

CCD-Zeilenkamera Digital s/w SK 7500 DTO

7500 Pixel, 7 x 7 µm, 40 MHz Pixelfrequenz

1 **CCD-Zeilenkamera SK 7500 DTO** montiert mit:

2 Modular-Fokusadapter

3 Vergrößerungsobjektiv




Charakteristik

- Digitalkamera 8 Bit
- sehr lichtempfindlich
- Zeilenfrequenz bis 5,2 kHz
- Integration Control
- hohe Dynamik
- rauscharm
- LVDS-Schnittstelle
- Gehäuse (BxHxD) 82 mm x 82 mm x 95 mm



Zubehör (optional)

<p>Objektive</p>  <p>- hochauflösende Vergrößerungs- und Makro-Objektive</p>	<p>Zwischenringe</p>  <p>Zwischenring: ZR-L25 ZR-L60 ZR-L87</p>	<p>Filter</p>  <p>zur Unterdrückung von Fremdlicht bei LED- und Laserdioden-Beleuchtung (Kantenfilter) und spiegelnden Reflexen (Polarisationsfilter).</p>
---	--	--

Anschlußkabel SK9019 für Digital-CCD-Zeilenkameras der Kameraserien XSD, DPD, DPT, DJR, DJRC etc. **SK9019.3 FF** **Bestell-Code**

36-poliges geschirmtes Kabel für Kamera- und Videosignale. Standard: 3m Kabellänge, ein- oder beidseitig mit Centronics-Steckerverbin-der (female, 36-polig).

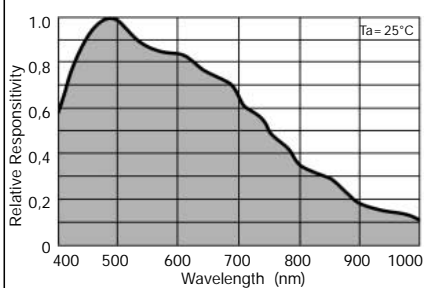
FF = Stecker beidseitig (female)
F = Stecker einseitig (female)
3 = 3 m (Standardkabellänge)
5 = 5 m Kabellänge
x = Kabellänge nach Kunden-Spezifikation

<p>PC-Interface SK 9192 D Bestell-Code</p> <p>Interface für digitale CCD-Zeilenkameras PCI-Bus, Vorverarbeitungsfunktionen on-board: Shading Correction, Windowing, Thres-holding externe Synchronisation (LineSync, FrameSync)</p> 	<p>Software SK91PCI-WIN * SK91PCI-LX **</p> <p>Betriebsprogramm SKLineScan®, Treiber, DLLs, Klassen-Bibliotheken für C++</p> <p>Betriebssysteme: * Windows XP/2000/NT, ** Linux</p> 
---	---

Technische Daten

Kamera Typ:	SK 7500 DTO
Bestell-Code	
Sensor:	CCD linear Type TCD 1703 AC
Pixelzahl:	7500
Pixelgröße:	7 µm x 7 µm
Pixelabstand:	7 µm
Zeilenbreite:	7 µm
Aktive Länge:	52,5 mm
Pixel Frequenz:	max. 40 MHz
Zeilenfrequenz:	max. 5,2 kHz min. 0,05 kHz max. 20 ms
Integrationszeit:	min. 0,192 ms max. 20 ms
Dynamikbereich:	1 : 750 (rms)
Spektralbereich:	400 - 900 nm

Spektrale Empfindlichkeit



Steuereingänge

Master Clock
StartOfScan (SOS)

Ausgangssignal


Video Signal: 8 Bit digital
Interface: LVDS

Spannungsversorgung

Spannung: +5 V, +15 V, -15 V
Leistungsaufnahme: 3,5 W

Steckverbinder

Mini Centronics 36 pin-male



Passender Kabel-steckverbinder: Serie Harting Bellows Typ: 6013 036 5100

Sonstiges:

Arbeitstemperatur: + 5°C ... + 45 °
Gehäuse (WxHxD): 82mm x 82mm x 95mm
Gewicht: 0,7 kg
Objektivanschluß: M 39 x 1/26"

Inhalt	Seite	Seite
Charakteristik, Performance, optionales Zubehör	1	5
1. Technische Daten der DTO-Kameraserie	2	6. Bildgenerierung – Flächenscan
2. Hinweise für den Betrieb der Zeilenkamera	2	7. Timing Diagramm
3. Anschluß und Steuersignale	3	8. Gain-Einstellung, Abgleich
Spannungsversorgung und Steckerbelegung	3	9. Hinweise, Garantie und EU-Konformitätserklärung
4. Anti-Blooming	4	10. Maßbild
5. Belichtung und Integration Control	5	11. Objektiv-Auswahlkriterien
		12. Sensordaten

SK_7500.DTO

1. Technische Daten der DTO-Kameraserie

Kameratyp	SK 7500 DJR	SK 7500 DTO	SK 7926 DJR
Zeilensensor	ILX 532 A	TCD 1703 C	ILX 508
Pixelzahl	7500	7500	7926
Pixelgröße	7 µm x 7 µm	7 µm x 7 µm	7 µm x 7 µm
Zeilenbreite	7 µm	7 µm	7 µm
Pixelabstand	7 µm	7 µm	7 µm
aktive Länge	52,5 mm	52,5 mm	55,5 mm
PRNU <i>Photo Response Non Uniformity</i>	3)	3)	3)
Anti-Blooming	nein	nein	nein
Integration Control	nein	nein	nein
CDS ¹⁾	nein	nein	nein
Pixelfrequenz max	40 MHz	40 MHz	10 MHz
Integrationszeit min	0,192 ms	0,192 ms	0,8 ms
Integrationszeit max	20 ms ²⁾	20 ms ²⁾	20 ms ²⁾
Zeilenfrequenz max	5,2 kHz	5,2 kHz	1,26 kHz
Zeilenfrequenz min	0,05 kHz	0,05 kHz	0,05 kHz
Dynamikbereich	1 : 500 (rms)	1 : 750 (rms)	1 : 500 (rms)
Spektralbereich	400 - 900 nm	400 - 900 nm	400 - 900 nm
Videosignal	8 Bit digital	8 Bit digital	8 Bit digital
Schnittstelle	LVDS	LVDS	LVDS
Spannungsversorgung	+5V, +15V, -15V	+5V, +15V, -15V	+5V, +12V, -12V
Leistungsverbrauch	3W	3,5W	2W
Objektivanschluß	M39 x 1/26"	M39 x 1/26"	M39 x 1/26"
Gehäuse (B x H x T)	82mm x 82mm x 95mm	82mm x 82mm x 95mm	82mm x 82mm x 95mm
Gewicht	0,7 kg	0,7 kg	0,7 kg
Arbeitstemperatur	+5°C ... +45°C	+5°C ... +45°C	+5°C ... +45°C

¹⁾ CDS = Correlated Double Sampling. Technologie zur Rauschminderung bzw. Erhöhung der Lichtempfindlichkeit.

²⁾ Längere Integrationszeiten sind technisch möglich, verschlechtern aber das Signal-Rauschverhältnis.

³⁾ Es gelten die Angaben des Sensorherstellers. Siehe dazu das Datenblatt im Anhang.

2. Hinweise für den Betrieb der Zeilenkamera

Achtung:

Vor dem Verbinden oder Trennen der Zeilenkamera von der Stromversorgung sollte sichergestellt sein, daß diese ausgeschaltet ist.

Nichtbeachtung kann eine dauerhafte Schädigung der Zeilenkamera zur Folge haben.

Um einem Hitzestau vorzubeugen und die Betriebstemperatur der Kamera unter 45°C zu halten, ist eine ausreichende Luftzirkulation um das Kameragehäuse zu gewährleisten.

Für die Inbetriebnahme ist die Kamera über einen 36-poligen Centronics-Miniatur-Stecker mit den notwendigen Spannungen, den MasterClock- und StartOfScan-Signalen zu versorgen.

Die Kamera wird werkseitig abgeglichen und mit Standardeinstellungen für Gain und Offset ausgeliefert. Zu starke Änderungen der Gain/Offset-Parameter können die Signalqualität beeinträchtigen.

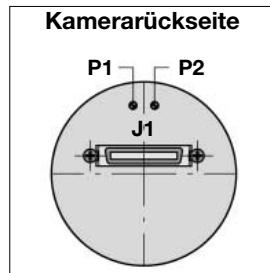
Die erfolgreiche Arbeit mit der Zeilenkamera setzt eine gewissenhafte Justage des gesamten optischen Systems voraus. Zu beachten sind dabei die Ausrichtung der Beleuchtung, die Blendeneinstellung und Fokusslage des Objektivs sowie die senkrechte Anordnung der Sensorachse zur Meßobjektachse bzw. zur Bewegungsrichtung des zu scannenden Objekts.

Empfehlung:

Mit der PC-Interfacekarte **SK9192D** und der Software **SkLineScan®** von **Schäfter+Kirchhoff** kann das Kamerasystem sofort in Betrieb genommen werden. Die oszilloskopische Darstellung des Zeilenkameranignals mit Zoom-Funktion und Online-Parametrierung der Kamera ist ein wichtiges Werkzeug für die Einrichtung des optischen Systems.

Die Hardwarevorverarbeitung auf der Interfacekarte (Shading Correction, Windowing, Thresholding) ermöglicht Messen und Auswerten mit maximaler Zeilenfrequenz. Darüber hinaus unterstützen komfortable Methoden der Klassenbibliotheken für C++ die Entwicklung von Anwendersoftware.

3. Anschluß und Steuersignale



J1 = Mini Centronics 36pin-male, P1 = Gain even, P2 = Gain odd

Spannungsversorgung

+ 5 V ± 5% ca. 150 mA (5 MHz Clock)

ca. 360 mA (40 MHz Clock)

-12 V bis -15 V ± 5% ca. 30 mA

+15 V ± 5% ca. 65 mA

Steuersignale

Input Control Signale:

Die Low Voltage Differential Eingangssignale (LVDS) werden innerhalb der CCD-Kamera in TTL-Signale gewandelt. Die CCD-Zeilenkamera benötigt zum Betrieb nur die Steuersignale "Clock" (MCLK) und "Start Of Scan" (SOS). Die Elektronik der Kamera reagiert auf die Flanken dieser Signale, die dementsprechend "sauber" sein sollten.

Die Frequenz des "Start of Scan" Signals bestimmt die Anzahl der Zeilen pro Sekunde. Bei der positiven Flanke dieses Signals gelangen die angesammelten Ladungsträger aller Pixel in das analoge Schieberegister des Zeilensensors und werden im Takt des Clocksignals ausgelesen.

Die Frequenz des Clock-Signals bestimmt die Geschwindigkeit, mit der die Ladungsträger der einzelnen Pixel eines Zeilensensors am Videoausgang der Kamera erscheinen. Bei jeder positiven Flanke gelangen die Ladungsträger des nächsten Pixel zum Video-Ausgang.

Die Clock und "Start of Scan" Signale brauchen nicht synchronisiert zu werden. Die Clockfrequenz sollte so gewählt werden, daß zwischen zwei aufeinanderfolgenden "Start of Scan" Signalen genügend Clockpulse anliegen, um die Zeilenkamera auszulesen. Die SK 7500 DTO-Kamera benötigt für das vollständige Auslesen eines Zeilenscans 7680 Clockpulse. Eine größere Anzahl von Clockpulsen bereitet keine Probleme.

MCLK: Master-Clock in: bestimmt die Frequenz des Pixeltransportes 40 MHz max./ Low Voltage Differential Eingang

SOS: Start of Scan: 30 ns minimale Pulslänge, / Differential Eingang

Mit der Frequenz des SOS Signals wird die Zeilenfrequenz der Kamera geregelt.

Die ansteigende Flanke des SOS Signals bestimmt den Beginn des Auslesevorgangs. Die Ladungsträger innerhalb des Sensors werden in die Analog-Transportregister parallel zur Sensorzeile überführt.

Mit der abfallenden Flanke wird der Belichtungsvorgang gestartet und nur solange das SOS Signal "Low" ist, werden Ladungsträger in den lichtempfindlichen Sensorelementen gesammelt.

Auf diese Weise ist mit der Länge der "Low"-Periode (Integration Periode) auch bei fester Zeilenfrequenz eine wirksame elektronische Belichtungssteuerung möglich.

Output Signale:

Clock und "Start of Scan" Echo Signale liegen am Ausgang der Kamera zur Kontrolle des System Timings ebenfalls als Low Voltage Differential Signale an (LVDS).

CCLK: Camera-Clock out / Low Voltage Differential Treiber

LVAL: Line Valid / Differential Treiber. Ein "High"-Pegel zeigt an, daß gültige Pixeldaten am AD-Wandler-Ausgang anliegen. Das Signal "LVAL" beinhaltet am Zeilenanfang einen "CLT" Puls, der zur Synchronisation von Schäfer + Kirchhoff - Interfacekarten benötigt wird

D0-D7: 8 Bit Digital-Videoausgang (8 x Low Voltage Differential Treiber LVDS) D0=LSB, D7=MSB

Steckerbelegung

Miniature Centronics 36 pin Connector (male)

Signal	Pin	Pin	Signal
GND	18	36	GND
(+5V) VCC	17	35	VCC (+5V)
GND	16	34	D7 - out
(+5V) VCC	15	33	D7 + out
CCLK - out	14	32	D6 - out
CCLK + out	13	31	D6 + out
LVAL - out	12	30	D5 - out
LVAL + out	11	29	D5 + out
SOS - in	10	28	D4 - out
SOS + in	9	27	D4 + out
MCLK - in	8	26	D3 - out
MCLK + in	7	25	D3 + out
GND	6	24	D2 - out
(-12V/-15V) VEE	5	23	D2 + out
(+15V) VDD	4	22	D1 - out
(+15V) VDD	3	21	D1 + out
GND	2	20	D0 - out
Analog Video A out (Nur für Test)	1	19	D0 + out

4. Blooming

Blooming

Wenn Pixel aufgrund starker Belichtung keine Ladung mehr aufnehmen können, also gesättigt sind, geben sie bei weiterer Belichtung ihre überschüssige Ladung an nachfolgende Pixel ab. Dieser Effekt wird **Blooming** genannt. Das Blooming führt zu einer Verfälschung der geometrischen Zuordnung von Bild und Objekt im Zeilensignal.

CCD-Zeilensensoren mit **Anti-Blooming**-Sensor leiten bei Überbelichtung den Ladungsüberschuß über ein "Drain Gate" ab. Nachfolgende weniger belichtete Pixel werden nicht mehr aufgefüllt. Die Signalstrukturen bleiben auch bei Überbelichtung erhalten.

Die CCD-Zeilensensoren der DTO-Serie haben keine Anti-Blooming-Sensoren. Durch ihren inneren Aufbau verfügen sie dennoch über einen Überbelichtungsschutz. DJR-Kameras können etwa 3,8-fach überbelichtet werden, ohne daß der Sensor bloomt.

Das Bild **1** zeigt das Zeilensignal einer SK2048DJR-Kamera mit mittenbetonter Ausleuchtung. Zur besseren Veranschaulichung des Blooming-Effekts wurde die Sättigungsspannung des Sensors V_{SAT} auf etwa 90% der maximalen ADU-Spannung eingestellt. Dadurch wird auch bei Überbelichtung die mit 8 Bit digitalisierte Signalintensität nicht den Maximalwert 255 erreichen. Im mittleren Bereich befindet sich der Sensor kurz vor der Sättigung.

Der Zoom-Bereich aus Bild **1** ist in Bild **2** abgebildet. Die Integrationszeit t_A beträgt hier 0,634 ms.

In Bild **3** wurde die Integrationszeit auf 2,419 ms erhöht. Erst jetzt beginnt der Sensor zu bloomen. Die Signalfanke verschiebt sich nach rechts, weil überschüssige Ladungsträger die nachfolgenden Pixel überschwemmen.

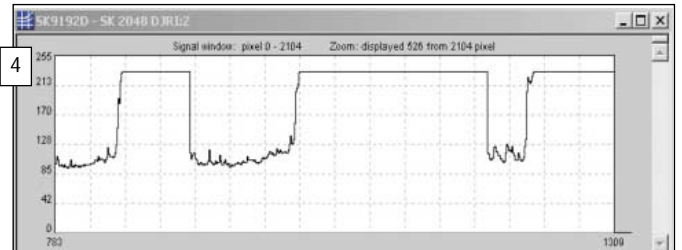
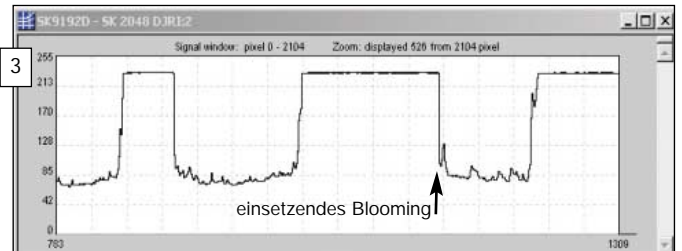
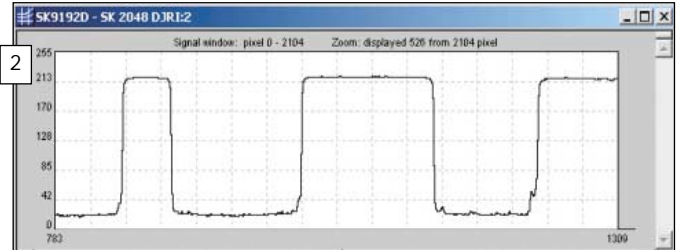
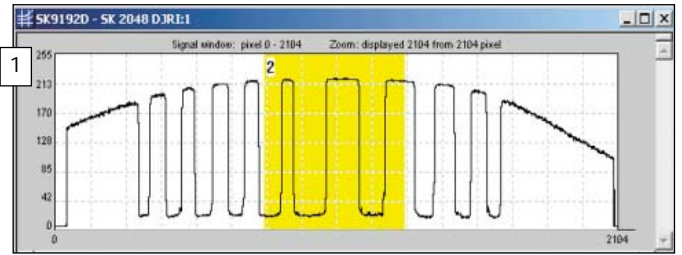
Eine noch längere Belichtung führt zu einer starken Verfälschung der Signalstrukturen. In Bild **4** beträgt die Integrationszeit t_A 3,38 ms, was einer 5,3-fachen Überbelichtung entspricht.

Das Bild **5** zeigt eine Erscheinung bei extremer Überbelichtung von CCD-Zeilensensoren. Der hohe Ladungsüberschuß der vorangegangenen Kameraaufnahme führt im dargestellten Scan zu einer Überschwemmung der Pixel am Zeilenanfang. In diesem Bereich befinden sich aber die Schwarzpixel, die von der Kameraelektronik als Referenz für die Offset-Steuerung benutzt werden. Die hohe Intensität der Schwarzpixel führt zu einem Absenken der gesamten Signalintensität. In diesem Zustand bewirkt mehr Licht eine geringere Signalintensität am Kameraausgang.

Sollte also bei der Inbetriebnahme der CCD-Zeilensensoren das Signal sehr schwach sein, kann die Ursache dafür auch eine extreme Überbelichtung des Sensors sein.

Hinweis:

CCD-Zeilensensoren mit Anti-Blooming-Sensoren können bis zum 50-fachen der Sättigungsladung überbelichtet werden, ohne daß ein Blooming-Effekt einsetzt.



Oszilloskopische Signaldarstellungen von CCD-Zeilensignalen (Barcode im Auflicht), SK 2048 DJR

- 1 CCD-Zeilensignal mit mittenbetonter Ausleuchtung und steilen Signalfanken.
- 2 Zoom-Ausschnitt im Mittelbereich des CCD-Zeilensignals **1**, Integrationszeit $t_A = 0,634$ ms
- 3 Verlängerung der Integrationszeit t_A auf 2,419 ms. Die Kantenpositionen verschieben sich leicht nach rechts. Bei einer 3,8-fachen Überbelichtung beginnt der Sensor zu bloomen.
- 4 Überbelichtung durch zu lange Integrationszeit führt bei CCD-Zeilensensoren der DJR-Serie zu starken Signal- und Meßwertverfälschungen.
- 5 Extreme Überbelichtung überschwemmt die Schwarzpixel des Sensors. Die Offset-Steuerung der Kamera ist gestört. Die CCD-Zeilensensoren liefern ein schwächeres Signal.

5. Belichtung und Integration Control

Belichtung:

Während der Belichtung werden in den lichtempfindlichen Elementen des Zeilensensors (Pixel) Ladungsträger akkumuliert. Die akkumulierten Ladungen werden anschließend in Spannungen umgewandelt. Die Spannungswerte sind das Maß für die eingefallene Lichtintensität in den einzelnen Pixeln.

Der Integrationsprozeß beginnt mit der fallenden Flanke des „StartOfScan“ (SOS)-Signals. Solange das SOS-Signal „Low“ ist, werden Ladungsträger akkumuliert. Mit der ansteigenden (positiven) Flanke des SOS-Signals ist die Belichtung abgeschlossen. Das SOS-Signal ist nur kurz auf „High“. Die folgende fallende Flanke startet den nächsten Belichtungszyklus.

Belichtungszeit:

Die Belichtungszeit einer Kameraaufnahme t_B ist das Zeitintervall zwischen aufeinanderfolgenden positiven Flanken des „StartOfScan“ (SOS)-Signals. Die Dauer dieses Zeitintervalls ist durch eine Mindestanzahl von Pixeltakten festgelegt, die in einem Belichtungszyklus für das vollständige Auslesen der Ladungsträger in das Schieberegister des Zeilensensors notwendig sind.

Die Summe der Pixeltakte ergibt sich aus der Pixelanzahl N zuzüglich sensorabhängiger passiver Pixeltakte N_P . Bei der SK7500 DTO-Kamera sind das 180. Die Auslesegeschwindigkeit wird durch die Pixelfrequenz (MCLK) bestimmt. Die Belichtungszeit t_B einer Kamera berechnet sich danach mit:

$$t_B = \frac{(N + N_P)}{f_P}$$

Die Zeilenfrequenz ergibt sich aus:

$$f_L = 1/t_B$$

Beispiel: SK 7500 DTO, SK 9192D
40 MHz Pixelfrequenz

$$t_B = (7500 + 180) / 40 \text{ MHz}$$

$$t_B = 0,192 \text{ ms}$$

$$f_L = 40 \text{ MHz} / (7500 + 180)$$

$$f_L = 5,2 \text{ kHz}$$

6. Bildgenerierung

Ein zweidimensionales Bild entsteht durch Bewegung des Objekts oder der Kamera. Die Transportrichtung verläuft dabei senkrecht zur Sensorachse der CCD-Zeilenkamera.

Eine proportionale Abbildung im richtigen Bildseitenverhältnis erfordert einen zeilensynchronen Transportvorschub.

$$V_O = \frac{W_P \cdot \beta}{t_B}$$

V_O = Objektgeschwindigkeit

W_P = Pixelbreite

β = Abbildungsmaßstab

t_B = Belichtungszeit

• **Belichtungszeit:** Zeitintervall zwischen aufeinanderfolgenden positiven Flanken des „StartOfScan“ (SOS)-Signals.

• **Integrationszeit:** Dauer der Ladungsakkumulation auf dem Sensor während der Belichtungszeit.

• **Integration Control:** Verkürzung der Integrationszeit in einem Belichtungszyklus (Shutter).

Integration Control (SK 2048 DJRI - Kamera):

Im Normalbetrieb der Kamera ist das SOS-Signal zwischen zwei Belichtungszyklen nur wenige Pixeltakte auf „High“. Die Integrationszeit und Belichtungszeit sind quasi gleich lang.

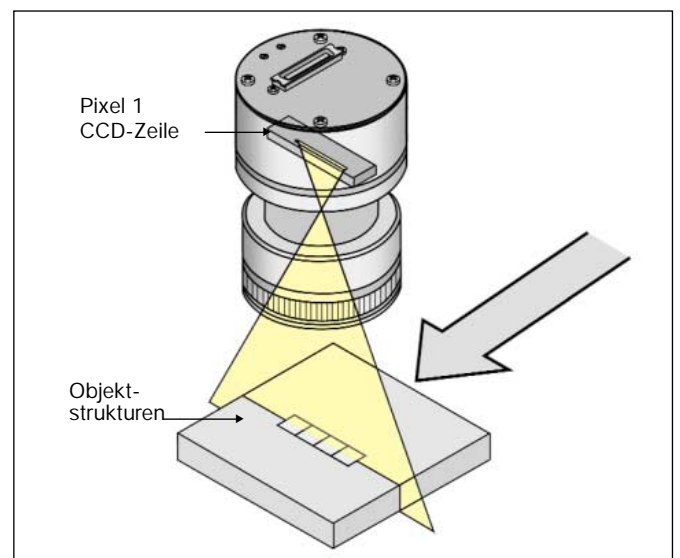
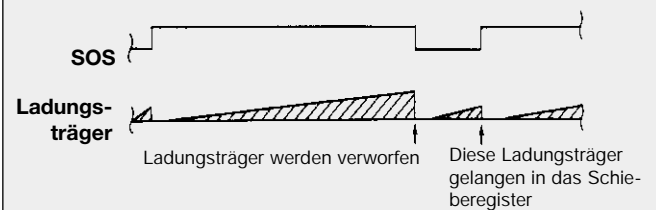
Die Integration Control - Funktion gestattet die Verlängerung des „High“-Pulses im SOS-Signal um eine programmierbare Anzahl von Pixeltakten. Damit wird in einem Belichtungszyklus der Beginn der Ladungsakkumulation verzögert.

Die Integrationszeit t_A verkürzt sich auf die Differenz der in einem Belichtungszyklus notwendigen Mindestanzahl von Pixeltakten ($N + N_P$) und der programmierten Anzahl von Takten für die Verlängerung des „High“-Pulses im SOS-Signal ($SOSL$).

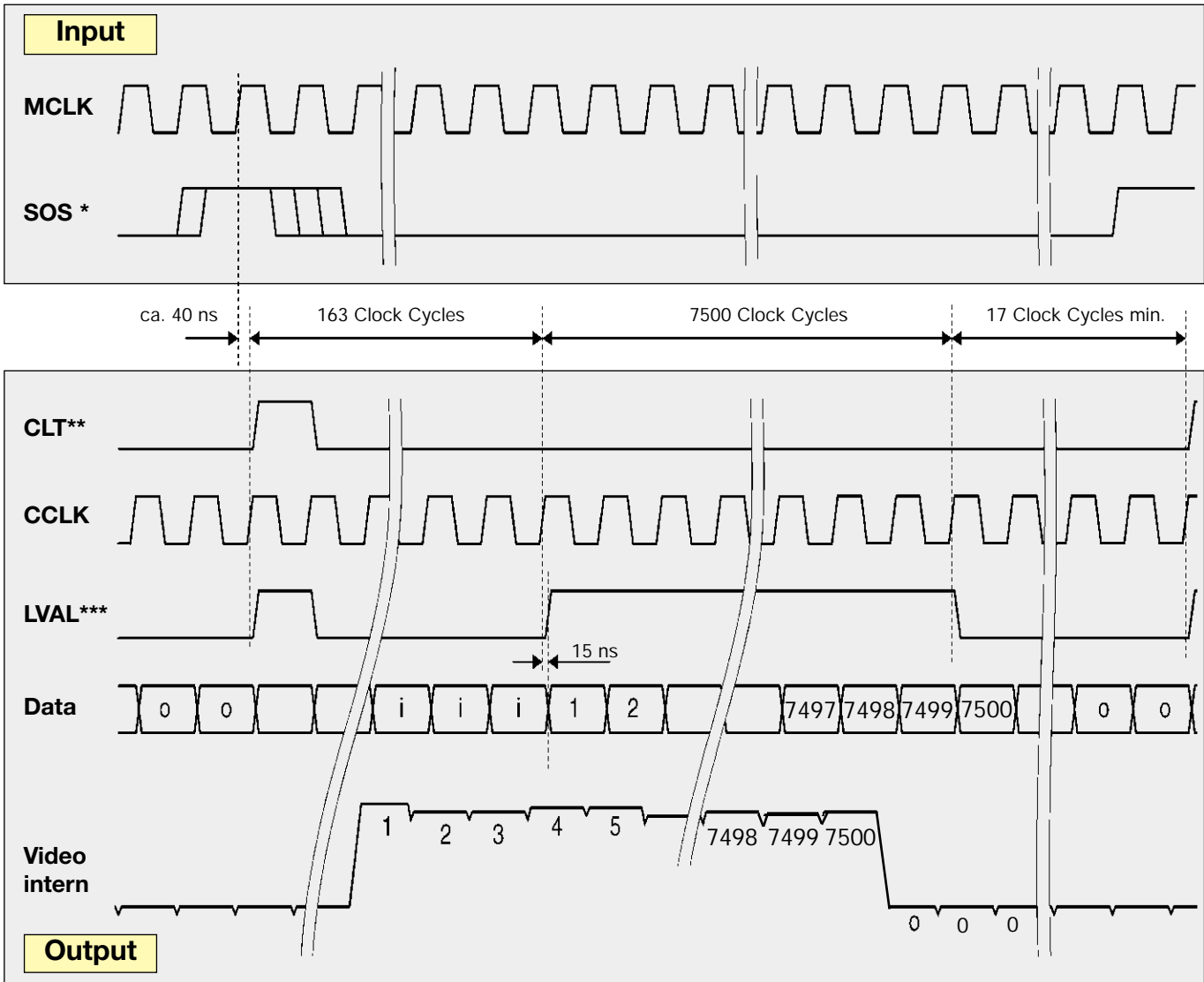
Die Zeilenfrequenz wird durch die Integration Control-Funktion nicht beeinflusst.

$$t_A = \frac{(N + N_P) - SOSL}{f_P}$$

Wirkungsweise der Integration Control Funktion



7. Timing - Diagramm



* Die steigende Flanke von „SOS“ sollte nicht in einem Zeitraum von 3 bis 25 ns vor der steigenden Flanke von „MCLK“ liegen.

** CLT = Camera Line Transfer (internes Zeilenkamasignal)

*** Das Signal „LVAL“ beinhaltet am Zeilenanfang einen „CLT“ Puls, der zur Synchronisation von **Schäfter+Kirchhoff**-Interfacekarten benötigt wird.

Auf Wunsch kann die Zeilenkamera auch ohne „CLT“ Puls im „LVAL“ geliefert werden.
Best-Code: SK7500 DTO-3

Die Schwarzwertpixel befinden sich 7 bis 103 Pixel vor Pixel Nr. 1.

- i = Isolation Pixels
- o = Overlocking

8. Gain / Offset - Einstellung

Der Zeilensensor der SK7500 DTO-Kamera hat zwei Schieberegister. In dem zweikanaligen Videosignal liefert ein Schieberegister die ungeraden Pixel, das andere die geraden Pixel. Bei dieser Kamera erfolgt das Einstellen der Verstärkung deshalb prinzipiell in mehreren Schritten.

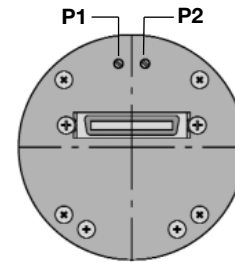
1. Bei geöffnetem Objektiv und mit ausreichender Beleuchtung mit dem Trimmwiderstand P1 die maximale Ausgangsspannung der ungeraden Pixel einstellen.
2. Die Intensität der geraden Pixel mit dem Trimmwiderstand P2 an die Intensität der ungeraden Pixel best möglich angleichen.

Ein erneuter Abgleich zwischen geraden und ungeraden Pixeln kann erforderlich werden, wenn die Pixelfrequenz deutlich verändert wird.

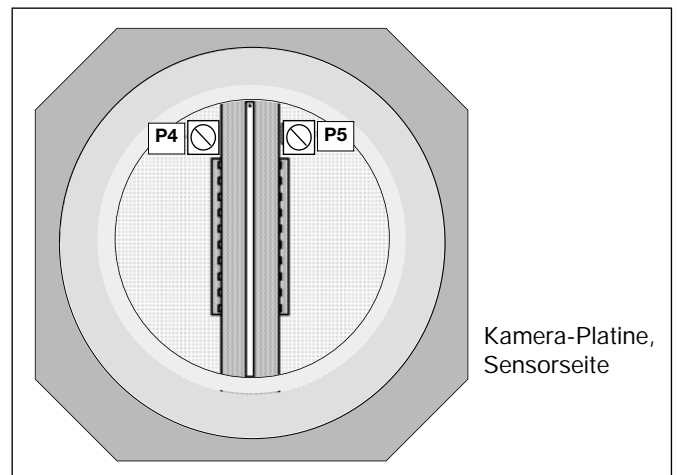
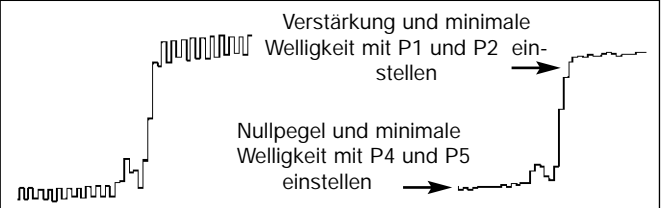
Die maximale Ausgangsspannung ist serienmäßig bei 40 MHz Pixelfrequenz auf ca. 2,5 Volt ("FF" Digital) eingestellt.

Bei Bedarf kann der Nullpegel der geraden und ungeraden Videosignale eingestellt und aufeinander abgestimmt werden. Hierzu Zeilensensor abdunkeln und mit P4 und P5 auf der Kamera-Platine (Sensorseite) gerade und ungerade Pixel auf 0 Volt ("00" Digital) und geringste Differenz abgleichen

Kamerarückseite



Für die Gain-Einstellung und den Abgleich von ungeraden und geraden Pixeln braucht die Kamera nicht geöffnet werden, da die Trimmwiderstände P1 und P2 von außen zugänglich sind.



Kamera-Platine, Sensorseite

9. Hinweise und Garantie

Dieses Technische Handbuch ist mit größter Sorgfalt erstellt worden. Es wird jedoch keine Gewähr für die Freiheit von Fehlern und Irrtümern gegeben.

Für die angegebenen Schaltungen, Beschreibungen und Tabellen wird keine Gewähr bezüglich der Freiheit von Rechten Dritter übernommen.

Mit den Angaben in den technischen Beschreibungen werden Baugruppen spezifiziert, nicht Eigenschaften zugesichert.

Die Garantie für die CCD-Zeilenkamera beträgt 24 Monate. Die Garantie erlischt bei unsachgemäßen Eingriffen.

EU-Konformitätserklärung

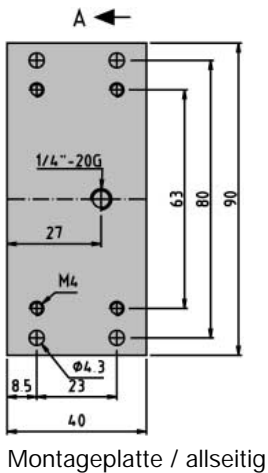
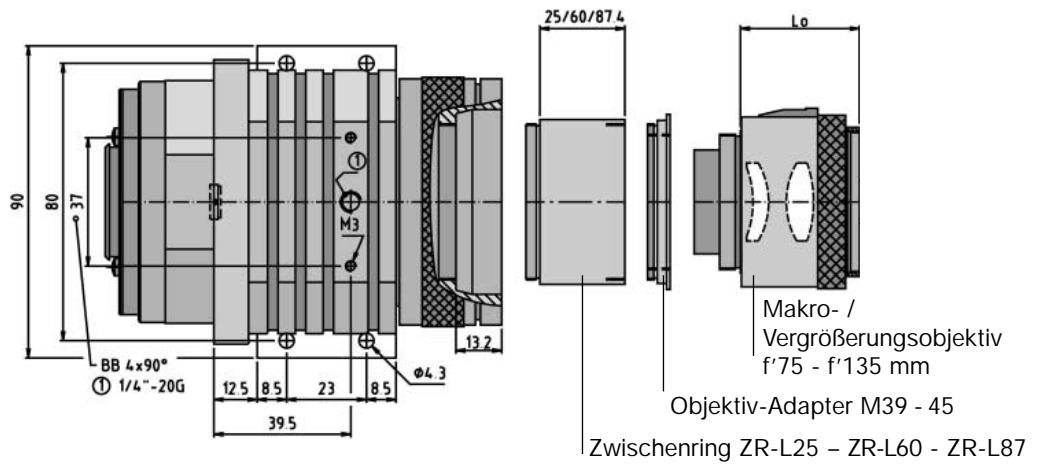
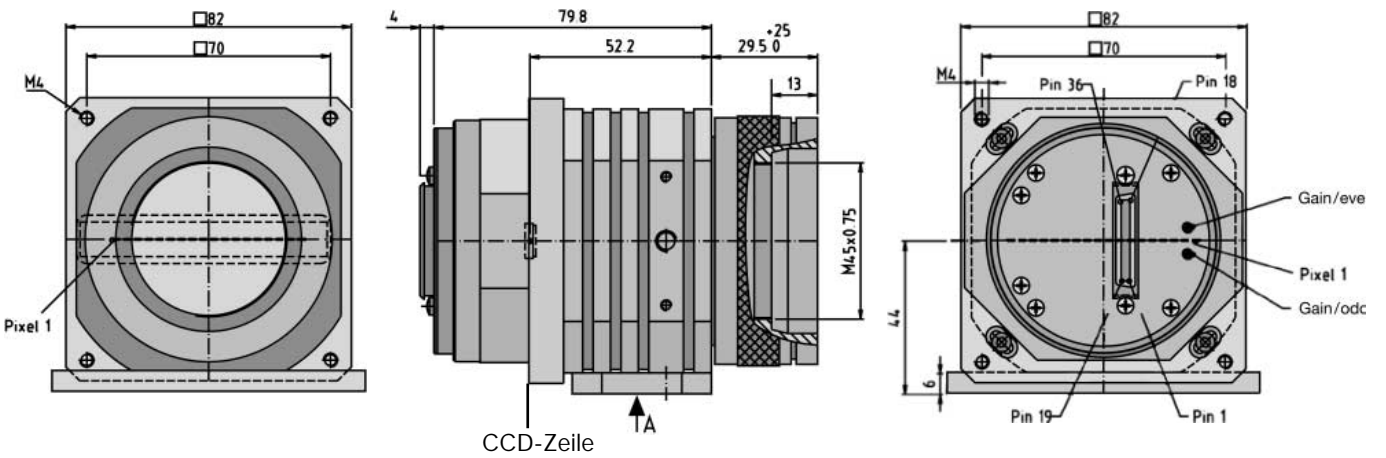


Dieses Produkt entspricht den Schutzanforderungen der EG-Richtlinie 89/336/EWG. Die Anforderungen der DIN EN 61326 werden erfüllt.

10. Maßbilder



Montageplatte / allseitig



Montageplatte / allseitig



- 1** CCD-Zeilenkamera SK7500DTO **2** Objektiv
3 Objektiv-Adapter M39-45 **4** Zwischenring ZR-L25
5 CCD-Zeilenkamera montiert mit Objektiv, Adapter und Zwischenring

11. Objektiv-Auswahlkriterien

Objektiv-Auswahlkriterien und Montage

Vergrößerungs- und Makroobjektive haben eine hohe Abbildungsqualität (70 Lp/mm) im angegebenen Maßstabsbereich (s. Tabelle 1). Ein Fokussiermechanismus wie bei CCTV- und Fotoobjektiven ist nicht vorhanden. Der erforderliche Objektauszug wird durch den Modularfokus der Zeilenkamera und einen oder mehrere Zwischenringe ZR-L25 eingestellt.

Das Hauptkriterium für die Objektivauswahl ist der gewünschte Abbildungsmaßstab. Aus der Brennweite f und dem Aufgemaß $s'A_{\infty}$ des gewählten Objektivs, dem Kameraaufgemaß sK und dem Abbildungsmaßstab β werden anschließend die erforderlichen Zwischenringe und der benötigte Modularfokus-Auszug berechnet (s. Beispiel).

Der Objektiv-Adapter M39-45 ist Bestandteil der Kamera. Objektive und Zwischenringe ZR-L25 müssen separat bestellt werden.

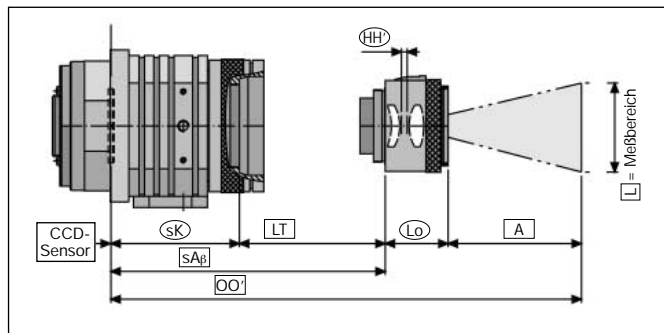
Tabelle 1

Vergrößerungs- und Makro-Objektive Best.-Code	Brennweite f' = mm		Blendenzahl k		Arbeitsblende		Auflösung max (μ m)		CCD-Sensordlänge max. (mm)		Abbildungsmaßstab β optimal		Bereich des Abbildungsmaßstabs β		Aufgemaß $s'A_{\infty}$ (mm)		Hauptpunkt-Abstand - HH' (mm)		Objektiv-Länge Lo (mm)		Anschraubgewinde		Außen- ϕ Filtergewinde		OO' = Abstand CCD-Zeile bis Meßbereich (L)		A = Abstand Objektiv-Tubuslänge LT bei optimaler Abbildung		Zwischenring 25 mm Best.-Code CR-L25		Fokusauszug (mm)				
	82,5	105	75,1	105	4	4	4	4,5	5,6	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	
Apo-Rodagon-N 4,0/80	82,5	105	4	4	X	X	7	7	85	85	10x	4 - 15	77,0	-2,8	30,8	M39 x 1/26"	ϕ 54 mm	M 40,5 x 0,5	995	879	16,3	-	12,3												
Apo-Rodagon-N 4,0/105	105	105	4	4	X	X	7	7	90	90	6x	4 - 15	99,1	-3,0	36,3	M39 x 1/26"	ϕ 54 mm	M 40,5 x 0,5	851	698	47,5	1x	19,0												
Apo-Rodagon D1x	75,1	105	4	4	X	X	7	7	85	85	1x	0,8 - 1,2	61,6	-14,8	34,3	M39 x 1/26"	ϕ 54 mm	M 40,5 x 0,5	286	115	67,7	2x	14,7												
Apo-Rodagon D2x	74,6	105	4,5	4,5	X	X	7	7	85	85	2x	1,2 - 2,5	72,1	-2,2	30,4	M39 x 1/26"	ϕ 54 mm	M 40,5 x 0,5	334	194	40,4	1x	11,9												
Apo-Rodagon D	120	105	5,6	5,6	X	X	7	7	150	150	2x	0,5 - 3	112,9	-2,98	30,7	M39 x 1/26"	ϕ 54 mm	M 40,5 x 0,5	537	333	103,9	4x	1,9												

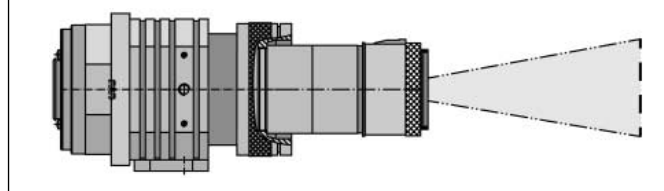
Diese Angaben gelten für den optimalen Abbildungsmaßstab

Systemparameter und Berechnungsgrößen

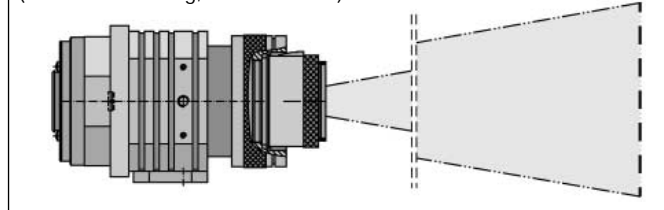
- f = Objektivbrennweite (mm)
- β = Abbildungsmaßstab : $\beta = L/S$
- OO' = Abstand (mm) zwischen Meßbereich und CCD-Zeilen-Sensor.
 $OO' = (\beta + 1/\beta + 2) f + HH'$
- L = Meßbereich (mm)
- S = Sensorlänge (mm)
 $S = 52,5$ mm bei SK7500DJR
 $S = 55,5$ mm bei SK7926DJR
- HH' = Hauptpunkt-Abstand des Objektivs. HH' kann positiv oder negativ sein (s. Tabelle). Vorzeichenrichtig addieren!
- sA_{∞} = Objektiv-Aufgemaß für Abbildung unendlich entfernter Objekte
- $\Delta s'$ = Vergrößerung des Objektiv-Aufgemaßes für Nahbereich und Makroaufnahmen: $\Delta s' = f / \beta$
- sA_{β} = Objektiv-Aufgemaß für Abbildungsmaßstab β : $sA_{\beta} = sA_{\infty} + \Delta s'$
- sK = Kamera-Aufgemaß für CCD-Sensor: $sK = 69$ mm bei SK7500DJR
- LT = Tubuslänge, berechnet mit $LT = sA_{\beta} - sK$, zu realisieren durch Auszug des Modularfokus (0-25 mm), Objektiv-Adapter M39-45 (4 mm) und (bei Bedarf) ein oder mehrere Zwischenringe ZR-25 (24,5 mm)
- Lo = Objektivlänge (Auflage bis Vorderkante)
- A = Abstand Objektiv-Meßbereich



Konfiguration mit Apo-Rodagon D1x für $\beta = 1$ (mit 2x ZR-L25, $OO' = 286$ mm)



Konfiguration mit Apo-Rodagon N 1:4/80 mm für $\beta = 10$ (ohne Zwischenring, $OO' = 995$ mm)



Beispiel für $OO' = 995$ bei $\beta = 4$, Meßbereich $L=210$ mm Objektiv Apo-Rodagon-N 4,0/80

- $f = 82,5$ (Objektivbrennweite mm)
 - $\beta = 4$ (Abbildungsmaßstab)
 - $sA_{\infty} = 77$ (Objektiv-Aufgemaß für unendlich)
 - $HH' = 2,78$ (Hauptpunkt-Abstand des Objektivs)
 - $sK = 69$ mm (Kamera-Aufgemaß für CCD-Sensor)
 - $OO' = (\beta + 1/\beta + 2) f + HH' = (4 + 1/4 + 2) 82,5 \text{ mm} - 2,78 \text{ mm} = 512,8 \text{ mm}$
 - $\Delta s' = f / \beta = 82,5 \text{ mm} / 4 = 20,6 \text{ mm}$
 - $sA_{\beta} = sA_{\infty} + \Delta s' = 97,6 \text{ mm}$
 - $LT = sA_{\beta} - sK = 97,6 \text{ mm} - 69 \text{ mm} = 28,6 \text{ mm}$
- Realisiert durch :
- | | |
|-------------------------|----------------|
| Modularfokus-Auszug | 24,6 mm |
| Objektiv-Adapter M39-45 | 4,0 mm |
| Summe | 28,6 mm = LT |

Objektiv-Adapter

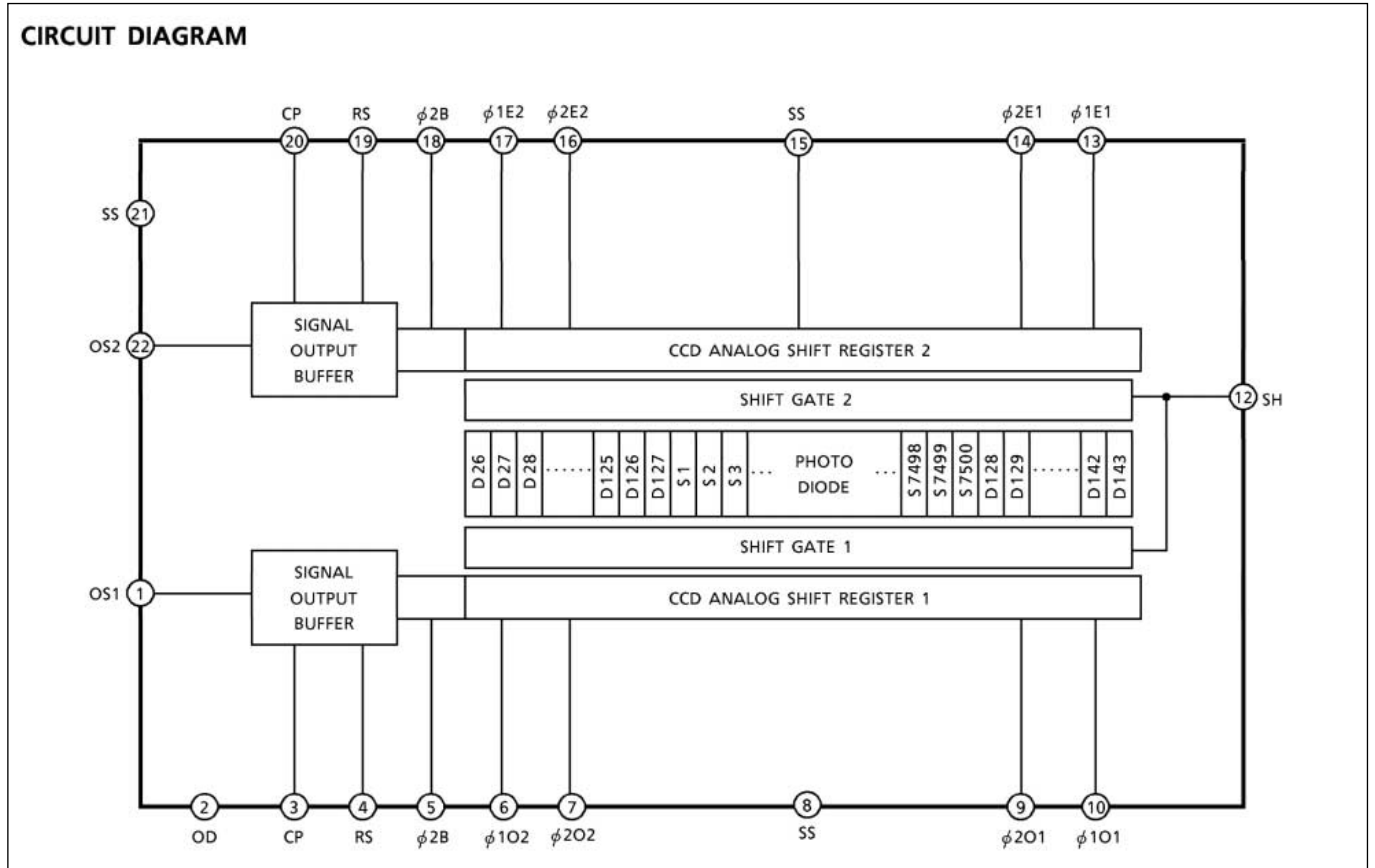
- M39-45** Best.-Code
M39 x 1/26 - M45 x 0,75
Gehört zum Lieferumfang
-

Zwischenringe

- ZR-L25** Best.-Code
- | | |
|---------------------|--|
| 25 = Höhe 24,5 mm | |
| 60 = Höhe 60 mm | |
| 87,5 = Höhe 87,5 mm | |
-

12. Sensordaten

Hersteller: Toshiba®
 Typen: TCD 1703 AC
 Datenquelle: Toshiba® - CCD Linear Sensor - DataSheet



OPTICAL / ELECTRICAL CHARACTERISTICS

($T_a = 25^\circ\text{C}$, $V_{OD} = 12\text{V}$, $V_\phi = V_{SH} = V_{RS} = V_{CP} = 5\text{V}$ (PULSE), $f_\phi = 1\text{MHz}$,
 t_{INT} (INTEGRATION TIME) = 10ms, LIGHT SOURCE = DAYLIGHT FLUORESCENT LAMP,
 LOAD RESISTANCE = 100k Ω)

CHARACTERISTIC	SYMBOL	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT	NOTE
Sensitivity	R	12	15	18	V / lx·s	
Photo Response Non Uniformity	PRNU	—	3	10	%	(Note 2)
	PRNU (3)	—	6	12	mV	(Note 8)
Saturation Output Voltage	V_{SAT}	1.5	2.0	—	V	(Note 3)
Saturation Exposure	SE	0.08	0.13	—	lx·s	(Note 4)
Dark Signal Voltage	V_{DRK}	—	1.2	3	mV	(Note 5)
Dark Signal Non Uniformity	DSNU	—	2.5	4	mV	(Note 5)
DC Power Dissipation	P_D	—	350	400	mW	
Total Transfer Efficiency	TTE	92	98	—	%	
Output Impedance	Z_o	—	0.2	1	k Ω	
Dynamic Range	DR	—	1660	—	—	(Note 6)
DC Signal Output Voltage	V_{OS1}	4.0	5.5	7.0	V	(Note 7)
	V_{OS2}	4.0	5.5	7.0		
DC Differential Error Voltage	$ V_{OS1} - V_{OS2} $	—	—	300	mV	
Random Noise	ND_σ	—	1.0	—	mV	(Note 9)

(Note 2) Measured at 50% of SE (Typ.)

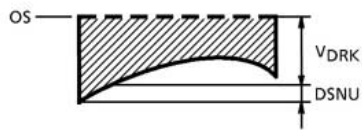
$$\text{Definition of PRNU : PRNU} = \frac{\Delta x}{\bar{x}} \times 100 (\%)$$

Where \bar{x} is average of total signal outputs and Δx is maximum deviation from \bar{x} under uniform illumination. (Channel 1)
 In the case of 3750 elements (Channel 2), the condition is the same as above too.

(Note 3) V_{SAT} is defined as minimum saturation output voltage of all effective pixels.

(Note 4) Definition of SE : $SE = \frac{V_{SAT}}{R} (lx \cdot s)$

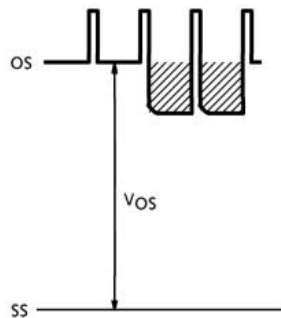
(Note 5) V_{DRK} is defined as average dark signal voltage of all effective pixels.
 $DSNU$ is defined as different dark voltage between V_{DRK} and V_{MDK} when V_{MDK} is maximum dark signal voltage.



(Note 6) Definition of DR : $DR = \frac{V_{SAT}}{V_{DRK}}$

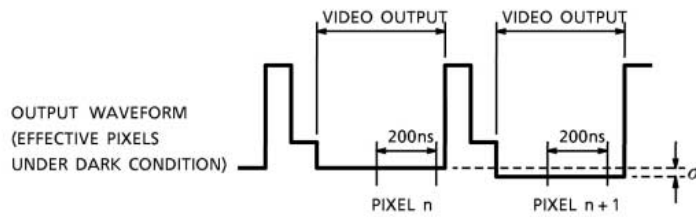
V_{DRK} is proportional to t_{INT} (Integration Time).
 So the shorter t_{INT} condition makes wider DR values.

(Note 7) DC signal output voltage and DC compensation output voltage are defined as follows:



(Note 8) PRNU (3) is defined as maximum voltage with next pixel, where measured 5% of SE (Typ.)

(Note 9) Random noise is defined as the standard deviation (σ) of the output level difference between two adjacent effective pixels under no illumination (i.e. dark condition) calculated by the following procedure.



- 1) Two adjacent pixels (pixel n and n + 1) in one reading are fixed as measurement points.
- 2) Each of the output levels at video output periods averaged over 200 nanosecond period to get V_n and V_{n+1} .
- 3) V_{n+1} is subtracted from V_n to get ΔV .

$$\Delta V = V_n - V_{n+1}$$

- 4) The standard deviation of ΔV is calculated after procedure 2) and 3) are repeated 30 times (30 readings).

$$\overline{\Delta V} = \frac{1}{30} \sum_{i=1}^{30} |\Delta V_i| \quad \sigma = \sqrt{\frac{1}{30} \sum_{i=1}^{30} (|\Delta V_i| - \overline{\Delta V})^2}$$

- 5) Procedure 2), 3) and 4) are repeated 10 times to get 10 sigma values.

$$\overline{\sigma} = \frac{1}{10} \sum_{j=1}^{10} \sigma_j$$

- 6) $\overline{\sigma}$ value calculated using the above procedure is observed $\sqrt{2}$ times larger than that measured relative to the ground level. So we specify the random noise as follows.

$$\text{Random noise} = \frac{1}{\sqrt{2}} \overline{\sigma}$$