlichkeit  $\gamma$  der Photokathode einer SEC-Röhre XQ 1190



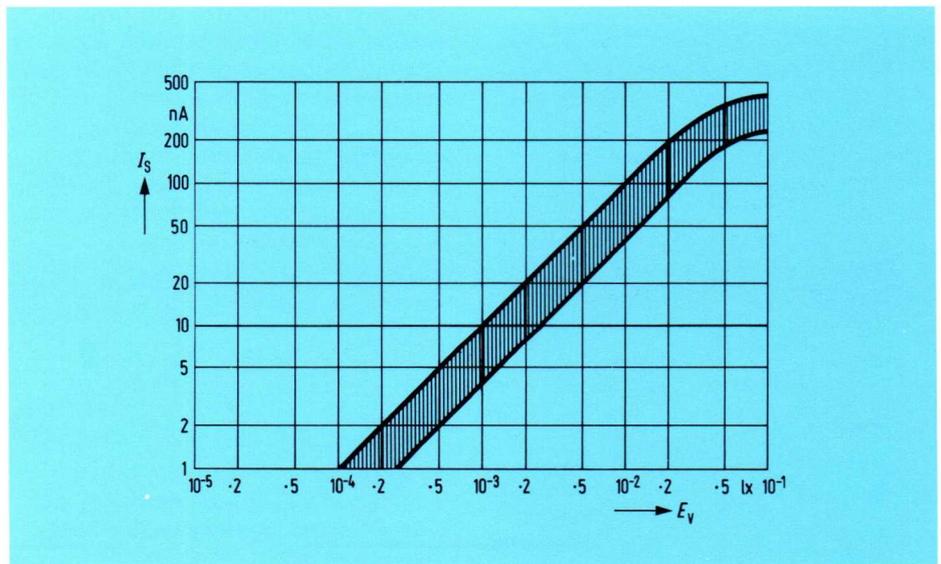
### Signalkennlinie

Die Übertragungscharakteristik der SEC-Röhre XQ 1190 ist im Bild 4 dargestellt. Dieser Kurve entnimmt man die Abhängigkeit des Signalstroms von der Beleuchtungsstärke auf der Photokathode. Die Röhrenparameter, wie Strahlstrom, Targetspannung, Beschleunigungsspannung für die Primärelektronen, sind optimal eingestellt; dabei wurde die Röhre nach dem europäischen Fernsehstandard betrieben.

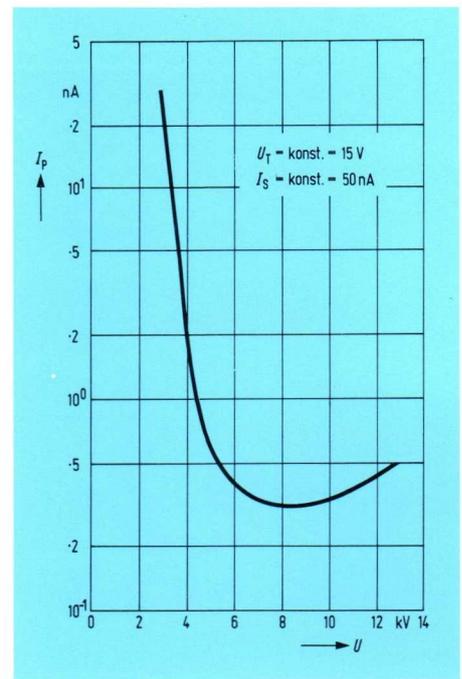
Der Gammawert liegt zwischen 0,8 und 1 bei kleinen Beleuchtungsstärken, bei hohen Beleuchtungsstärken geht die Kurve in einen Sättigungswert über. Es wird empfohlen, die Röhre nicht bis in die Sättigung auszusteuern, um ein nur langsam wieder verschwindendes Nachbild mit Sicherheit zu vermeiden. Mit 200 nA Signalstrom und einem Vorverstärker mit einer bewerteten Rauscheinströmung von 5 nA bei 5 MHz Bandbreite läßt sich ein Signal-Rausch-Verhältnis von 40 : 1 gut erreichen.

Die SEC-Röhre XQ 1190 hat eine ausgezeichnete Stapelfähigkeit. Das bedeutet, daß die Signalthöhe nur durch die Anzahl der Photonen bestimmt wird, die in der beliebig wählbaren Pause zwischen zwei Abtastungen auf die Photokathode gelangen. Im Bild 4 könnte die Beleuchtungsstärke  $E_v$  auf der Abszisse auch durch eine äquivalente Angabe  $E_v \cdot t$  ersetzt werden. Belichtungszeiten von etwa einer Stunde sind zulässig, ohne ein Störsignal auszulösen. Voraussetzung ist allerdings, daß während des Belichtungsvorgangs nur die Beschleunigungsspannung für Photoelektronen eingeschaltet ist und die Heizung für die Strahlkathode abgeschaltet wird. Dies, um zu verhindern, daß das durch den Heizer der Kathode erzeugte Licht ein Störsignal hervorruft oder die eventuell erzeugten Ionen den Ladungszustand des Targets verändern.

Bild 4 Übertragungscharakteristik einer SEC-Röhre XQ 1190



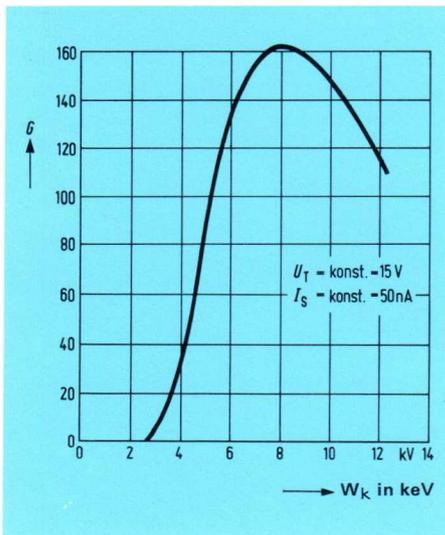
**Bild 6**  
 Der für einen konstanten Ausgangsstrom  $I_S = 50 \text{ nA}$  notwendige Primärstrom  $I_P$  als Funktion der Beschleunigungsspannung  $U$ ,  $U_T = 15 \text{ V}$



Die im Target gespeicherte Ladung bleibt ungeändert über Tage hinweg erhalten. Bei einmaliger Abtastung kann man bis zu 95% der gespeicherten Ladung abfragen und die restlichen 5% mit einer zweiten Abtastung sicher löschen. Die hohe Speicherfähigkeit macht die SEC-Röhre XQ 1190 in idealer Weise für Slow-scan-Betrieb brauchbar.

### Automatische Verstärkungsregelung

Die Verstärkung im Target, also die Zahl der je Primärelektron erzeugten Sekundärelektronen, hängt von der Energie der Primärelektronen ab. Außerdem wird die Bewegung der erzeugten Sekundärelektronen innerhalb des KCI-Targets durch die Höhe des jeweils vorhandenen Potentialunterschiedes innerhalb des Targets bestimmt. Je weiter das Target bereits entladen ist, um so weniger vollständig werden die erzeugten Sekundärelektronen zum Aufbau des Signals ausgenutzt. Dies erklärt die Sättigungscharakteristik der Signalkennlinie.

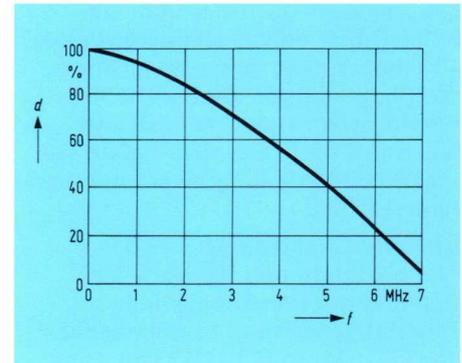


Die Steuerung der primären Energie der Photoelektronen ermöglicht die Regelung der Röhrenempfindlichkeit. Bild 5 zeigt die Abhängigkeit der Verstärkung von der angelegten Spannung. Die Verstärkung erreicht bei etwa 8 kV ein Maximum. Bis dahin verläuft die Kennlinie außerordentlich steil, und mit einer Änderung der primären Energie von etwa 4 keV lässt sich die Verstärkung um den Faktor 10 regeln. Wegen des oben erwähnten Effekts ist diese Regelung noch wirksamer, weil bei hohen Signalwerten die Verstärkung im Target absinkt. Bild 6 verdeutlicht die Wirksamkeit einer Regelung. Hier ist der für ein konstantes Ausgangssignal von 50 nA notwendige Primärstrom als Funktion der Beschleunigungsspannung aufgetragen. Zwischen 3 und 8 kV Beschleunigungsspannung für die Photoelektronen können Primärströme verarbeitet werden, die sich um den Faktor 100 unterscheiden. Da der elektronenoptische Abbildungsteil als Diode ausgebildet ist, bleibt die Schärfe der elektronenoptischen Abbildung bei verminderter Beschleunigungsspannung fast unverändert. Bei sehr niedrigen Beschleunigungsspannungen kann eine geringe Bilddrehung auftreten und oft wird die Targetstruktur sichtbar. Außerdem treten Einbrenneffekte auf. Es wird deshalb empfohlen, die Beschleunigungsspannung nicht kleiner als 4 kV zu wählen.

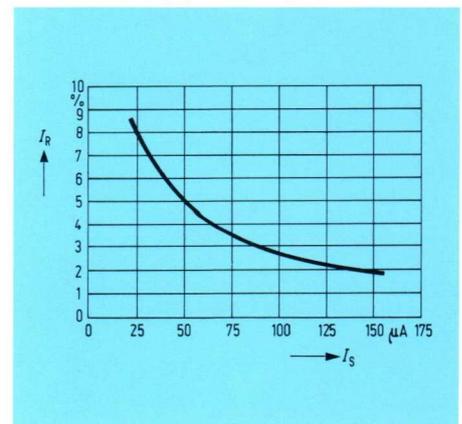
**Bild 5**  
 Verstärkungsfaktor  $G$  des KCI-Targets als Funktion der Primärenergie  $W_K$  der Photoelektronen bei  $U_T = 15 \text{ V}$ ,  $I_S = 50 \text{ nA}$

### Auflösung

Bild 7 zeigt die Modulationsübertragungskurve für die SEC-Röhre XQ 1190. Bei 5 MHz und einem Signalstrom von 150 nA ist mindestens eine Modulationstiefe von 42 bis 45% vorhanden. Die Grenzauflösung der Röhre liegt zwischen 7 und 8 MHz je Bildhöhe.



**Bild 7**  
 Modulationsübertragungsfunktion einer SEC-Röhre XQ 1190, gemessen mit  $I_S = 150 \text{ nA}$ ,  $d$  Modulationstiefe



**Bild 8**  
 Restsignal  $I_R$  als Funktion des Signalstroms  $I_S$  bei konstanter Primärenergie  $W_K = 8 \text{ keV}$ , gemessen nach 40 ms Dunkelpause

## Trägheit

Wegen des Mechanismus der Signal-erzeugung bestimmen nur die Größe des Strahlwiderstandes und die Targetkapazität die Höhe des Rest-signals nach der ersten Abtastung, nachdem die Belichtung abgeschal-tet ist. Es wird also nur die Umlade-trägheit wirksam. Bild 8 gibt die Ab-hängigkeit des Restsignals 40 ms nach dem Abschalten der Belichtung als Funktion des Signalstroms wieder. Bei einem mittleren Signalstrom von 50 nA erreicht das Restsignal max. 5%, für 150 nA Signalstrom beträgt es nur noch 2%. Mit sehr kleinen Signal-strömen steigt das Restsignal an, weil der Strahlwiderstand bei sehr geringen Potentialunterschieden zwischen Abtastfläche und Strahl-kathode stark zunimmt. Selbst für kleine Beleuchtungsstärken ist aber das Restsignal so niedrig, daß die Auflösung bewegter Szenen noch relativ gut bleibt.

## Bildqualität

Innerhalb des empfohlenen Arbeits-bereiches erzeugt die SEC-Röhre XQ 1190 keine Störsignale durch Rückverteilung der Elektronen. Das Signal, das man einem Bildpunkt zu-ordnen kann, wird nicht durch die Potentiale in der Umgebung dieses Bildpunktes auf dem Target beein-flußt. Daher ist die SEC-Röhre frei von Halo-Effekten.

Sehr helle Bildpartien können durch Vorablenken des Abtaststrahles leicht aufquellen. Dies rührt von einem übermäßigen Ansteigen des Ober-flächenpotentials auf dem Target her, wenn der Signalstrom auf Werte über 300 bis 400 nA wächst.

Für jede Röhre wird eine individuelle Targetspannung angegeben, die inner-halb der Toleranzen liegt (Tabelle 1).

**Tabelle 1**

### Allgemeine Daten

Frontplatte	Fiberoptik
Fiberdurchmesser	7 µm
Numerische Apertur	1,1
Ausnutzbarer Durchmesser	16 mm
Photokathode	siehe Bild 3
<i>Elektronenoptischer Abbildungsteil</i>	
Fokussierung	elektrostatisch
Bauart	Diode
Abbildungsverhältnis	1:1
Targetkapazität gegen alle anderen Elektroden	etwa 30 pF
<i>Abtastteil</i>	
Fokussierung	magnetisch
Ablenkung	magnetisch
Kathode	indirekt geheizt
Heizleistung	1,8 W
Sockel	EIA E 8 11
Fassung	8polig spezial
Gesamtlänge	185,5 mm
Maximaler Durchmesser	54,0 mm
Durchmesser des Abtastteils	26,0 mm
Betriebslage	beliebig

### Betriebsdaten

Bildgröße	9,6 mm × 12,8 mm	
Beleuchtungsstärke auf der Photokathode	s. Bild 4	
	maximaler Wert	typischer Wert
Photokathodenspannung	— 10 kV	— 8 kV
Anodenspannung	0 kV	0 kV
Targetspannung	30 V	10 bis 25 V
Gitter-5-Spannung	20 V	17 V
Gitter-4-Spannung	500 V	360 V
Gitter-3-Spannung	350 V	260 V
Gitter-2-Spannung	350 V	300 V
Gitter-1-Spannung	— 150 V	— 35 V
Heizspannung	6,6 V	6,3 V
Kathodenspannung	—	0 V
Magnetisches Fokussierfeld	—	4 · 10 <sup>-3</sup> T*
Magnetisches Korrekturfeld	—	0 bis 4 · 10 <sup>-4</sup> T
Maximaler Signalstrom	400 nA	200 nA

\* T = Tesla

Solange diese Targetspannung nicht überschritten wird, sieht man im Bild keine der Struktur des Targets zuzuordnenden Störsignale. Die zu erzielende Auflösung erfordert es, auch die Spannung an G5 optimal einzustellen.

Die SEC-Röhre XQ 1190 ist in mehreren Qualitäten erhältlich. Wesentliche Merkmale für das Einstufen der Röhren sind die Anzahl, Größe und Lage der beobachtbaren weißen und schwarzen Punkte. Tabelle 2 enthält diese Merkmale im einzelnen. Die übrigen Qualitätsmerkmale, wie Empfindlichkeit, Gleichmäßigkeit, Trägheit und Auflösung, können im wesentlichen ungeändert bleiben.

### Widerstandsfähigkeit gegenüber verschiedenen Umwelteinflüssen

Die SEC-Röhre XQ 1190 ist hinsichtlich Stoßfestigkeit und Schwingungsfestigkeit muster geprüft. Sie widersteht je drei Stößen von 75 g, sinusförmig, 6 ms Halbwertzeit, angewendet auf zwei Richtungen senkrecht zur Röhrenachse, und auf die zur Röhrenachse parallelen Richtungen (Mil-STD-202 C, Meth. 213, Cond. C). Außerdem widersteht die Röhre einfachen harmonischen Schwingungen für die Dauer von drei Minuten parallel und senkrecht zur Röhrenachse mit 1,6 mm Amplitude bei 30 Hz. Ferner genügt die Röhre der MIL-E-5400 H Bed. 3.2.21.5.1 Kurve IV. Während dieser mechanischen Beanspruchungen dürfen keine Spannungen an der Röhre liegen. Die Röhre kann bei Temperaturen zwischen -50 und +70 °C gelagert werden. Für den Betrieb ist eine Temperatur möglichst unter 40 °C einzuhalten.

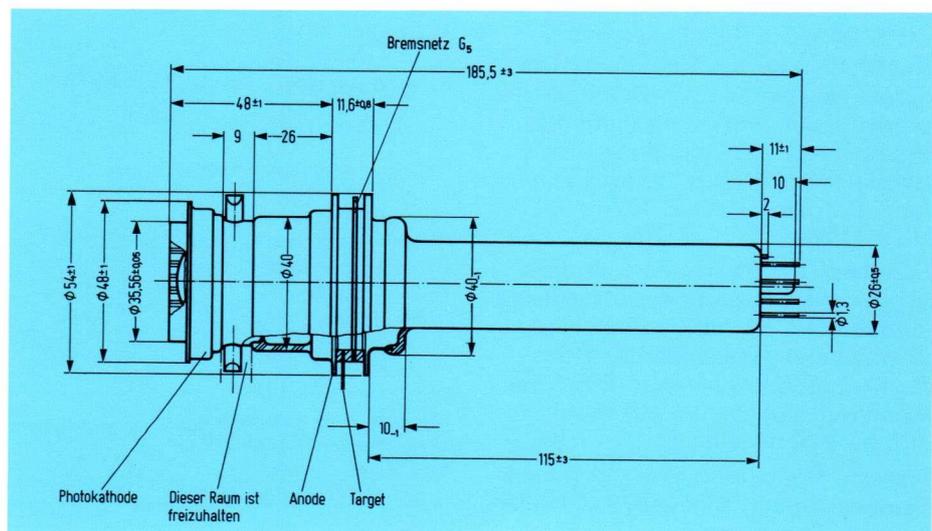
**Tabelle 2**

#### Fleckenspezifikation

Güteklasse I <b>XQ 1190</b>	Zone 1	Zone 2	Zone 3
Gesamtfleckenzahl	1	3	15
Flecken mit einer maximalen Ausdehnung von 7 bis 8 Linienbreiten	0	1	4
Definition der Zonen:	Zone 1	Mitte 10% der Rasterfläche	
	Zone 2	Mitte 20% der Rasterfläche	
	Zone 3	ganze Rasterfläche	
Güteklasse II <b>XQ 1191</b>	Zone 1	Zone 2	Zone 3
Gesamtfleckenzahl	3	7	20
Flecken mit einer maximalen Ausdehnung von 7 bis 8 Linienbreiten	1	3	7

Man bezeichnet jede Fehlstelle, deren Dimension drei oder mehr Fernsehzeilen bedeckt, als Fleck. Fehler, deren Dimension 9 Fernsehzeilen übertreffen, werden in keiner Zone zugelassen.

Bild 9 Maßskizze der SEC-Röhre XQ 1190



# XQ 1200 – das Siemens-Multidioden-Vidikon

In der Fernsehtechnik werden Bilder mit Hilfe elektrischer Signale übertragen. Bild-Signal-Wanderröhren (Kameraröhren) verwandeln eine flächenhafte Helligkeitsverteilung in eine zeitliche Aufeinanderfolge elektrischer Signale, wobei die Signalamplituden der Helligkeit winziger Flächenelemente des zu übertragenden Bildes entsprechen. Eine Neuentwicklung auf diesem Gebiet ist das Multidioden-Vidikon, das als Speicherschicht (Target) ein Silizium-Dioden-Mosaik verwendet. Mit Ausnahme der veralteten Bildsondenröhre arbeiten Bildaufnahmehöhren (Kameraröhren) nach dem Speicherprinzip: Der aufzunehmende Gegenstand wird auf einer photoempfindlichen Schicht abgebildet; die aus dieser Schicht ausgelösten Ladungsträger dienen zum Aufbau eines dem Lichtbild entsprechenden Ladungsbildes, wobei die den einzelnen Flächenelementen entsprechenden Ladungen gespeichert werden. Das Ladungsbild, im Prinzip aus mikroskopisch kleinen Kondensatoren unterschiedlicher Aufladung zusammengesetzt, wird zeilenweise von einem feinen Elektronenstrahl abgetastet. An einer Ausgangselektrode werden dabei die sogenannten Videosignale ausgelöst.

Dieses Prinzip liegt sowohl denjenigen Kameraröhren, die den äußeren, als auch denjenigen, die den inneren Photoeffekt ausnutzen, zugrunde (Superikonoskop und Superorthikon bzw. Vidikon). Im Unterschied zum Superikonoskop und zum Superorthikon sind beim Vidikon die lichtempfindliche Schicht und die Speicherschicht identisch.

## Multidioden-Vidikon

Die neueste Entwicklung ist eine Kameraröhre, bei der die photoelektrische Schicht eine Matrix von in Sperrichtung vorgespannten Siliziumdioden (PN-Übergänge mit gemeinsamem N-Kontakt) ist. Eine solche Röhre ist das Siemens-Multidioden-Vidikon XQ 1200, dessen Grundaufbau Bild 1 zeigt. Diese Röhre zeichnet sich durch eine hohe Empfindlichkeit, eine günstige spektrale Empfindlichkeitsverteilung, großes Auflösungsvermögen, geringe Trägheit, Unempfindlichkeit gegen optisches und elektrisches Einbrennen und lineare Abhängigkeit des Signalstroms von der Beleuchtungsstärke aus.

## Strahlensystem

Die indirekt geheizte Oxidkathode K hat eine niedrige Heizleistung; der Wehneltzylinder G1 begrenzt die Strahlstromstärke, die Anode G2 den Strahldurchmesser; die Elektronenlinse, bestehend aus Anodenzylinder G3 und Feldnetz G4, treibt die Elektronen senkrecht auf das Target. Die Elektroden G1 bis G4 modulieren und fokussieren den Elektronenstrahl  $i_p$ .

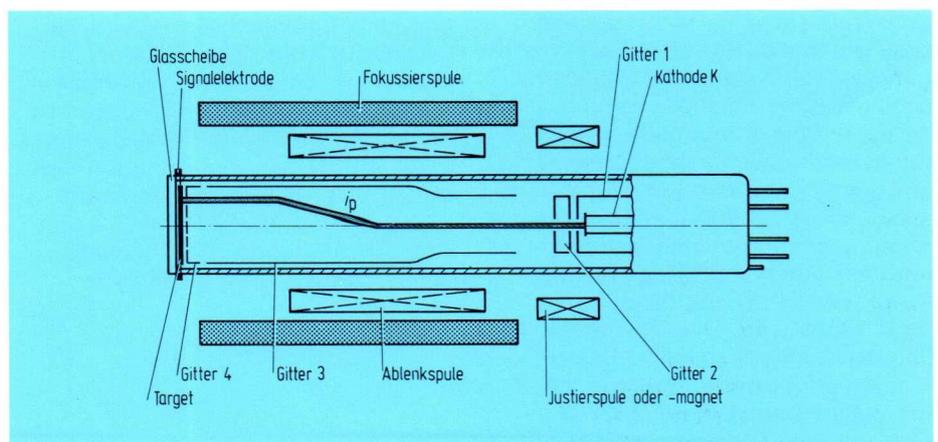
## Ablenk- und Fokussiersystem

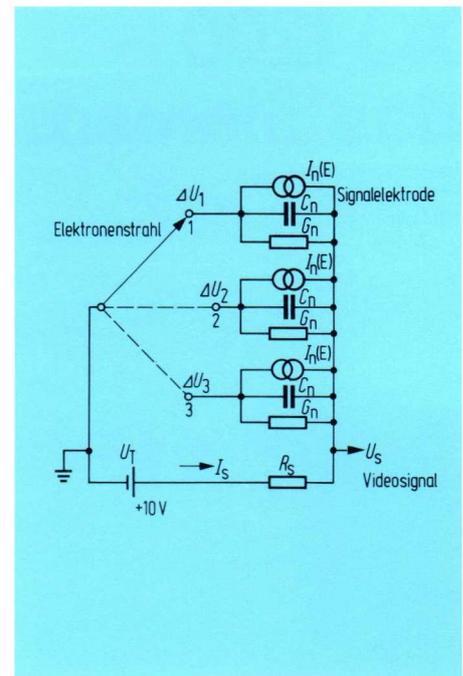
Das System zum zeilenweisen Ablenken des Elektronenstrahls besteht aus zwei gekreuzten Spulenpaaren. Die Fokussierung geschieht ebenfalls mit Hilfe einer Spule.

## Target

Die zeilenweise Abtastung des Targets dauert im allgemeinen 40 ms (entsprechend der üblichen Übertragung von 25 Bildern in der Sekunde), wobei sein Potential 10 V (auf Kathode bezogen) beträgt. Die Strahlelektronen werden also nach dem Passieren des Feldnetzes abgebremst und treffen mit 10 eV auf das Target, d.h. mit so kleiner Energie, daß im zeitlichen Mittel mehr Elektronen auf dem Target landen als Sekundärelektronen abwandern. Ist das Target nicht leitend, so lädt sich die Oberfläche negativ bis zu einem Grenzpotential auf, das die Landung der Elektronen verhindert. Dieser Vorgang (Grenzpotential annähernd gleich Kathodenpotential) heißt Kathodenpotentialstabilisierung. Dabei ist der genaue Wert des Potentials eine Funktion der Elektronenangfangsgeschwindigkeit und der Richtungsverteilung der aus der Ka-

Bild 1  
Schematischer Aufbau des Silizium-Multidioden-Vidikons XQ 1200





thode austretenden Elektronen sowie des Kontaktpotentials und der Abweichung vom senkrechten Auftreffen des Strahles auf die Targetoberfläche.

Die an das Target zu stellenden Anforderungen ergeben sich aus dem Mechanismus der Signalentstehung. Das Ersatzschaltbild (Bild 2) besteht aus der Signalelektrode des lichtempfindlichen Targets, das in viele Parallelschaltungen von Kapazitäten  $C_n$ , Leitwerten  $G_n$  und beleuchtungsabhängigen Stromgeneratoren  $I_n(E)$  unterteilt ist. Jede solche Parallelschaltung entspricht einem Bildelement, und der Elektronenstrahl wirkt als Schalter, der die Bildelemente nacheinander mit dem Minuspol der Stromquelle für die Signalelektrode verbindet. Während des Schaltens (Bildpunktastzeit  $t_p \approx 0,1 \mu s$ ) wird die Klemme 1 auf Kathodenpotential gebracht. Bis zum nächsten Schaltvorgang der Parallelschaltung — nach etwa 40 ms — wird die Kapazität  $C$  teilweise entladen und das Potential an Klemme 1 steigt je nach der Intensität des einfallenden Lichts um  $\Delta U_1$ , d. h., jede Schaltung integriert den Lichtfluß über diese Zeit. Der  $\Delta U_1$  proportionale Ladestrom  $I_s$ , der während des Schaltens eines Bildpunktes in etwa  $0,1 \mu s$  über den Widerstand  $R_s$  fließt, verändert das Potential  $U_s$  und ergibt so ein Ausgangssignal. Da der »Elektronenstrahlschalter« jede Parallelschaltung alle 40 ms mit der Stromquelle verbindet, müssen die unbeleuchteten Elemente auf dem Target eine Entladungskonstante  $\tau = RC \gg 40 \text{ ms}$  haben. Eine homogene photoempfindliche Schicht erfordert einen spezifischen Widerstand  $\rho > 10^{11} \Omega \text{ cm}$ , damit  $\tau = RC = \rho \varepsilon \gg 40 \text{ ms}$  wird. Das am meisten benutzte Targetmaterial Antimontrisulfid erfüllt diese Forderungen. Es hat einen Bandabstand  $\Delta W = 2 \text{ eV}$ , aber nur eine Quantenausbeute von

7%. Seine spektrale Empfindlichkeit ist 400 bis 700 nm. Es hat außerdem eine große photoelektrische Trägheit, d. h., die von der Beleuchtung abhängige Leitfähigkeit des Halbleiters kann schnellen Helligkeitsänderungen nicht sofort folgen; des weiteren ist es empfindlich gegen Überbelichtung. Materialien mit  $\Delta W < 1,8 \text{ eV}$  (entsprechend einer langwelligen Empfindlichkeitsgrenze von 690 nm) sind bei Zimmertemperatur wegen der geforderten Entladezeitkonstante ungeeignet. Silizium hat bei Zimmertemperatur einen Bandabstand  $\Delta W = 1,08 \text{ eV}$  und einen spezifischen Widerstand  $\rho = 3 \cdot 10^5 \Omega \text{ cm}$  (Eigenleitung). Weil homogene (lichtempfindliche) Siliziumschichten aus den genannten Gründen für Targets nicht geeignet sind, wurde vorgeschlagen, statt ihrer ein Target mit mehreren in Sperrichtung gepolten Silizium-Photodioden zu benutzen, wie es von den Bell-Laboratorien bis zur Fertigungsreife entwickelt wurde. Ein solches Target ergibt Vorteile, wie große Entladezeitkonstante bei geringen Sperrströmen der Dioden, erhöhte Quantenausbeute, Empfindlichkeit über einen größeren Spektralbereich, geringe Trägheit des Signalstroms gegenüber schnellen Beleuchtungsänderungen und Unempfindlichkeit gegen Überbelichtung (Blitzlicht, Sonneneinstrahlung). Ein weiterer wichtiger Vorteil des Multidioden-Vidikons ist die Möglichkeit einer Herstellung des Targets in Massenfertigung mit den Mitteln der Halbleitertechnologie. Kameraröhren dieser Qualität bieten viele Anwendungsmöglichkeiten, unter anderem auch in Bildfernsprechern.

### Anforderungen an das Halbleitertarget

Das Halbleitertarget mit den in Sperrichtung gepolten Dioden kann nur so aufgebaut sein, daß das Substratmaterial N-leitend ist und der Elektronenstrahl die P-leitenden Zonen der Dioden abtastet. Für die Entladezeit  $\tau$  der in Sperrichtung gepolten und vom Elektronenstrahlschalter geöffneten Photodioden gilt [1]

$$\tau = \frac{1}{I_D} \left( \frac{\varepsilon U_T}{2 \mu_n \rho} \right)^{1/2};$$

daraus ergibt sich für ein bestimmtes  $\tau$  und  $U_T$

$$\rho < \frac{1}{\tau^2} \frac{\varepsilon U_T}{I_D^2 2 \mu_n}$$

( $I_D$  Dunkelstrom je Flächeneinheit,  $\rho$  spezifischer Widerstand des Substrates,  $U_T$  Targetspannung,  $\varepsilon$  absolute Dielektrizitätskonstante des Substrates,  $\mu_n$  Elektronenbeweglichkeit im Substrat).

Die Entladezeitkonstante  $\tau$  unterscheidet sich also prinzipiell von der einer homogenen photoempfindlichen Schicht.  $\rho$  (des Grundmaterials) darf nicht zu groß und  $I_D$  muß möglichst klein sein.

Die Durchbruchfeldstärke  $E_d$  der Dioden bestimmt die untere Grenze von  $\rho$ . Sie beträgt [1]

$$E_d = \left( \frac{2 U_T}{\rho \varepsilon \mu_n} \right)^{1/2}.$$

Daraus ergibt sich die Bedingung

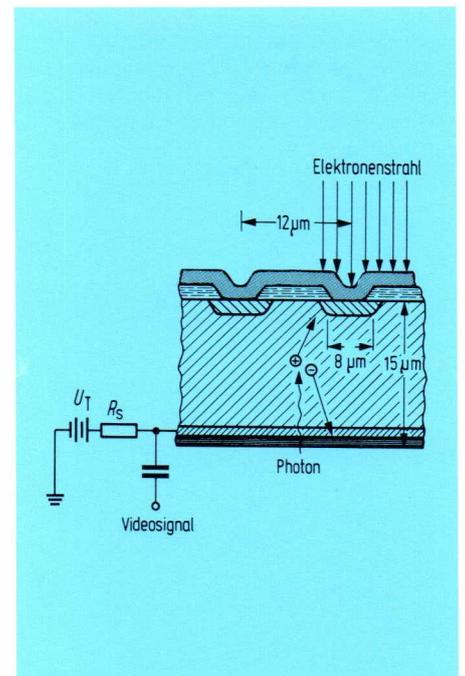
$$\rho > \left( \frac{1}{E_d} \right)^{1/2} \frac{2 U_T}{\varepsilon \mu_n}$$

$E_d$ ,  $U_T$  und  $\tau$  legen den Bereich von  $\rho$  fest zu

$$\left( \frac{1}{E_d} \right)^{1/2} \frac{2 U_T}{\varepsilon \mu_n} < \rho < \left( \frac{1}{\tau I_D} \right)^2 \frac{\varepsilon U_T}{2 \mu_n}.$$

Silizium erfüllt diese Bedingungen bei Zimmertemperatur.

Bild 3  
Schematischer Aufbau des Silizium-Multidioden-Targets



### Wirkungsweise des Silizium-Multidioden-Targets

Bild 3 zeigt den Aufbau des in der Siemens-Kameraröhre XQ 1200 benutzten Multidiodentargets. Auf einer Fläche von  $9,6\text{ mm} \times 12,8\text{ mm}$  befinden sich etwa  $10^6$  Planardioden. Das N-Substrat ist gegenüber der Kathode positiv vorgespannt, die P-Zonen sind auf Kathodenpotential stabilisiert, d. h., die PN-Übergänge der Dioden sind gesperrt. Die von den Photonen im N-Substrat erzeugten Ladungsträger (Löcher) laufen durch das Substrat. Sie werden über den PN-Übergang geschwemmt und erhöhen das Potential der P-Zone. Die  $\text{SiO}_2$ -Schicht zwischen den Dioden soll verhindern, daß der Elektronenstrahl auf das N-Substrat trifft und so ein unerwünschtes Signal liefert. Die Oberfläche der Siliziumdioxidschicht kann sich negativ gegen Kathode aufladen und der Elektronenstrahl dann die Dioden wegen der Potentialverhältnisse vor dem Target nicht mehr entladen. Es muß daher eine Leitschicht auf die dem Elektronenstrahl zugekehrte Targetseite aufgebracht werden, die die Diode nicht kurzschließen darf und doch die negative Aufladung der  $\text{SiO}_2$ -Oberfläche verhindert. Zur Verminderung der Oberflächen-Rekombinationsgeschwindigkeit der Löcher an der Lichteinfallseite des Targets und der Reflexion des Lichtes sind eine  $\text{N}^+$ -Schicht und eine Antireflexschicht notwendig.

### Prinzipielle Fertigungsstufen des Targets

N-leitende Siliziumstäbe mit 22 mm Durchmesser werden in Scheiben zersägt, die man auf eine Dicke von etwa  $150\text{ }\mu\text{m}$  läppt, poliert und anschließend thermisch oxydiert (Bild 4 a). Man ätzt photolithographisch in die Oxidschicht in Abständen von  $12\text{ }\mu\text{m}$  Fenster mit  $5\text{ }\mu\text{m}$  Durchmesser (Bild 4 b). Durch diese Fenster wird in das N-Substrat Bor eindiffundiert; so entstehen die einzelnen Dioden (Bild 4 c). Anschließend wird das Target bis auf einen Rand von 2 mm etwa  $15\text{ }\mu\text{m}$  dünn geätzt (Bild 4 d) und danach die  $\text{N}^+$ -Schicht durch Eindiffusion von Phosphor ausgebildet (Bild 4 e). Nach Abätzen des bei der Diffusion entstandenen Phosphor- und Borglases bringt man die Antireflexschicht und die Leitschicht auf (Bild 4 f).

Ein Ausfall von nur wenigen Dioden wirkt sich im übertragenen Bild bereits störend aus. Für die Fertigung bedeutet dies, daß von den  $10^6$  Dioden nur einige zehn fehlerhaft sein dürfen.

In einem weiteren Aufsatz werden die speziellen Eigenschaften des Siemens-Multidioden-Vidikons eingehend behandelt werden.

Das Siemens-Multidioden-Vidikon XQ 1200 gehört zu den neuartigen Bildaufnahmeröhren vom Vidikontyp, bei dem die lichtempfindliche Schicht ein Silizium-Multidioden-Target ist. Durch die besonderen Eigenschaften der XQ 1200 (Einbrenn-Unempfindlichkeit, sehr hohe Empfindlichkeit von sichtbarem Licht bis in den Rot- und Infrarotbereich) gegenüber den Standard-Vidikon-Bildaufnahmeröhren mit Antimontrisulfid oder Bleioxidschicht werden Anwendungsgebiete erschlossen, die bisher nicht oder nur mit anderen Bildaufnahmeröhrenarten möglich waren.

Bild 4  
Die wichtigsten Schritte bei der Herstellung des Targets

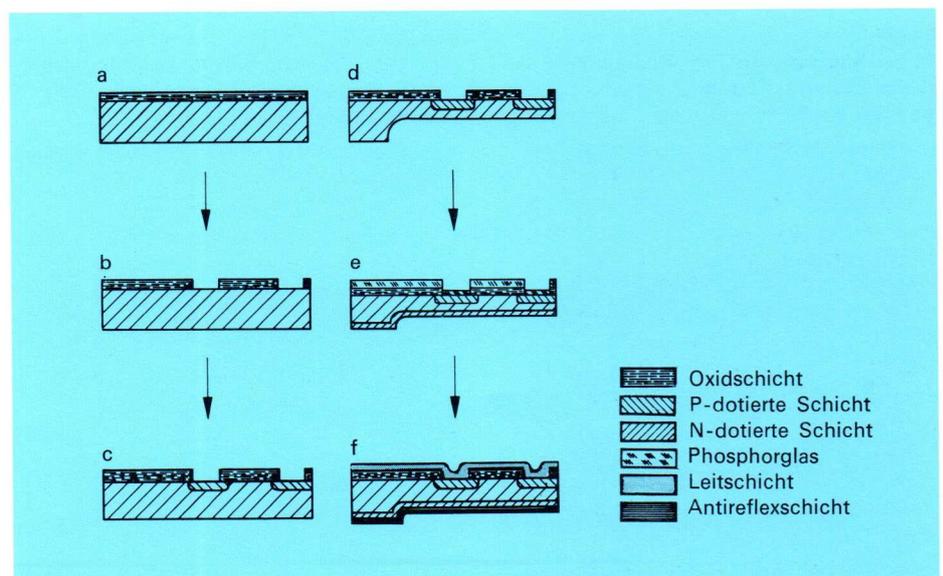
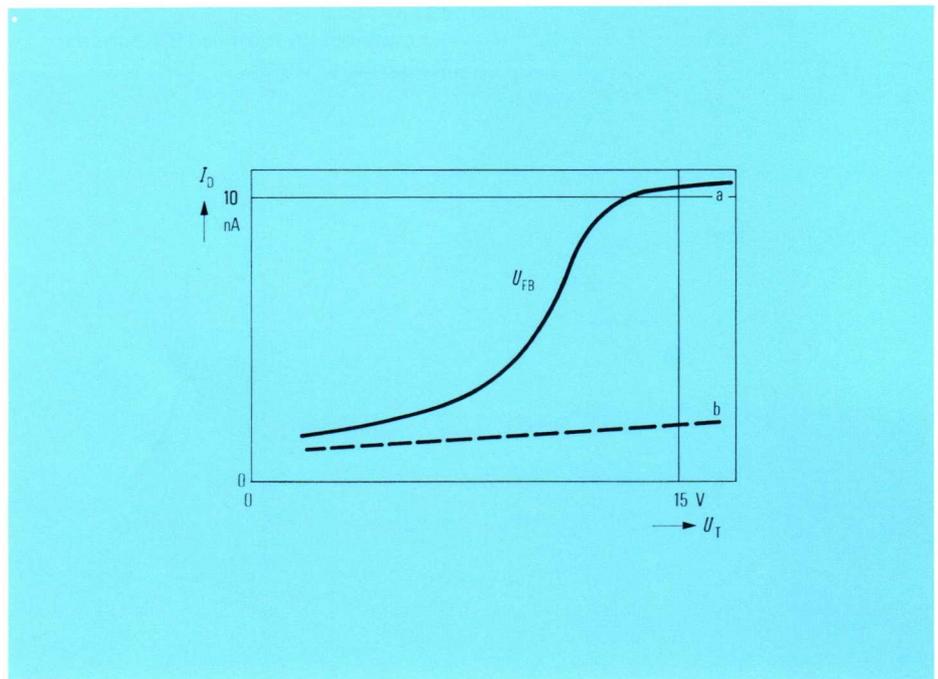


Bild 5  
Dunkelstrom  $I_D$  des Vidikons XQ 1200  
in Abhängigkeit von der Targetspannung  $U_T$   
(Kurve a). Kurve b zeigt den möglichen  
Verlauf des Volumengenerationsstroms  
der Dioden



### Eigenschaften des Silizium-Multidioden-Vidikons

#### Dunkelstrom

Der bei unbeleuchtetem Target über die Signalelektrode fließende Dunkelstrom  $I_D$  ist unerwünscht, weil er nicht auf allen Teilen des Targets gleich groß ist und bei schwachen Beleuchtungsstärken ungleichmäßige Bilder ergibt. Weiterhin ist der Dunkelstrom stark temperaturabhängig; er verdoppelt sich bei etwa 10 K Temperaturerhöhung. Beide Änderungen spielen aber keine Rolle, wenn  $I_D$  bei Zimmertemperatur nur einige Prozent des Signalstroms beträgt.

Den Dunkelstrom  $I_D$  als Funktion der Targetspannung  $U_T$  zeigt Bild 5 (Kurve a). Er ist grundlegend verschieden von dem Volumengenerationsstrom, der durch Generation-Rekombinations-Zentren in der Verarmungszone einer Diode in Abhängigkeit von der Spannung entsteht (Kurve b). Der Unterschied kommt durch den Beitrag der Generation-Rekombinations-Zentren an der

$\text{SiO}_2$ -Si-Grenzfläche zustande. Der Verlauf von  $I_D$  als Funktion von  $U_T$  wird mit Bild 6 erklärt. Die Kurve a stellt die Grenze der ausgeräumten Zone zum N-Substrat bei einer niedrigen Targetspannung dar. Bemerkenswert ist die Abnahme der Zonentiefe an der  $\text{SiO}_2$ -Si-Grenzfläche. Die thermisch oxydierten Siliziumoberflächen haben N-Tendenz, d. h., das N-Silizium enthält eine Anreicherungsschicht an Elektronen, die durch die positiv geladenen Oberflächenzustände (das sind Energieniveaus innerhalb des verbotenen Bandes) und Ladungen im  $\text{SiO}_2$  hervorgerufen werden können. Diese Anreicherungsschicht hat die Einschnürung der trägerarmen Zone in Nähe der  $\text{SiO}_2$ -Schicht bei kleinen Targetspannungen zur Folge. Beim Erreichen der Flach-

$$\text{bandspannung } U_T = U_{FB} = \frac{Q_{ss}}{\epsilon_0 \epsilon_r / d}$$

( $Q_{ss}$  Oberflächenladung je Flächeneinheit im  $\text{SiO}_2$  an der Grenzfläche,  $d$  Oxiddicke,  $\epsilon_r$  die relative Dielektrizitätskonstante des Oxids) ist die An-

reicherungsschicht abgebaut, und unter dem Oxid beginnt sich mit steigender Targetspannung die Verarmungszone auszubilden (Kurve b). Mit der Verarmung beginnen aber die Generationszentren an der Grenzfläche zu wirken, und der Dunkelstrom steigt stark an. Ist die Verarmungsschicht an der Grenzfläche ausgebildet, so tritt eine Sättigung des Dunkelstroms ein. Eine hohe Dichte an positiven Oberflächenzuständen und eine große Oxiddicke ergeben eine hohe Flachbandspannung. Dennoch ist es nicht sinnvoll,  $Q_{ss}$  und  $d$  so zu wählen, daß die Flachbandspannung oberhalb der Betriebsspannung  $U_T = 8 \text{ V}$  liegt. Die örtlichen Änderungen des Dunkelstroms in Abhängigkeit vom spezifischen Widerstand des N-Substrats und von der Zeit erfordern eine Betriebsspannung oberhalb der Flachbandspannung. Je nach Herstellungsart des Grundmaterials können örtliche Schwankungen des spezifischen Widerstandes und der Qualität des Oxids über die Scheibe auftreten. Diese haben verschiedene Tiefen der Verarmungszonen an den PN-Übergängen und an der  $\text{SiO}_2$ -Si-Grenzfläche zur Folge. Im Sättigungsbereich von  $I_D$  ist der Einfluß der verschiedenen spezifischen Widerstände unterhalb der Grenzfläche vernachlässigbar. Bild 7 zeigt diese Erscheinung [1]. Die örtliche Modulation  $\alpha$  von  $I_D$  ( $\alpha = I_{ss}/I_D$ ,  $I_{ss}$  Spitze-Spitze-Dunkelstrom,  $I_D$  mittlerer Dunkelstrom) nimmt oberhalb der Sättigung stark ab und hat den stärksten Anstieg bei der Ausbildung der trägerarmen Zone unter der Grenzfläche.

Tastet der Elektronenstrahl das Target oder einen Teil davon zeilenweise mit einer Spannung  $U_T < U_{FB}$  über lange Zeit ab, so nimmt der Dunkelstrom an der abgetasteten Fläche allmählich zu (elektrisches Einbrennen) [1, 2].

Bild 6  
Trägerarme Zone für Targetspannungen, die  
kleiner (Kurve a) bzw. größer (Kurve b) als  
die Flachbandspannung sind

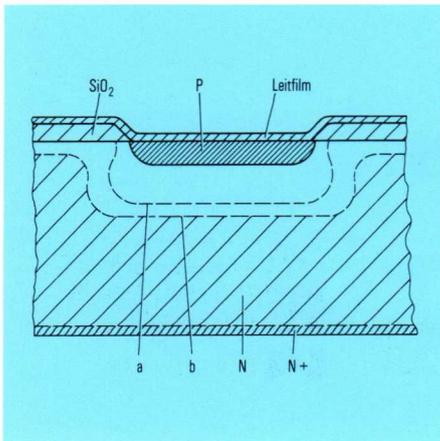


Bild 7  
Mittlerer Dunkelstrom  $I_D$  (a) und Modulation  
des Dunkelstroms  $\alpha$  (b) in Abhängigkeit  
von der Targetspannung  $U_T$

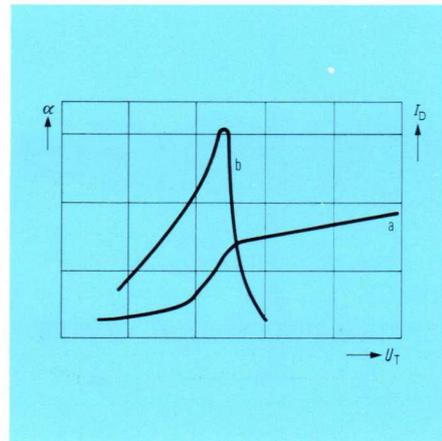
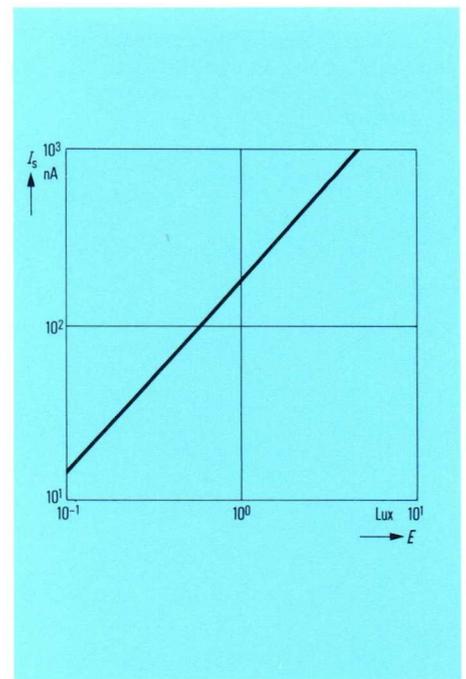
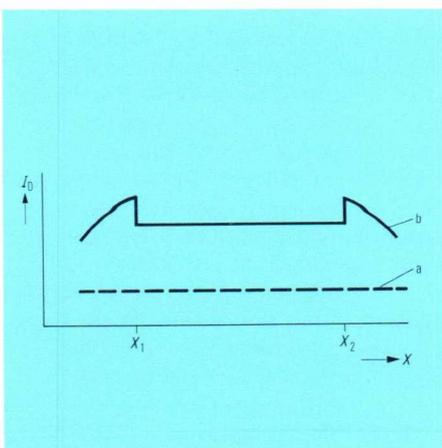


Bild 9  
Signalstrom  $I_s$  in Abhängigkeit von der Beleuchtungsstärke  $E$  des Vidikons XQ 1200 ( $U_T = 10$  V) bei einer Temperatur der Wolframlampe von 2850 K und vorgeschaltetem Infrarot-Absorptionsfilter KG 1/4 mm von Schott



In Bild 8 zeigt Kurve a den Dunkelstrom in Abhängigkeit vom Targetort. Nach einer Betriebszeit von mehreren hundert Stunden und einer Feldnetzspannung  $U_{G4}$  von 1000 V hat der Dunkelstrom stark zugenommen (Kurve b). Ursache für den Anstieg des Dunkelstroms sind die Röntgenstrahlen, die durch den Elektronenaufprall am Feldnetz erzeugt werden. Die Röntgenstrahlen erzeugen an der  $\text{SiO}_2$ -Si-Grenzfläche Oberflächenzustände, und innerhalb der abgetasteten Targetfläche nehmen die positiven Ladungen im Oxid zu. Das erklärt die Einsattelung in Kurve b. Maßnahmen gegen die Röntgenstrahlen sind u. a. eine dicke Leitschicht ( $\text{Sb}_2\text{S}_3$ -Schichten sind  $0,34 \mu\text{m}$  dick gegenüber nur  $0,02 \mu\text{m}$  bei GaAs-Schichten für einen geforderten Flächenwiderstand von  $10^{13} \Omega$ ) und geringe Feldnetzspannung.

Bild 8  
Verlauf des Dunkelstroms  $I_D$  längs einer vom Elektronenstrahl abgetasteten Zeile (Kurve a) nach erster Inbetriebnahme des Vidikons. Verlauf von  $I_D$  am Ende einer längeren Betriebszeit (Kurve b), während der der Strahl das Target nur im Bereich X1 bis X2 abgetastet hat



### Dynamischer Bereich

Bild 9 zeigt die Übertragungskennlinie des Vidikons XQ 1200, die durch die Funktion  $I_s = KE^\gamma$  beschrieben wird ( $I_s$  Signalstrom,  $E$  Beleuchtungsstärke,  $\gamma$  Konstante,  $K$  Empfindlichkeit). Der dynamische Bereich ist durch die obere und untere Grenze der genannten Funktion definiert. Die obere Grenze wird durch den Elektronenstrahlstrom, die Targetspannung, die Targetkapazität, den »Eckeneffekt« und den spezifischen Widerstand der Leitschicht, die untere Grenze durch den Dunkelstrom, die Elektronenstrahlannahme auf der Oberfläche, das Schrotrauschen im Strahl, das Rauschen infolge der diskreten, lichtempfindlichen Dioden und das Rauschen des Videoverstärkers bestimmt.

Der spezifische Widerstand  $\rho$  des N-Substrates muß klein sein, damit die geforderte Entladezeitkonstante auf dem Target erhalten bleibt. Je kleiner aber  $\rho$  ist, desto größer ist die Kapazität der Dioden. Innerhalb von 40 ms muß der Elektronenstrahl die durch die Belichtung mehr oder weniger entladene Kapazität wieder auf z. B. 10 V aufladen. Das Strahlensystem des Vidikons kann einen Strahlstrom von etwa  $1,5 \mu\text{A}$  liefern, ohne daß ein merkbarer Verlust an Auflösung durch zu großen Strahldurchmesser auftritt. Innerhalb 40 ms kann somit eine maximale Ladung von  $6 \cdot 10^{-8} \text{ C}$  auf das Target transportiert werden. Damit die Strahlelektronen, die sich mit geringer Geschwindigkeit senkrecht zur Targetebene den einzelnen Dioden nähern, nicht durch benachbarte entladene Dioden beeinflusst werden, darf die Änderung des Oberflächenpotentials innerhalb 40 ms z. B. 8 V nicht überschreiten (Blooming). Die maximal zulässige Targetkapazität beträgt also 7,5 nF. Eine Beeinflussung der Targetkapazität

ist über die Targetspannung möglich (Bild 10) [2]. Die differentielle Kapazität je Diodeelement setzt sich aus der Parallelschaltung der PN-Diodenkapazität und der MOS-Kapazität zusammen, die wiederum aus einer Reihenschaltung von Oxidkapazität und der Kapazität der Verarmungsschicht besteht. Sie wird mit einsetzender Trägerverarmung oberhalb der Flachbandspannung kleiner, so daß auch die MOS-Kapazität abnimmt. Die Diodenkapazität nimmt ebenfalls wegen der sich mit steigendem  $U_T$  ausdehnenden Verarmungszone ab. Falls der Strahlstrom ausreicht, ist also durch Verringerung von  $U_T$  eine Erhöhung des maximalen Signalstroms möglich.

Eine weitere Begrenzung des maximalen Strahlstroms tritt durch den »Eckeneffekt« [2] auf. Wird nur ein Teil des Targets vom Strahl abgetastet, dabei aber das gesamte Target stark belichtet, so wird sich das Potential der Leitschichtoberfläche am Rand der abgetasteten Fläche vom

Bild 10  
Differentielle Kapazität eines Diodelements als Funktion der Targetspannung  $U_T$ ,  $U_{FB} = 9$  V

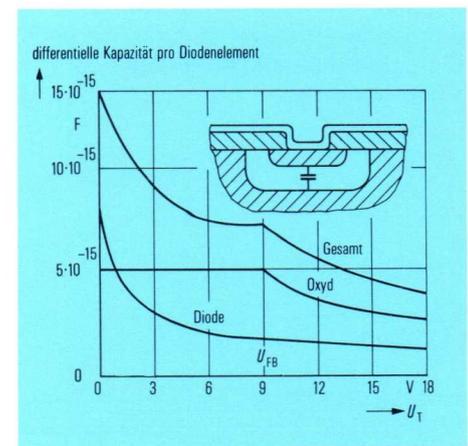
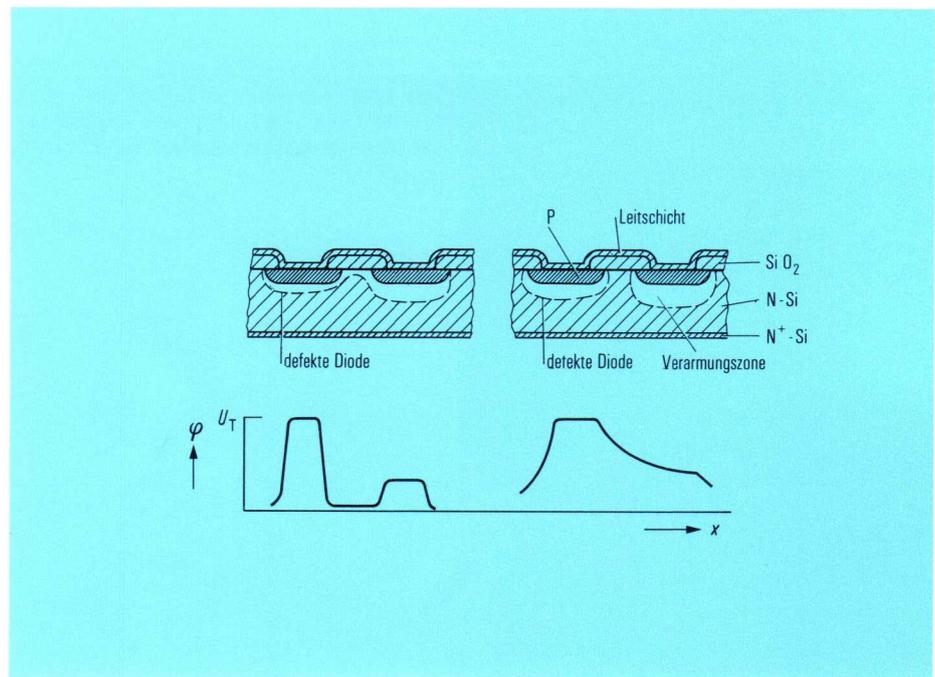


Bild 11  
 Der Einfluß des Leitschichtoberflächenpotentials  $\varphi$  auf die Löcherdiffusion bei hohem und niedrigem Widerstand der Leitschicht für  $U_T > U_{FB}$



Targetpotential auf annähernd Kathodenpotential ändern. Ist  $U_T > U_{FB}$ , so können die in dem nicht abgetasteten Teil des Targets von den Photonen erzeugten Löcher transversal über eine relativ große Strecke durch die trägerarmen Zonen unter dem Oxid zu den abgetasteten Dioden gelangen. Der Signalstrom an diesen Strecken nimmt zu, und die Sättigung von  $I_s$  wird eher erreicht. Dieser »Eckeneffekt« tritt auch auf, wenn bestimmte Stellen des Targets durch Spitzenlichter überbelichtet werden oder wenn einzelne Dioden defekt sind. Der letztere Effekt wird mit Bild 11 erklärt. Für  $U_T > U_{FB}$  und bei einer Leitschicht mit hohem Widerstand diffundieren Löcher von der defekten Diode transversal durch die trägerarme Zone unter dem Oxid zur nächsten Diode und entladen sie teilweise. Bei einer Leitschicht mit niedrigem Widerstand wird sich die Ladung auf der Leitschicht transversal ausbreiten, wobei aber die Ausbildung der trägerarmen Zone unter dem Oxid verhindert wird, weil die Potentialdifferenz zwischen Oxidoberfläche und N-Substrat kleiner als  $U_{FB}$  ist. Die Löcher können nicht unter der Grenzsicht diffundieren, und die Dioden sind entkoppelt. Der »Eckeneffekt« tritt nicht auf, wenn entweder  $U_T < U_{FB}$  ist oder die Leitschicht einen niedrigen Widerstand hat.

### Trägheit

Eine Änderung des auf das Target einfallenden Lichtstroms hat eine zeitlich verzögerte Änderung des Signalstroms zur Folge, die als Trägheit bezeichnet wird. Sie ist durch die Photoleitungsträgheit und durch die Umladeträgheit verursacht. Die Photoleitungsträgheit entsteht durch die endliche Diffusionszeit der durch die Photonen ausgelösten Löcher und durch die Anwesenheit von Haftstellen im Halbleiter. Die Diffusionszeit liegt in der Größenordnung von Mikrosekunden und ist daher zu vernachlässigen. Die Einstellung des Konzentrationsgleichgewichtes der Löcher in den Haftstellen und im Valenzband erfordert bei Beleuchtungsänderungen eine gewisse Zeit. Die dadurch verursachte Trägheit ist aber klein gegenüber der Umladeträgheit, die durch den Abstastmechanismus des Elektronenstrahls entsteht. Die Elektronen kompensieren dabei die von den Photonen erzeugten positiven Ladungen auf der Abstastseite. Bei einer Beleuchtungsänderung stellt sich ein neuer Gleichgewichtszustand ein, der eine gewisse Zeit benötigt, weil der Elektronenstrahl in der kurzen Schaltzeit nicht unbegrenzt viel Strom heranzuführen kann. Die Zeit hängt von der Geschwindigkeitsverteilung der Strahlelektronen und von der Kapazität des Targets ab. Ein Maß für die Trägheit ist die »Restsignalamplitude« 60 ms nach Abschalten der Beleuchtung, bezogen auf die ursprüngliche Signalamplitude.

Bei kleinen Beleuchtungsstärken macht sich die Geschwindigkeitsverteilung der Strahlelektronen in axialer Richtung sehr stark bemerkbar. Bei schwacher Beleuchtung folgt der Strahlstrom  $i_T$  der Gleichung  $i_T = I_0 e^{aU}$  ( $I_0$  und  $a$  sind Konstanten,  $U = U_T - U_K$ ;  $U_K$  Kontaktspannung

zwischen Kathode und Target). Die Konstante  $a$  ist umgekehrt proportional der Kathodentemperatur, die also möglichst klein sein muß. Ferner ist der Strom auf das Target bei schwacher Beleuchtung proportional  $e^{K/C}$  ( $K$  Konstante,  $C$  Kapazität eines Diodenelementes). Die Kapazität eines Targets muß also klein sein. Eine kleine Kapazität begrenzt aber den maximalen Signalstrom. Da die Kapazität des Targets von der Targetspannung abhängt (Bild 10), wird bei  $U_T > U_{FB}$  und geringer Beleuchtung die Targetkapazität zwar klein, dafür aber wegen des geringen Oberflächenpotentials die Elektronenstrahlannahme am Target aufgrund der Geschwindigkeitsverteilung im Strahl ungünstig sein. Bei großer Beleuchtungsstärke werden die Dioden entladen, damit steigt die Kapazität stark an (Bild 10). Der Strahlstrom reicht dann nicht aus, um innerhalb einer Abstastung eine Kathodenpotentialstabilisierung zu erreichen, d. h., es wird bei der nächsten Abstastung ein Restpotential vorhanden sein. Die Trägheit wird also mit steigendem  $U_T$  abnehmen (Bild 12) und mit steigender Beleuchtung ein Minimum durchlaufen. Eine weitere Ursache für die Trägheit ist die Kapazität der Leitschicht, deren Ersatzschaltbild ein RC-Glied ist, das in Serie zur Diodenkapazität  $C_D$  liegt. Die Zeitkonstante des RC-Gliedes ist groß ( $\tau_{RC} \approx 35 \mu s$ ) im Vergleich zur Verweilzeit des Strahls auf einer Diode ( $\tau_V \approx 0,1 \mu s$ ). Selbst wenn also die Targetoberfläche auf Kathodenpotential stabilisiert wird, ist die Sperrspannung an der Diode nicht  $U_T$ , weil die Leitschicht nach der Abstastung durch den Strahl einen Spannungsabfall aufweist. Dieser Spannungsabfall hat bei der nächsten Abstastung ein Oberflächenpotential proportional  $(C_S/C_D)^{-1}$

( $C_S$  Leitschichtkapazität) zur Folge [3]. Die durch die Leitschicht verursachte Trägheit wird klein, wenn  $C_S$  groß ist. Eine dünne Leitschicht hat aber den Nachteil, daß sie die Röntgenstrahlen ungenügend absorbiert, so daß hier ein Kompromiß geschlossen werden muß.

**Empfindlichkeit**

Die Empfindlichkeit ist der Quotient aus Signalstrom und dem auf das Target einfallenden Lichtstrom, wobei unter der absoluten Empfindlichkeit und der spektralen Empfindlichkeitsverteilung unterschieden wird. Die absolute Empfindlichkeit wird in  $\mu A/lm$  angegeben (gemessen bei 2870 K Farbtemperatur einer Wolframbandlampe). Der sich bei dieser Beleuchtung einstellende Signalstrom  $I_s$  hängt bei dem Vidikon XQ 1200 in erster Linie von der Beleuchtungsstärke  $E$  und der Targetspannung  $U_T$  ab.

Den Verlauf des Signalstromes  $I_s$  in Abhängigkeit von der Beleuchtungsstärke  $E$  zeigt Bild 9 in doppelt logarithmischem Maßstab. Es gilt  $I_s = KE^\gamma$  mit  $\gamma = 1$ , d. h., die Empfindlichkeitsangabe bei dem Silizium-Multidioden-Vidikon ist beleuchtungsunabhängig. Diese Beziehung gilt auch für einzelne sichtbare Spektralbereiche.

Die spektrale Empfindlichkeitsverteilung (Bild 13) hängt bei größeren Wellenlängen in erster Linie von der Absorption gewisser Strahlungen in einem Target bestimmter Dicke ab (Bild 14). Eine hohe Empfindlichkeit für rotes Licht an der Grenze des sichtbaren Bereiches erhält man demnach mit einem dicken Target. Die Empfindlichkeit zu kürzeren Wellenlängen hin wird u. a. durch die erhöhte Reflexion der Strahlungen am

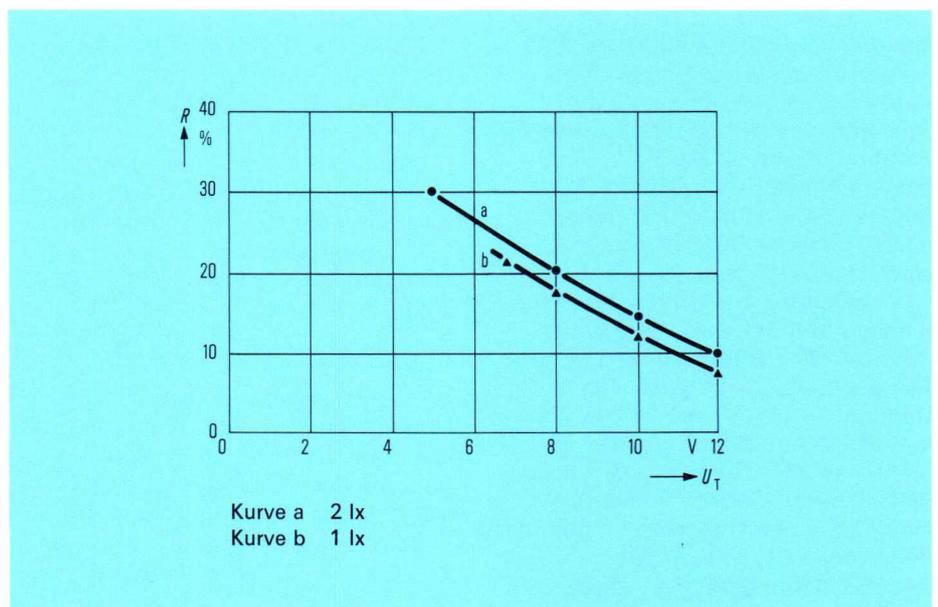
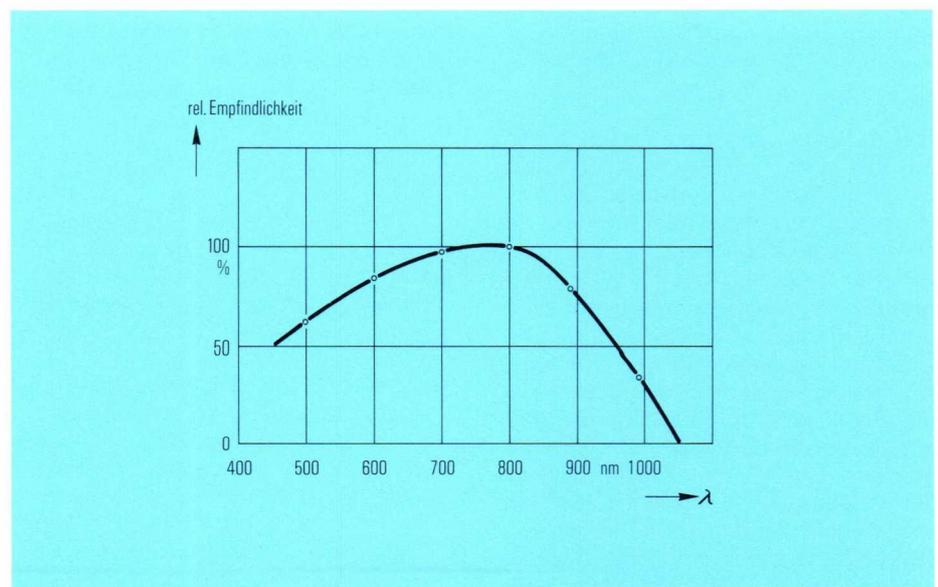


Bild 12 Trägheit  $R$  nach 60 ms in Abhängigkeit von der Targetspannung  $U_T$  bei dem Vidikon XQ 1200 für verschiedene Beleuchtungen

Bild 13 Spektrale Empfindlichkeitsverteilung des Vidikons XQ 1200



Target beeinträchtigt (Bild 15). Eine Antireflexschicht aus SiO bzw. SiO<sub>2</sub> verbessert die Empfindlichkeit im kurzwelligen Teil des sichtbaren Spektralbereiches. Weiterhin wird die Empfindlichkeit im kurzen Wellenlängenbereich durch Oberflächeneffekte an der N-Siliziumseite vermindert, die im Oberflächengebiet eine positive Raumladung in Form von ionisierten Donatoren zur Folge haben, die durch eine negative Ladung an der Lichteintrittsseite des Targets kompensiert wird. Die in dem Randgebiet durch kurzwellige Photonen erzeugten Löcher werden also nicht zum PN-Übergang der Dioden diffundieren, sondern zurück zur Oberfläche des Targets gelangen und dort wegen der hohen Oberflächenrekombinationsgeschwindigkeit rekombinieren. Eine Verminderung dieser Effekte ist durch eine N<sup>+</sup>-Dotierung an der Lichteinfallseite des Targets möglich. Dadurch entsteht eine N<sup>+</sup>-Zone, die die Ausdehnung der positiven Raumladungszone wesentlich verkleinert und außerdem die Löcher daran hindert, an die Oberfläche zu gelangen (Bild 16).

#### Auflösung

Die Auflösung wird gemessen, indem auf das Target zur Abstrahlung des Strahles senkrecht stehende Strichrastergruppen abgebildet werden, die aus schwarzen und weißen Streifen gleicher Breite bestehen. Die Streifenbreite ist in den einzelnen Gruppen unterschiedlich und wird auf die Bildhöhe bezogen. Ein Maß für die Auflösung ist die Modulationstiefe, die gleich dem Verhältnis der Signalamplituden in den einzelnen Streifengruppen, bezogen auf die Amplitude der Streifengruppe mit einer Streifenbreite von 1/40 der Bildhöhe, ist (Bild 17). Die Auflösung der Aufnahmeöhre XQ 1200 (Bild 18) wird

durch die laterale Löcherdiffusion im Silizium, die Querleitfähigkeit in der Leitschicht, die Abmessungen des Elektronenstrahls und das Diode-raster bestimmt.

Die laterale Löcherdiffusion ist am größten für Licht kurzer Wellenlänge, weil dann die nahe der Targetoberfläche erzeugten Löcher durch Diffusion einen weiten Weg zurücklegen können. Es ist daher zweckmäßig, ein möglichst dünnes Target zu verwenden.

Die richtige Wahl der Leitschicht-Querleitfähigkeit ist für eine gute Auflösung ebenfalls wichtig. Ein zu hoher Leitschichtwiderstand begünstigt den Eckeneffekt und die negative Oberflächenaufladung, ein zu kleiner Widerstand vermindert die Auflösung wegen des lateralen Ladungstransportes auf der Leitschicht. Die optimale Auflösung ergibt sich für eine Leitschicht mit einem Flächenwiderstand  $R_f \approx 10^{14} \Omega$  [1].

Unter der Annahme einer gaußschen Verteilung der Stromdichte im Strahl beträgt der minimale Abstand zweier benachbarter Zeilenmaxima für eine 50prozentige Modulationstiefe [4]

$$d = \left( 5,61 \left( \frac{w}{2} \right)^2 + 1,79 d_s^2 \right)^{1/2}$$

( $w$  Strahldurchmesser,  $d$  Diodenabstand). Für  $w = 35 \mu\text{m}$  und  $d_s = 12 \mu\text{m}$  ergibt sich, daß die Auflösung vorwiegend durch den Strahldurchmesser begrenzt ist.

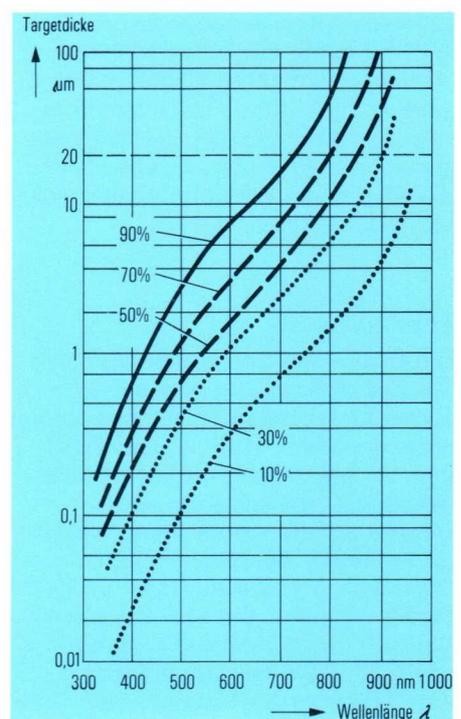
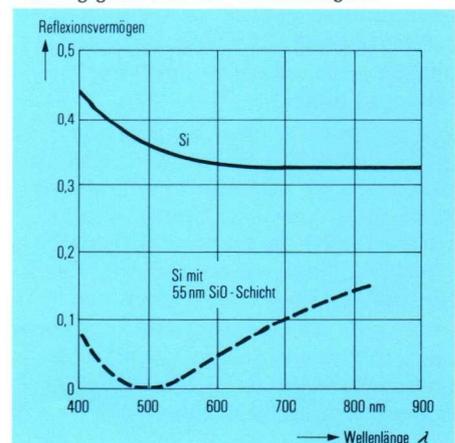


Bild 14  
Absorption der sichtbaren Strahlung in Silizium verschiedener Dicke in Abhängigkeit von der Wellenlänge  $\lambda$

Bild 15  
Reflexionsvermögen einer Siliziumoberfläche mit und ohne Antireflexionsschicht in Abhängigkeit von der Wellenlänge  $\lambda$



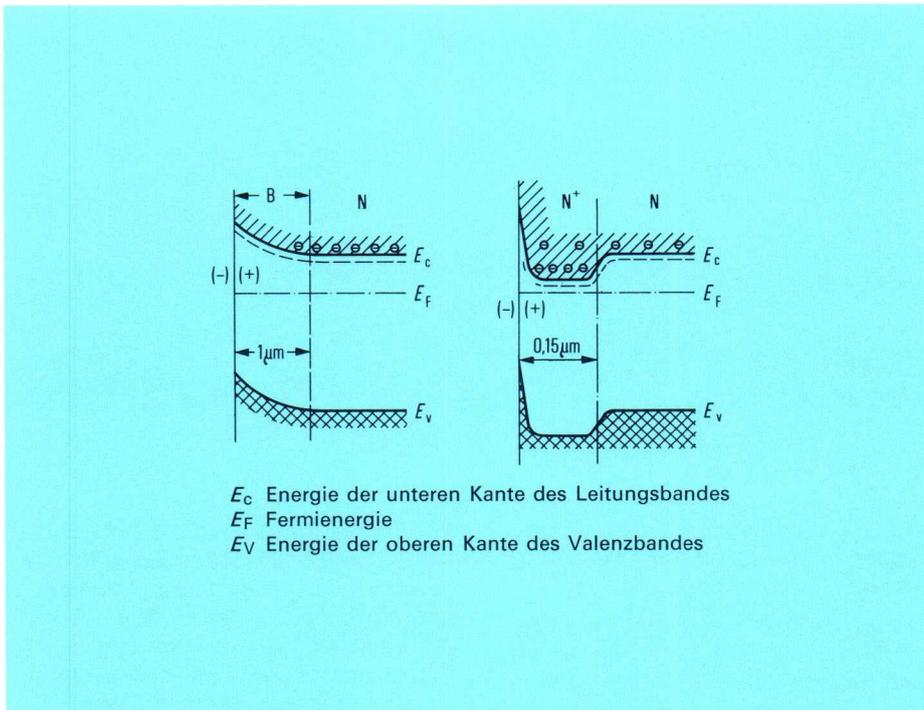


Bild 16 Verminderung der Tiefe B der Raumladungszone an der Lichteintrittsseite (a) durch eine N<sup>+</sup>-Diffusion (b)

Bild 17 Zur Definition der Auflösung:  
 Auf das Target werden Streifengruppen von 1/40 und z. B. 1/400 der Bildhöhe abgebildet (a). Tastet der Strahl diese Gruppen in Pfeilrichtung ab, so sind die Grundfrequenzen (0,5 bzw. 5 MHz) und Amplituden ( $\beta$  bzw.  $\alpha$ ) des Signalstroms für die zwei Gruppen verschieden (Kurve b). Die Modulationstiefe bei 5 MHz ist das Verhältnis von  $\alpha$  zu  $\beta$

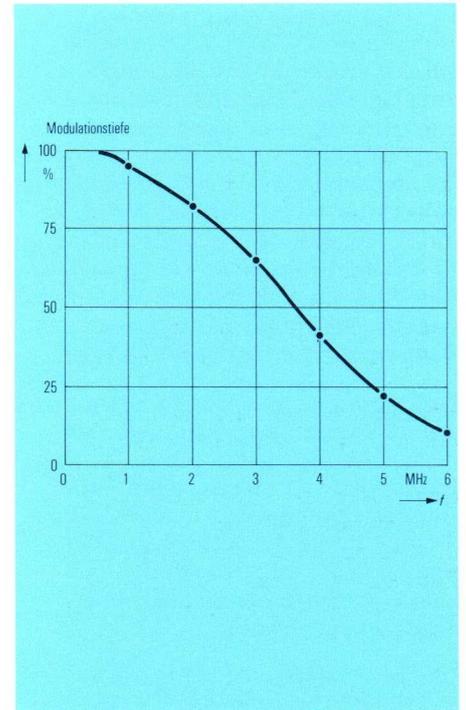
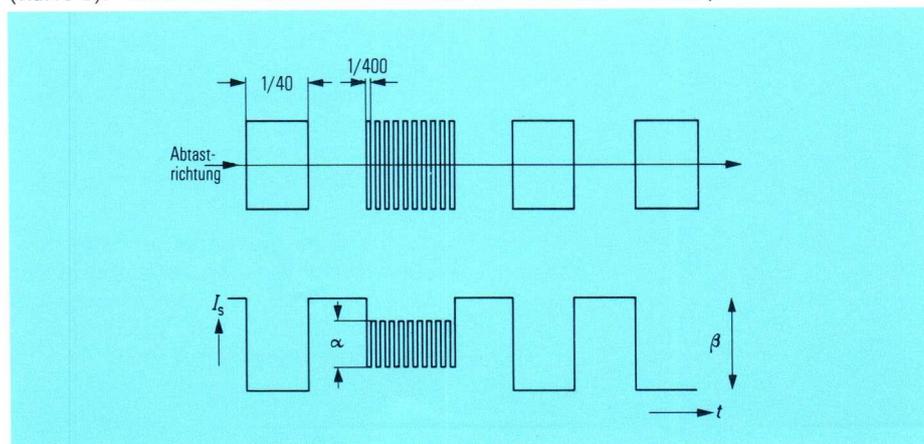


Bild 18 Modulationstiefe des Vidikons XQ 1200 in Abhängigkeit von den in Frequenzen geeichten Streifengruppen

**Schrifttum**

- [1] Crowell, M. H.; Labuda, E. F.: The silicon diode array camera tube. Bell. Syst. techn. 48 (1969) S. 1481 bis 1528
- [2] Gordon, E. J.: Review of the operation of the silicon camera tube. Proc. Camera Tube Symposium 1969, Bell Telephone Labs., S. 13 bis 28
- [3] Crowell, M. H.; Gordon, E. J.: A charge storage target for electron image sensing. Bell. Syst. techn. 47 (1968) S. 1855 bis 1873
- [4] Dommaschk, W.: Über Eigenschaften und Dimensionierung von Speichergittersystemen für Sichtspeicherröhren. Z. angew. Phys. 18 (1964) S. 233 bis 241

# Die EIC-Röhre XQ 1330 – eine neue Fernsehkameraröhre

## Aufbau und Wirkungsweise

Die EIC-Röhre XQ 1330 besteht aus dem elektronenoptischen Abbildungsteil, dem Target und der Elektronenkanone (Bild 1). Die Innenseite der Frontscheibe des elektronenoptischen Abbildungsteiles trägt eine Photokathode, die das Licht des aufprojizierten Bildes in Photoelektronen umwandelt. Mit Hilfe einer elektrostatischen Linse werden die Photoelektronen auf das Target beschleunigt und fokussiert.

Das Target ist eine dünne Siliziumscheibe mit einem Raster aus sehr dicht nebeneinander angeordneten Dioden auf der abgetasteten Seite. Die beschleunigten Primärelektronen dringen in die Siliziumscheibe ein und erzeugen dort Elektronenlochpaare, die zur Signalbildung maßgebend sind (Bild 2).

Der scharf gebündelte Strahl der Elektronenkanone tastet die Siliziumscheibe zeilenweise ab. Das Potential der Targetoberfläche wird auf Kathodenpotential stabilisiert, weil weniger Sekundärelektronen die Targetoberfläche verlassen, als Strahlelektronen auf ihr auftreffen. Die rückseitige Elektrode des Siliziumtargets hat eine positive Spannung  $U_T$  von etwa 10 V gegenüber der Strahlkathode, d. h., die PN-Übergänge der Dioden sind gesperrt. Die von den Primärelektronen erzeugten Löcher im N-Silizium diffundieren in die Verarmungsschicht, werden über den PN-Übergang geschwemmt und erhöhen das Potential der P-Zone. Diese Potentialerhöhung ist annähernd proportional zur Zahl der einfallenden Primärelektronen und damit zur Lichtintensität im jeweiligen äquivalenten Bildpunkt. Beim nachfolgenden Abtastprozeß bringt der Elektronenstrahl das Oberflächenpotential wieder auf Kathodenpoten-

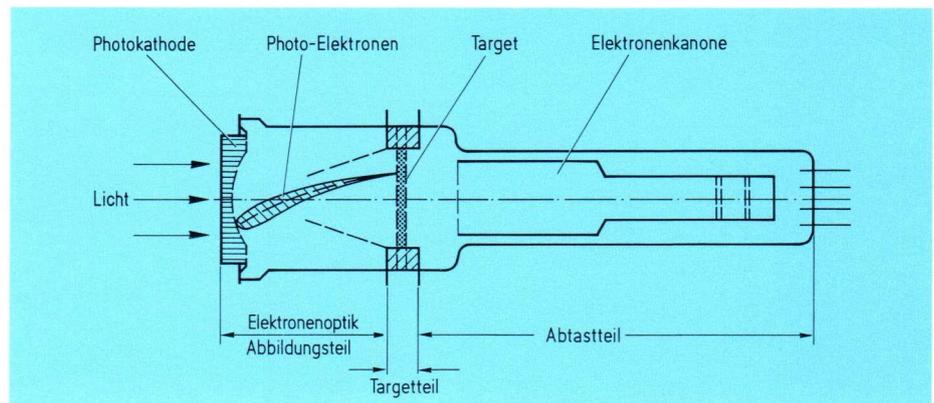


Bild 1 Schematische Darstellung einer EIC-Röhre

tial. Den dabei entstehenden Stromimpuls kann man an der Targetelektrode abnehmen.

Der beschriebene Signalerzeugungsmechanismus, also die Erhöhung der Leitfähigkeit der Sperrschicht, führte zum Namen der Kameraröhre. EIC bedeutet Electron Induced Conductivity.

Zur Erzeugung eines Elektronenlochpaares, und somit zur Erzeugung eines ausnutzbaren freien Ladungsträgers, benötigt man theoretisch 3,5 eV. Da die Beschleunigungsspannung der Photoelektronen einige Kilovolt beträgt, ist mit einer beträchtlichen Verstärkung der Primärelektronen im Siliziumtarget zu rechnen.

## Empfindlichkeit der Photokathode

Die spektrale Empfindlichkeit der Photokathode der Röhre XQ 1330 entspricht der der standardisierten Kathode S 20 R (Bild 3). Eine typische Integralempfindlichkeit für weißes Licht beträgt mindestens 150  $\mu\text{A}/\text{lm}$ . Die Spitzenempfindlichkeit liegt bei etwa 400 nm und die langwellige Grenze der Photokathode im nahen Infrarot bei 850 bis 900 nm.

Die gute Quantenausbeute der Photokathode und die hohe Verstärkung der Primärelektronen im Target ergeben eine Empfindlichkeit der EIC-Röhre von mindestens 450  $\text{mA}/\text{lm}$ .

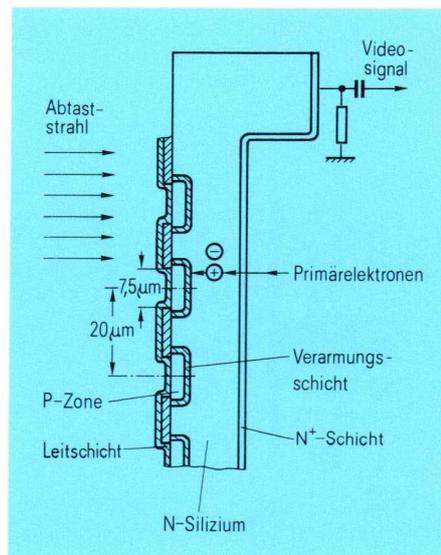
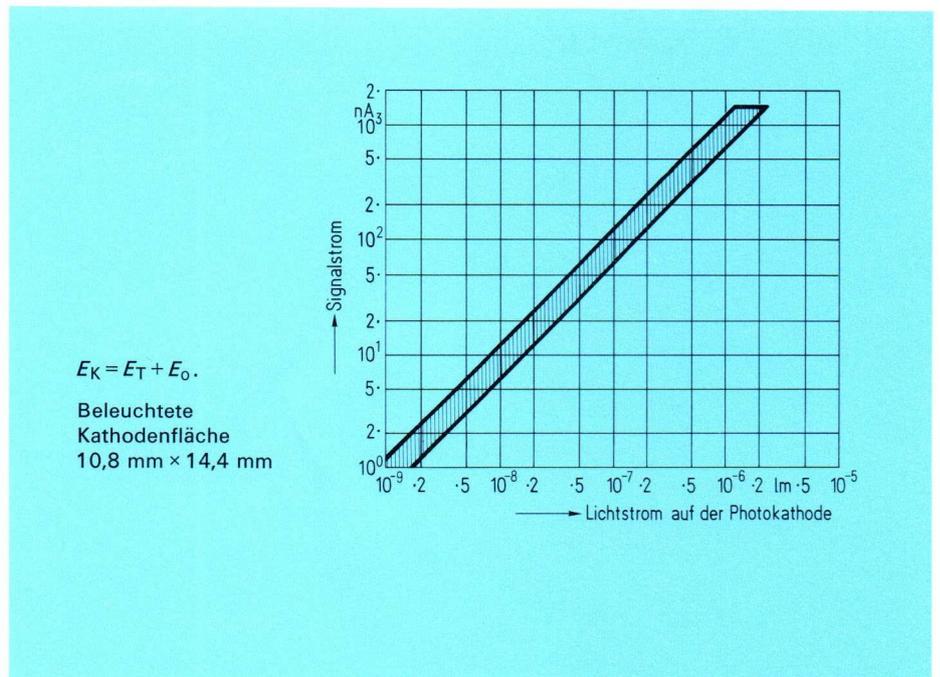


Bild 2 Multidiodentarget

Bild 4  
Übertragungscharakteristik einer EIC-Röhre  
XQ 1330



### Signalkennlinie

Die Übertragungscharakteristik der nach dem europäischen Fernsehstandard betriebenen EIC-Röhre ist in Bild 4 dargestellt. Diese Kurve zeigt die Abhängigkeit des Signalstroms vom Lichtstrom, der von der Photokathode ausgenutzt wird. Die Röhrenparameter, wie Strahlstrom, Targetspannung, Beschleunigungsspannung für die Primärelektronen sind optimal eingestellt.

Der Gammawert beträgt im allgemeinen 1, manchmal etwas weniger. Für hohe Beleuchtungsstärken knickt die Kurve scharf in einen Sättigungswert ab. Die Höhe des Signalstroms bei Eintritt in den Sättigungsbereich hängt von der angelegten Targetspannung ab. Dieser Effekt ist dadurch zu erklären, daß die Targetkapazität u. a. durch die Diodensperschichtkapazität gegeben ist. Diese vorge-

gebene Kapazität wird durch eine bestimmte Targetspannung mit einer bestimmten Ladungsmenge aufgefüllt. Ist diese Ladungsmenge durch Bestrahlung mit Primärelektronen abgeführt, so kann keine weitere Erhöhung des Signalstroms eintreten. Mit 200 nA Signalstrom und bei einem Vorverstärker mit 5 nA Rauscheinströmung (bewertet) läßt sich bei einer Bandbreite von 5 MHz ein Signal-Rausch-Verhältnis von 40:1 leicht erreichen.

### Automatische Verstärkungsregelung

Die Verstärkung der Primärelektronen im Target, also die Zahl der je Primärelektronen erzeugten Löcher, hängt linear von der am Target wirksamen Energie  $E_T$  der Primärelektronen ab.  $E_T$  ist dabei gleich der Energie der

Primärelektronen  $E_K = e \cdot U_K$ , vermindert um eine Verlustenergie  $e \cdot U_0$ . Diese geht an der Oberfläche des Siliziumtargets verloren und beträgt etwa 2 bis 3 keV.

Aus Bild 5 ist zu entnehmen, daß die Verstärkung von z. B. 10 bei  $E_T = 35$  eV erreicht wird. Für die Erzeugung eines Elektronenlochpaares werden also 3,5 eV benötigt. Die Verstärkung und damit der Signalstrom bei konstantem Primärstrom hängt linear von der Energie  $E_T$  ab. Diese Kennlinie zeigt die Möglichkeit zur Verstärkungsregelung in weiten Grenzen.

Die Kathodenspannung wird nach oben durch die Spannungsfestigkeit der Röhre auf maximal 15 kV begrenzt. Nach unten bildet die Verlustenergie  $e \cdot U_0$  eine Grenze. Es ist aber nicht sinnvoll, die Kathodenspannung bis auf diesen Wert zu ver-

Bild 3  
Spektrale Verteilung der Empfindlichkeit der Photokathode

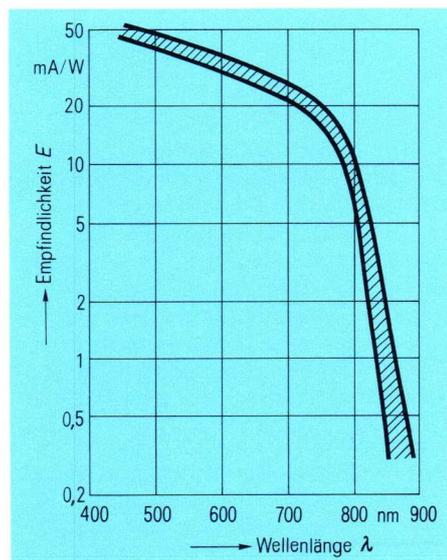
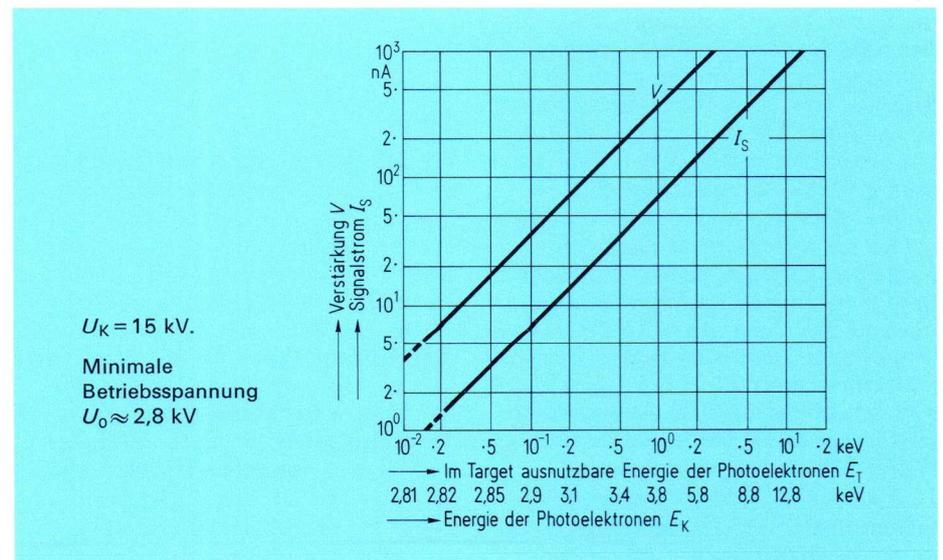


Bild 5  
Verstärkung  $V$  und Signalstrom  $I_s$  als Funktion der Energie der anregenden Elektronen  $E_K$  und der ausnutzbaren Energie  $E_T$



mindern, weil sich in der Nähe von  $U_0$  Targetfehler stark bemerkbar machen und die Röhre auch ein geringeres Auflösungsvermögen hat. Als untere Spannung wird deshalb 3,5 bis 4 kV empfohlen.

### Auflösung

Die Grenzauflösung der EIC-Röhre XQ 1330 beträgt 7,5 MHz bzw. 30 lp/mm auf der Photokathode, sofern ein Signalstrom von mehr als 200 nA erzeugt wird. Die EIC-Röhre wird aber besonders bei so kleinen Beleuchtungsstärken eingesetzt, daß dieser hohe Signalstrom nicht mehr erreicht wird. Dann nimmt die Auflösung ab, weil das Signal-Rausch-Verhältnis (S/N) mit abnehmender Beleuchtungsstärke ebenfalls abnimmt. S/N wird sowohl vom Rauschpegel des Verstärkers als auch bereits durch die Statistik der einfallenden Photonen, also durch die Schwankungserscheinungen der Lichtintensität bestimmt. Unter diesen Bedingungen ist es verständlich, daß bei Objektkontrasten von weniger als 100% der S/N-Wert nochmals verschlechtert wird. Normalerweise wird ein Kontrast von etwa 30% angetroffen, ein 10%iger Kontrast tritt besonders bei getarnten Objekten auf. Deshalb sind in Bild 6 die Grenzauflösungswerte als Funktion der Beleuchtungsstärke für verschiedene Kontraste dargestellt. Die Auflösung wird hier in lp/mm auf der Photokathode gemessen. Da diese Angaben oft etwas ungewohnt sind, wird in Bild 7 die Grenzauflösung für 100% Objekt-kontrast nochmals dargestellt, jedoch jetzt in Fernsehzeilen/Bildhöhe bzw. in MHz gemessen, und zwar bei 10 MHz Bandbreite und einer nicht bewerteten 30-nA-Rauscheinströmung am Eingang des Vorverstärkers.

$E = 210 \mu\text{A/lm}$ ,  
 $U_K = 10 \text{ kV}$ ,  
 $U_T = 10 \text{ V}$

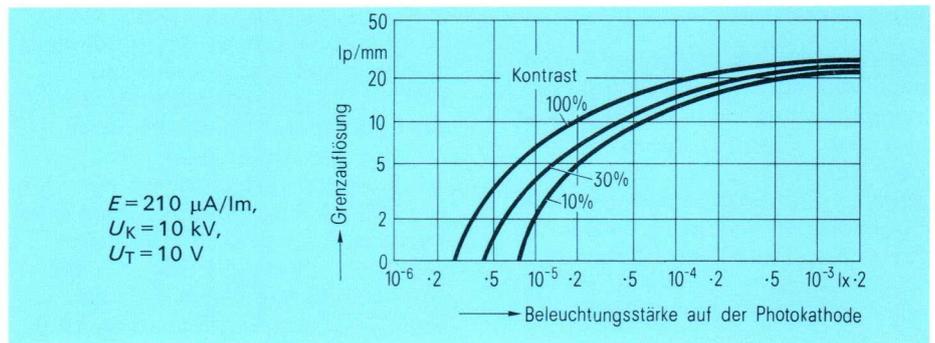


Bild 6  
 Grenzauflösung lp/mm als Funktion der Beleuchtungsstärke

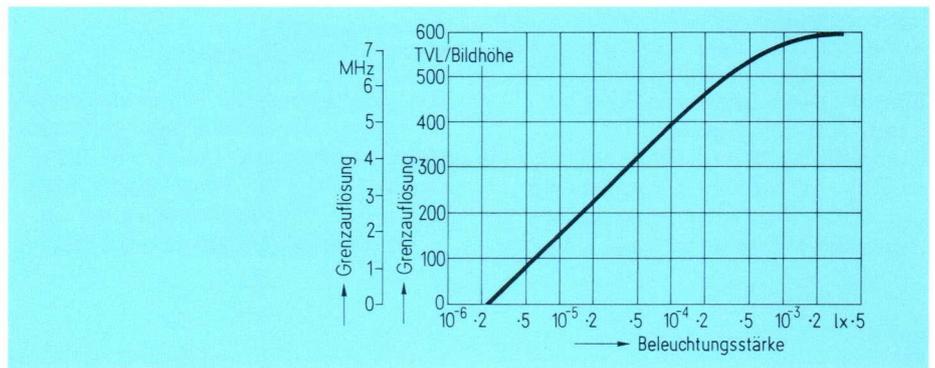


Bild 7  
 Grenzauflösung in MHz und TVL/Bildhöhe als Funktion der Beleuchtungsstärke

### Trägheit

Die Signalerzeugung folgt Helligkeitsänderungen in einer Szenerie nicht trägheitsfrei, was jedoch nicht durch die Photoleitungsträgheit verursacht wird. Die Lebensdauer der Löcher im Target ist nämlich klein gegenüber 40 ms, der Zeitdauer einer vollständigen Abtastung des Targets. Die Trägheit wird vielmehr durch die Größe des Strahlwiderstandes und die Targetkapazität bestimmt. Letztere ist u. a. durch die Sperrschichtkapazität der Dioden und durch die Kapazität zwischen der  $\text{SiO}_2$ -Oberfläche und der Siliziumbasis gegeben.

Beide Kapazitäten hängen von der Spannungsdifferenz zwischen Oberfläche und Basiselektrode ab; deshalb vermindert sich die Größe des Restsignals mit zunehmender Targetspannung. Bild 8 zeigt das Restsignal als Funktion der Zeit nach dem Abschalten der Beleuchtung, mit der Targetspannung  $U_T$  als Parameter. Der Einfluß der Targetspannung ist deutlich erkennbar, läßt allerdings ab 10 bis 12 V nach.

Das Restsignal hängt nur wenig vom Signalstrom ab; dies zeigt Bild 9, in dem das Restsignal mit dem Signalstrom als Parameter aufgetragen ist.

### Dunkelstrom

Der Dunkelstrom einer EIC-Röhre wird durch den Sperrstrom der Dioden bestimmt. Für 10 V Targetspannung beträgt bei 30 °C der Dunkelstrom zwischen 25 und 35 nA (Bild 10). Der Dunkelstrom ist sehr stark temperaturabhängig, bei Temperaturerhöhung um 9 K verdoppelt er sich etwa. Da er ziemlich gleichmäßig auf dem ganzen Target auftritt, kann man eine Dunkelstromkompensation vornehmen.

### Bildqualität

Innerhalb des empfohlenen Arbeitsbereiches erzeugt die EIC-Röhre keine Störsignale durch Rückverteilung der Elektronen auf der vom Elektronenstrahl abgetasteten Seite des Targets. Das einem Bildpunkt zugeordnete Signal wird nur sehr wenig durch die Potentiale in der Umgebung dieses Bildpunktes beeinflusst. Daher ist die EIC-Röhre frei von Haloeffekten. Punktlichtquellen

in der Szene führen nur zu geringfügigen Überstrahlungen in der Nähe dieser Punktquelle.

Sehr helle Bildpartien in dunkler Umgebung können leicht aufquellen, wenn der Signalstrom in den hellen Stellen auf z. B. 400 bis 500 nA ansteigt. Auf der Targetoberfläche treten dann dicht benachbart sehr große Potentialunterschiede auf, die den Abtaststrahl ablenken.

Die EIC-Röhre ist außergewöhnlich überlastungssicher. Das Target erleidet keinen Schaden, wenn die mit einer EIC-Röhre ausgestattete Kamera mit einer weit geöffneten Optik direkt auf eine sehr helle Punktlichtquelle, z. B. Autoscheinwerfer, gerichtet ist. Eine Regelung der Hochspannung aus Sicherheitsgründen ist also nicht notwendig. Um jedoch störende Signalgrößen zu vermeiden, ist es sinnvoll, die Kathodenspannung zu regeln. Die übrigen Qualitätsmerkmale, wie Gleichmäßigkeit, Trägheit und Auflösung, werden davon nicht wesentlich beeinflusst.

### Vergleich der EIC-Röhre mit der SEC-Röhre

Die Eigenschaften beider Röhren werden durch die Eigenschaften des Targets bestimmt. Bei beiden Röhrentypen findet im Target eine Verstärkung der Primärelektronen statt. Der Verstärkungsfaktor liegt bei der SEC-Röhre bei etwa 100, bei der EIC-Röhre bei etwa 3000. Den Nachteil der geringeren Verstärkung macht die SEC-Röhre gegebenenfalls durch ihre Integrationeigenschaften wieder wett. Mit der SEC-Röhre ist es aufgrund des nicht vorhandenen Dunkelstroms im Target möglich, Ladungen über Stunden hinweg zu integrieren und zu speichern. Es lassen sich dadurch Empfindlichkeitssteigerungen bei der Beobachtung stehender Bilder um einen Faktor 100000 und mehr erreichen. Durch den merklichen und zusätzlich noch temperaturabhängigen Dunkelstrom des Siliziumtargets ist mit der EIC-Röhre keine Integration oder Speicherung möglich.

Bild 8  
Restsignal als Funktion der Zeit nach Abschalten der Belichtung mit der Targetspannung  $U_T$  als Parameter

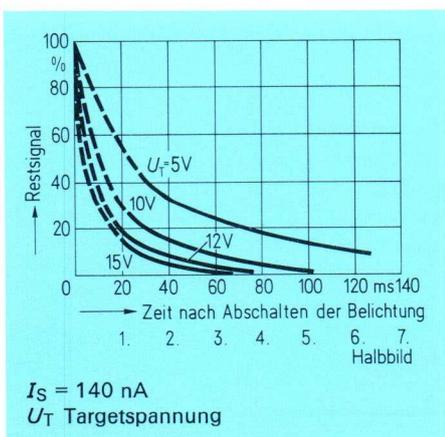


Bild 9  
Restsignal als Funktion der Zeit nach Abschalten der Belichtung mit dem Signalstrom  $I_s$  als Parameter

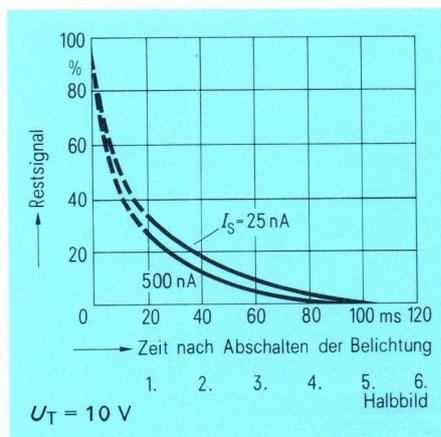
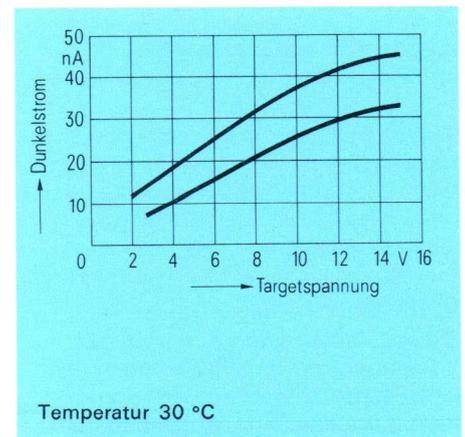


Bild 10  
Abhängigkeit des Dunkelstroms von der Targetspannung



Der wesentliche Vorteil der EIC-Röhre, die sehr große Unempfindlichkeit gegen Überlastung, wurde bereits erwähnt. Die Gefahr von Einbrennschäden ist sehr gering. Die Trägheit beider Röhrentypen ist niedrig. Die SEC-Röhre ist hier der EIC-Röhre etwas überlegen. Die EIC-Röhre hat unterhalb eines Sättigungswertes eine lineare Übertragungskennlinie mit einem Gamma-wert von 1. Bei der SEC-Röhre variiert der Gammawert zwischen 1 für sehr kleine Signale und etwa 0,5 für hohe Signale.

Die spektrale Verteilung der Empfindlichkeit wird ausschließlich durch die Photokathodensorte bestimmt. In beiden Röhrentypen wird normalerweise der S 20 R-Typ verwendet. Modifikationen sind möglich.

Die SEC-Röhre kann in einem Beleuchtungsbereich von ungefähr einem bis etwa  $10^{-3}$  lx eingesetzt werden. Die EIC-Röhre arbeitet dagegen bei Beleuchtungsstärken, die um etwa den Faktor 30 niedriger sind.

Die genannten wesentlichsten Eigenschaften der beiden Röhren bestimmen auch die Einsatzgebiete. Beide Röhren können mit oder ohne vorgeschaltetem zusätzlichen Bildverstärker für zahlreiche Nachtsehaufgaben eingesetzt werden. Die stoßfeste Ausführung der Röhren ist für die meisten Verwendungen von Vorteil. Eine weitere Anwendung ist die allgemeine Überwachung von Gebäuden, Parkplätzen, Lagerplätzen usw. bei Nacht. Die Überlastungssicherheit der EIC-Röhre macht sie besonders für Tag- und Nachtbetrieb geeignet.

Dieser Vorzug kann auch bei der Überwachung des fließenden Verkehrs genutzt werden. Hier treten immer wieder Schwierigkeiten auf,

weil einmal die Beleuchtungsstärke der Szene zwischen hellem Sonnenschein und Nacht um einen Faktor  $10^5$  bis  $10^6$  schwanken kann und weil es durchaus möglich ist, daß Fahrzeugscheinwerfer direkt in die Kamera hineinstrahlen. Die hohe Empfindlichkeit und ihre Regelmöglichkeit über die Veränderung der Beschleunigungsspannung der Photoelektronen macht die EIC-Röhre besonders für diese und ähnliche Aufgaben geeignet.

Auch bei dieser Anwendung ist das weitgehende Freisein von Haloeffekten wichtig. Die Temperaturabhängigkeit des Dunkelstroms läßt sich mit elektronischen Mitteln gut kompensieren.

Zuletzt sei noch der Einsatz der Röhre im Farbfernsehen erwähnt. Besonders für eine Farbkamera mit Farbstreifenfiltern ist die EIC-Röhre sehr geeignet. Da die Röhre einen Faseroptikeingang hat, ist der direkte Kontakt zum vorgeschalteten Farbstreifenfilter leicht herzustellen.

### Daten der EIC-Röhre XQ 1330

#### Allgemeine Daten

Frontplatte	Fiberoptik
Fiberdurchmesser	7 $\mu$ m
Numerische Apertur	1,1
Ausnutzbarer Durchmesser	18 mm
Photokathode	S 20 R
Elektronenoptischer Abbildungsteil	
Fokussierung	elektrostatisch
Bauart	Diode
Abbildungsverhältnis	1:1
Targetkapazität gegen alle anderen Elektroden	etwa 20 pF
Abtastteil	
Fokussierung	magnetisch
Ablenkung	magnetisch
Kathode	indirekt geheizt
Sockel	EIA E 8 11
Fassung	8polig spezial
Gesamtlänge	185,5 mm
Maximaler Durchmesser	54,0 mm
Durchmesser des Abtastteils	26,0 mm
Betriebslage	beliebig

#### Betriebsdaten

Bildgröße	10,8 mm $\times$ 14,4 mm	
	maximaler Wert	typischer Wert
Photokathodenspannung	— 12,0 kV	— 10,0 kV
Anodenspannung	0 kV	0 kV
Targetspannung	20 V	5 bis 15 V
Gitter-4-Spannung	500 V	260 V
Gitter-3-Spannung	350 V	260 V
Gitter-2-Spannung	350 V	300 V
Gitter-1-Spannung	— 150 V	— 35 V
Heizspannung	6,6 V	6,3 V
Heizstrom	—	0,3 A
Kathodenspannung	—	0 V
Magnetisches Fokussierfeld	—	$4 \cdot 10^{-3}$ T*
Magnetisches Korrekturfeld	—	0 bis $4 \cdot 10^{-4}$ T
Maximaler Signalstrom	1000 nA	500 nA

\* T Tesla

# XS 1000 – schnelle Signalspeicherröhre mit langer Lesezeit

Eine elektrische Signalspeicherröhre ist eine Elektronenröhre, die eine Information als elektrisches Signal aufnimmt und nach einer bestimmten Zeit, die zwischen Sekundenbruchteilen und Monaten liegen kann, als elektrisches Signal abgibt. Die Zeit der Informationsabgabe — die Lesezeit — kann verschieden oder gleich der Zeit der Informationseingabe — der Schreibzeit — sein. Die Informationsabgabe kann außerdem oft wiederholt werden. Unter Information sind hier alphanumerische Zeichen oder Grautombilder zu verstehen.

Lange Speicher- und Lesezeit, große Schreibgeschwindigkeit und hohe Auflösung kennzeichnen die Siemens-Signalspeicherröhre XS 1000. Sie hat im Vergleich zu anderen Speicherröhren eine sehr kleine Bauform, ist mechanisch und elektrisch besonders robust und kommt mit niedrigen Betriebsspannungen aus.

Beim industriellen Fernsehen eignet sich die Siemens-Signalspeicherröhre zur Langsamübertragung von Einzelbildern (Schecks, Zeichnungen usw.). In Sichtgeräten der Datentechnik ersetzt die Röhre kostensparend den Bildwiederholpeicher. Ihre Fähigkeit, Bilder zu addieren, macht sie in der Medizin für viele Meßtechniken interessant.

## Aufbau und Wirkungsweise

Bei allen bisher bekannten elektrischen Signalspeicherröhren [1, 2] errichtet der Elektronenstrahl auf einer isolierenden Schicht ein Ladungsgebirge (Schreibvorgang), das zur Modulation des Ausgangssignals verwendet (Lesevorgang) und schließlich abgebaut wird (Löschvorgang). Diese Röhren unterscheiden sich in der physikalischen und technischen Verwirklichung des Schreib-, des Lese- und des Löschvorgangs.

Die isolierende Schicht der meisten Röhren bedeckt homogen entweder eine Metallplatte [3] oder ein Netz hoher Maschenzahl [4]. Beide Ausführungen haben den Nachteil, daß homogene Speicherschichten nur gering auflösen und nur kurzzeitig speichern. Netze mit hoher Maschenzahl sind außerdem noch einbrennempfindlich und nicht robust genug. Bei der neuen Siemens-Signalspeicherröhre wird als isolierende Schicht Siliziumdioxid verwendet: Aus einer thermisch erzeugten Siliziumdioxidschicht wird unter Anwendung der

Ätz-Masken-Technik ein Mosaik aus einzelnen Siliziumdioxidzäpfchen gewonnen.

Bild 1 zeigt den grundsätzlichen Aufbau der Siemens-Signalspeicherröhre XS 1000. Sie enthält ein Strahlensystem zur Erzeugung des Elektronenstrahls  $i_p$  und das Target T, bestehend aus der isolierenden Schicht in Form von  $\text{SiO}_2$ -Isolatorzäpfchen und deren Träger aus Silizium. Außerhalb der Röhre befinden sich die Fokussier- und Ablenkspulen.

Das Strahlensystem enthält die indirekt geheizte Kathode K, die Steuerelektrode W, die Beschleunigungsanode A, den Anodenzylinder G und das Feldnetz F. Die Elektrode W bestimmt die Strahlstromstärke  $i_p$ , und die Anode A begrenzt den Strahlquerschnitt. Der Strahl wird in dem von elektrischen Feldern freien Raum des Zylinders G durch die magnetischen Felder abgelenkt und zeilenweise über das Target bewegt. Das Netz F bildet mit dem Zylinder G eine Elektronenlinse, die den Strahl senkrecht auf das Target fokussiert.

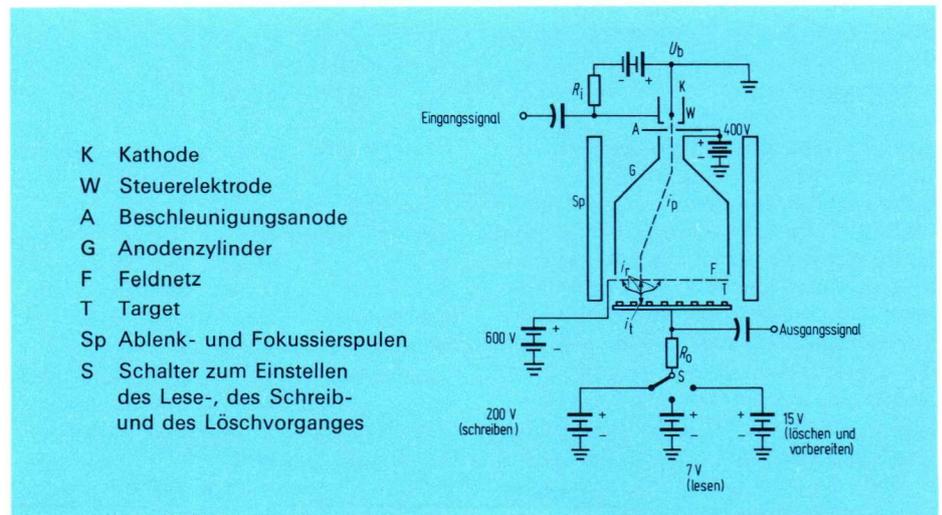
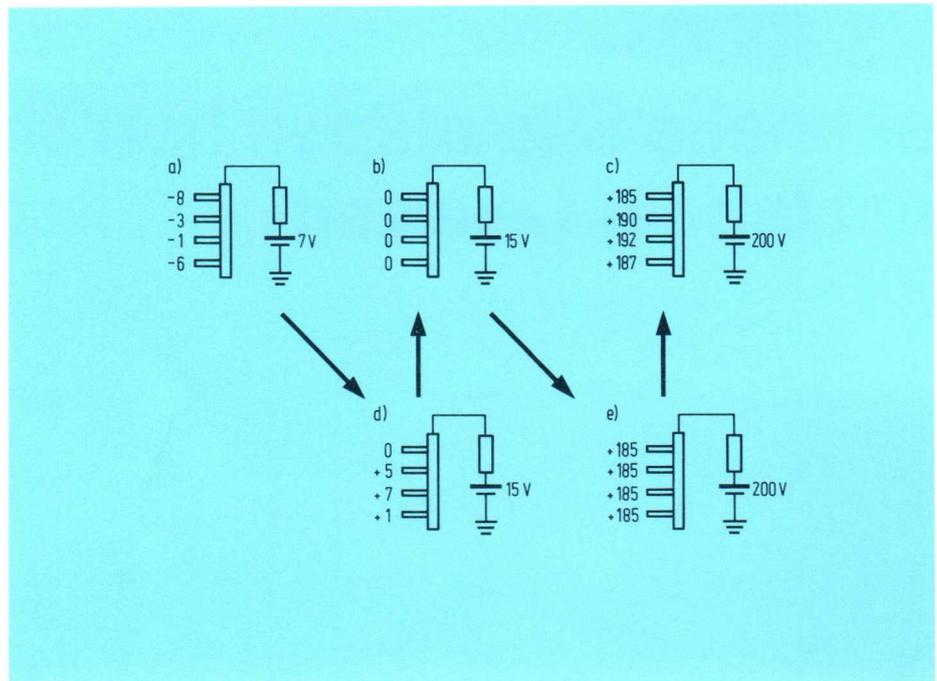


Bild 1  
Aufbau der Signalspeicherröhre

Bild 2  
Oberflächenpotentiale auf den Isolatorzäpfchen während des Lese- (a), des Schreib- (c und e), des Lösch- und des Vorbereitungsvorganges (b und d)



Zum Verständnis des Schreib-, des Lese- und des Löschvorganges betrachte man die Potentiale des Targets mit dem Widerstand  $R_0$  und der Gleichspannungsquelle (Bild 2). Alle Spannungsangaben beziehen sich auf Kathodenpotential.

Die Oberflächen der Isolatorzäpfchen haben Kathodenpotential, d. h. Nullpotential, und der Träger hat +15 V (Bild 2b). Die Erhöhung der Trägerpotentialspannung von +15 auf +200 V bei abgeschaltetem Elektronenstrahl leitet den Schreibvorgang ein (Bild 2e). Da die Potentialdifferenz zwischen Zäpfchenoberfläche und Träger erhalten bleibt, laden sich die Zäpfchenoberflächen bis +185 V auf. Wird nun der Elektronenstrahl, den die Elektrode W mit dem einzuschreibenden Signal moduliert, zeilenweise über das Target geführt, so erzeugen die mit einer Energie von 185 eV auftreffenden Elektronen mehr Sekundärelektronen, als Primärelektronen auftreffen. Der Träger fängt diese Sekundärelektronen ein. Je nach Anzahl der Primärelektronen — entsprechend der Modulation des Strahls — nähern sich die Oberflächenpotentiale der Zäpfchen mehr oder weniger dem Trägerpotential (Bild 2c). Der Schreibvorgang ist abgeschlossen, der Elektronenstrahl wird abgeschaltet und die Trägerpotentialspannung so abgesenkt, daß keine Zäpfchenoberfläche ein positives Potential hat. In unserem Beispiel beträgt die Trägerspannung +7 V (Bild 2a). Beim Lesevorgang (Bild 2a) tastet der jetzt unmodulierte Elektronenstrahl zeilenweise das Target ab, aber wegen der negativen Potentiale können keine Strahlenelektronen auf der Zäpfchenoberfläche landen. Außerdem bestimmen die negativen Potentiale (ähnlich der Wirkung eines Triodengitters) die Anzahl der Elektronen, die zum Träger gelangen und den Ausgangssignalstrom bilden.

Zum Löschen (Bild 2d) wird das Trägerpotential wieder auf 15 V erhöht, womit die Oberflächenpotentiale 0 V erreichen oder übersteigen (Bild 2d). Jetzt ist die Auftreffenergie so gering, daß weniger Sekundärelektronen entstehen, als Primärelektronen auf den Zäpfchenoberflächen landen. Dadurch erhalten die Zäpfchenoberflächen Kathodenpotential, und ein neuer Schreibvorgang beginnt. Das Abschalten des Elektronenstrahls nach dem Schreib-, dem Lese- und dem Löschvorgang entfällt, wenn sich die Spannung an der Elektrode W und am Target genügend schnell ändert.

### Eigenschaften der Röhre

#### Schreibgeschwindigkeit

Die Geschwindigkeit des Elektronenstrahls in der Targetoberfläche, bei der während des Schreibvorgangs die Potentiale der Zäpfchenoberflächen auf einen solchen Wert  $\Delta U$  steigen, daß beim Lesen der Signalstrom größer als 100 nA ist, heißt Schreibgeschwindigkeit  $v_s$ . Die meisten Anwendungen der Röhre erfordern eine hohe Schreibgeschwindigkeit. Es gilt

$$v_s = \frac{i_p (\delta - 1) d}{C \Delta U}$$

( $\delta$  Sekundäremissionsfaktor,  $d$  Strahldurchmesser,  $C$  Kapazität der Speicherzäpfchen.)

Bei der Siemens-Signalspeicherröhre ist  $v_{s\max} = 10^6 \text{ cm s}^{-1}$ . Hohe Auflösung verlangt einen möglichst kleinen Strahlstrom  $i_p$  und Strahldurchmesser  $d$ . Eine große Schreibgeschwindigkeit  $v_s$  erfordert es,  $\delta$  durch Wahl einer hohen Schreibspannung groß zu machen und  $C$  durch eine bestimmte Geometrie des Targets klein zu halten. Bild 3a zeigt  $\text{SiO}_2$ -Zäpfchen in regelmäßigen Ab-

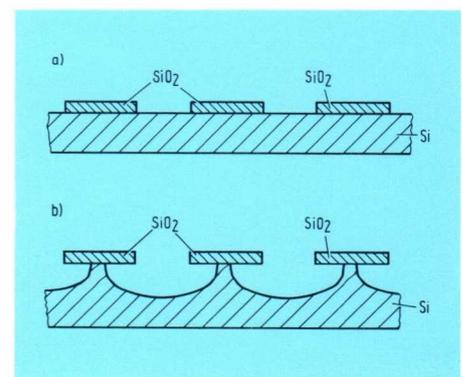
ständen auf einer Silizium-Scheibe. Die Kapazität jedes Zäpfchens ist proportional der Berührungsfläche, die das Zäpfchen mit dem Siliziumträger bildet. Sie läßt sich vermindern, indem die Zäpfchen unterätzt werden (Bild 3b).

#### Speicherzeit

Nach Beendigung des Schreibvorgangs wird das Ladungsgebirge auf den Isolatorzäpfchen wegen des endlichen Isolationswiderstandes nicht unbegrenzt lange bestehenbleiben. Die Oberflächenpotentiale als Funktion der Zeit  $t$  sinken proportional  $e^{-t/RC}$ , wobei  $R$  den Isolationswiderstand bedeutet. Selbst wenn  $C$  sehr klein ist (etwa  $10^{-5} \text{ pF}$ ), macht der spezifische Widerstand von  $\text{SiO}_2$  (etwa  $10^{20} \text{ } \Omega \text{ cm}$ ) das Produkt  $RC$  sehr groß.

Speicherzeit  $t_s$  heißt die Zeit, in der nach Beendigung des Schreibvorgangs und gleichzeitigem Abschalten des Strahls die Oberflächenpotentiale der Speicherzäpfchen auf  $1/e$  abgenommen haben. Sie beträgt bei der Siemens-Signalspeicherröhre mehr als 100 Tage.

Bild 3  
Targetstrukturen ohne (a) und mit (b) unterätzten  $\text{SiO}_2$ -Zäpfchen



### Lesezeit

Wie gezeigt wurde, bleiben die Oberflächenpotentiale während des Lesevorgangs negativ und können daher vom Lesestrahl nicht verändert werden. Die Veränderung der Oberflächenpotentiale durch positive Ionen begrenzt die Lesezeit. Als Lesezeit definiert man die Zeit, in der das Oberflächenpotential der Isolatorzäpfchen, das den Elektronenstrom zum Träger bestimmt, so verändert ist, daß der Spitze-Spitze-Signalstrom einer eingeschriebenen Schwarzweiß-Streifengruppe um 50% abgenommen hat. Die Lesezeit ist somit in erster Linie eine Funktion des Strahlstroms, des Vakuums und der Targetanordnung. Gutes Vakuum und hohe positive Feldnetzspannung, die die positiven Ionen vom Target abschirmt, versprechen eine große Lesezeit. Sie beträgt bei der Siemens-Signalspeicherröhre mindestens 15 min.

### Löschzeit

Die Löschzeit ist die Zeit, in der der Elektronenstrahl die Oberflächenpotentiale der Zäpfchen während des Löschens so weit dem Kathodenpotential angenähert hat, daß bei einem nachfolgenden Lesevorgang nur noch weniger als 5% des maximalen Signalstroms fließen.

Für die Löschzeit gilt in erster Näherung

$$t_1 = \frac{UC}{i_p} \frac{1}{(\tau f)}$$

$f$  bedeutet die Bildfrequenz und  $\tau$  die Verweilzeit des Strahles auf einem Zäpfchen. Wegen der Richtungsverteilung der Elektronen im Strahl muß das Oberflächenpotential  $U \geq 0,5$  V angenommen werden. Die Löschzeit beträgt bei der beschriebenen Röhre 40 bis 120 ms.

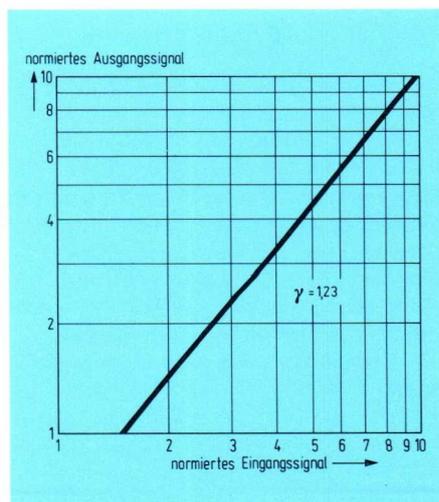
### Grautonspeicherung

Zwischen dem Ausgangssignal  $I_S$  und dem Eingangssignal  $U_W$  besteht der Zusammenhang  $I_S = K U_W^\gamma$ .

Eine Grautonspeicherung setzt voraus, daß das Ausgangssignal  $I_S$  proportional zum Eingangssignal  $U_W$  ist. Es muß also in der Gleichung  $I_S = K U_W^\gamma$  die Größe  $K$  konstant und  $\gamma = 1$  sein. Als Eingangssignal dient die auf die Isolatoroberflächen während des Schreibvorgangs gelangende Ladung  $Q$ . Bei  $v_s = \text{konst.}$  gilt  $Q \sim i_p$ . Der Strahlstrom wächst aber überproportional zur Elektrodenspannung  $U_W$ :

$i_p = k U_W^x$ , mit  $x > 1$  und  $k = \text{konst.}$  Daher erwartet man  $\gamma > 1$  für die Funktion  $I_S = K U_W^\gamma$  (Bild 4).

Die Zahl der speicherbaren Graustufen ist gleich der Zahl der Treppen mit gleicher Potentialdifferenz einer Treppenspannung, die auf dem Target gespeichert und beim Lesen unterscheidbar ausgelesen werden können. Das Schwarz- und das Weißsignal wird dabei als Graustufe mitgezählt. Die XS 1000 speichert mindestens 11 Graustufen.



### Auflösung

Unter der Annahme einer Gaußschen Verteilung der Strahlstromdichte beträgt der Abstand  $a$  zweier benachbarter Zeilenmaxima bei einer 50prozentigen Modulationstiefe [5]  $a = [5,61 (d/2)^2 + 1,79 a_s^2]^{1/2}$  ( $d$  Strahldurchmesser,  $a_s$  Abstand zweier benachbarter Zäpfchen).  $d = 35 \mu\text{m}$  und  $a_s = 15 \mu\text{m}$  ergeben  $a = 4,5 \cdot 10^{-3}$  cm, d.h., es werden 220 Zeilenperioden oder 440 Zeilen je Zentimeter aufgelöst. Bei vorgegebener Targetgröße wird die Auflösung vorwiegend durch den Strahldurchmesser begrenzt.

### Schrifttum

- [1] Kazan, B.; Knoll, M.: Electronic image storage. New York und London: Academic Press 1968, S. 134 bis 189
- [2] Silver, R.; Luedicke, E.: The silicon dioxide storage tube. Proc. IEEE 58 (1970) S. 245 und 246
- [3] Siehe [1] S. 142 bis 147
- [4] RCA-Datenblatt von C 22017 Alphecon
- [5] Dommaschk, W.: Über Eigenschaften und Dimensionierung von Speichergittersystemen für Sichtspeicherröhren. Z. angew. Phys. 18 (1964) S. 233 bis 241

Bild 4  
Übertragungsfunktion  
der Signalspeicherröhre

# Vidicon Camera Tubes

## Design and Mode of Operation

The picture transmitted is transposed by the photoconductive layer of the camera tube to an electric charge image equivalent to the picture brightness distribution. This charge image is periodically scanned line by line by a thin electron beam and so transformed to an electric signal. The temporal consecutive amplitude of the signal current correspond to the brightness values of the local consecutive image points. The schematic design of a vidicon camera tube is shown in Fig. 1. The construction essentially consists of three parts: the electron gun, the focusing and deflecting coils assembly mounted outside the tube and delivering the required magnetic fields to scan the electron beam line by line over the photoconductive layer, and the photoconductive layer.

The **electron gun** consists of the indirectly heated cathode, the grid No. 1, grid No. 2, grid No. 3 and grid No. 4 (mesh). The accelerating electrode grid No. 2 limits the electron beam in its cross-section. The grid No. 2 (beam focus) is terminated by the separate fine mesh electrode grid No. 4.

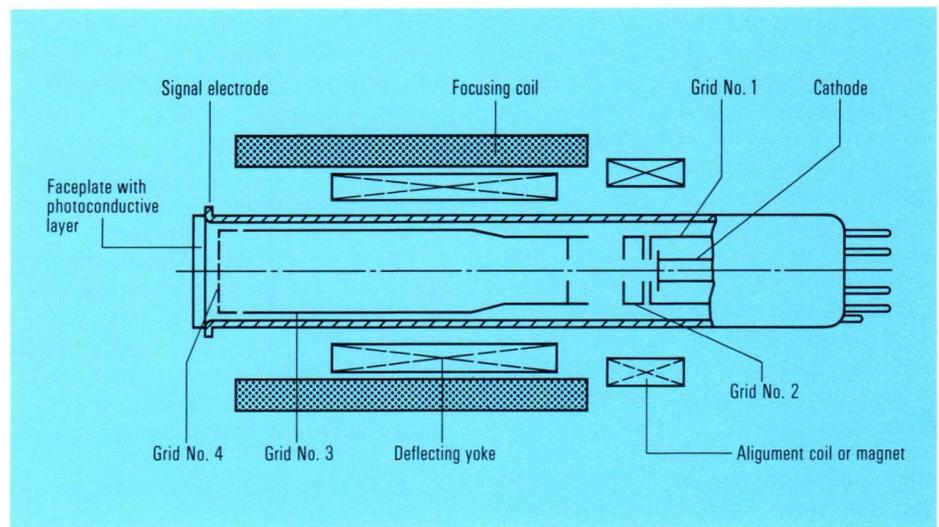


Fig. 1 Schematic design of a vidicon camera tube

The path of the electron beam is adjusted by the magnetic fields of the **focusing and deflecting coils**. The deflecting fields guide the electron beam line by line over the photoconductive layer. A weak magnetic alignment field (coil or permanent magnet) is located near grid No. 1 to compensate slight inaccuracies in the electron path.

The **photoconductive layer** is a light-sensitive semiconductor layer placed on a faultless coplanar glass plate. The signal electrode, a thin, transparent and electrically conducting layer is located between the glass plate and the semiconductor layer. It is electrically connected to the signal electrode ring, which connects the tube bulb with the glass plate and from which the video signal is taken.

The signal electrode has a positive potential of about 10 to 50 V with respect to the beam cathode. Therefore the beam electrons are delayed after leaving the mesh electrode. They land on the semiconductor layer with an energy proportional to the signal electrode voltage. The energy is so small, that the secondary-emission coefficient is less than unity. More charges are therefore carried to the layer surface by beam electrons than can be taken away by secondary electrons. Hence the layer surface will be charged up to nearly the beam cathode potential. This is called cathode potential stabilization.

For understanding the origin of the signal it is appropriate to separate the semiconductor layer into several picture elements (see Fig. 2). Each element consists of a small capacitance  $C$  and a layer resistance  $R$  in parallel. During scanning  $C$  will be charged up to nearly the signal electrode voltage. Each picture element is connected to current for about  $10^{-7}$  sec only once in a picture period. During the interval of 40 msec between two scanning cycles only a small discharge according to the time constant of the picture element  $\tau = RC$  occurs via the layer resistance  $R$ , which is very high in the unilluminated condition. The compensation of this discharge is the dark current. If the picture element is illuminated, the resistance of the light sensitive layer and also  $\tau$  decreases, leading to a higher discharge during the scanning intervals depending on the illumination intensity. This higher compensation current is the signal current. Dark current and signal current cause a signal voltage of negative polarity on resistor  $R_s$ .

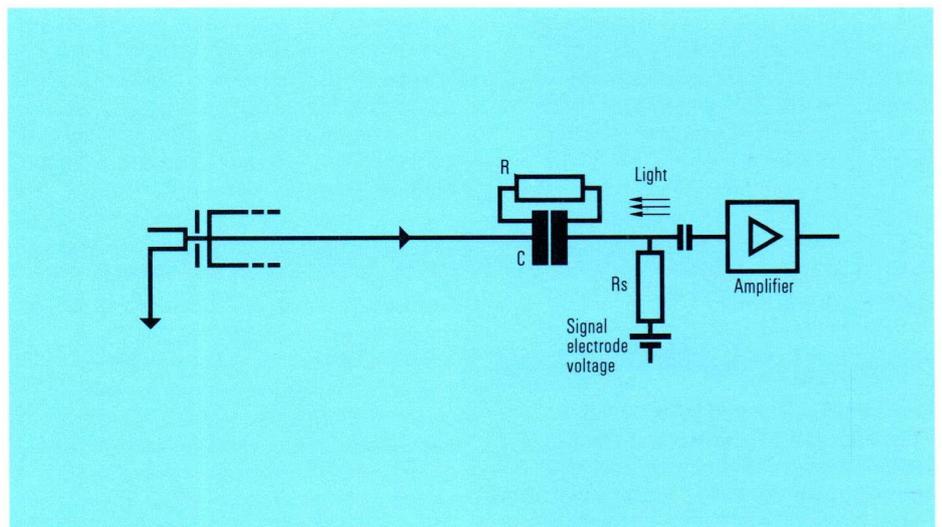


Fig. 2 Equivalent circuit of a picture element

The signal generation is not quite free of persistence. The effect of persistence is caused by the scanning mechanism itself and by the so called photoelectric persistence. The second effect is the main one. It results from the fact, that the conductivity of the semiconductor does not immediately follow quick changes of illumination.

During the line fly-back the electron beam must not meet the photoconductive layer, producing otherwise disturbing lines on the television picture. This can be obtained either by negative blanking pulses (beam suppression) on grid No. 1 or by appropriate positive blanking pulses on the cathode.

The spectral sensitivity characteristic depends on the layer material used. The characteristic curves and all other features of the tubes depending on the layer material can be taken from the relevant tube data sheets.

### Important Note

To operate a vidicon camera tube in a camera without separate grid No. 4 (mesh electrode) connection, the camera must be changed accordingly. Otherwise the photoconductive layer may be damaged by ion bombardment and the picture quality will be impaired.

# The SEC Tube XQ 1190 – a High-Sensitivity TV Camera Tube

The XQ 1190 is an SEC camera tube designed especially for operation at extremely low light levels. It features exceptionally high sensitivity, very low lag, excellent integration and storage properties and exhibits no halation or blooming. Small size and simplicity of operation make this tube suited to use in high-quality cameras for closed-circuit television or night vision applications.

## Design and principles of operation

The basic parts of the SEC tube XQ 1190 are the electrooptical image section, the target and the electron gun (Fig. 1). A photocathode deposited on the inner surface of the faceplate of the electrooptical image section converts the light of the image projected onto it into photoelectrons. An electrostatic lens accelerates the photoelectrons and focuses them on the target.

The target consists of a thin aluminum oxide foil on which an aluminum layer and a porous KCl layer are deposited. The accelerated primary electrons penetrate the aluminum oxide and aluminum layer to liberate secondary electrons from the KCl layer that are utilized in generating the signal (Fig. 2).

A sharply focused beam produced by the electron gun scans the KCl layer line by line. The target surface potential is stabilized to the cathode potential because fewer electrons leave the surface than strike it. The aluminum layer of the target is held at 10 to 30 V pos. with respect to the beam cathode. Thus an electric field forms in the KCl layer normal to the surface. The secondary electrons generated by the incident photoelectrons are then accelerated by this electric field towards the aluminum layer and absorbed. The secondary electron current causes a charge loss in the layer surface approximately proportional to the number of incident electrons and hence to the incident illumination intensity of each equivalent light spot. During the subsequent scanning process the electron beam compensates the charge loss. The current pulse thereby generated can then be taken from the aluminum layer of the target electrode.

A suppressor mesh (G5) located between the conventional field mesh (G4) at the end of the electron gun and the target prevents instabilities of the target surface at high light levels. This mesh is maintained at such a potential that the number of incident scanning electrons exceeds the number of electrons leaving the layer surface, so assuming that the tube remains stable under all conceivable operating conditions.

The signal generating mechanism, i.e. the generation of secondary electrons within the KCl layer and their movement in the target towards the aluminum layer, gives this type of camera tube its designation: SEC means secondary electron conductivity.

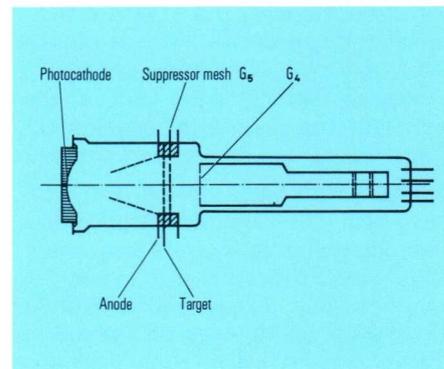


Fig. 1  
Schematic construction of an SEC tube

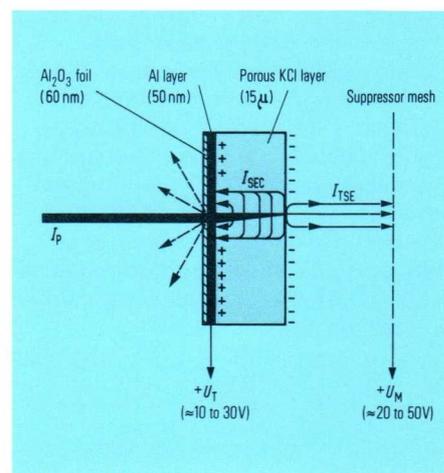


Fig. 2  
Cross section through an SEC target

It should be mentioned that the secondary electrons do not move within the solid material to the aluminum electrode, but are generated at the surface of the KCl particles, released into the vacuum interstices and migrate in the vacuum towards the signal plate.

### Spectral response of the photocathode

The spectral response of the photocathode in the XQ 1190 is matched to green phosphor screen light so that with the image intensifier XX 1120 attached the highest possible sensitivity is obtained. Typical integral sensitivity for white light is at least 150  $\mu\text{A}/\text{lm}$ . Maximum sensitivity occurs at about 400 nm and falls off to the near infrared at 850 to 900 nm. Fig. 3 shows the spectral response of a typical photocathode.

The high quantum efficiency of the photocathode and high amplification of the primary electrons in the target result in a sensitivity for the SEC tube XQ 1190 of at least 25  $\text{mA}/\text{lm}$ .

### Signal transfer characteristic

The transfer characteristic of the SEC tube XQ 1190 is shown in Fig. 4. This curve represents the signal current as a function of the photocathode illumination. The tube parameters such as beam current, target voltage and accelerating voltage for the primary electrons are adjusted for optimum performance; the tube was operated in accordance with the European television standard.

The gamma value varies between 0.8 and 1 at lower light levels, while at higher light levels the curve assumes a saturation characteristic. It is advisable not to drive the tube into saturation as this can cause image burn-in. With a signal current of 200 nA, equivalent weighted input noise current from the preamplifier of 5 nA and a bandwidth of 5 MHz, a signal-to-noise ratio of 40:1 can easily be obtained.

The SEC tube XQ 1190 has excellent integration characteristics. This means that the signal amplitude is only determined by the number of photons reaching the photocathode in any interval between two scans. In Fig. 4 the intensity of illumination  $E_v$  on the abscissa could be replaced by an equivalent unit  $E_v \cdot t$ . Exposure times of one hour are admissible without producing a spurious signal. However, this assumes that only the accelerator voltage is applied during the exposure process and that the heater voltage for the beam cathode is switched off. This is necessary to prevent light from the heater producing a spurious signal or any ions generated changing the target charge status.

Fig. 3 Spectral distribution of the sensitivity  $\gamma$  of the photocathode in the SEC tube XQ 1190

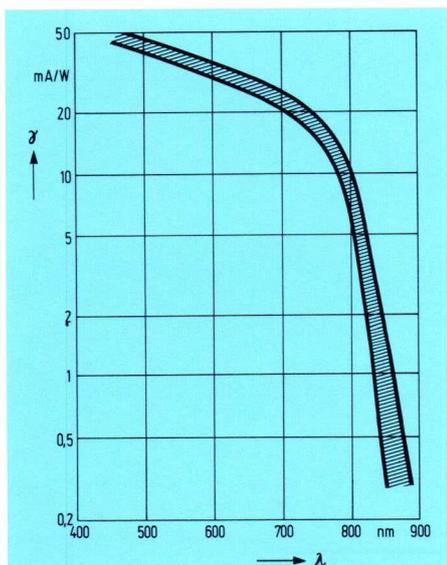


Fig. 4 Transfer characteristic of the SEC tube XQ 1190

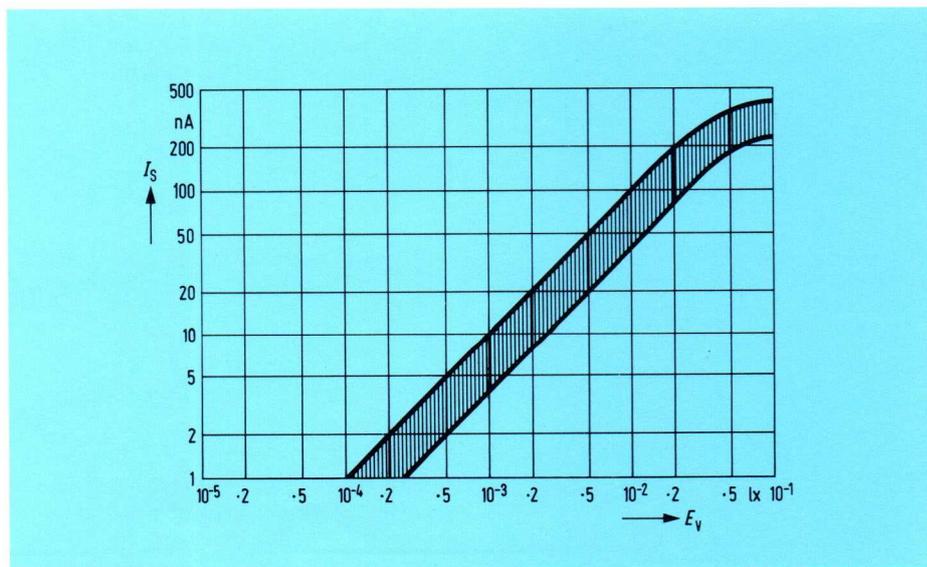
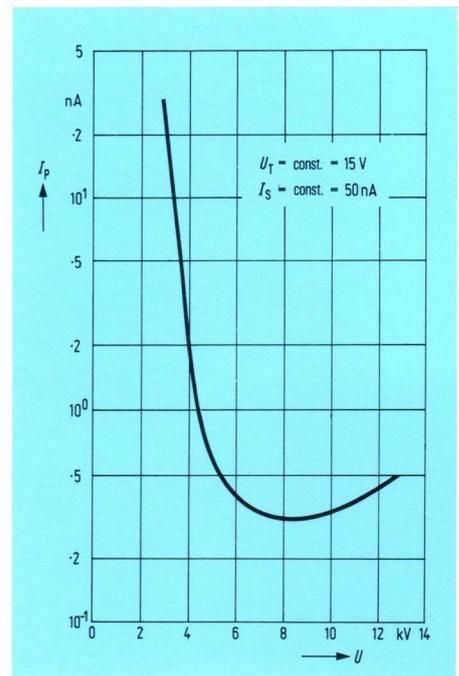


Fig. 6  
The primary current  $I_P$  required for a constant output current  $I_S = 50$  nA as a function of the accelerating voltage  $U$  with  $U_T = 15$  V



The charge stored in the target remains unchanged for several days. With the first frame up to 95% of the stored charge can be read out. The remaining 5% will definitely be removed by a second frame. The excellent storage properties of the SEC tube XQ 1190 make it ideal for slow scan applications.

#### Automatic gain control

The gain of the target, or the number of secondary electrons generated per primary electron, depends on the energy of the primary electrons. Also the movement of the generated secondary electrons in the KCl target will be determined by the potential difference within the target. The more the target is already discharged, the less completely will the generated secondary electrons be utilized to form the signal. This explains the saturation characteristic of the transfer curve.

Tube sensitivity control can be accomplished by varying the primary energy of the photoelectrons. Fig. 5 shows the gain as a function of the applied voltage. As can be seen, the gain reaches a maximum at about 8 kV. Up to this value the curve is extremely steep, and changing the primary energy by about 4 keV provides a gain control range of 10. As a result of the aforementioned saturation effect, this control is even more effective because at higher signal levels the target gain is reduced. Fig. 6 illustrates the effectiveness of gain control. For a constant output current of 50 nA the required primary current is plotted against the accelerating voltage. Between 3 kV and 8 kV accelerating voltage for the photoelectrons, primary currents varying by a factor of 100 can be controlled. As the image section is designed as a diode, the sharpness of the electron-optical image remains unchanged with reduced accelerating voltage. At very low accelerating voltages, however, a slight image rotation and target grain can appear. Also image burn-in may occur. It is therefore recommended to select an accelerating voltage higher than 4 kV.

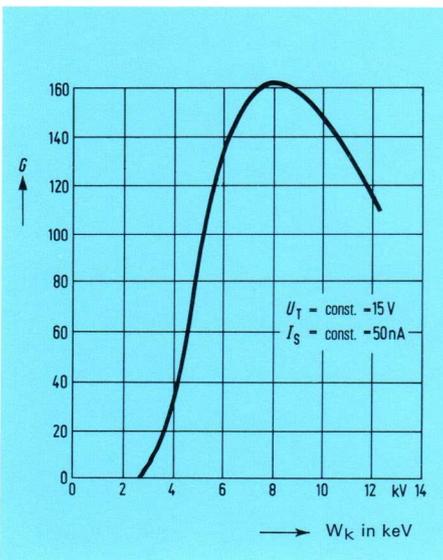


Fig. 5  
Amplification factor  $G$  of the KCl target as a function of the primary energy  $W_K$  of the photoelectrons with  $U_T = 15$  V,  $I_S = 50$  nA

#### Resolution

Fig. 7 shows the modulation transfer characteristic for the SEC tube XQ 1190. At 5 MHz and a signal current of 150  $\mu$ A the modulation depth is at least 42 to 45%. The limiting resolution of the tube lies between 7 and 8 MHz per picture height.

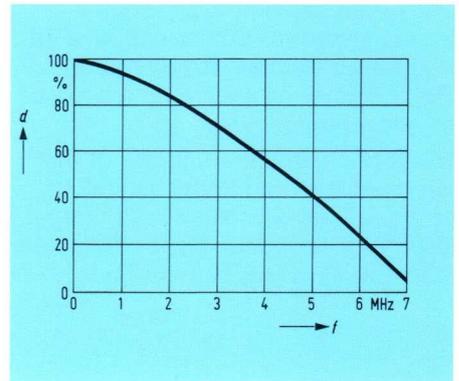


Fig. 7  
Modulation transfer characteristic of the SEC tube XQ 1190, measured with  $I_S = 150$  nA,  $d$  depth of modulation

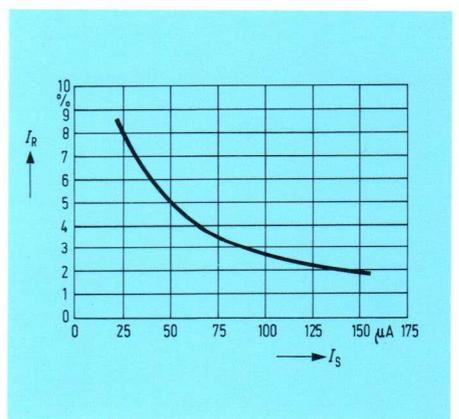


Fig. 8  
Residual signal  $I_R$  as a function of the signal current  $I_S$  with constant primary energy  $W_K = 8$  keV measured 40 ms after removal of illumination

## Lag

Because of the signal generating mechanism, the amplitude of the residual signal after the first frame following removal of illumination depends solely on the beam resistance and target capacitance. Hence only the discharge lag is effective. Fig. 8 shows the residual signal 40 ms after removal of illumination as a function of the signal current. At a mean signal current of 50 nA, the residual signal is less than 5% and at 150 nA it is only 2%. At very low signal currents the residual signal increases because with very small potential differences between the read-out surface and beam cathode the beam resistance rises sharply. However, even at low light levels the residual signal is low enough to maintain good resolution with moving scenes.

## Picture quality

Within the recommended operating range of the XQ 1190, no spurious signals are generated by redistribution of electrons. The signal associated with an image spot is independent of the potential in the neighboring area on the target. Therefore the SEC tube is free of halation.

Slight blooming occurs at very high light levels because of beam bending associated with excessive voltage excursions at the target surface when the signal current rises beyond 300 to 400 nA.

For each tube a target voltage is recommended which lies within the tolerances stated in Table 1. Provided this target voltage is not exceeded, no spurious signals that can be associated with target structure are perceptible. The G5 voltage must also be optimized to achieve the resolution.

**Table 1**

### General data

Faceplate	Fiberoptics
Fiber diameter	7 $\mu\text{m}$
Numeric aperture	1.1
Useful diameter	16 mm
Photocathode	see Fig. 3

### Electronoptical image section

Focusing	electrostatic
Design	diode
Image ratio	1:1
Target capacitance to all other electrodes	approx. 30 pF

### Scanning section

Focusing	magnetic
Deflection	magnetic
Cathode	indirectly heated
Heater power	1.8 W
Base	EIA E 8 11
Socket	8-pole special
Total length	185.5 mm
Maximum diameter	54.0 mm
Scanning section diameter	26.0 mm
Operating position	optional

### Operating data

Picture size	9.6 mm $\times$ 12.8 mm	
Intensity of illumination on the photocathode	see Fig. 4	
	max.	typical
Photocathode voltage	-10 kV	-8 kV
Anode voltage	0 kV	0 kV
Target voltage	30 V	10 to 25 V
Grid 5 voltage	20 V	17 V
Grid 4 voltage	500 V	360 V
Grid 3 voltage	350 V	260 V
Grid 2 voltage	350 V	300 V
Grid 1 voltage	-150 V	-35 V
Heater voltage	6.6 V	6.3 V
Cathode voltage	—	0 V
Magnetic focusing field	—	4 $\cdot$ 10 <sup>-3</sup> T*
Magnetic correction field	—	0 to 4 $\cdot$ 10 <sup>-4</sup> T
Maximum signal current	400 nA	200 nA

\* T = Tesla

The SEC tube XQ 1190 is available in various qualities. Major criteria for tube classification are the number, size and position of the perceptible white and black spots. These are defined in Table 2. All other performance parameters such as sensitivity, uniformity, lag and resolution may remain virtually unchanged.

### Resistance to environmental influences

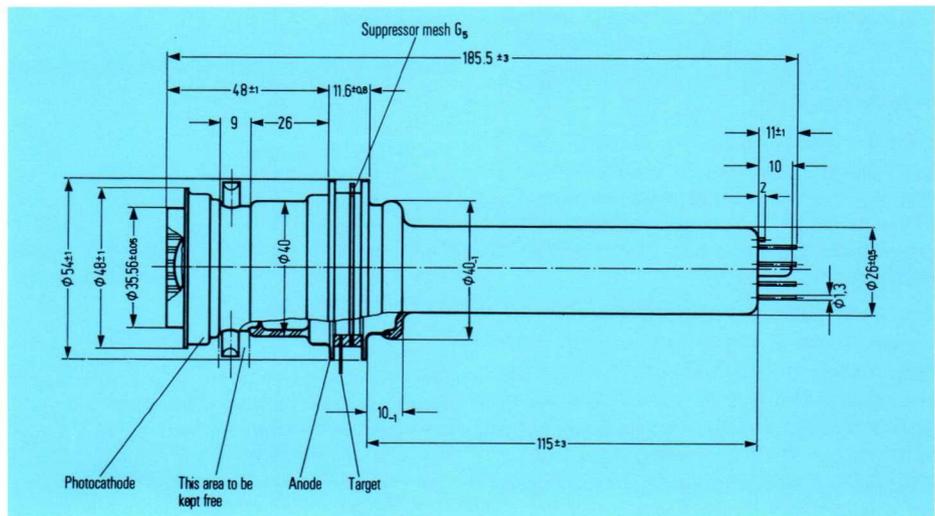
The SEC tube XQ 1190 has been type-approved for shock and vibration. It can withstand three shocks of 75 g, sinusoidal, half peak value time 6 ms, each in two directions normal to the tube axis and in both directions parallel to the tube axis (MIL-STD-202 C, meth. 213, cond. C). It also withstands simple vibration parallel and normal to the tube axis with 1.6 mm amplitude at 30 Hz for a duration of 3 minutes. Furthermore the tube complies with MIL-E-5400 H, cond. 3.2.21.5.1 curve IV. During these tests no voltages are applied to the tube. The tube can be stored at temperatures between -50 and +70 °C. In operation the temperature should be kept below 40 °C.

**Table 2**

Spot specification				
Quality class I	XQ 1190	Zone 1	Zone 2	Zone 3
Total number of spots		1	3	15
Spots with maximum extension of 7 to 8 line widths		0	1	4
Zone definition:		Zone 1: Center 10% of raster area Zone 2: Center 20% of raster area Zone 3: Complete raster area		
Quality class II	XQ 1191	Zone 1	Zone 2	Zone 3
Total number of spots		3	7	20
Spots with maximum extension of 7 to 8 line widths		1	3	7

Each defect covering three or more TV lines is considered as a spot, defects with a size exceeding 9 TV lines are not admissible in any zone.

Fig. 9 Outline drawing of the SEC tube XQ 1190



# XQ 1200 – Siemens Diode Array Vidicon

In television techniques images are transmitted with the aid of electrical signals. Image signal converter tubes (camera tubes) transform a laminar brightness distribution to a temporal succession of electrical signals, whereby the signal amplitudes correspond to the brightness of minute elementary areas of the image to be transmitted. A new development in this field is the diode array vidicon in which the target is a silicon diode mosaic.

With the exception of the obsolete image dissector tube, all image pickup tubes (camera tubes) operate on the storage principle. The object to be recorded is projected on a photosensitive layer; the charge carriers released from this layer help to form a charge pattern corresponding to the image, whereby the charges corresponding to the individual elementary areas are stored. The charge pattern, which basically consists of microscopically small capacitors with different charges, is scanned line by line by a thin electron beam. The video signals are then obtained from an output electrode. Camera tubes utilizing both the external and internal photoelectric effect (supericonoscope or superorthicon and vidicon respectively) are based on this principle. The vidicon differs from the supericonoscope and superorthicon in that the photosensitive layer and storage layer are one.

## Diode array vidicon

In the newest camera tubes the photoelectric layer consists of a matrix of reverse-biased silicon diodes (PN junctions with common N contact). Such a tube is the Siemens diode array vidicon XQ 1200, the basic design of which is shown in Fig. 1. This tube features high sensitivity, ideal spectral sensitivity distribution, high resolution, low lag, high resistance to optical and electrical burn-in, and linear relationship between signal current and intensity of illumination.

## Electron gun

The indirectly heated oxide-coated cathode K requires a low heater power; the beam-shaping electrode G1 limits the beam current, the anode G2 the beam diameter; the electron lens, consisting of the anode cylinder G3 and field mesh G4, drive the electrons normal to the target. The electrodes G1 to G4 modulate and focus the electron beam  $i_p$ .

## Deflection and focusing system

The electron beam is deflected line by line either electrostatically by X and Y plates or electromagnetically by two coils.

## Target

Line-by-line scanning of the target generally takes 40 ms, corresponding to the transmission of 25 pictures per second. The target potential is 10 V with respect to the cathode. The beam electrons are therefore decelerated after passing through the field mesh and strike the target with an energy of 10 eV. This energy is so low that, on an average with time, more electrons land on the target than secondary electrons leave it. If the target is not conductive, the surface charges up to a certain maximum negative potential which prevents further electrons landing. This process (maximum potential approximately equal to the cathode potential) is called cathode potential stabilization. The exact value of this

Fig. 1  
Schematic of the Siemens diode array vidicon XQ 1200

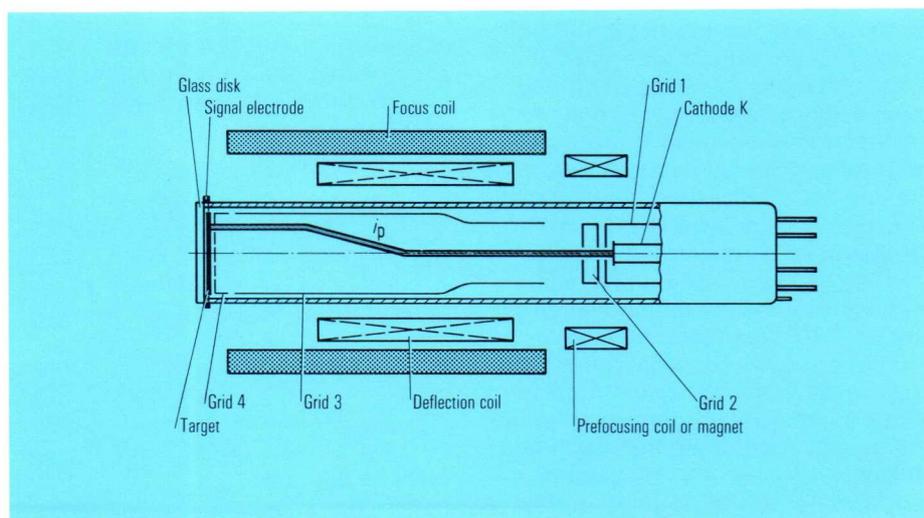
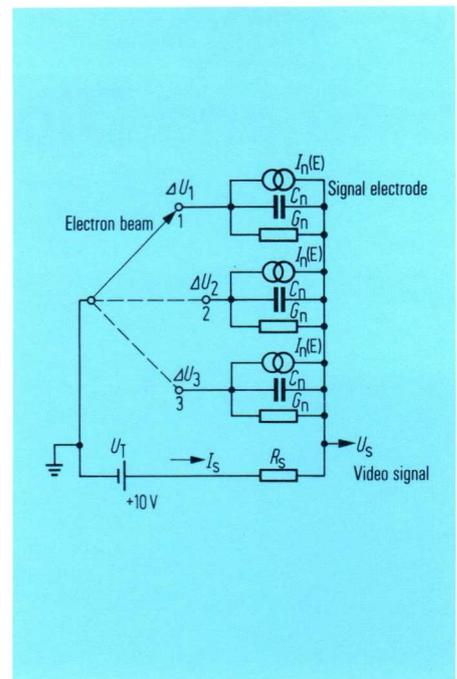


Fig. 2  
Electrical equivalent-circuit diagram of the  
XQ 1200



potential depends on the initial electron velocity, the directional distribution of the electrons emitted by the cathode, the contact potential and the deviation from the normal of the electrons striking the target. The requirements the target has to meet are given by the mechanism of signal formation. The equivalent-circuit diagram in Fig. 2 consists of the signal electrode of the photosensitive layer divided into numerous parallel circuits of capacitances  $C_n$ , conductances  $G_n$  and illumination-dependent current generators  $I_n(E)$ . Each such parallel circuit represents an image element and the electron beam acts as a switch to connect the image elements sequentially to the negative pole of the current source for the signal electrode. During switching (image spot scan time  $t_p \approx 0.1 \mu\text{s}$ ), terminal 1 is brought to cathode potential. Until the next switching process occurs—after about 40 ms—the capacitance  $C$  discharges partly and the potential at terminal 1 increases by  $\Delta U_1$  dependent on the intensity of the incident light. In other words, each circuit integrates the luminous flux over this time. The charging current  $I_s$  proportional to  $\Delta U_1$ , which flows through resistor  $R_s$  during the scan time of  $0.1 \mu\text{s}$ , changes the value of  $U_s$  and thus produces an output signal. As the electron beam switch connects each parallel circuit every 40 ms to the current source, the unilluminated elements on the target must have a discharge time constant  $\tau = RC \gg 40 \text{ ms}$ . A homogeneous photosensitive layer requires a resistivity  $\rho > 10^{11} \Omega \text{ cm}$  in order that  $\tau = RC = \rho \varepsilon \gg 40 \text{ ms}$ . The commonly used target material, antimony trisulphide, meets this requirement. It has an energy gap  $\Delta W = 2 \text{ eV}$ , but a quantum efficiency of only 7%. Its spectral sensitivity is 400 to 700 nm. It also

exhibits high photoelectric lag; in other words, the illumination-dependent semiconductor conductivity cannot immediately follow fast changes in brightness; it is also sensitive to overillumination.

Materials with  $\Delta W < 1.8 \text{ eV}$  (corresponding to a long wavelength sensitivity limit of 690 nm) are unsuitable at room temperature because of the required discharge time constant.

At room temperature silicon has an energy gap  $\Delta W = 1.08 \text{ eV}$  and a resistivity  $\rho = 3 \cdot 10^5 \Omega \text{ cm}$  (intrinsic).

Homogeneous (photosensitive) silicon layers being unsuitable as target material for the reasons stated, it was suggested that several reverse-biased silicon photodiodes as developed by Bell Laboratories be used instead.

Such a target offers the advantages of a long discharge time constant with low diode reverse currents, increased quantum efficiency, sensitivity over a wide spectral range, small lag in signal current with rapid changes in illumination intensity, and insensitivity to overillumination (photoflash, sunlight). A further important advantage of the diode array vidicon is the ability to mass produce the target with the aid of semiconductor technology. Vidicons of this quality have many applications, including their use in video telephones.

### Requirements to be met by the semiconductor target

The semiconductor target with its reverse-biased diodes can only be designed such that the substrate material is N-type and the electron beam scans the P-type regions of the diodes. The discharge time  $\tau$  of the reverse-biased photodiodes turned on by the electron beam switch is given by [1]

$$\tau = \frac{1}{J_D} \left( \frac{\varepsilon U_T}{2 \mu_n \rho} \right)^{1/2}$$

and from this for a certain value of  $\tau$  and  $U_T$

$$\rho < \frac{1}{\tau^2 J_D^2} \cdot \frac{\varepsilon U_T}{2 \mu_n}$$

where  $J_D$  is the dark current,  $\rho$  the resistivity of the substrate,  $U_T$  the target voltage,  $\varepsilon$  the absolute dielectric constant of the substrate,  $\mu_n$  the electron mobility in the substrate.

The discharge time constant  $\tau$  thus differs in principle from that of a homogeneous photosensitive layer. The resistivity  $\rho$  of the basic material must not be large, and  $J_D$  must be as low as possible.

The breakdown field strength  $E_d$  of the diodes determines the lower limit of  $\rho$ . It is [1]

$$E_d = \left( \frac{2 U_T}{\varepsilon \mu_n \rho} \right)^{1/2}$$

From this results the condition

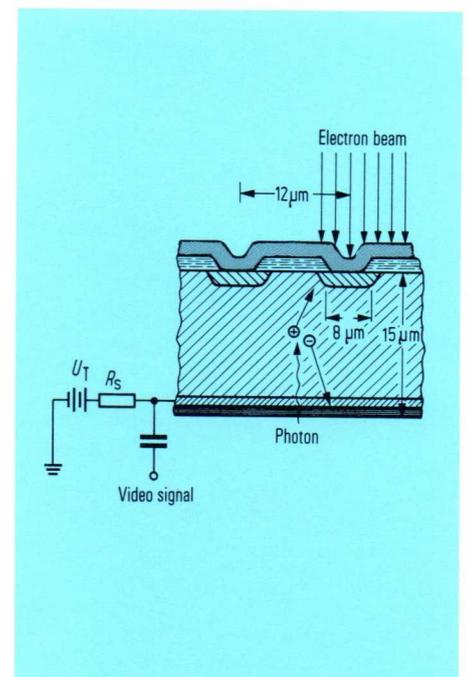
$$\rho > \left( \frac{1}{E_d} \right)^2 \cdot \frac{2 U_T}{\varepsilon \mu_n}$$

$E_d$ ,  $U_T$  and  $\tau$  determine the limits for  $\rho$

$$\left( \frac{1}{E_d} \right)^2 \frac{2 U_T}{\varepsilon \mu_n} < \rho < \left( \frac{1}{\tau J_D} \right)^2 \frac{\varepsilon U_T}{2 \mu_n}$$

Silicon meets these requirements at room temperature.

Fig. 3  
Schematic of the silicon diode array target



### Principles of the silicon diode array target

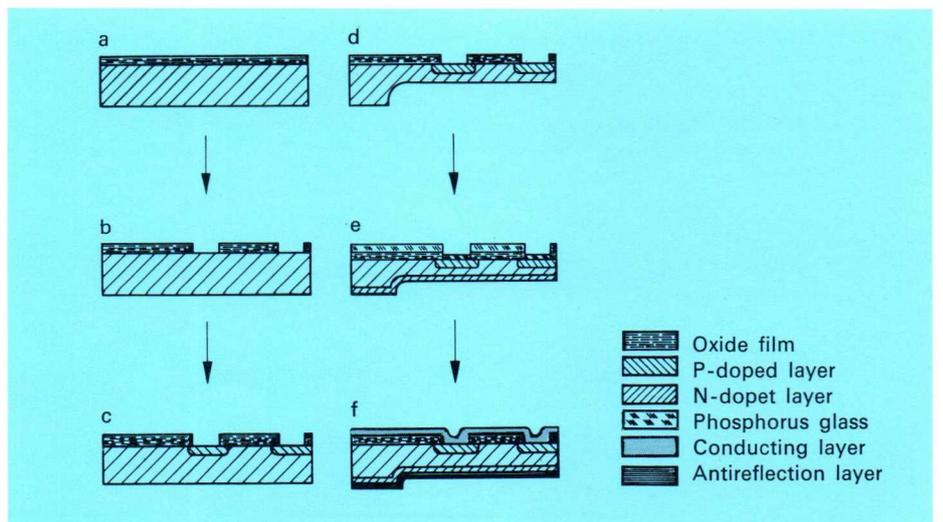
Fig. 3 is a schematic representation of the diode array target used in the Siemens vidicon type XQ 1200. On a surface measuring 9.6 mm by 12.8 mm there approximately than  $10^6$  planar diodes. The N-substrate is positive-biased with respect to the cathode, and the P-regions are stabilized to the cathode potential; thus the PN diodes are cut off. The charge carriers (holes) generated in the N-substrate by the photons pass through the substrate. Some disappear due to recombination; the remainder flood over the PN junction to increase the P-region potential. The  $\text{SiO}_2$  layer between the diodes prevents the electron beam from striking the N-substrate and producing an undesired signal. The surface of the silicon dioxide layer can assume a negative charge with respect to the cathode, and the electron beam can then no longer discharge the diodes because of the potential conditions in front of the target. A conducting layer is therefore required on the target surface facing the electron beam which must not short-circuit the diodes but on the other hand prevent the  $\text{SiO}_2$  surface assuming a negative charge. To reduce the surface recombination rate of the holes on the light-incident side of the target and minimize light reflection, both  $\text{N}^+$  and antireflection layers are necessary.

### Basic fabrication steps of the target

N-conducting silicon rods 22 mm in diameter are cut into disks, lapped to a thickness of about 150  $\mu\text{m}$ , polished, and then thermally oxidized (Fig. 4 a). Using masks, windows 5  $\mu\text{m}$  in diameter and spaced 12  $\mu\text{m}$  apart are etched into the oxide film (Fig. 4 b). Boron is diffused through these windows into the N-substrate to produce discrete diodes (Fig. 4 c). Then the target is etched down to 15  $\mu\text{m}$  except for a rim of 2 mm (Fig. 4 d) and the  $\text{N}^+$ -layer formed by diffusion of phosphorus (Fig. 4 e). After etching away the phosphorus and boron glass produced by diffusion, the antireflection and conducting layers are applied (Fig. 4 f).

The failure of only a few diodes would already impair the quality of the transmitted image. From the fabrication aspect this means that among one million diodes not more than a few tens must be defective. The Siemens XQ 1200 is a new type of vidicon camera tube in which the photosensitive layer consists of a silicon diode array. Its notable features are high resistance to burn-in, very high sensitivity and wide spectral range extending from visible light to the infrared region. These make it suitable for new applications where standard vidicons with antimony trisulphide or lead oxide layers cannot be used. In some of these applications it is even impossible to use other types of image pickup tubes.

Fig. 4  
The most important steps in target fabrication



## Properties of the silicon diode array vidicon

### Dark current

The dark current  $I_D$  flowing through the signal electrode with the target not illuminated is unwanted because it is not distributed uniformly across the target and, with low level illumination, results in uneven pictures. Furthermore it varies appreciably with temperature and, for example, doubles with an increase in temperature of 10 K. However, these two characteristics are unimportant as long as the value of  $I_D$  at room temperature is only a few per cent of the signal current.

In Fig. 5, curve a shows the dark current  $I_D$  as a function of the target voltage  $U_T$ . The dark current differs fundamentally from the bulk generation current caused by generation recombination centers in the depletion region of a diode as a function of

the voltage (curve b). The difference results from the contribution recombination centers at the  $\text{SiO}_2$ -Si interface. Fig. 6 explains the variation of  $I_D$  with  $U_T$ . Curve a represents the border of the depleted zone and the N-type substrate for low values of target voltage. Notable is the decreased zone depth at the  $\text{SiO}_2$ -Si interface. The thermally oxidized silicon surfaces are N-type, i.e. the N-silicon contains an accumulation layer of electrons that may be caused by the positively charged surface states (energy levels within the band gap) and charges in the  $\text{SiO}_2$ . This accumulation layer results in a narrowing of the depletion region near the  $\text{SiO}_2$  layer at low target voltages. When the flat band voltage  $U_{FB}$  is reached, with

$$U_T = U_{FB} = \frac{Q_{ss}}{\epsilon_0 \epsilon_r / d}$$

where  $Q_{ss}$  is the surface charge per unit area in  $\text{SiO}_2$  at the interface,  $d$  is

the oxide thickness and  $\epsilon_r$  the relative dielectric constant of the oxide, the accumulation layer vanishes and the depletion region starts to form under the oxide with increasing target voltage (curve b). However, with depletion, the generation centers at the interface begin to take effect, and the dark current rises appreciably.

Once the depletion layer has formed at the interface, the dark current saturates. A high density of positive surface states and a thick oxide layer result in a high flat band voltage. Hence it is advisable to select  $Q_{ss}$  and  $d$  such the flat band voltage lies below the operating voltage  $U_T = 8$  V.

Localized variations in dark current as a function of the resistivity of the N-substrate and of time necessitate an operating voltage higher than the flat band voltage. Depending on the way the basic material is manufactured, resistivity striations may appear on the disk. These result in various depths

Fig. 5 Dark current  $I_D$  of the vidicon XQ 1200 as a function of the target voltage  $U_T$  (curve a). Curve b shows the possible variation of the diode bulk generation current

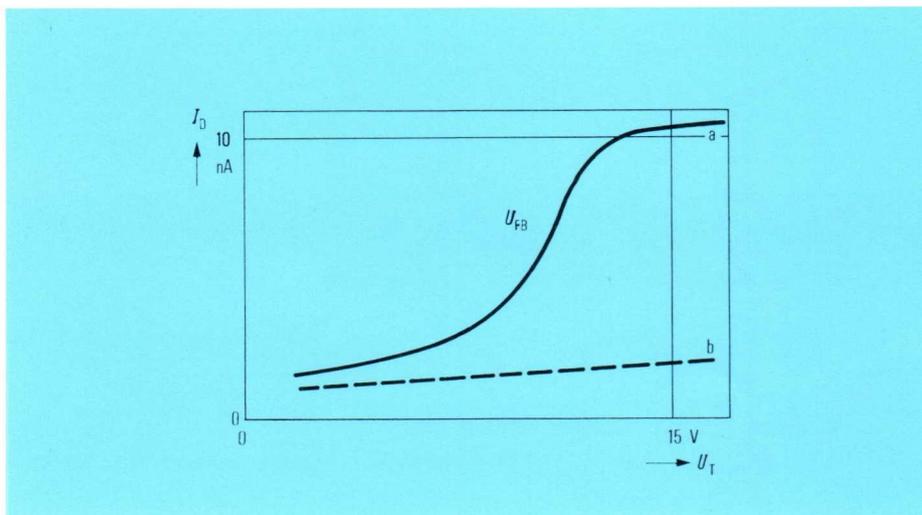
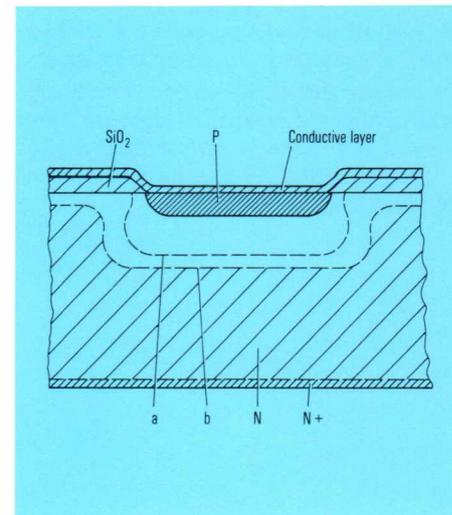


Fig. 6 Depletion region for target voltages lower (curve a) and higher (curve b) than the flat band voltage



of the depletion regions at the PN junctions and the SiO<sub>2</sub>-Si interface. Around the saturation level of  $I_D$  the influence of the various resistivities below the interface is negligible. Fig. 7 shows this effect [2]. The local modulation  $\alpha$  of  $I_D$ , ( $\alpha = I_{ss}/I_D$ ,  $I_{ss}$  peak-to-peak dark current,  $I_D$  average dark current) decreases considerably above saturation and exhibits the sharpest increase when the depletion region forms below the interface.

If the electron beam scans the target or part of it line by line over a long period with a voltage  $U_T < U_{FB}$ , the dark current at the scanned area gradually increases (electrical burn-in) [2, 3]. In Fig. 8 curve a shows the dark current at the target. After operation for several hundred hours at a field mesh voltage  $U_{g4}$  of 1,000 V, the dark current rises sharply (curve b).

The rise in dark current results from x-rays generated by electrons striking the field mesh. The x-rays create surface states at the SiO<sub>2</sub>-Si interface and, within the target area scanned, the positive charges in the oxide increase. This explains the dip in curve b.

Further measures against x-rays are, for example, a thick conducting layer (Sb<sub>2</sub>S<sub>3</sub> layers are 0.34  $\mu\text{m}$  thick compared with only 0.02  $\mu\text{m}$  for GaAs for a required surface resistivity of  $10^{13} \Omega$ ), and low field mesh voltage.

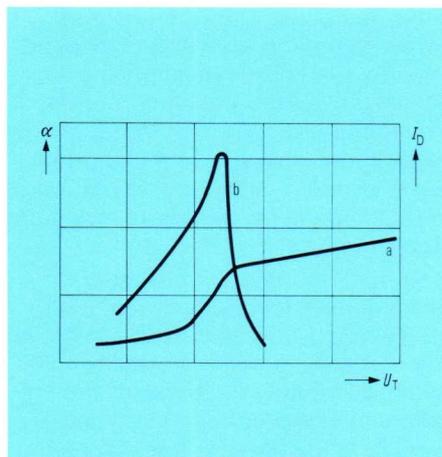


Fig. 7 Average dark current  $I_D$  (curve a) and modulation of the dark current  $\alpha$  (curve b) as functions of the target voltage  $U_T$

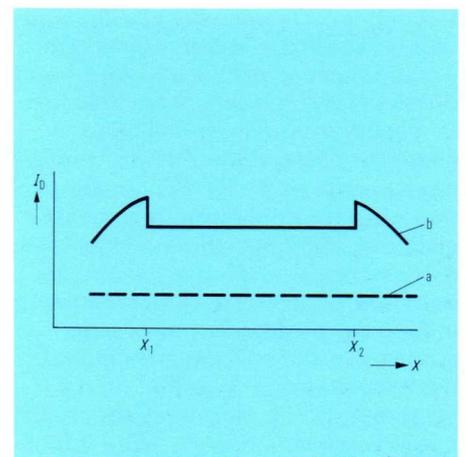


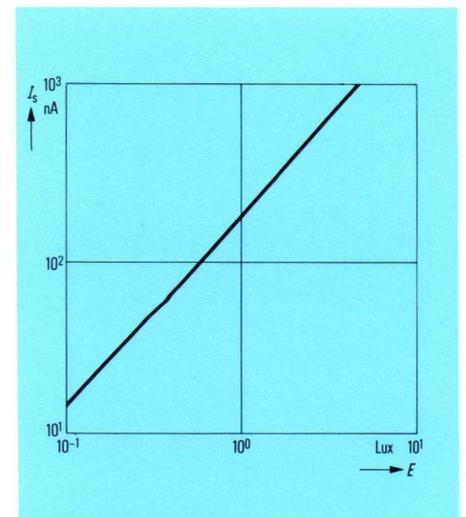
Fig. 8 Variation of the dark current  $I_D$  along a line scanned by the electron beam when the vidicon is first fired up (curve a). Variation of  $I_D$  after a long period of operation (curve b) with the target scanned by the beam between points  $X_1$  and  $X_2$ .

#### Dynamic range

Fig. 9 shows the transfer characteristic of the vidicon XQ1200 described by the function  $I_s = KE\gamma$ , where  $I_s$  is the signal current,  $E$  the intensity of illumination,  $\gamma$  a constant and  $K$  the sensitivity. The upper and lower limits of this function define the dynamic range. The electron beam current, the target voltage, the target capacitance, the edge effect and the resistivity of the conducting layer determine the upper limit. The lower limit depends on the dark current, the beam acceptance, the shot noise in the beam, the noise resulting from the discrete photosensitive diodes and the video amplifier noise.

The resistivity  $\rho$  of the N-substrate must be low to maintain the required discharge time constant at the target. The lower the value of  $\rho$ , however, the higher is the capacitance of the diodes. The electron beam must recharge the capacitance discharged

Fig. 9 Signal current  $I_s$  as a function of the intensity of illumination  $E$  of the vidicon XQ 1200 ( $U_T = 10$  V) with the target illuminated through a Schott filter KG  $\frac{1}{4}$  mm by light from an incandescent source operated at a color temperature of 2,850 K



to a greater or lesser extent by illumination to, say, 10 V within 40 ms. The vidicon gun can deliver a beam current of 1.5  $\mu\text{A}$  without any noticeable loss in resolution due to an enlarged beam diameter. Within 40 ms a maximum charge of  $6 \cdot 10^{-8}$  C can thus be transported to the target. The beam electrons approach the individual diodes normal to the target surface with low velocity. To avoid their being influenced by adjacent discharge diodes, the surface potential should not exceed, say, 8 V within 40 ms (blooming). The maximum admissible target capacitance is therefore 7.5 nF. Target capacitance can be influenced by the target voltage (Fig. 10) [3]. The differential capacitance per diode element consists of the PN diode capacitance parallel to the MOS capacitance formed by the oxide capacitance and capacitance of the depleted interface in series. Since the

latter decreases with the onset of carrier depletion above the flat band voltage, the MOS capacitance also decreases. As the depletion region expands with rising  $U_T$ , the diode capacitance also falls. Provided the beam current is adequate, a reduction in  $U_T$  therefore increases the maximum signal current.

A further limitation in maximum beam current results from the edge effect [3]. If only part of the target is scanned by the beam but the whole target is strongly illuminated, the potential of the conducting layer surface at the edge of the scanned area will change from the target potential to approximately cathode potential. If  $U_T > U_{FB}$ , the holes created by photons in the unscanned part of the target may move transversally over a relatively long path through the depletion region underneath the oxide to the scanned diodes.

The signal current at these paths rises and  $I_s$  saturates earlier. This edge effect occurs when certain points of the target are brightly illuminated or single diodes are defective. The latter is explained in Fig. 11. For  $U_T > U_{FB}$  and with a conducting layer of high resistance, holes diffuse from the defective diode transversally through the depletion region under the oxide to the nearest adjacent diode and partially discharge it. With a low-resistance conducting layer, the charge spreads transversally over the layer but no depletion region forms under the oxide because the potential difference between oxide surface and N substrate is less than  $U_{FB}$ . The holes cannot diffuse under the interface layer and the diodes are decoupled. The edge effect does not occur if  $U_T < U_{FB}$  or the conductive layer has a low resistance.

Fig. 10 Differential capacitance of a diode element as a function of the target voltage  $U_T$  with  $U_{FB} = 9$  V

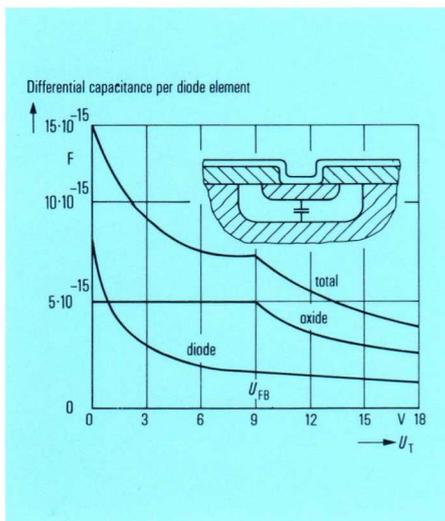


Fig. 11 Influence of the conductive layer surface potential  $\phi$  on the hole diffusion with high and low resistance conductive layers with  $U_T > U_{FB}$

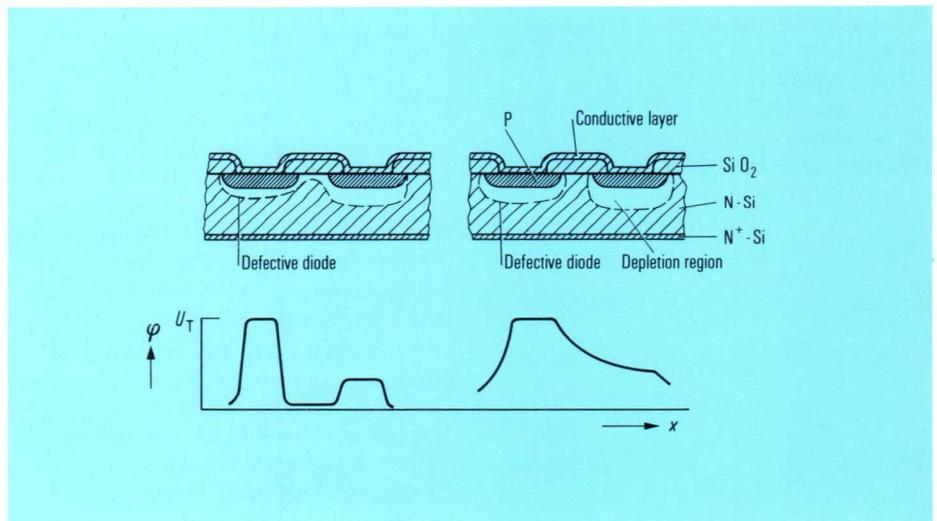
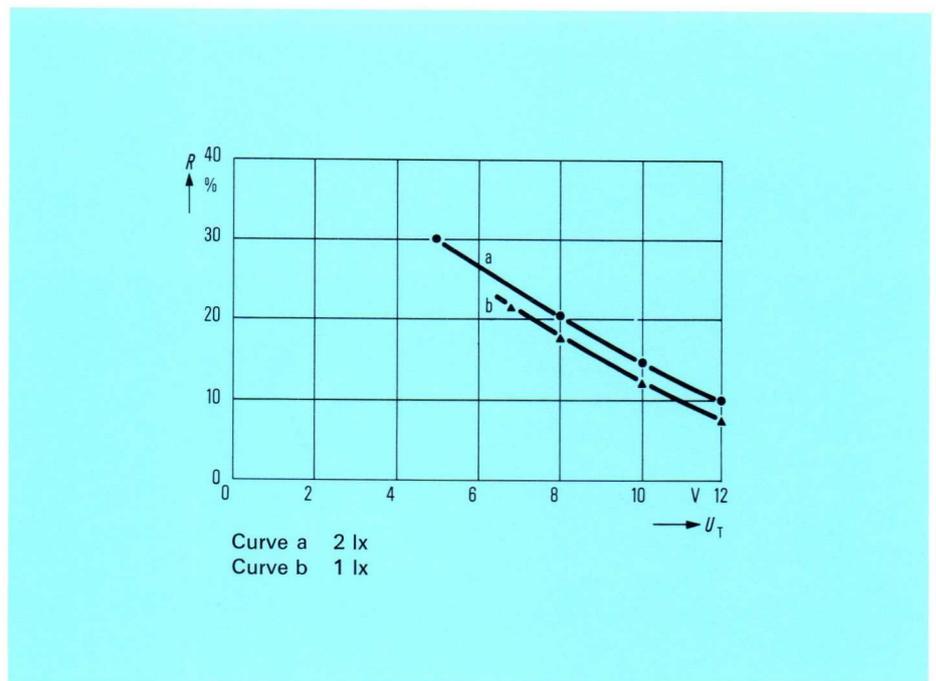


Fig. 12  
Lag  $R$  after 60 ms as a function of the target voltage  $U_T$  for the vidicon XQ 1200 at various illuminations



### Lag

A change in the incident light current on the target produces a change of signal current delayed with time, which is designated the lag. It is caused by the photoconductive lag and the recharge lag. Photoconductive lag arises from the finite diffusion time of the holes released by photons and from the slow interface states present in the semiconductor. The diffusion time is of the order of microseconds and can therefore be neglected. When the illumination changes, a certain time elapses before the holes in the slow interface states and in the valence band achieve concentration equilibrium. This lag is, however, small compared with the recharge lag resulting from the scanning mechanism of the electron beam. The electrons compensate the positive charges created by the photons on the side scanned. When the illumination changes, a certain time is required to reach a new state of equilibrium because the electron beam cannot deliver an unlimited amount of current during the short switching time. The lag depends on the velocity distribution of the beam electrons and on the target capacitance. A measure of the lag is the residual signal amplitude 60 ms after the illumination is switched off, referred to the original signal amplitude.

At low levels of illumination, the effect of beam electron velocity distribution in the axial direction is appreciable. With low illumination the beam current  $i_T$  follows the relation

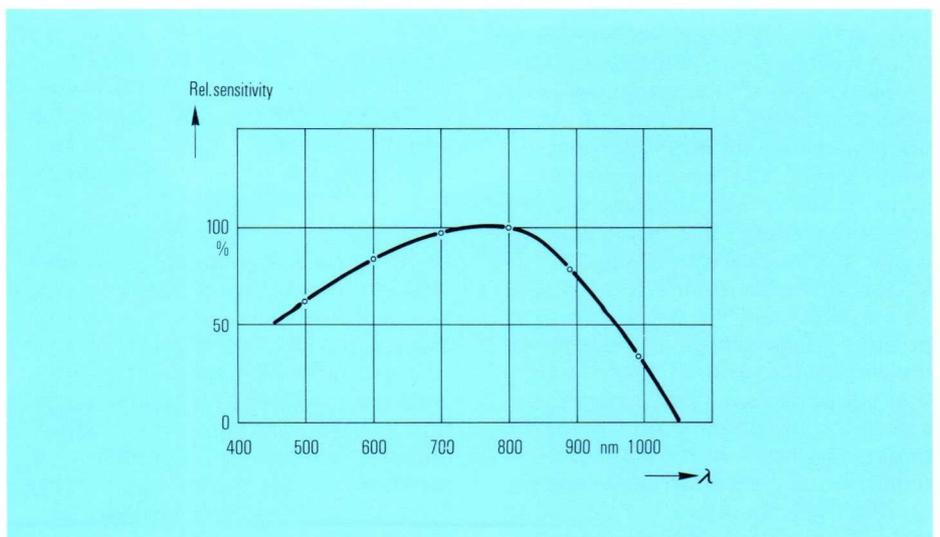
$$i_T = I_0 e^{aU}$$

where  $I_0$  and  $a$  are constants,  $U = U_T - U_K$ , with  $U_K$  being the contact voltage between cathode and target. The constant  $a$  is inversely proportional to the cathode tempera-

ture, which must therefore be kept as low as possible. Also with low illumination the current on the target is proportional to  $e^{K/C}$ , where  $K$  is a constant and  $C$  the capacitance of a diode element. The target capacitance must therefore be low. But a low capacitance limits the maximum signal current. As the target capacitance depends on the target voltage (Fig. 6), although with  $U_T > U_{FB}$  and low illumination the target capacitance is low, the electron beam acceptance at the target resulting from the velocity distribution in the beam will not be ideal because of the low surface potential. At higher levels of illumination the diodes are discharged and the capacitance rises sharply (Fig. 10). The beam current is then too low to achieve cathode potential stabilization within one scan, so a residual potential is present for the next scan. The lag therefore decreases as the target voltage  $U_T$  rises (Fig. 12),

and with increasing illumination passes through a minimum. The capacitance of the conductive layer also causes lag. Its equivalent circuit is an RC network in series with the diode capacitance. The time constant of the RC network is large—about 35  $\mu$ s—compared with the dwell time of the beam on a diode—about 0.1  $\mu$ s. Even when the target surface is stabilized at the cathode potential, the diode reverse voltage is not the target voltage  $U_T$  because the conductive layer exhibits a voltage drop after being scanned by the beam. This voltage drop results in a surface potential during the next scan proportional to  $(C_S/C_D)^{-1}$ , where  $C_S$  is the conductive layer capacitance [4]. The lag caused by the conductive layer is small when the value of  $C_S$  is large. However, a thin conductive layer has the disadvantage of not absorbing x-rays sufficiently, so a compromise is necessary.

Fig. 13  
Spectral response of the vidicon XQ 1200



### Sensitivity

The sensitivity is the ratio of the signal current to the incident light current on the target, whereby both the absolute sensitivity and spectral sensitivity response must be considered. The absolute sensitivity is given in  $\mu\text{A}/\text{lm}$  measured for the case where light from an incandescent tungsten source operated at a color temperature of 2,870 K illuminates the target through a Schott filter KG1/4 mm. The signal current  $I_S$  with this illumination depends for the vidicon XQ 1200 primarily on the intensity of illumination  $E$  and the target voltage  $U_T$ . Fig. 9 shows the variation of signal current  $I_S$  with intensity of illumination  $E$  on a double logarithmic scale. The equation  $I_S = KE\gamma$  applies, with  $\gamma = 1$ , i. e. the sensitivity stated for the silicon diode array vidicon is independent of illumination. This relationship also applies for individual visible spectrum ranges.

The spectral response (Fig. 13) at long wavelengths depends primarily on the absorption of certain rays in a target of definite thickness (Fig. 14). High sensitivity to red light at the end of the visible range is therefore obtained with a thick target. Increased reflection of the rays at the target impairs sensitivity at shorter wavelengths (Fig. 15); an antireflection layer of  $\text{SiO}$  or  $\text{SiO}_2$  improves sensitivity at this end of the visible spectrum range. Surface effects on the N-silicon side also reduce sensitivity at shorter wavelengths. These cause a positive space charge in the form of ionized donors in the surface region that is compensated by a negative charge on the illuminated side of the target. The holes in the boundary region caused by short wavelength photons will therefore not diffuse to the PN junction of the diodes but

return to the target surface and recombine there because of the high surface recombination velocity.  $\text{N}^+$  doping on the illuminated side of the target reduces these effects. This produces an  $\text{N}^+$  region that appreciably diminishes the size of the positive space charge zone and also prevents holes from reaching the surface (Fig. 16).

### Resolution

The resolution is measured by reproducing on the target normal to the beam scanning direction patterns composed of black and white bars of equal width. The bar width differs in each pattern and is referred to the picture height. A measure of the resolution is the depth of modulation, which is the ratio of the signal amplitudes in the various patterns to the amplitude of the pattern with a bar width corresponding to 1/40th of the picture height (Fig. 17). The resolution of the XQ 1200 (Fig. 18) is determined by the lateral hole diffusion in silicon, the transverse conductivity in the conductive layer, the electron beam size and the diode array.

Lateral hole diffusion is largest for short wavelength light because the holes generated near the target surface can then cover a large distance by diffusion. This makes it advisable to use the thinnest possible target.

Choosing the right transverse conductivity for the conductive layer is also important. An excessive conductive layer resistance will favor the edge effect and the negative charging of the surface, whereas if the resistance is too low, lateral charge transportation in the conductive layer will reduce the resolution. Optimum resolution is given with a conductive layer having a surface resistivity of about  $10^{14} \Omega$  [2].

Assuming a Gaussian distribution of the current density in the beam, the minimum spacing  $d$  between two adjacent line maxima for a 50% depth of modulation is given by [5]

$$d = \left[ 5.61 \left( \frac{w}{2} \right)^2 + 1.79 d_s^2 \right]^{1/2}$$

where  $w$  is the beam diameter,  $d_s$  the diode spacing. With  $w = 35 \mu\text{m}$  and  $d_s = 12 \mu\text{m}$ , the resolution is primarily limited by the beam diameter.

Fig. 14 Absorption of visible radiation in silicon targets of various thickness as a function of the wavelength  $\lambda$

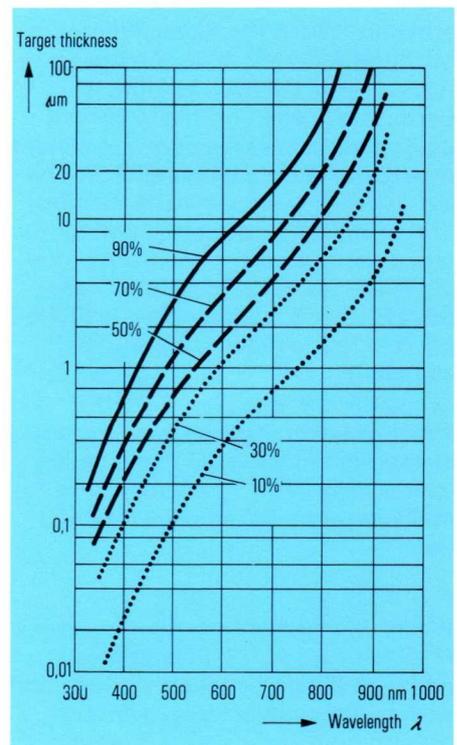


Fig. 15  
 Reflectivity of a silicon surface with and without antireflection layer as a function of the wavelength  $\lambda$

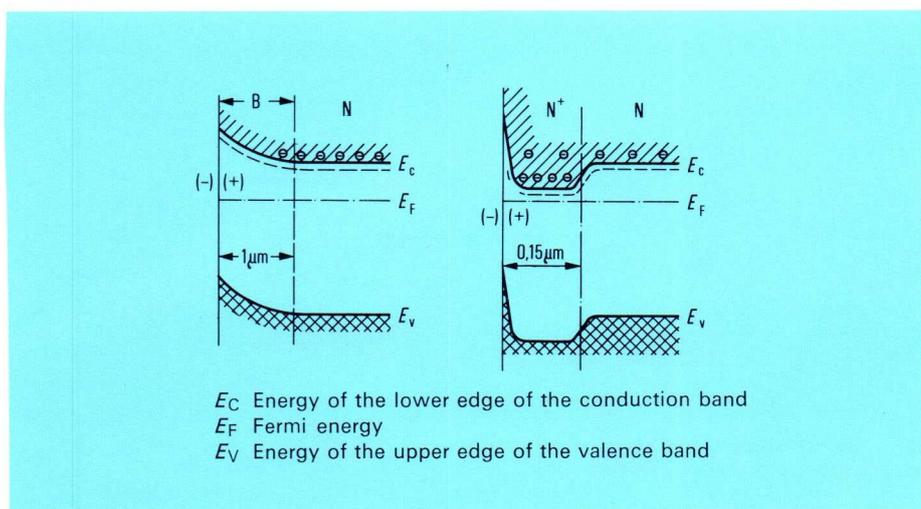
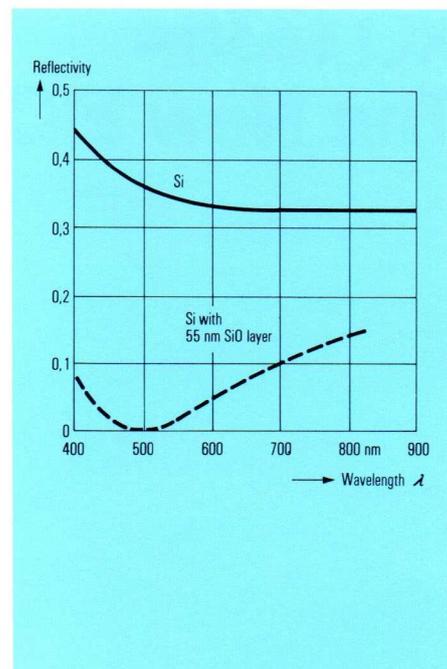


Fig. 16  
 Reducing the depth  $B$  of the space charge zone at the illuminated side (a) by  $N^+$  diffusion (b)

Fig. 17  
 Measurement of resolution  
 Bar patterns of  $1/40$  and, for example,  $1/400$  of the picture height are reproduced on the target (a). When the beam scans these patterns in the direction of the arrow, the fundamental frequencies (0.5 and 5 MHz) and amplitudes ( $\beta$  and  $\alpha$ ) of the signal current are different for the two patterns (curve b)  
 The depth of modulation at 5 MHz is then ratio  $\alpha/\beta$

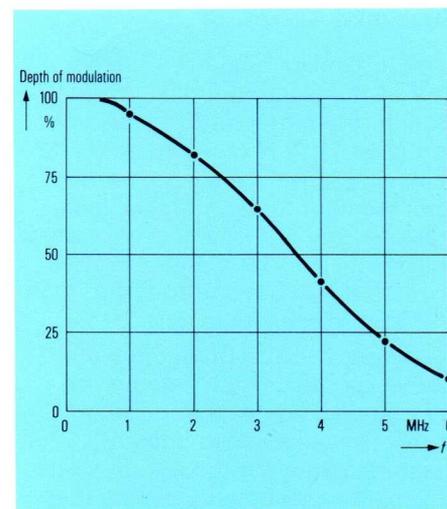
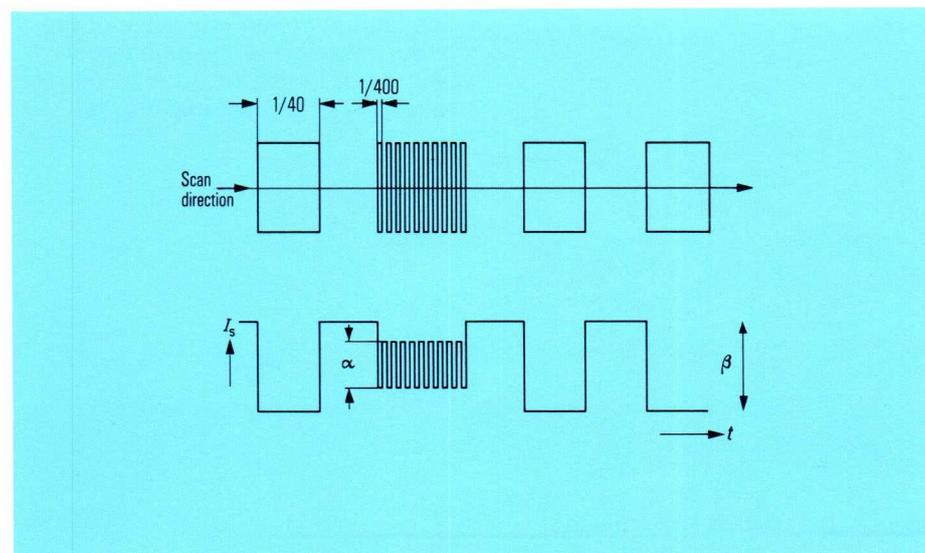


Fig. 18  
 Depth of modulation for the vidicon XQ 1200 as a function of the bar patterns calibrated in frequency

References

- [1] Wendtland, P.: A Charge-Storage-Diode Vidicon Camera Tube. IEEE Trans. Electr. Dev. Vol. 14 (1967), pp. 285 to 291
- [2] Crowell, M.; Labuda, E. F.: The silicon diode array camera tube. Bell. Syst. techn. 48 (1969), pp. 1481 to 1528
- [3] Gordon, E. J.: Review of the operation of the silicon camera tube. Proc. Camera Tube Symposium 1969, Bell Telephone Labs, pp. 13 to 28
- [4] Gordon, E. J.; Crowell, M. H.: A charge storage target for electron image sensing. Bell Syst. techn. 47 (1968), pp. 1855 to 1873
- [5] Dommaschk, W.: Über Eigenschaften und Dimensionierung von Speichergittersystemen für Sichtspeicherröhren. Z. angew. Phys. 18 (1964), pp. 233 to 241

# XQ 1330— The New EIC Television Camera Tube

## General description

The EIC camera tube XQ 1330 consists of the electronoptical image section, the target and the electron gun (Fig. 1). A photocathode on the inner side of the front window converts the light from an optical image projected upon it into photoelectrons. The photoelectrons are accelerated towards the target and focused upon it with an electrostatic lens.

The target consists of an array of diodes spaced closely together on the scanned side of a thin silicon wafer. The accelerated primary electrons penetrate the silicon wafer to generate electron-hole pairs that are decisive for the formation of a signal (Fig. 2).

The sharply focused beam from the electron gun scans the silicon wafer line by line. As fewer secondary electrons leave the target than beam electrons strike it, the target surface potential is stabilized at cathode potential. Since the electrode on the back of the silicon target is about 10 V more positive than the beam cathode, the PN diodes are cut off. The holes created by the primary electrons in the N-type silicon substrate diffuse into the diode depletion layer and across the PN junction to increase the potential of the P-type region. This potential increase is approximately proportional to the number of incident primary electrons and therefore to the light intensity in the equivalent image spot. The current pulse thereby produced can be read off the target electrode.

The signal generating mechanism described, which involves increasing the junction conductivity, explains the name of the camera tube — EIC means *Electron Induced Conductivity*.

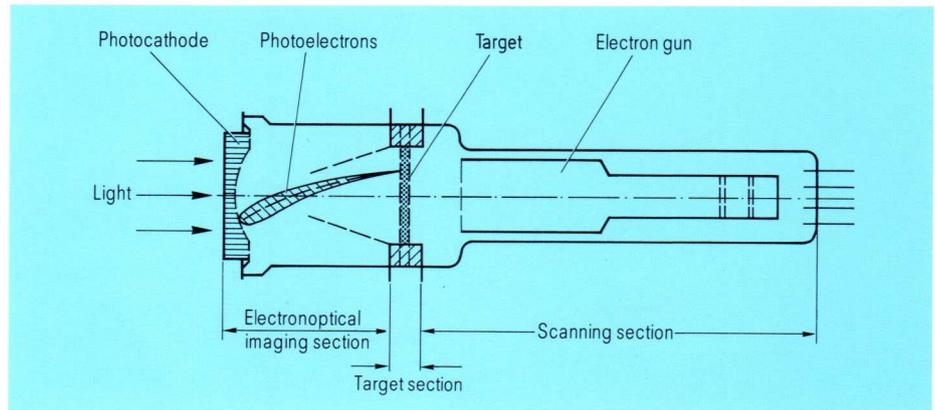


Fig. 1 Schematic of an EIC tube

Theoretically each 3.5 eV of energy has to be dissipated in the target to produce each electron-hole pair (charge carrier). As the accelerating voltage of the photoelectrons is several kilovolts, an appreciable target gain can be expected.

## Photocathode sensitivity

The spectral sensitivity of the cathode in the XQ 1330 corresponds to that of the standardized cathode S 20 R (Fig. 3). The typical integral sensitivity for white light is at least  $150 \mu\text{A}/\text{lm}$ . The sensitivity is at maximum at about 400 nm and the longwave limit of the photocathode in the near infrared region is 850 to 900 nm.

The high quantum efficiency of the photocathode and the high target gain result in the EIC tube having a sensitivity of at least  $450 \text{ mA}/\text{lm}$ .

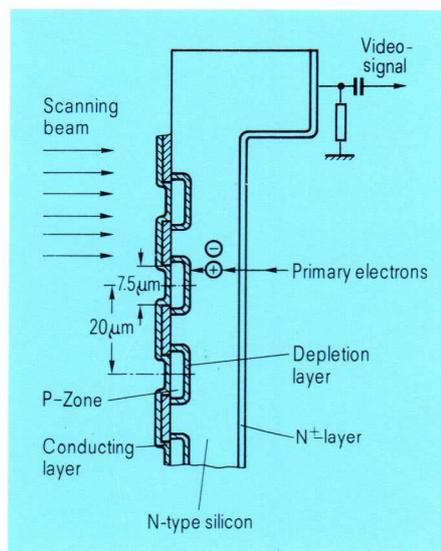
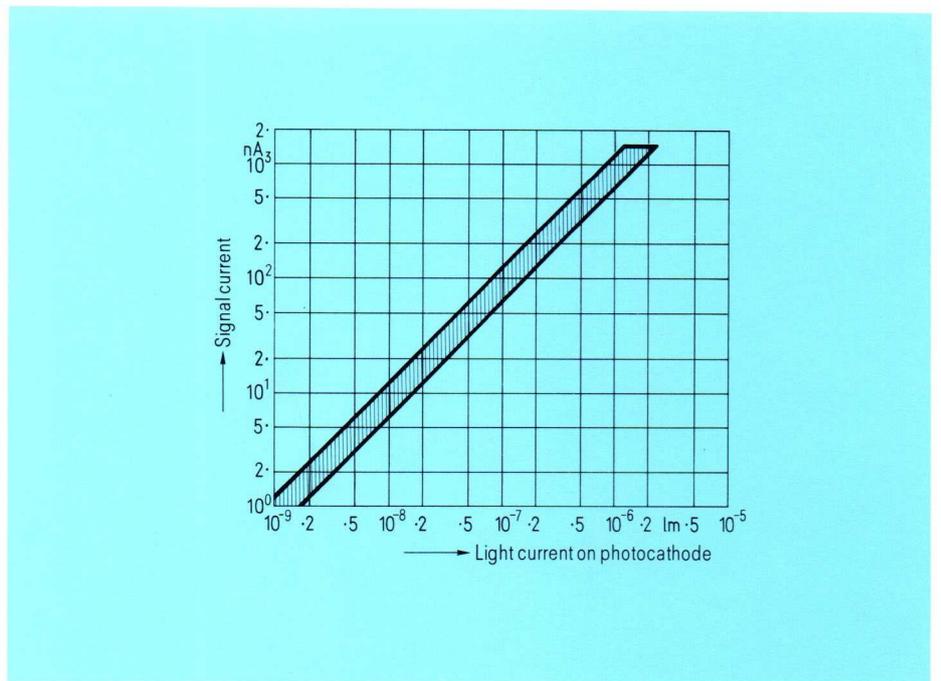


Fig. 2 Diode array target

Fig. 4  
Transfer characteristic of the  
EIC tube XQ 1330;  $U_K = 15$  kV, illuminated  
cathode area 10.8 mm by 14.4 mm



**Signal characteristic**

The transfer characteristic of the EIC tube when operated in accordance with the European standard is to be seen in Fig. 4. This curve shows the variation of signal current with the light current on the photocathode. The tube parameters such as beam current, target voltage and accelerating voltage for the primary electrons are optimized.

The gamma is generally unity, sometimes slightly less. At high light levels the curve bends sharply into saturation. The level of signal current at the onset of saturation depends on the applied target voltage. This effect is explained by the fact that the target capacitance is partly predetermined by the diode junction capacitance. This diode capacitance is charged by a certain target voltage to a certain charge level. If this charge is carried

away by irradiation with primary electrons, the signal current cannot increase further.

With 200 nA signal current and a preamplifier producing a weighted noise input of 5 nA, at 5 MHz bandwidth, a signal to noise ratio of 40 : 1 can easily be achieved over a bandwidth of 5 MHz.

From Fig. 5 it can be seen, for example, that a gain of 10 is obtained with  $E_T = 35$  eV. About 3.5 eV energy therefore produces one electron-hole pair. The gain and consequently the signal current with constant primary current are directly proportional to the energy  $E_T$ . This characteristic illustrates the possibility of gain control over a wide range.

**Automatic gain Control**

The amplification of the primary electrons in the target, in other words the number of holes created by each primary electron, is directly proportional to the energy  $E_T$  of the primary electrons effective at the target.  $E_T$  is equal to the energy of the primary electrons  $E_K = e \cdot U_K$  less a loss energy  $e \cdot U_0$  of about 2 to 3 keV dissipated at the surface of the silicon target.

The maximum cathode voltage is limited to 15 kV because of the voltage insulation of the tube. The loss energy  $e \cdot U_0$  forms the lower limit. It is not advisable to reduce the cathode voltage to this level, however, because around the value  $U_0$  target defects become very noticeable and the tube has lower resolution. The recommended minimum voltage is therefore 3.5 to 4 kV.

Fig. 3  
Spectral sensitivity of the photocathode

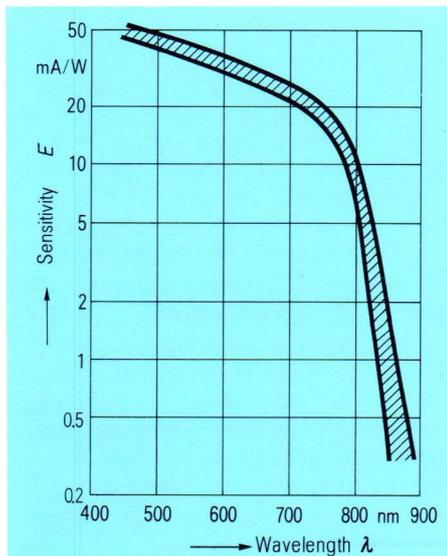
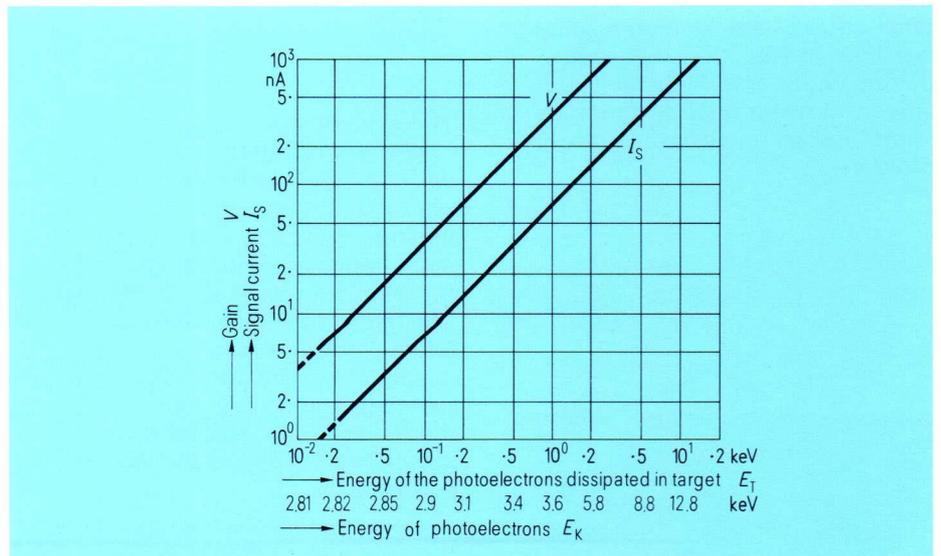


Fig. 5  
Gain  $V$  and signal current  $I_s$  as functions of the energy of the excited electrons  $E_K$  and the useful energy  $E_T$   
 $E_K = E_T + E_0$ . Minimum operating voltage  $U_0$  approx. 2.8 kV



## Resolution

The limiting resolution of the EIC tube XQ 1330 is 7.5 MHz or 30 lp/mm on the photocathode, assuming a signal current of more than 200 nA is produced. As the EIC tube is frequently used at such low illumination levels this high signal current is no longer attained. Thus the resolution decreases because the signal-to-noise ratio likewise decreases with the diminishing intensity of illumination. The signal-to-noise ratio is determined by both the noise level of the amplifier and by the statistics of the incident photons, i.e. the fluctuations in light intensity. Under these conditions it is understandable that, assuming a subject contrast of less than 100%, the S/N value will drop further. The contrast is normally about 30% or with camouflaged objects about 10%. Fig. 6 therefore shows the limiting resolution as a function of the intensity of illumination with the contrast as parameter. In this case the resolution is measured in lp/mm on the photocathode. As this form of expression is still somewhat unusual, the limiting resolution is shown in Fig. 7 in TV lines per picture width or in MHz for 100% subject contrast at 10 MHz bandwidth and an unweighted noise input of 30 nA.

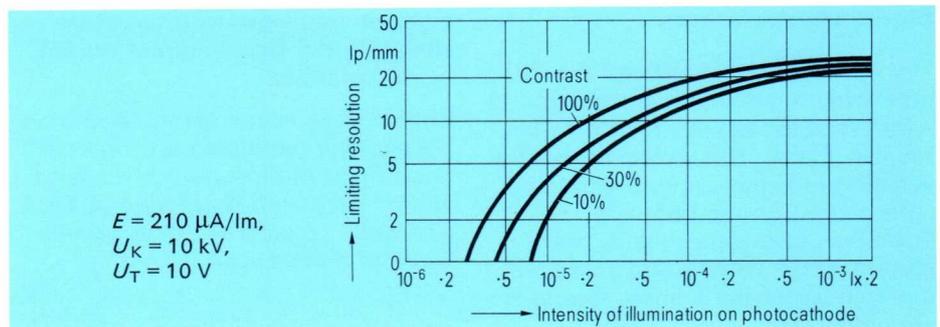


Fig. 6  
Limiting resolution in lp/mm as a function of the intensity of illumination

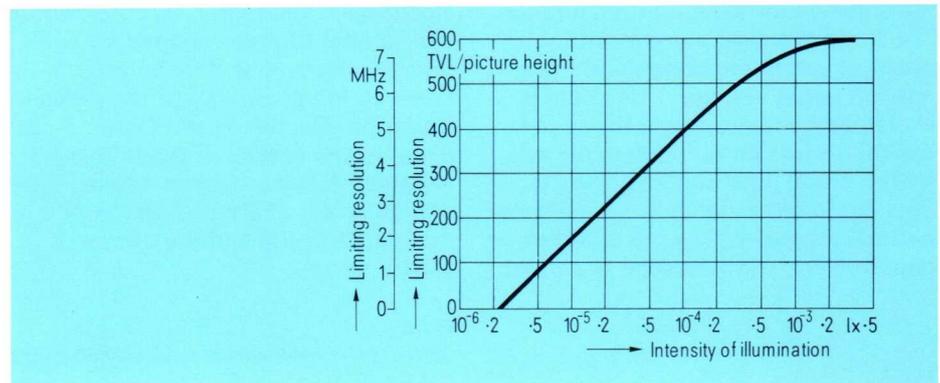


Fig. 7  
Limiting resolution in MHz and TVL/picture height as function of the intensity of illumination

## Lag

The signal current does not follow brightness changes in a scene without lag. This is not caused by the photoconductive lag because the lifetime of the holes in the target is short compared with the 40 ms taken for one complete scan of the target. The lag is determined instead by the beam resistance and the target capacitance. The latter is partly given by the junction capacitance of the diodes and the capacitance between the  $\text{SiO}_2$  surface and the silicon substrate.

Since both capacitances depend on the potential difference between the

surface and the base electrode, the value of the residual signal decreases with increasing target voltage. Fig. 8 shows the residual signal as a function of time after removal of illumination with the target voltage  $U_T$  as parameter. The influence of the target voltage is clearly apparent, but declines above 10 to 12 V.

As may be seen from Fig. 9, which shows the residual current as a function of time after removal of illumination with the signal current as parameter, the residual signal depends very little on the signal current.

### Dark current

The dark current of an EIC tube is determined by the diode reverse current. At 10 V target voltage and 30 °C the dark current lies between 25 and 35 nA (Fig. 10). The dark current depends greatly on temperature and doubles for every 9 K increase in target temperature. As it appears uniformly over the target, dark current compensation is possible.

### Picture quality

Over the recommended operating range, the EIC tube produces no spurious signals due to redistribution of electrons on the scanned side of the target. Since the signal associated with a picture element is virtually unaffected by potentials near the element, the EIC tube is free of halo effects. Point sources of light in the scene result in only minimal halation around this point source.

Very bright picture sections in dark surroundings may easily produce slight image growth if the signal current at the bright points rises, say, to between 400 and 500 nA. Very large potential differences then occur close together on the target surface and deflect the scanning beam.

The EIC tube withstands severe overloads. The target suffers no damage when a camera fitted with an EIC tube is pointed with full aperture at a very bright light source such as a car headlight. The high voltage therefore requires no stabilization for safety reasons. To prevent spurious signals, however, it is advisable to stabilize the cathode voltage; the other features such as uniformity, lag and resolution are virtually unaffected.

Fig. 8  
Residual signal vs time after removal of illumination with the target voltage  $U_T$  as parameter  
 $I_s = 140 \text{ nA}$      $U_T$  Target voltage

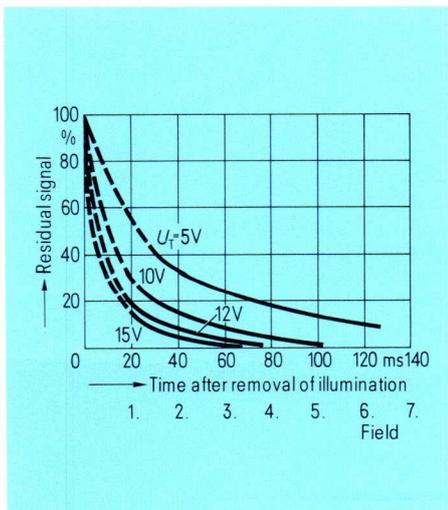


Fig. 9  
Residual signal vs time after removal of illumination with the signal current  $I_s$  as parameter  
 $U_T = 10 \text{ V}$

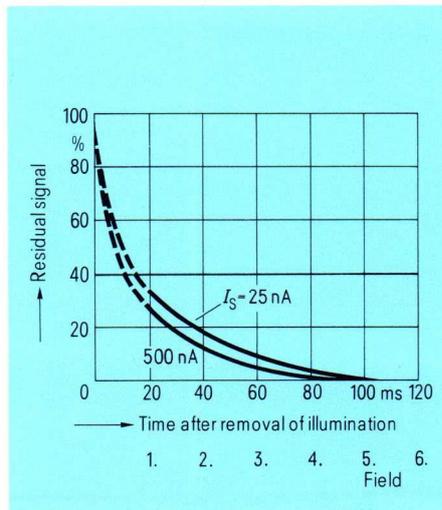
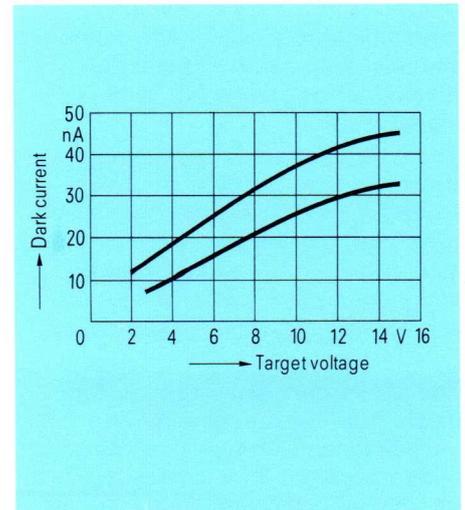


Fig. 10  
Variation of dark current with target voltage  
Temperature 30 °C



### Comparison of the EIC tube with the SEC tube

The characteristics of both tubes are determined by the properties of the target. In both types the primary electrons are amplified in the target. The amplification of the SEC tube is about 100 and that of the EIC tube around 3000. The SEC tube's disadvantage of lower gain is compensated by its integration properties. Because no dark current is present in its target, the SEC tube can integrate and store charges over many hours. In this way sensitivity increases by a factor of 100000 and more can be achieved when viewing stationary pictures. Because of the appreciable temperature-sensitive dark current in the silicon target, the EIC tube cannot be used for integration and storage.

The major advantage of the EIC tube, its exceptional high resistance to overloading, has already been mentioned. Except under very unusual conditions target burn resulting from intense illumination does not occur. Both tubes exhibit low lag, with the SEC tube being slightly superior. Below a saturation value the EIC tube has a linear transfer characteristic with a gamma of unity. The gamma of the SEC tube varies between unity at low signal levels and 0.5 at high signal levels.

The type of photocathode employed determines the spectral sensitivity. Normally type S 20 R is used in both tubes, but modifications are possible. The SEC tube can be used for the illumination level range of 1 to  $10^{-3}$  lx, the EIC tube at levels lower by a factor of about 30.

The above principal characteristics of the two tubes determine also their applications. Both types can be used with or without an image intensifier for various night vision applications.

The shock-resistant version is an advantage in most applications. A further use is in cameras for monitoring buildings, parking lots, storage depots, etc., at night. The overload capability of the EIC tube makes it especially suitable for round-the-clock operation.

This advantage can also be utilized for traffic control systems. The main problem here is that the illumination level varies between bright sunshine and night by a factor of  $10^5$  to  $10^6$  and it is furthermore quite possible that a headlight may shine directly into the camera. Its high sensitivity and the possibility of gain control by varying the accelerating voltage for the photoelectrons makes the EIC tube ideal for this and similar tasks. Freedom from halation is also important in this type of application. The variation of the dark current with temperature can be compensated electronically.

Finally the use of this tube in color television deserves mention. The EIC tube is especially suitable for color cameras with color band filters. As the tube has a fiber optic input, direct contact with the color band filter is easily established.

### EIC camera tube XQ 1330

#### General data

Faceplate	Fiber optic
Fiber diameter	7 $\mu$ m
Numerical aperture	1.1
Useful diameter	18 mm
Photocathode	S 20 R
Electronoptical imaging section	
Focusing method	Electrostatic
Configuration	Diode
Image ratio	1:1
Target capacitance to all other electrodes	approx. 20 pF
Scanning section	
Focusing method	Magnetic
Deflection method	Magnetic
Cathode	Indirectly heated
Base	EIA E8—11
Socket	Special 8-pin
Overall length	185.5 mm
Maximum diameter	54.0 mm
Diameter of scanning section	26.0 mm
Operating position	Any

#### Operational data

	Picture size 10.8 mm $\times$ 14.4 mm	
	Maximum rating	Typical operation
Photocathode voltage	-12.0 kV	-10.0 kV
Anode voltage	0 kV	0 kV
Target voltage	20 V	5 to 15 V
Grid 4 voltage	500 V	360 V
Grid 3 voltage	350 V	260 V
Grid 2 voltage	350 V	300 V
Grid 1 voltage	-150 V	-35 V
Heater voltage	6.6 V	6.3 V
Heater current	-	0.3 A
Cathode voltage	-	0 V
Magnetic focusing field	-	$4 \cdot 10^{-3}$ T*
Magnetic alignment field	-	0 to $4 \cdot 10^{-4}$ T
Maximum signal current	1000 nA	500 nA

\* T Tesla

# XS 1000 – Fast Electrical Signal Storage Tube with Long Reading Time

An electrical-signal storage tube is an electron tube into which information is fed in the form of an electrical signal and taken out again as an electrical signal after a certain time ranging from a fraction of a second to days or even months. The duration of the information output, or reading time, can differ from or be the same as the information input, or writing time. The same information can also be read out repeatedly. The information consists of alphanumeric symbols or half-tone pictures.

The Siemens signal storage tube XS 1000 features an extremely long storage and reading time, very high writing speed and high resolution. It is much smaller than other storage tubes, requires lower supply voltages and is mechanically and electrically very rugged.

Typical applications for Siemens signal storage tubes are in test equipment in closed-circuit television as the simplest method of slow transmission of single pictures such as checks, drawings, etc.; in data display equipment as a cost-saving replacement for the circulating memory; in medical equipment in applications where pictures have to be added.

## Design and function

In all electrical signal storage tubes [1, 2] so far publicized, the electron beam builds up a charge pattern on an insulating layer (write mode) that is used to modulate the output signal (read mode) and is afterwards broken down (erase mode). They differ in the physical and technical realization of the writing, reading and erasing methods. With most of these tubes the insulating layer is either applied homogeneously to a metal plate [3] or it coats a very fine mesh [4]. Both versions have the disadvantage that homogeneous storage layers exhibit poor resolution and short storage time. Also fine meshes are prone to burn-in and are not sufficiently rugged. In the Siemens signal storage tube, silicon dioxide is used as the insulating layer. From a thermally produced  $\text{SiO}_2$  layer, a mosaic of individual  $\text{SiO}_2$  islands is obtained by the mask etching technique.

Fig. 1 shows the basic circuit of the Siemens signal storage tube XS 1000. It contains a gun system to generate the electron beam  $i_p$  and a target T. The target consists of an insulating layer in the form of  $\text{SiO}_2$  islands on an silicon backplate. Focusing and deflection coils are located outside the tube.

The electron gun consists of an indirectly heated cathode K, control electrode G1, accelerating electrode G2, anode cylinder A and field mesh F. The G1 electrode determines the beam current  $i_p$  and the accelerating electrode G2 limits the beam diameter. The beam is deflected in the electrically fieldfree region of the cylinder A and deflected line by line over the target by the magnetic fields. The mesh F together with the anode cylinder A form an electron lens which assures that the beam is normal to the target.

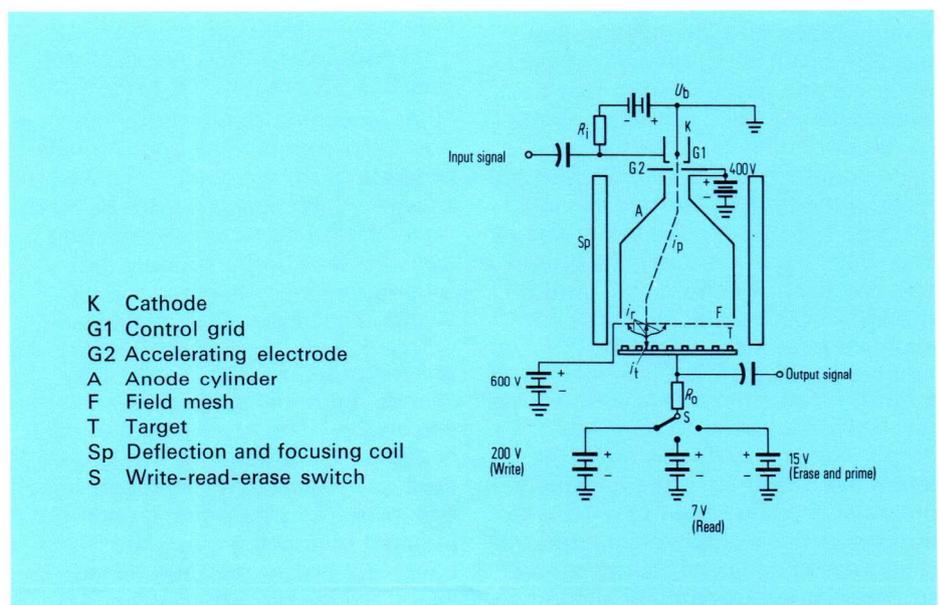
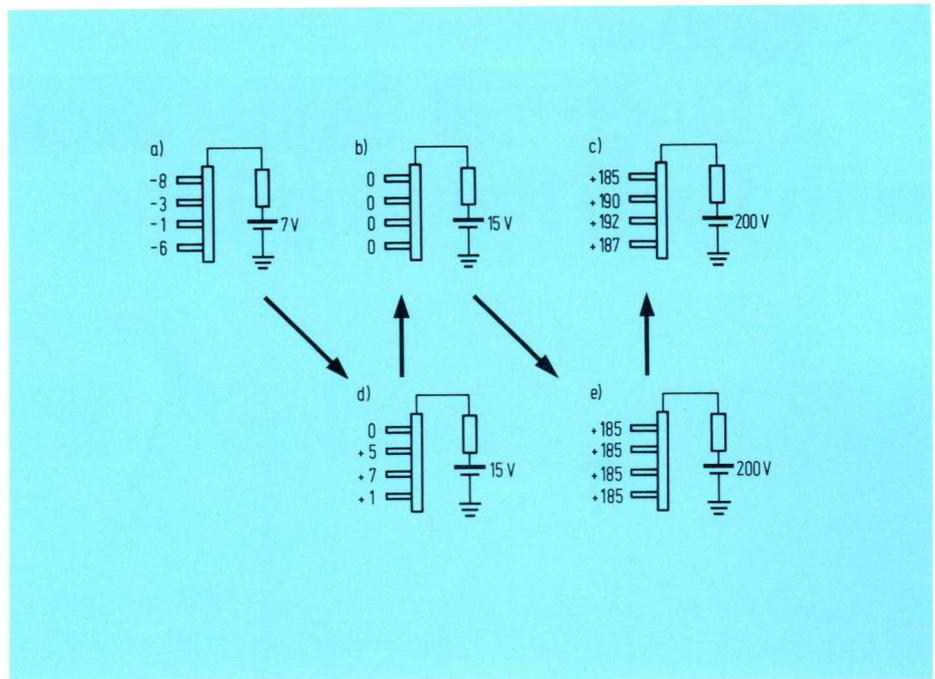


Fig. 1  
Basic circuit of  
the electrical signal storage tube XS 1000

Fig. 2  
Surface potentials of the SiO<sub>2</sub> islands during the read (a), write (c and e), erase and prime modes (b and d)



To explain the reading, writing and erasing modes, the potentials on the target with the resistance  $R_0$  and dc voltage source are considered (Fig. 2). All voltages refer to the cathode. Initially it is assumed that the surfaces of the SiO<sub>2</sub> islands are at 0 V with the backplate at +15 V (Fig. 2b). The writing mode (Fig. 3e) is initiated by increasing the backplate potential from +15 to +200 V with the electron beam cut off. As the potential difference between island surfaces and backplate is maintained, the island surfaces charge up to +185 V. If the target is now scanned line by line by the electron beam modulated with the signal to be stored applied to the electrode G1, the high impact energy of 185 eV produces more secondary electrons than incident primary electrons. These secondary electrons are caught by the backplate. The larger the number of primary electrons, which depends on the beam modulation, the more the island surface potentials approach the potential of the backplate (Fig. 2c). With the writing mode now completed, the electron beam is cut off and the backplate voltage reduced such that no island surface has a positive potential. In this particular example the backplate voltage is +7 V (Fig. 2a). In the reading mode the now unmodulated electron beam scans the target line by line. Because of the negative potentials, no beam electrons can land on the SiO<sub>2</sub> island surfaces. These negative potentials determine (similar in effect to the control grid of a triode) the number of electrons that reach the backplate to form the output signal current. To erase the information (Fig. 2d), the backplate potential is again raised to +15 V so that the surface potentials exceed 0 V (Fig. 2d). The impact energy is now so low that less secondary electrons

are produced than primary electrons reach the island surface. The island surfaces therefore assume cathode potential and the next writing mode can commence. In practice the electron beam need not be cut off after writing, reading or erasing if the voltages on G1 and the target change sufficiently fast.

### Tube characteristics

#### Writing speed

The writing speed  $v_w$  is generally defined by that speed of the electron beam across the target at which the potential of the SiO<sub>2</sub> islands increases by the value  $\Delta V$  during the writing mode such that the signal current during readout exceeds 100 nA. For most applications a high writing speed is important.

$$v_w = \frac{i_p (\delta - 1) d}{C \Delta V}$$

( $\delta$  secondary emission factor,  $d$  beam diameter,  $C$  island capacitance).

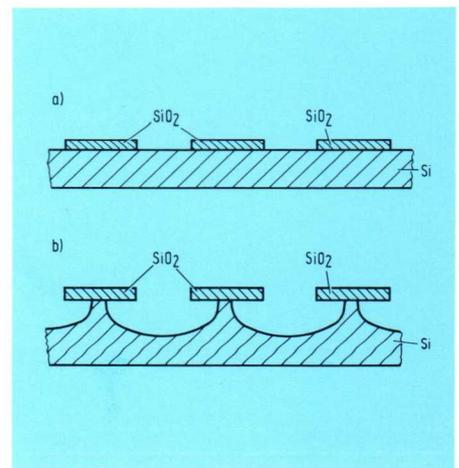
The maximum writing speed of the Siemens XS 1000 is 10<sup>6</sup> cm/sec. High resolution requires the lowest possible beam current  $i_p$  and smallest possible beam diameter  $d$ . To assure a high writing speed  $v_w$ , the secondary emission factor  $\delta$  can be made large by selecting a suitably high writing voltage. Also the storage island capacitance  $C$  is minimized with a certain target geometry. Fig. 3a shows a target section with SiO<sub>2</sub> islands uniformly spaced on an silicon disk. The capacitance of each island is proportional to the area of contact between the island and silicon backplate. This capacitance can be reduced by etching away the Si backplate below the SiO<sub>2</sub> islands as illustrated by Fig. 3b.

#### Storage time

Once the writing mode is completed, the charge pattern on the SiO<sub>2</sub> islands cannot exist indefinitely because of the finite insulation resistance. The fall in surface potential as a function of time  $t$  is proportional to  $e^{-t/RC}$ , where  $R$  is the insulation resistance and  $C$  the capacitance of the island. Even if  $C$  is small (about 10<sup>-5</sup> pF), the product  $RC$  is very large because the resistivity of SiO<sub>2</sub> is about 10<sup>20</sup>  $\Omega$  cm.

The storage time  $t_s$  is the time during which the surface potentials of the storage islands have decreased to 1/e of the value at the instant the writing mode is completed and the beam turned off. For the Siemens XS 1000 it exceeds 100 days.

Fig. 3  
Target without (a) and with (b) backplate etched away below the SiO<sub>2</sub> islands



### Reading time

As has been shown, the surface potentials are negative during the read mode and therefore cannot be changed by the read beam. Positive ions change the surface potentials to limit the reading time. The reading time is defined as the time during which the surface potential of the SiO<sub>2</sub> islands, which determines the electron current to the backplate, has changed such that the peak-to-peak signal current of a written-in black-white bar pattern has decreased by 50%. It is therefore primarily a function of beam current, vacuum quality and target design. With a good vacuum and high positive field mesh voltage to keep positive ions from the target, a long reading time can be expected. For the XS 1000 it is at least 30 minutes.

### Erasing time

The erasing time is the time taken for the electron beam to reduce the surface potentials of the SiO<sub>2</sub> islands during erasing so close to the cathode potential that, with a subsequent read mode, less than 5% of the maximum signal current flows.

To a first approximation the erasing time is given by

$$t_e = \frac{VC}{i_p} \frac{1}{(\tau F)}$$

$C$  is the island capacitance,  $F$  the picture frequency and  $\tau$  the dwell time of the beam on an island. Because of the directional distribution of the electrons in the beam positive with respect to the cathode, the surface potential is necessarily assumed to be more than 0.5 V. The erasing time of the XS 1000 is 40 to 120 msec.

### Half-tone storage

Half-tone storage is possible when the output signal  $I_0$  is proportional to the input signal  $V_w$ . The relationship  $I_0 = K V_w^x$  applies, where  $K$  is a constant and  $\gamma = 1$ .

The input signal is the charge  $Q$  formed on the SiO<sub>2</sub> island surfaces during the writing mode. This charge is proportional to the beam current  $i_p$  for constant  $v_w$ . However, the beam current is not proportional to the electrode voltage  $V_w$ :

$$i_p = k V_w^x, \text{ with } x > 1 \text{ and } k = \text{constant.}$$

In the function  $I_0 = K V_w^x$  a value for  $\gamma$  greater than 1 is therefore to be expected (Fig. 4).

The number of half tones that can be stored is equal to the number of steps of a step voltage waveform that can still be discernibly read out, assuming all steps are of the same amplitude. The black and white signals are connected as half tones. The type XS 1000 can store at last 11 half tones.

### Resolution

Assuming a Gaussian distribution of the current density in the beam, the separation  $a$  of two adjacent line maxima for 50% depth of modulation [5] is

$$a = [5.61 (d/2)^2 + 1.79 a_s^2]^{1/2}$$

where  $d$  is the beam diameter,  $d_s$  the spacing between two adjacent islands. For  $d = 35 \mu\text{m}$  and  $d_s = 15 \mu\text{m}$ ,  $a = 4.5 \cdot 10^{-3} \text{ cm}$ ; in other words the resolution is 220 line periods or 440 lines per cm. For a given target size the beam diameter limits the resolution.

### References

- [1] Kazan, B.; Knoll, M.: Electronic Image Storage. New York and London: Academic Press 1968, pp. 134 to 189
- [2] Silver, R.; Luedicke, E.: The Silicon Dioxide Storage Tube. Proc. IEEE 58 (1970), pp. 245 to 246
- [3] See [1], pp. 142 to 147
- [4] RCA data sheet for C 22017 Alphecon
- [5] Dommaschk, W.: Über Eigenschaften und Dimensionierung von Speichergittersystemen für Sichtspeicherröhren. Z. angew. Phys. 18 (1964), pp. 233 to 241

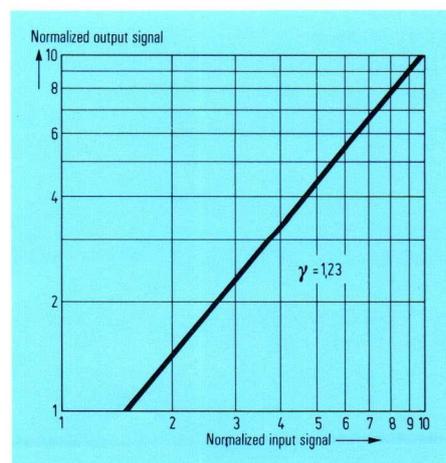


Fig. 4  
Transfer characteristic  
of the electrical-signal storage tube

# Unsere Geschäftsstellen

## Siemens Companies and Representatives abroad

Siemens Aktiengesellschaft  
Vertrieb Bauteile  
**1000 Berlin 11**  
Schöneberger Straße 2–4  
Fernsprecher 2551  
Fernschreiber 1 83 766

Siemens Aktiengesellschaft  
Vertrieb Bauteile  
**2800 Bremen 1**  
Contrescarpe 72  
Fernsprecher 364–1  
Fernschreiber 245451

Siemens Aktiengesellschaft  
Vertrieb Bauteile  
**4600 Dortmund 1**  
Märkische Straße 8–14  
Fernsprecher 548–1  
Fernschreiber 8 22 312

Siemens Aktiengesellschaft  
Vertrieb Bauteile  
**4000 Düsseldorf 1**  
Lahnweg 10  
Fernsprecher 3030–1  
Fernschreiber 8 581 301

Siemens Aktiengesellschaft  
Vertrieb Bauteile  
**4300 Essen 1**  
Kruppstraße 16  
Fernsprecher 2013–1  
Fernschreiber 8 57 437

Siemens Aktiengesellschaft  
Vertrieb Bauteile  
**6000 Frankfurt 1**  
Gutleutstraße 31  
Fernsprecher 262–1  
Fernschreiber 4 14 131

Siemens Aktiengesellschaft  
Vertrieb Bauteile  
**2000 Hamburg 1**  
Lindenplatz 2  
Fernsprecher 282–1  
Fernschreiber 2 16 2 721

Siemens Aktiengesellschaft  
Vertrieb Bauteile  
**3000 Hannover 1**  
Am Maschpark 1  
Fernsprecher 1 99–1  
Fernschreiber 9 22 333

Siemens Aktiengesellschaft  
Vertrieb Bauteile  
**5000 Köln 1**  
Friesenplatz 8–14  
Fernsprecher 576–1  
Fernschreiber 8 881 005/6

Siemens Aktiengesellschaft  
Vertrieb Bauteile  
**6800 Mannheim 1**  
N 7.18  
Fernsprecher 296–1  
Fernschreiber 4 62 261

Siemens Aktiengesellschaft  
Vertrieb Bauteile  
**8000 München 80**  
Richard-Strauß-Straße 76  
Fernsprecher 21 91–1  
Fernschreiber 5 28 421

Siemens Aktiengesellschaft  
Vertrieb Bauteile  
**8500 Nürnberg 2**  
Richard-Wagner-Platz 1  
Fernsprecher 2016–1  
Fernschreiber 6 22 251

Siemens Aktiengesellschaft  
Vertrieb Bauteile  
**6600 Saarbrücken 3**  
Martin-Luther-Straße 25  
Fernsprecher 3008–1  
Fernschreiber 4 421 431

Siemens Aktiengesellschaft  
Vertrieb Bauteile  
**7000 Stuttgart 1**  
Geschwister-Scholl-Straße 24  
Fernsprecher 2076–1  
Fernschreiber 7 23 941

## Europa

### Belgien

Siemens Société Anonyme  
116, Chaussée de Charleroi  
B-1060 Bruxelles

### Bulgarien

RUEN  
Technisches Beratungsbüro  
der Siemens AG  
ul. Zar Boris I, 130  
Sofia

### Dänemark

Siemens Aktieselskap  
Blegdamsvej 124  
DK-2100 Kopenhagen Ø

### Finnland

Suomen Siemens Osakeyhtiö  
Mikonkatu 8  
SF-00100 Helsinki 10  
(Postilokero 10008)

### Frankreich

Siemens S.A. Française  
39-47, Boulevard Ornano  
F-93 St.-Denis

### Griechenland

Siemens Industrie E.P.E.  
Eleftheriou Venizelou 16  
Athen 125 (P.O.B. 601)

### Großbritannien

Siemens (United Kingdom) Ltd.  
Great West House  
Great West Road  
Brentford, Middlesex

### Irland

Siemens (Ireland) Ltd.  
8, Raglan Road  
Dublin 4

### Island

Smith & Norland H/F  
Sudurlandsbraut 4  
Reykjavik (P.O.B. 519)

### Italien

Siemens Elettra S.p.A.  
Divisione Sistemi  
é componenti elettronici  
Via Vittor Pisani, 20  
I-20 100 Milano  
(Casella Postale 4183)

### Jugoslawien

Generalexport  
Djure Djakovića 31  
YU-11000 Beograd (P.O.B. 223)

### Luxemburg

Siemens Société Anonyme  
17, Rue Glesener  
Luxembourg (B.P. 1701)

### Niederlande

Siemens Nederland N.V.  
Huygenspark 38-39  
's-Gravenhage (Postbus 1068)

### Norwegen

Siemens Norge A/S  
Ostre Aker Vei 90, Linderud  
N-Oslo 5 (Postboks 10, Veitvet)

### Österreich

Siemens Aktiengesellschaft  
Österreich  
A-1030 Wien, Apostelgasse 12  
A-1031 Wien, Postfach 326

### Polen

PHz Transactor S.A.  
ul. Olszewska 8  
Warszawa 12, (P.O.B. 176,  
Warszawa 1)

### Portugal

Siemens-Companhia de Electricidade  
S.A.R.L.  
Av. Almirante Reis, 65  
Lisboa - 1 (Apartado 1380)

### Rumänien

Siemens birou de consultatii tehnice  
Str. Jules Michelet Nr. 15-17  
Bucuresti

### Schweden

Siemens Aktiebolag  
Norra Stationsgatan 63-65  
Siemens-huset  
S-113 43 Stockholm  
(Fack, S-104 35 Stockholm 23)

### Schweiz

Siemens-Albis AG  
CH-8021 Zürich, Löwenstraße 35

### Spanien

Siemens S.A.  
Calle Orense, 2  
Madrid-20 (Apartado 155)

### Tschechoslowakei

EFEKTIM  
Techn. Büro Siemens AG  
Praha 1/CSSR  
Václavské náměstí 1

### Türkei

Simko Ticaret ve Sanayi A.S.  
Meclisi Mebusan Cad. 55  
Istanbul/Fındıklı (P.K. 64 Tophane)

### Ungarn

Intercooperation AG  
Siemens Kooperationsabteilung  
Böszörményi u. 9-11  
Budapest XII

### Union der Sozialistischen Sowjetrepubliken

Siemens Resident Ingenieur  
Hotel „Leningradskaja“, Zimmer 301  
Moskau

## **Afrika**

### **Ägypten**

Siemens Resident Engineers  
Immobilien Building, Flat 644  
Chérif Street No. 26b  
Kairo (P.O.B. 775)

### **Algerien**

Siemens Algérie S.A.R.L.  
3. Viaduc du Duc des Cars  
Alger, (B.P. 51)

### **Äthiopien**

Siemens Ethiopia Ltd.  
Ras Bitwoded Makonnen Building  
Addis Ababa, (P.O.B. 5505)

### **Kongo**

Siemens-Congo S.P.R.L.  
147, Boulevard du 30. juin  
angle av. Prince de Liège  
Kinshasa 1 (B.P. 9677)

### **Marokko**

Siemens Maroc S.A.R.L.  
Rue Aspirant Lafuente  
Immeuble Siemens, Casablanca

### **Mosambik**

Breyner & Wirth, Ltd.  
Av. da República, 32  
Lourenço Marques (C.P. 206)

### **Rhodesien**

Fraser & Chalmers Equipment  
(Pty.) Limited  
Birmingham Road,  
Heavy Industrial Site  
Salisbury. (P.O.B. 72)

### **Sudan**

Electric & General Contracting Co.  
Contomichalos Building  
Barlament St.  
Khartoum, (P.O.B. 1202)

### **Südafrika**

Siemens (Proprietary) Limited  
Siemens House  
Corner Wolmarans and Biccard  
Streets, Braamfontein  
Johannesburg, (P.O.B. 4583)

### **Südwestafrika**

M + Z Motors and Engineering Ltd.  
Tal Street  
Windhoek, (P.O.B. 192)

### **Tunesien**

Siemens Resident Engineer  
Tunis RP, (B.P. 835)

## **Amerika**

### **Argentinien**

Siemens Argentina S.A.  
Av. Pte. Julio A. Roca 530  
Buenos Aires  
(Casilla Correo Central 1232)

### **Brasilien**

Icotron S.A.  
Indústria de Componentes Eletrônicos  
Rua dos Missionários, 292  
Sao Paulo-1-SP (C.P. 1375)

### **Chile**

Gildemeister S.A.C.  
Amunátequi 178  
Santiago de Chile (C99-D)

### **Costa Rica**

Siemens de Centro-América  
(Costa Rica) Ltda.  
La Uruca  
San José, (Apartado 10022)

### **Ecuador**

Casa Comercial Schwarz S.A.  
210-216 P. Yeaza  
Guyanaquil (C.P. 3794)

### **El Salvador**

Siemens de Centro-América  
(El Salvador) S.A.  
11, Avenida Sur No. 203y  
Calle Rubén Darío  
San Salvador, C.A. (Apartado 1525)

### **Kanada**

Siemens Canada Limited  
7300 Trans-Canada Highway  
Pointe Claire 730, P.O. (P.O.B. 7300)

### **Kolumbien**

Siemens Columbiana S.A.  
Carrera 65, No. 11-83  
Bogotá 6 (Apartado Aéreo 6829)

### **Mexiko**

Siemens Mexicana S.A.  
Calle Poniente 116 No. 590  
Col. Industrial Vallejo  
México 15, D.F.  
(Apartado Postal 15-064)

### **Nicaragua**

Siemens de Centro-América  
(Nicaragua) S.A.  
Carretera Norte Km 6  
Managua, D.N., (Apartado 7)

### **Peru**

SIEMSA  
Av. República de Panamá 3972/78  
Lima, (Casilla 66)

### **Uruguay**

Conatel S.A.  
Ejido 1690, Montevideo  
(C.d.C.1371)

**Venezuela**

Siemens Venezolana S.A.  
Avda. Principal  
Urbanización Los Ruices  
Caracas, (Apartado 3616)

**Vereinigte Staaten von Amerika**

Siemens Corporation  
186 Wood Avenue South  
Iselin, N.J. 08830

**Asien****Afghanistan**

Siemens Afghanistan Ltd.  
Djade Maiwand 67-68  
Kabul, (P.O.B. 7)

**Bangla-Desh**

Siemens Engineering Co. Ltd.  
74 Dilkusha Commercial Area  
Dacca (P.O.B. 33)

**Birma**

Siemens Resident Engineer  
185-187 Maha Bandoola Street  
Rangoon (P.O.B. 1427)

**Hongkong**

Jebsen & Co  
Prince's Bldg.  
Hong Kong (P.O.B. 97)

**Indien**

Siemens India Ltd.  
Head Office  
134 A, Dr. Annie Besant Road. Worli  
Bombay - 18 WB, (P.O.B. 6597)

**Indonesien**

Siemens Indonesia  
Kebon Sirih 4, Djakarta (P.O.B. 2469)

**Iran**

Siemens Iran Sherkate Sahami  
Kh. Takhte-Djamshid No. 32  
Siemenshaus  
Teheran

**Israel**

Inverko Ltd.  
Sole Agents for Israele of Siemens AG  
72-76 Harakevet Street  
Tel-Aviv (P.O.B. 2385)

**Japan**

Nippon Siemens K.K.  
Chiyoda Building, 6th floor  
6-1, Marunouchi 2-chome  
Tokyo, Chiyoda-ku  
(Central P.O.B. 1144)

**Jordanien**

F.A. Kettaneh & Co. Ltd.  
King Hussein Street  
Amman (P.O.B. 485)

**Korea (Republik)**

Siemens Korea, Technical  
Liaison Office  
Daehan Building Room 706  
75, Susomun-dong, Sudaemun-ku  
Seoul, (P.O.B. 3001)

**Libanon**

Siemens Agents  
Al. Hussein Street  
Beyrouth (P.O.B. 3945)

**Philippinen**

Siemens Department  
Engineering Equipment, Inc.  
PI Manila, Philippines  
P.O. Box 1386

**Singapore**

Guthrie Waugh  
41, Sixt Av. Bukit Tinah Road  
Singapore 10 (P.O.B. 495 Singap. 1)

**Syrien**

Syrian Import Export & Distribution  
Co., S.A.S. SIEDCO  
Port Said Street  
Damas (P.O.B. 363)

**Taiwan**

Trans Ocean Trading Comp.  
78 Po Ai Road  
Taipeh (P.O.B. 366)

**Thailand**

B. Grimm & Co. R.O.P.  
1643/4, Petchburi Road (Extension)  
Bangkok (P.O.B. 66)

**Australien****Australien**

Siemens Industries Limited  
544 Church Street  
Richmond, Victoria, Australia, 3121

**Neuseeland**

F. Barker Ltd.  
2. Cable Car Lane  
Wellington (P.O.B. 74)



Please send technical information on:

- Image pick-up tubes**
- Image intensifier tubes**
- Signal storage tubes**

Please supply data sheets of vidicons: \_\_\_\_\_

Price and time of delivery for the following tube types: \_\_\_\_\_

Ich bitte um technische Beratung über:

- Bilddaufnahmeröhren**
- Bildverstärkerröhren**
- Signalspeicherröhren**

Zusendung ausführlicher Datenblätter der Vidikons: \_\_\_\_\_

Preise und Lieferzeit folgender Typen: \_\_\_\_\_

Please send technical information on:

- Image pick-up tubes**
- Image intensifier tubes**
- Signal storage tubes**

Please supply data sheets of vidicons: \_\_\_\_\_

Price and time of delivery for the following tube types: \_\_\_\_\_

Ich bitte um technische Beratung über:

- Bilddaufnahmeröhren**
- Bildverstärkerröhren**
- Signalspeicherröhren**

Zusendung ausführlicher Datenblätter der Vidikons: \_\_\_\_\_

Preise und Lieferzeit folgender Typen: \_\_\_\_\_

Absender: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_



Siemens Aktiengesellschaft  
Bereich Röhren  
V Opto

8000 München 80  
St.-Martin-Straße 76

Sender: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

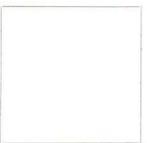


Siemens Aktiengesellschaft  
Bereich Röhren  
V Opto

8000 München 80  
St.-Martin-Straße 76

Absender: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_



Siemens Aktiengesellschaft  
Bereich Röhren  
V Opto

8000 München 80  
St.-Martin-Straße 76

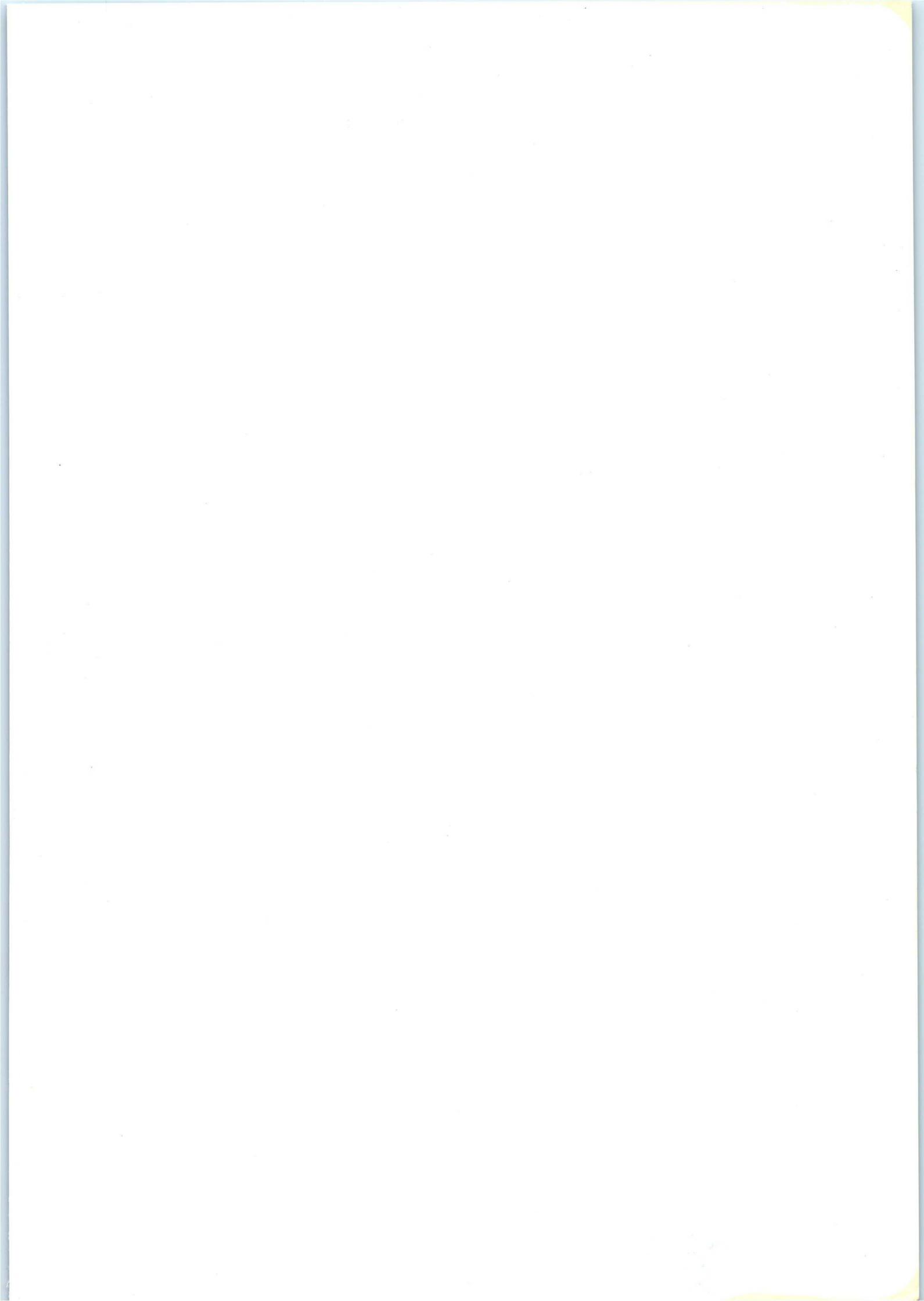
Sender: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_



Siemens Aktiengesellschaft  
Bereich Röhren  
V Opto

8000 München 80  
St.-Martin-Straße 76





SIEMENS

