

CCD-Sensorzeile L 172 C

Dipl.-Ing. JENS KNABE

Dieses ladungsgekoppelte Bauelement wandelt optische Informationen in elektrisch analoge Einzelsignale um. Die monolithisch integrierte Schaltung des Bauelementes besteht aus einer zeilenförmigen Anordnung von 512 strahlungsempfindlichen Sensoren und de-

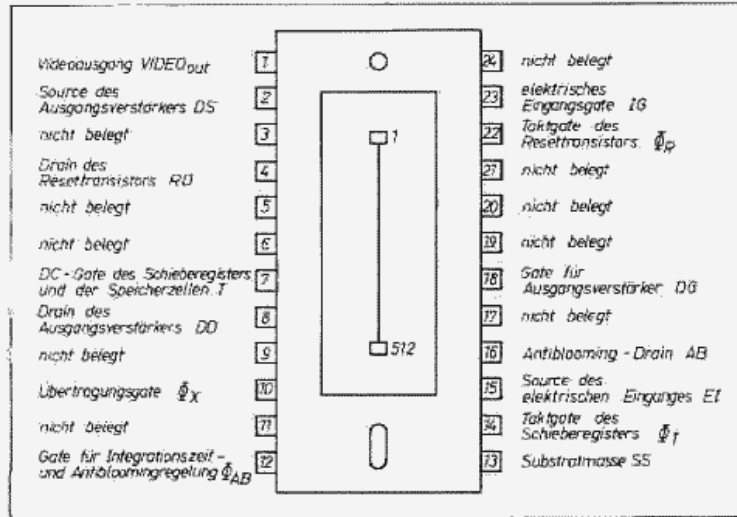


Bild 1: Anschlußbelegungen der L 172 C

ren Speicherzellen, einem Steuergate zum Schutz vor Überstrahlung (Antiblooming) und zur Beeinflussung der Integrationszeit, einem Übertragungsgate, einem Schieberegister, einem Ladungsdetektor und einem Ausgangsverstärker. Große Strahlungsempfangsflächen und gering absorbierende Abdeckschichten bewirken hohe Empfindlichkeiten und einen breiten Spektralbereich. Die Sensorzeile ist in einem 24poligen DIL-Gehäuse mit Quarzglasfenster für den Strahlungseintritt untergebracht. Durch Taktspannungsversorgung entsteht ein selbstabtastender Strahlungsempfänger. Die Videoinformation der Sensorzeile besteht aus 512 analogen Einzelsignalen und wird seriell ausgegeben.

Die Sensorzeile ist speziell für den wissenschaftlichen Gerätebau zur Erfas-

sung optischer Spektren geeignet. Denkbar sind Gerätelösungen der optischen Meßtechnik für den Industrie- und den Medizinbereich mit sehr geringen Beleuchtungen.

Den Bildern 1 und 2 sind die Anschlußbelegungen und die Abmessungen der Sensorzeile zu entnehmen, Bild 3 zeigt das Zeitverhalten der Ansteuerimpulsfolgen und des Ausgangssignals. Bild 4 gibt Hinweise zur Beschaltung der L 172 C. Auskunft über einige technische Daten und Maßangaben geben die Tafeln 1 bis 4. Aus Bild 5 ist die Sensorgeometrie und aus Bild 6 der Verlauf der spektralen Empfindlichkeit ersichtlich.

Applikationshinweise

Die Bauelemente sind vorzugsweise in einer geeigneten Fassung (z. B. 24polige

Tafel 1: Betriebswerte

statische Betriebswerte	
Drainspannung des Ausgangsverstärkers U_{DD} in V	18...20,5; typ. 20
U_T in V ($U_T \approx 0,5 U_{DTH}$)	typ. 6,0
Stromaufnahme des Ausgangsverstärkers I_{DD} in mA bei $R_L = 12 \text{ k}\Omega$	$\leq 1,5$
Spannung an den DC-Gates U_T in V ($U_T \approx 0,5 U_{DTH}$)	5,5...6,5; typ. 6,0
Sourcespannung des elektrischen Einganges ¹⁾ U_{EI} in V	12...16; typ. 14
Spannung am elektrischen Eingangsgate ¹⁾ U_{IG} in V	0...0,5; typ. 0
Drainspannung des Resettransistors U_{RD} in V	15...17; typ. 16
Sourcespannung des Ausgangsverstärkers ²⁾ U_{DS} in V	0...4; typ. 1
Gatespannung am Ausgangsverstärker U_{DG} in V	0...0,5; typ. 0
Spannung am Antiblooming-Drain U_{AB} in V	12...16; typ. 14
Impulsbetriebswerte	
L-Übertragungs-, L-Transport-, L-Resettakt ³⁾ $U_{OXL}, U_{STL}, U_{ORL}$ in V	0...0,5; typ. 0,3
H-Übertragungs-, H-Transport-, H-Resettakt ³⁾ $U_{OXH}, U_{STH}, U_{ORH}$ in V	11,5...12,5; typ. 12,0
L-Integrationsakt ⁴⁾ U_{OABL} in V	0...0,5; typ. 0,3
L-Integrationsakt ⁵⁾ U_{OABL} in V	4...12
H-Integrationsakt ⁴⁾ U_{OABH} in V	11,5...12,5; typ. 12,0
max. Taktfrequenz des Schieberegisters bzw. max. Datenrate f_T in MHz bei $R_L = 12 \text{ k}\Omega$;	≤ 2
$C_L \leq 10 \text{ pF}$	≤ 2

¹⁾ Im optischen Betrieb dürfen auch Pin 15 für U_{EI} und Pin 23 für U_{IG} unbeschaltet bleiben. Für die elektrische Einkopplung analoger Signale in das Schieberegister gelten für Pin 15 und Pin 23 besondere Anschlußbedingungen.

²⁾ Der Spannungswert ist auf optimales Ausgangssignal einzustellen.

³⁾ Eingangskapazitäten $C_{OT} \approx 200 \text{ pF}$; $C_{OX} \approx 60 \text{ pF}$; $C_{OAB} \approx 60 \text{ pF}$

⁴⁾ Nur bei Integrationszeitsteuerung. Wird auf eine Integrationszeitsteuerung verzichtet, ist Pin 12 mit einer Gleichspannung $U = U_{OABL}$ zu belegen.

⁵⁾ bei Regelung des Antiblooming-Niveaus

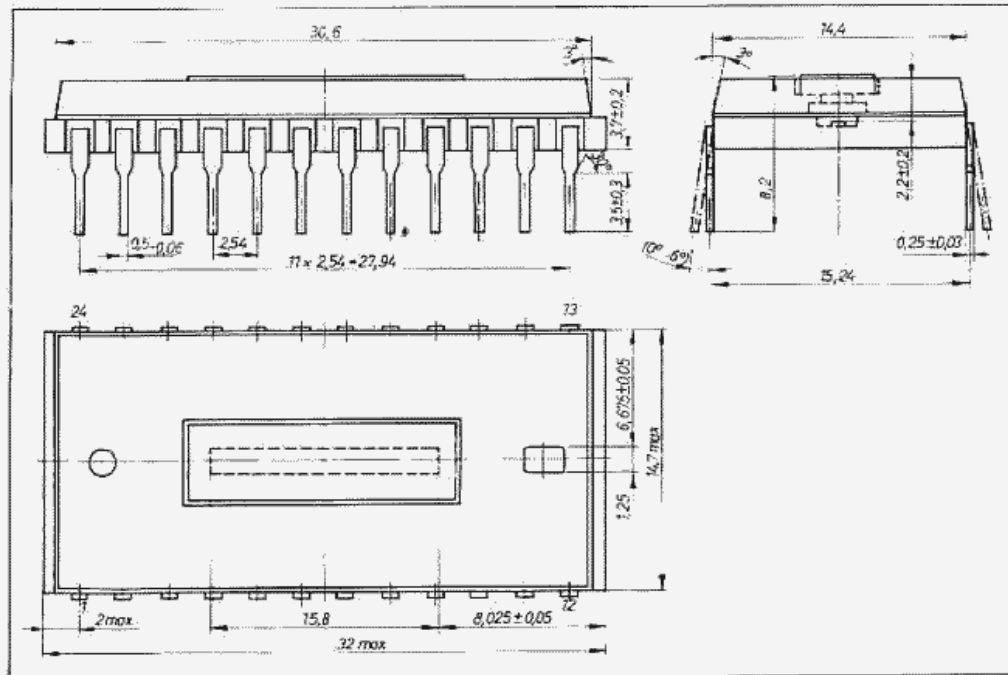


Bild 2: Abmessungen der L 172 C

Tafel 2: Kenngrößen ($\theta_a = 25^\circ\text{C}$; $f_T = 250\text{ kHz}$; $t_{int} = 4\text{ ms}$, Normlichtart A mit Filter BG 38, 2 mm)

Dynamikbereich DR bezogen auf Spitze-Spitze-Rauschen	$\geq 500:1$
bezogen auf rms-Rauschen	typ. 1000:1
bezogen auf rms-Rauschen	$\geq 2500:1$
typ. 5000:1	
rauschäquivalente Bestrahlung bezogen auf rms-Rauschen ¹¹	
NEE in $\mu\text{J}/\text{cm}^2$	typ. $2 \cdot 10^{-6}$
Sättigungsbestrahlung ¹¹	
SE in $\mu\text{J}/\text{cm}^2$	typ. 0,01
Übertragungswirkungsgrad CTE	typ. 0,99999
Ausgangs-DC-Pegel ¹²	13...15;
U_0 in V	typ. 14
Ausgangsimpedanz ²¹ Z in k Ω	≤ 2
Verlustleistung ²¹ P in mW	≤ 30
Spitze-Spitze-Rauschen N in mV	typ. 3
spektrale Empfindlichkeitsgrenzen SRL in nm	200...1050
Hellsignalschwankung ^{31a} PRNU in mV	≤ 200 ;
typ. 80	
Dunkelsignal DC-Komponente DS-DC in mV/ms	≤ 1 ;
typ. 0,6	
Dunkelsignal NF-Komponente DS-NF in mV/ms	≤ 1 ;
typ. 0,1	
Einzelpixel-Dunkelsignalschwankungs-Rate SPDSNU in mV/ms	≤ 5
Empfindlichkeit ¹³ S in $\text{V}/\mu\text{J cm}^2$	≥ 300
Sättigungsausgangsspannung ³¹ U_{sat} in V	$\geq 2,0$;
typ. 3,0	

¹¹ Für die Normlichtart A mit Filter BG 38 (2 mm dick) ergibt sich folgender Umrechnungsfaktor zwischen strahlungs- und lichttechnischen Einheiten: $1 \mu\text{J}/\text{cm}^2 = 3,0 \text{ lx} \cdot \text{s}$

²¹ $R_L = 12 \text{ k}\Omega$; $C_L \leq 10 \text{ pF}$

³¹ Gemessen bei Normlichtart A mit Filter BG 38 (2 mm dick). Bei Bestrahlung des Bauelementes mit Licht, das einen hohen langwelligen Anteil (nahe IR) besitzt, treten auf Grund von Übersprechererscheinungen aus den Sensorpixeln unter Umständen erhöhte Grundsignale in den Dunkelreferenzsignalzellen auf. Zur Reduzierung dieser Erscheinung sind bei der Bestrahlung IR-Sperrfilter zu verwenden.

⁴¹ gemessen bei $U_{VIDEO} = 1 \text{ V}$

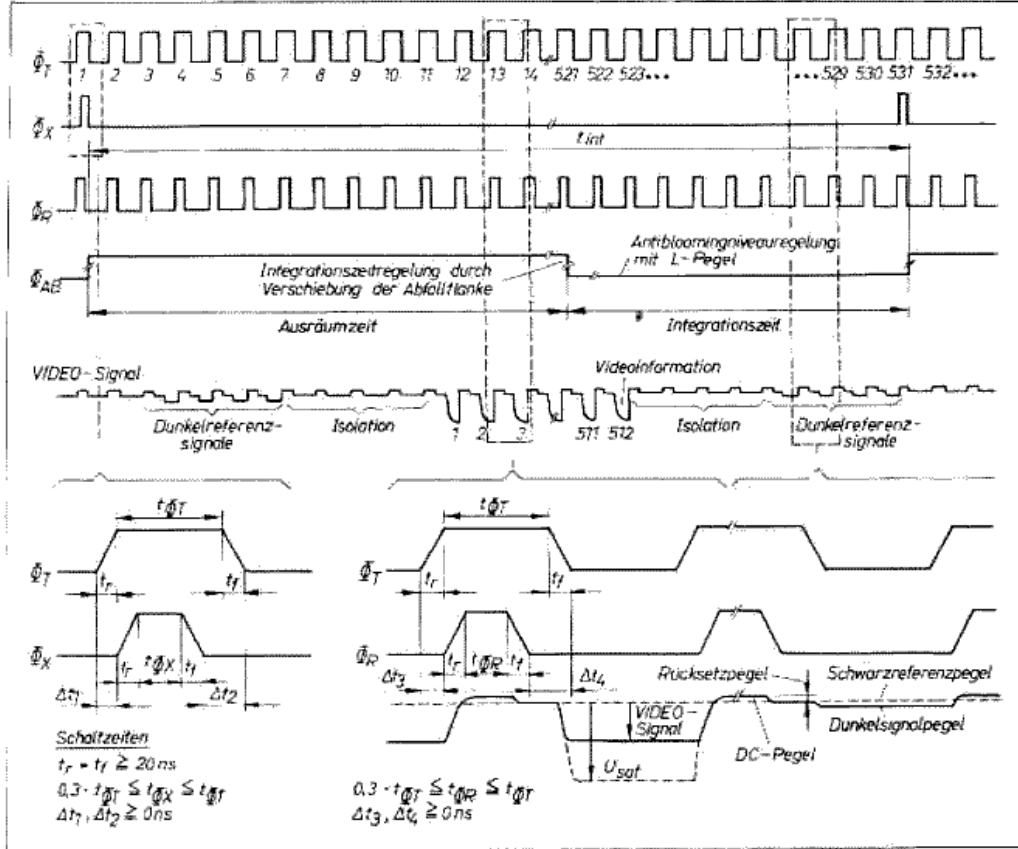
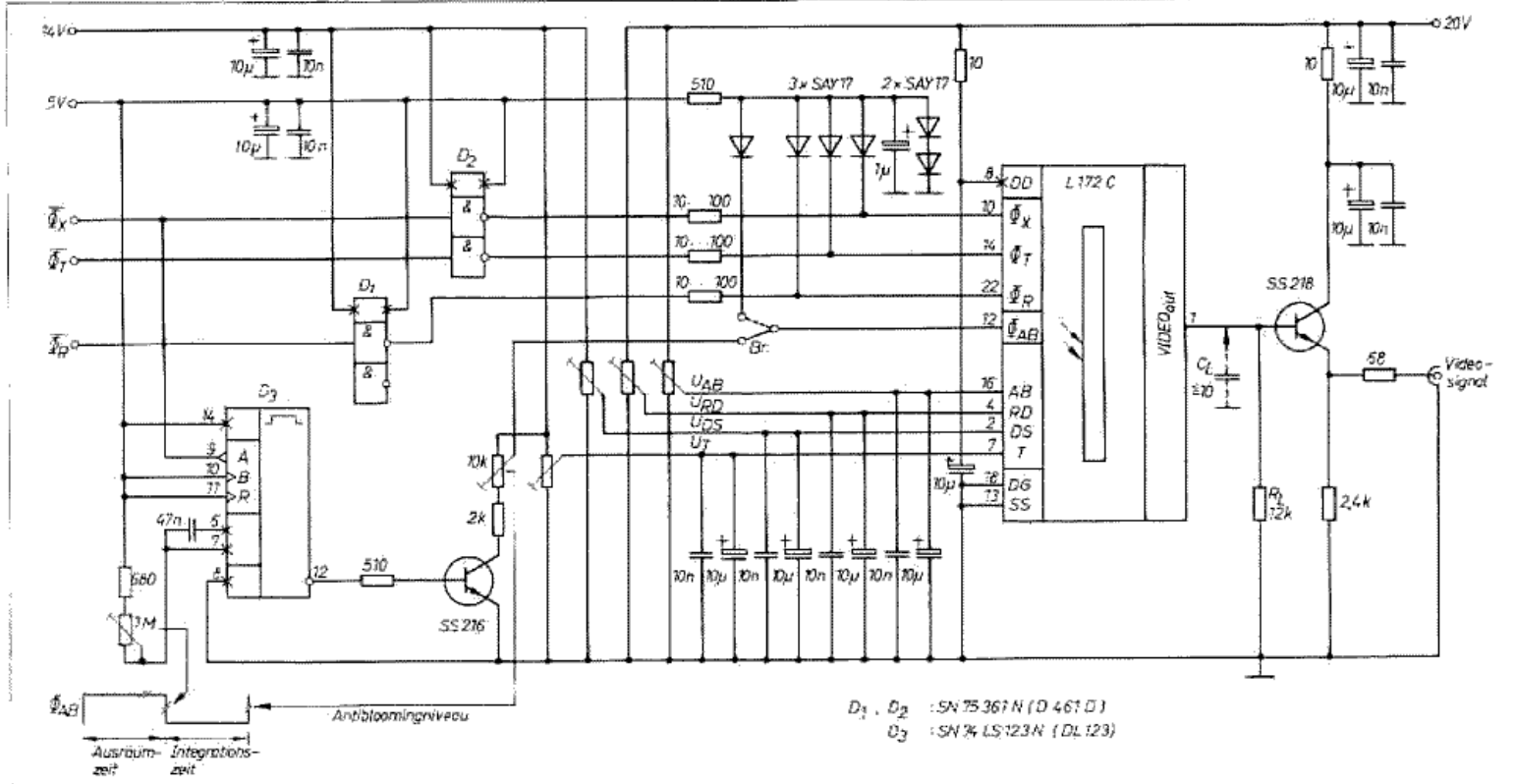


Bild 3: Zeitverhalten der Ansteuerimpulsfolgen und des Ausgangssignals

Schwenkhebelfassung) zu betreiben. Durch elektrostatische Aufladung des Bauelementes besteht die Gefahr der Zerstörung. Es gelten die Handhabungsregeln für MOS-Bauelemente.

Zur Reinigung des Quarzglasfensters wird empfohlen, einen mit Alkohol getränkten Wattebausch zu verwenden. Um eine Zerstörung des Ausgangsverstärkers während des Betriebes zu ver-



D_1, D_2 : SN 75 367 N (D 461 D)
 D_3 : SN 74 LS123 N (DL 123)

Bild 4: Beschaltungsvorschlag der L 172 C

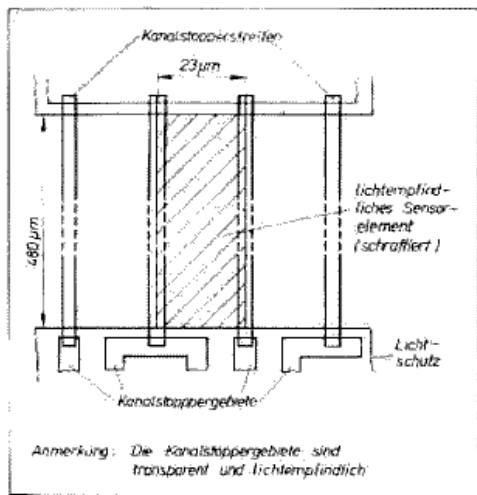


Bild 5: Sensorgeometrie

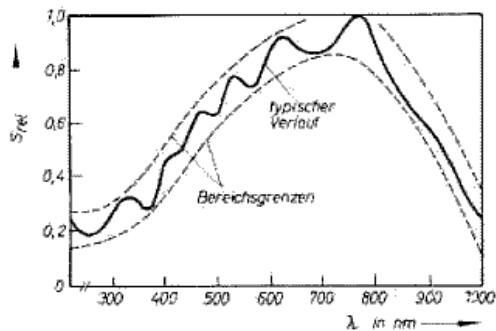


Bild 6: Verlauf der relativen spektralen Empfindlichkeit

Tafel 3: Grenzwerte

Spannung an den Anschlüssen 2, 4, 7, 8, 10, 12, 14, 15, 16, 18, 22, 23 in V	-0,3...21
Spannung am Anschluß 13 in V	0
Anschlüsse 3, 5, 6, 9, 11, 17, 19, 20, 21, 24	nicht beschaltet
Betriebstemperaturbereich ϑ_a in °C	-25...70
Lagertemperaturbereich ϑ_{stg} in °C	-50...100

Tafel 4: Maßangaben zum Strahlungsempfangsteil und Chip

Abmessungen der Sensoren	23 µm × 480 µm
Mittlenabstand der Sensoren	23 µm
Länge des Sensorteiles	512 × 23 µm = 11,776 mm
Abstand von der Oberfläche der Glasscheibe bis zur Chipoberfläche	2,2 ± 0,2 mm
Chipabmessungen	15,8 mm × 1,25 mm
Abstand des Chips von der oberen Gehäusekante	6,675 ± 0,05 mm
Abstand des Chips von der rechten Gehäusekante	8,025 ± 0,05 mm

meiden, ist darauf zu achten, daß der Ausgang VIDEO_{out} (Pin 1) nicht gegen Masse kurzgeschlossen wird.

Zur Erreichung einer maximalen Auflösung wird empfohlen, ein Infrarotfilter (z. B. BG 38, 2 mm) zu verwenden.

Begriffserläuterungen

Resettakt Φ_R : Diese Takte werden an das Gate des Resetttransistors im Ladungsdetektor gelegt, so daß am Ladungsdetektor die Spannung zurückgesetzt werden kann.

Integrationstakt Φ_{AB} : Dieser Takt ermöglicht eine Verringerung der Integrationszeit innerhalb des Abstandes zweier Φ_X -Impulse. Das Antibloomingniveau läßt sich durch Variation des L-Pegels dieser Taktfolge einstellen.

Isolationszellen: Diese Zellen dienen der Trennung der Dunkelreferenzzellen von den fotoempfindlichen Sensorelementen. Im Ausgangssignal erscheint deshalb zwischen den Dunkelreferenzsignalen und den Videoausgangssignalen kein Nutzsignal.

Dynamikbereich DR: Quotient aus dem Sättigungswert des Ausgangssignals U_{SAT} und der Spitze-Spitze-Rauschspannung des Sensors ohne Bestrahlung. Als weitere Angabe des Dynamikbereiches bezogen auf den Effektivwert (rms) der Rauschspannung ergibt sich eine vier bis sechsmal kleinere rms-Rauschspannung gegenüber dem Spitze-Spitze-Wert.

Sättigungsbestrahlung SE: Die Bestrahlung, bei der das Ausgangssignal den Sättigungswert erreicht. Sie ist das Produkt aus der Sättigungsbestrahlungsstärke und der Integrationszeit.

rauschäquivalente Bestrahlung NEE: Der Bestrahlungspegel, der einen Ausgangssignalpegel erzeugt, der in der Höhe dem Rauschniveau ohne Bestrahlung entspricht.

Empfindlichkeit S: Das Ausgangssignal dividiert durch den Bestrahlungswert unter definierten Beleuchtungsverhältnissen.

spektrale Empfindlichkeitsgrenzen SRL: Grenzen des Spektralbereiches (Wellenlängenbereich), in dem die Empfindlichkeit auf 10% der maximalen Empfindlichkeit abgesunken ist.

Hellsignalschwankung PRNU: Differenz zwischen dem kleinsten und größten

Wert des Ausgangssignals gemessen bei definierten Bedingungen.

Dunkelsignalgenerationsrate DS: Ausgangssignal ohne Bestrahlung dividiert durch die Integrationszeit. Das Dunkel-signal entsteht durch thermische Generation von Ladungen. Es erhöht sich linear mit der Integrationszeit und verdoppelt sich bei einer Temperaturerhöhung von 7...10K.

Einzelpixel-Dunkelsignal-Schwankungsrate SPDSNU: Differenz zwischen dem kleinsten und größten Wert des Ausgangssignals ohne Bestrahlung unter Einbeziehung von Einzelpixeldefekten dividiert durch die Integrationszeit.

Sättigungsausgangsspannung U_{SAT} : Das maximale nutzbare Ausgangssignal. Bei Überschreitung dieses Wertes steigt der Transferverlust extrem stark an.

Integrationszeit t_{int} : Zeitintervall zwischen den abfallenden Flanken zweier aufeinanderfolgender Φ_X -Übertragungsimpulse gemäß Taktdiagramm. Während der Integrationszeit werden die in den Sensorelementen durch Fotogeneration erzeugten Ladungen in den Speicherzellen gesammelt.

Übertragungswirkungsgrad CTE: Prozentsatz der Ladungen, die bei der Ladungsverschiebung tatsächlich in das folgende Speicherelement übertragen werden.

Dunkelsignal: Ausgangssignal, das erhalten wird, wenn der Bildsensor nicht bestrahlt wird. Es ist linear abhängig von der Integrationszeit und stark abhängig von der Temperatur.

bildpunktgeklemmte Videosignale: Mit Hilfe eines Abtast-Halte-Transistors wird das vom Ladungsdetektor bereitgestellte Videosignal, das starken zeitlichen Änderungen, überwiegend infolge der Rücksetzsignale vom Resetttransistor, unterworfen ist, zu einem optimalen Zeitpunkt abgetastet und zeitlich über einen ganzen Taktzyklus $T-1/f_T$ konstant gehalten.

Dunkelreferenzsignale: Signale, die an Sensorelementen erzeugt werden, die mit einer lichtundurchlässigen Schicht bedeckt sind. Die Signale können als Referenzsignale genutzt werden, sie entsprechen den Videoausgangssignalen, die bei Betrieb der unbestrahlten Sensorzeile entstehen.