

## CCD-Zeilenkamera Digital Color SK 3750 DJRC

Triple-Line-Sensor, 1252xRot, 1252xGrün, 1252xBlau

Kamera Familie DJRC 3750 10944 16020 16080 8100



- 1 **CCD-Zeilenkamera SK 3750 DJRC** montiert mit:
- 2 Montagewinkel SK5105
- 3 Spannklau SK5102
- 4 Foto-Objektiv mit Arretierungsbügel

### Charakteristik

- Digitalkamera 8 Bit, Color
- Triple-Line-Sensor
- 1252 x Rot, 1252 x Grün, 1252 x Blau
- Zeilenfrequenz bis 4,8 kHz
- sehr lichtempfindlich
- LVDS-Schnittstelle
- geringer Leistungsverbrauch
- Rundgehäuse-Ø 65 mm

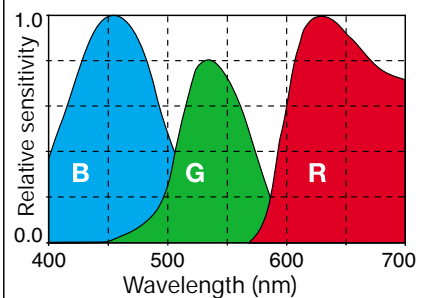
### Technische Daten

Kamera Typ: SK 8100 DJRC  
**Bestell-Code**

Sensor: CCD linear  
Type ILX 524K  
 Pixelzahl (genutzt): 3 x 1252  
 Pixelgröße: 8 µm x 8 µm  
 Pixelabstand: 8 µm  
 Zeilenbreite: 64 µm  
 Aktive Länge: 10 mm

Pixel Frequenz: max. 20 MHz  
 Zeilenfrequenz: max. 4,8 kHz  
 min. 0,05 kHz  
 Integrationszeit: min. 0,21 ms  
 max. 20 ms  
 Dynamikbereich: 1 : 1000 (rms)  
 Spektralbereich: 400 - 700 nm

### Spektrale Empfindlichkeit



### Zubehör (optional)




**Montagewinkel SK 5105** Bestell-Code  
 Verwindungssteife Konstruktion für die Befestigung der CCD-Zeilenkamera  
 Optional: Spannklau SK 5102 Best.-Code für die Befestigung der CCD-Zeilenkamera in beliebiger Rotationslage




**Montagekonsole SK 5105-2**  
 für die Adaption von Makro-Objektiv, Zwischentubus ZR..., Fokus-Adapter FA22-40 und der CCD-Zeilenkamera

#### Objektive




- hochauflösende **Vergrößerungs- und Makro-Objektive**
- lichtstarke **Foto-Objektive**
- Objektive mit zusätzlichen **Arretierbügel** für die Fixierung von Fokus- und Blendeneinstellung.

#### Adapter



- Objektivadapter AOC...** für die Adaption von Foto-Objektiven an die CCD-Zeilenkamera
- Fokusadapter FA22...** für die Adaption von Vergrößerungs- und Makro-Objektiven.



**Anschlußkabel SK9019**  
 für Digital-CCD-Zeilenkameras der Kameraserien XSD, DPD, DPT, DJR, DJRC etc.  
 36-poliges geschirmtes Kabel für Kamera- und Videosignale. Standard: 3m Kabellänge, ein- oder beidseitig mit Centronics-Steckerverbinder (female, 36-polig).

**SK9019.3 FF** Bestell-Code

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



**PC-Interface SK 9192 D** Bestell-Code  
 Interface für digitale CCD-Zeilenkameras  
**PCI-Bus**, Vorverarbeitungsfunktionen on-board: Shading Correction, Windowing, Thresholding externe Synchronisation (LineSync, FrameSync)



**Software SK91PCI-WIN\***  
**SK91PCI-LX\*\***  
 Betriebsprogramm, Treiber, Bibliotheken  
 \* Windows, \*\* Linux

**Steuereingänge**  
 Master Clock  
 StartOfScan (SOS)

**Ausgangssignal**  
 Video Signal: 8 Bit digital  
 Interface: LVDS

**Spannungsversorgung**  
 Spannung: +5 V, +15 V, -15 V  
 Leistungsaufnahme: 2,5 W

**Steckverbinder**  
 Mini Centronics 36 pin-male



**Sonstiges:**  
 Arbeitstemperatur.: + 5°C ... + 45 °  
 Gehäuse: Ø 65mm x 51mm  
 Gewicht: 0,2 kg  
 Objektivanschluß: M 40 x 0,75

Inhalt	Seite	Seite
Charakteristik, Performance, optionales Zubehör .....	1	
1. Technische Daten der DJRC-Kameraserie .....	2	6. Pixelanordnung .....
2. Hinweise für den Betrieb der Zeilenkamera .....	2	7. Bildgenerierung .....
3. Anschluß und Steuersignale .....	3	8. Timing Diagramm .....
Steckerbelegung .....	3	9. Gain / Offset - Einstellung .....
Spannungsversorgung .....	3	9. Hinweise, Garantie und EU-Konformitätserklärung .....
4. Blooming .....	4	11. Maßbilder .....
5. Belichtung und Integration Control .....	5	12. Sensordaten .....
		9
		10

SK\_8100\_DJR

## 1. Technische Daten der DJRC-Kameraserie

Kameratyp	SK 3750 DJRC	SK 10944 DJRC	SK 16020 DJRC	SK 16080 DJRC	SK 8100 DJRC
Zeilensensor	ILX 524K	ILX 716K	ILX 548K	ILX 718K	ILX 524K
Pixelzahl	3 x 1252	3 x 3648	3 x 5340	3 x 5360	3 x 2700
Pixelgröße	8 x 8 µm	8 µm x 8 µm	4 µm x 4 µm	8 µm x 8 µm	8 x 8 µm
Pixelabstand	8 µm	8 µm	4 µm	8 µm	8 µm
Zeilenabstand	64 µm	64 µm	32 µm	64 µm	64 µm
aktive Länge	10 mm	29,2 mm	21,36 mm	42,9 mm	21,6 mm
PRNU <i>Photo Response Non Uniformity</i>	3)	3)	3)	3)	3)
Anti-Blooming	nein	nein	nein	nein	nein
Integration Control	nein	ja	nein	ja	nein
CDS <sup>1)</sup>	nein	nein	nein	nein	nein
Pixelfrequenz max	20 MHz	20 MHz	15 MHz	20 MHz	20 MHz
Integrationszeit min	0,21 ms	10 µs	1,06 ms	10 µs	0,42 ms
Integrationszeit max	20 ms <sup>2)</sup>	20 ms <sup>2)</sup>	20 ms <sup>2)</sup>	20 ms <sup>2)</sup>	20 ms <sup>2)</sup>
Zeilenfrequenz max	4,8 kHz	1,79 kHz	0,92 kHz	1,22 kHz	2,38 kHz
Zeilenfrequenz min	0,05 kHz	0,05 kHz	0,05 kHz	0,05 kHz	0,05 kHz
Dynamikbereich	1 : 1000 (rms)	1 : 1000 (rms)	1 : 1000 (rms)	1 : 1000 (rms)	1 : 1000 (rms)
Spektralbereich	400 - 700 nm	400 - 700 nm	400 - 700 nm	400 - 700 nm	400 - 700 nm
Videosignal Schnittstelle	8 Bit digital LVDS	8 Bit digital LVDS	8 Bit digital LVDS	8 Bit digital LVDS	8 Bit digital LVDS
Spannungsvers. Leistungsverbrauch	+5V, +15V, -15V 3W	+5V, +15V, -15V 3W	+5V, +15V, -15V 3W	+5V, +15V, -15V 3W	+5V, +15V, -15V 3W
Objektivanschluß	M40 x 0,75	M40 x 0,75	M40 x 0,75	M40 x 0,75	M40 x 0,75
Gehäuse	Ø65mm x 51mm	Ø65mm x 51mm	Ø65mm x 51mm	Ø65mm x 51mm	Ø65mm x 51mm
Gewicht	0,2 kg	0,2 kg	0,2 kg	0,2 kg	0,2 kg
Arbeitstemperatur	+5°C ... +45°C	+5°C ... +45°C	+5°C ... +45°C	+5°C ... +45°C	+5°C ... +45°C

<sup>1)</sup> CDS = Correlated Double Sampling. Technologie zur Rauschminderung bzw. Erhöhung der Lichtempfindlichkeit.

<sup>2)</sup> Längere Integrationszeiten sind technisch möglich, verschlechtern aber das Signal-Rauschverhältnis.

<sup>3)</sup> 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.

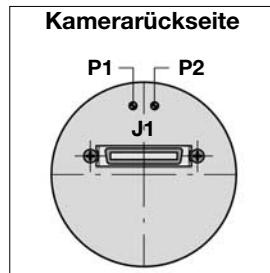
Die erfolgreiche Arbeit mit der Zeilenkamera setzt eine gewissenhafte Justage des gesamten optischen Systems voraus. Zu beachten sind dabei die Ausrichtung der Beleuchtung, die Blendeneinstellung und Fokusslage des Objektivs sowie die senkrechte Anordnung der Sensorachse zur Meßobjektachse bzw. zur Bewegungsrichtung 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 Zeilenkamerasignals 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 = Centronics 36pin-male, P1 = Green/Blue gain adj., P2 = Red gain adj.

### Spannungsversorgung

+ 5 V ± 5% ca. 220 mA

+15 V ± 5% ca. 90 mA

-12V bis -15 V ± 5% ca. 40 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 3750 DJRC-Kamera benötigt für das vollständige Auslesen eines Zeilenscans mindestens 4160 Clockpulse. Eine größere Anzahl von Clockpulsen bereitet keine Probleme.

**MCLK:** Master-Clock in: bestimmt die Frequenz des Pixeltransportes 20 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 Schäfte + 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	O O	36	GND
(+5V)	VCC	17	O O	35	VCC (+5V)
	GND	16	O O	34	D7 - out
(+5V)	VCC	15	O O	33	D7 + out
	CCLK - out	14	O O	32	D6 - out
	CCLK + out	13	O O	31	D6 + out
	LVAL - out	12	O O	30	D5 - out
	LVAL + out	11	O O	29	D5 + out
	SOS - in	10	O O	28	D4 - out
	SOS + in	9	O O	27	D4 + out
	MCLK - in	8	O O	26	D3 - out
	MCLK + in	7	O O	25	D3 + out
	GND	6	O O	24	D2 - out
(-12V bis -15V)	VEE	5	O O	23	D2 + out
(+15V)	VDD	4	O O	22	D1 - out
(+15V)	VDD	3	O O	21	D1 + out
	GND	2	O O	20	D0 - out
Analog Video A out (Nur für Test)		1	O O	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 DJRC-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 SK2048DJRI-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.

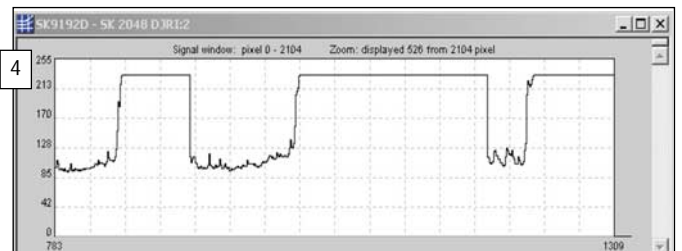
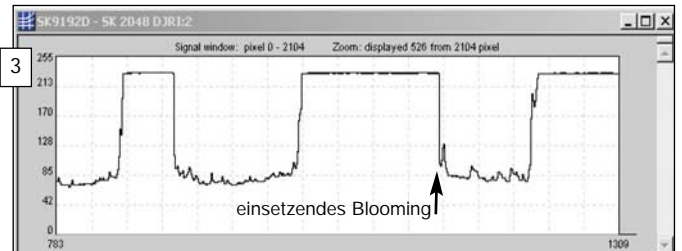
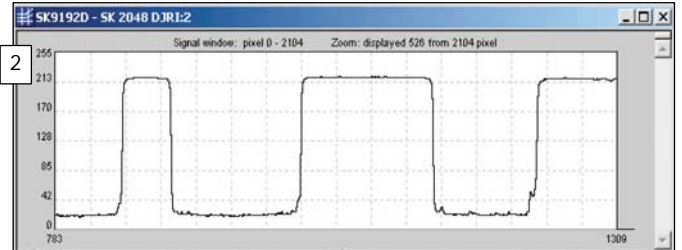
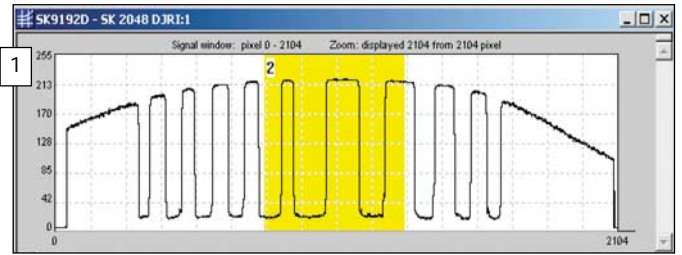
Eine noch längere Belichtung führt zu einer starken Verfälschung der Signalstrukturen. In Bild **4** beträgt die Integrationszeit  $t_A$  3,38 ms, was einer 5,3-fachen Überbelichtung entspricht.

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-Sensor 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 DJRI

- 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 SK 3750 DJRC-Kamera sind das 404. 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:

$$f_L = 1/t_B$$

• **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 (nur SK10944DJRC und SK16080 DJRC):

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

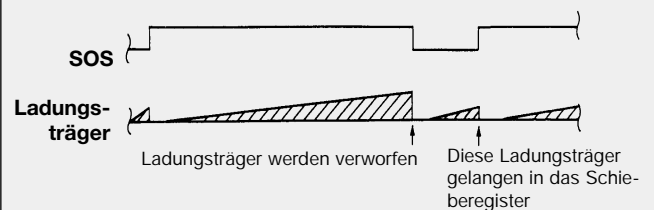
Die Integration Control - Funktion gestattet die Verlängerung des „High“-Pulses im SOS-Signal um eine programmierbare Anzahl von Pixeltakten. Damit wird in einem Belichtungszyklus der Beginn der Ladungsakkumulation verzögert.

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



### Beispiel:

SK 3750 DJRC, SK 9190D  
20 MHz Pixelfrequenz

$$t_B = (3756 + 404) / 20 \text{ MHz}$$

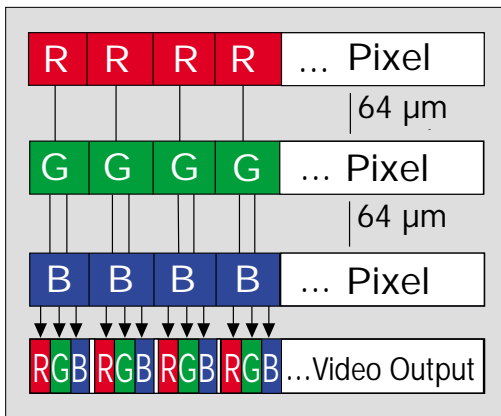
$$t_B = 0,21 \text{ ms}$$

$$f_L = 20 \text{ MHz} / (3756 + 404)$$

$$f_L = 4,8 \text{ kHz}$$

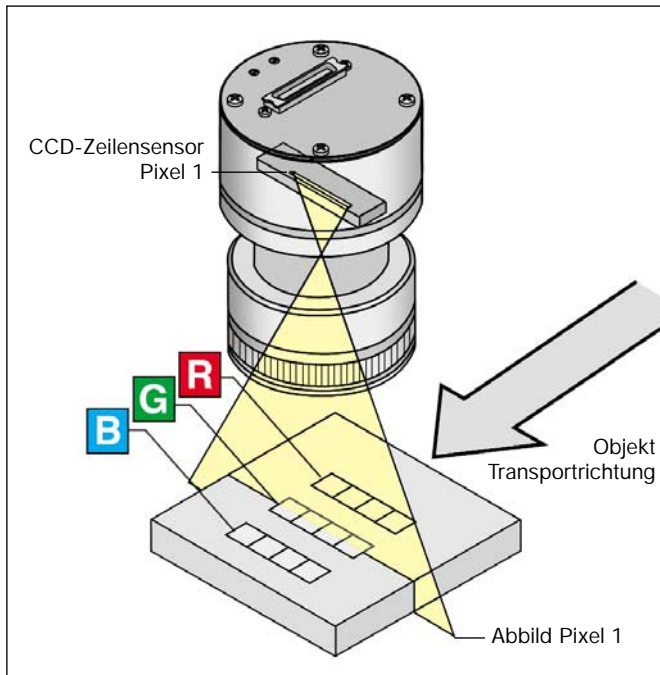
## 6. Pixelanordnung

Der Triple-Line-Sensor hat 3 getrennte Sensorzeilen für die Grundfarben Rot (R), Grün (G) und Blau (B). Die Pixel sind 8 µm breit. Der Abstand der Sensorzeilen beträgt das 8-fache der Pixelbreite..



Pixelanordnung und Zeilensignal des Triple-Line-Sensors

## 7. Bildgenerierung



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

Eine proportionale Abbildung im richtigen Bildseitenverhältnis erfordert einen zeilensynchronen Transportvorschub.

Die optimale Objektgeschwindigkeit  $V_o$  für den zeilensynchronen Transportvorschub berechnet sich nach:

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

- $V_o$  = Objektgeschwindigkeit
- $W_P$  = Pixelbreite
- $\beta$  = Abbildungsmaßstab
- $t_B$  = Belichtungszeit

Die SK3750DJRC-Kamera liefert die Rot (R)-, Grün (G)- und Blau (B)-Informationen sequentiell in einem einzigen Zeilensignal.

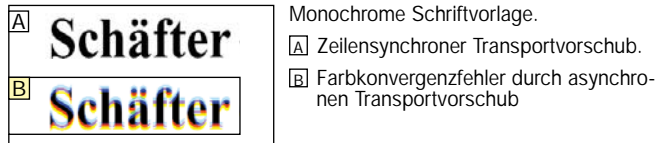
Ein Objektpunkt erreicht beim Transport zuerst die blaue CCD-Sensorzeile. Wird das Objekt pro Zeilentakt jeweils um eine Pixelbreite weiterbewegt, so werden nach 8 Zeilentakten die grünen Pixel belichtet und erst nach weiteren 8 Takten ist bei Erreichen der roten Pixel die Farbinformation einer Zeile komplett.

Die von unterschiedlichen Objektorten stammenden Farbinformationen müssen im Rechner zwischengespeichert und anschließend richtig zugeordnet werden.

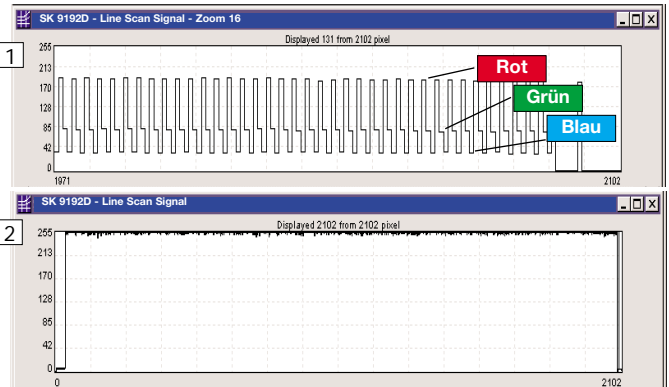
PC-Speicher - Kameradaten		Spalten-Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	...	3756		
Zeilen-Nr.	1		R	G	B	R	G	B	R	G	B	...	R	G	B
	9		R	G	B	R	G	B	R	G	B	...	R	G	B
	17		R	G	B	R	G	B	R	G	B	...	R	G	B
	...														
Bildzeile 17	Bildpunkt-Nr.		1	2	3	...	1252								
			RGB	RGB	RGB	...	RGB								
	...														
	Generierung der Farbbildpunkte für die Darstellung														

Bei Triple-Line-Sensoren ist neben der zeilensynchronen Transportgeschwindigkeit unbedingt die Transportvorzugsrichtung (B vor G vor R) einzuhalten.

Bei Nichtbeachten dieser Bedingungen entstehen Farbkonvergenzfehler. **B**



Die farbgerechte Darstellung erfordert einen Weißabgleich. Die Interfacekarte **SK9192D** nutzt dafür die **Shading-Korrektur** on-board.



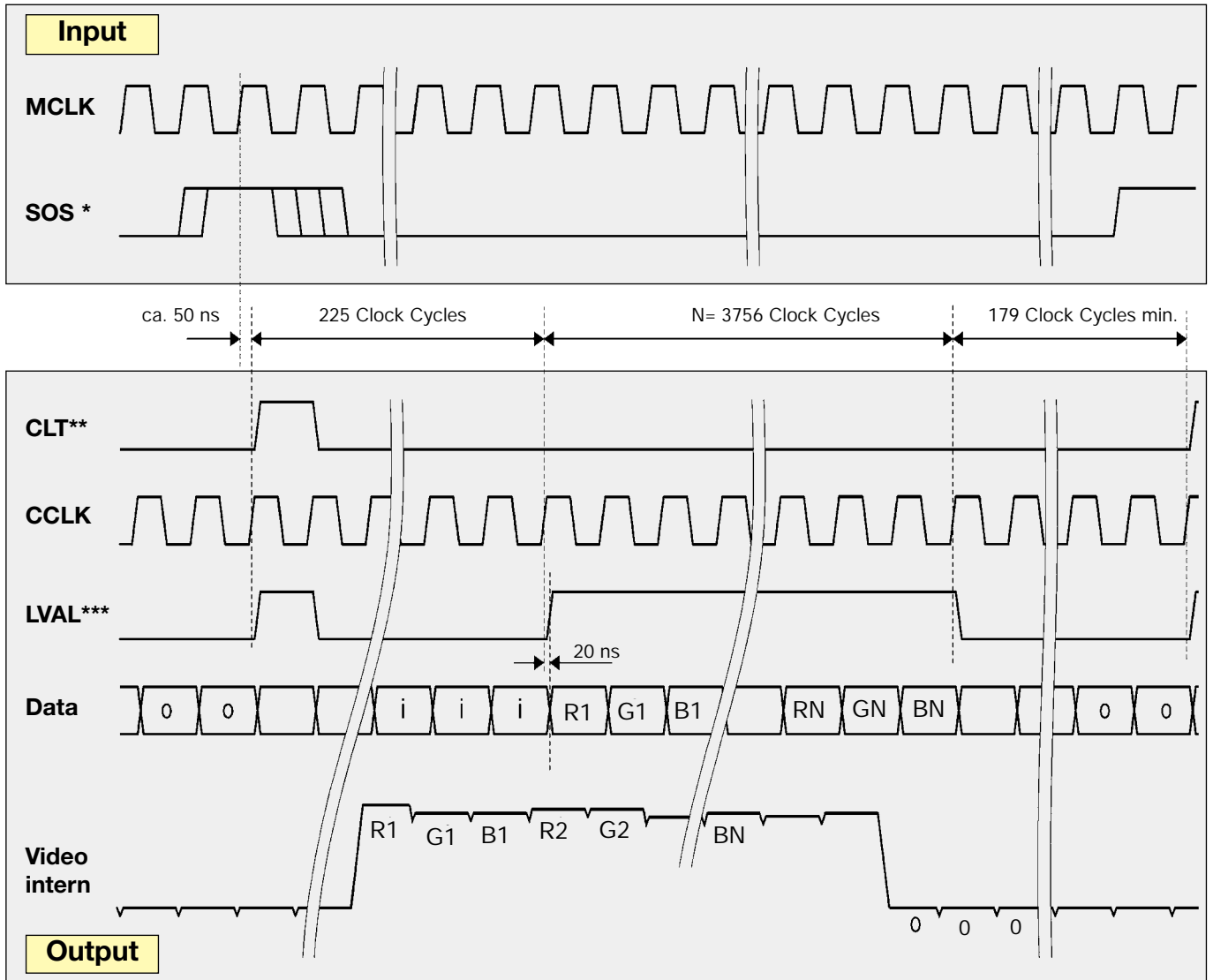
Die Wirkung der Shading-Korrektur am Beispiel des RGB-Signals einer weißen Vorlage:

- 1 Unterschiedliche Empfindlichkeiten für RGB bei weißer Vorlage.
- 2 Nach Shading-Korrektur sind alle Pixel auf 255 normiert (= weiß).

### Vorteile von Farbzeilenkameras mit Triple-Line-Sensoren:

- Sehr hohe optische Auflösung.
- Exakte Farbmischung für jedes Pixel bei zeilensynchronem Transportvorschub.

## 8. Timing - Diagramm



\* Die steigende Flanke von „SOS“ sollte nicht in einem Zeitraum von 5 bis 30 ns vor der steigenden Flanke von „MCLK“ liegen.

\*\* CLT = Camera Line Transfer ( internes Zeilenkameranalsignal)

\*\*\* 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.

Bestell Code: SK3750 DJRC-3

Die Schwarzwertpixel befinden sich 6 bis 150 Pixel vor Pixel Nr. 1.

R = Rot G = Grün B = Blau

N = Pixelanzahl des Sensors

i = Isolation Pixels

o = Overclocking

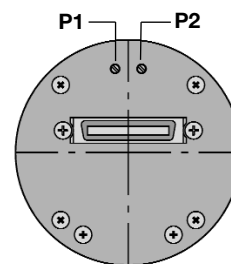
## 9. Gain / Offset - Einstellung

Die Kamera wird mit optimaler Gain/Offset-Einstellung ausgeliefert. Sollte dennoch eine neue Einstellung erforderlich sein, ist wie folgt vorzugehen.

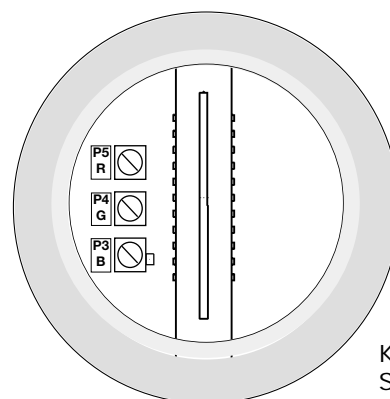
1. Das Videosignal bei abgedunkeltem Zeilensensor mit P5 (Rot-Offset), P4 (Grün-Offset) und P3 (Blau-Offset) auf Null Volt („00“ Digital) abgleichen.
2. Mit P1 (Grün-Blau-Gain) und P2 (Rot-Gain) die maximale Ausgangsspannung festlegen. Hierzu den Sensor ausreichend belichten.

Die maximale Ausgangsspannung ist serienmäßig auf ca. 2,5 Volt („FF“ Digital) eingestellt.

Kamerarückseite



Für die Gain-Einstellung von Rot, Grün und Blau braucht die Kamera nicht geöffnet werden, da die Trimmwiderstände P1 und P2 auf der Kamerarückseite von außen zugänglich sind.



Kamera-Platine,  
Sensorseite

Die Trimmwiderstände P3, P4 und P5 für die Offset-Einstellung von Blau, Grün und Rot sind nach Entfernen des Objektivs auf der Sensorseite der Kamera-Platine erreichbar.

## 10. 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.

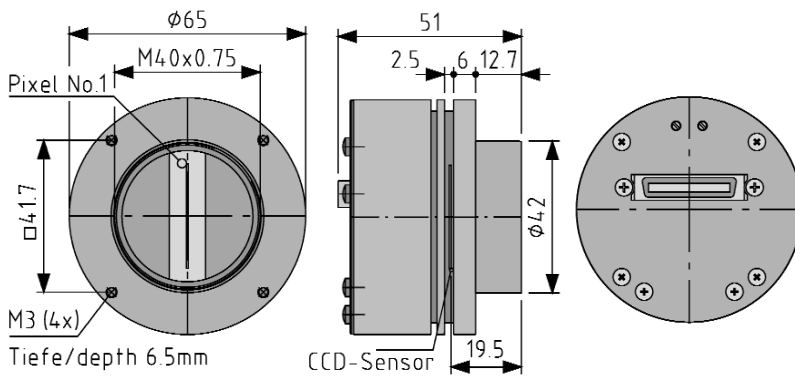
Mit den Angaben in den technischen Beschreibungen werden Baugruppen spezifiziert, nicht Eigenschaften zugesichert.

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.

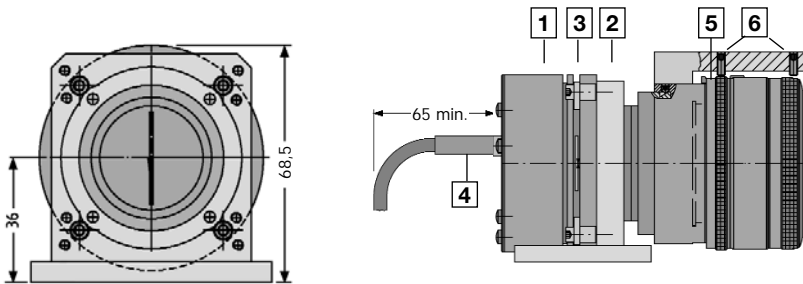


### CCD-Zeilenkamera Digital

Objektivgewinde: M40 x 0,75  
 Auflagenmaß: 19,5 mm  
 Steckverbinder: Centronics-Miniatur  
 36 pin-male

#### Kamera-Typen:

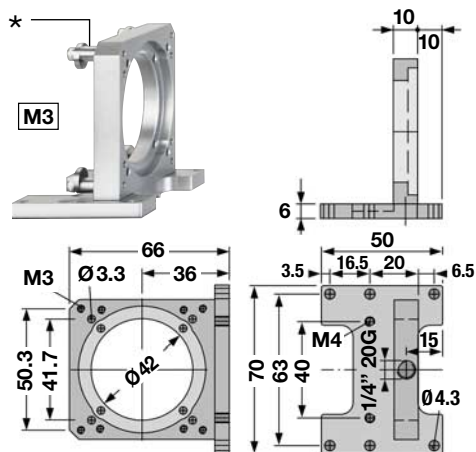
SK 3750 DJRC  
 SK 10944 DJRC  
 SK 16020 DJRC  
 SK 16080 DJRC  
 SK 8100 DJRC



#### 1 CCD-Zeilenkamera Digital Objektivgewinde M40 x 0,75

montiert mit:

- 2 Montagewinkel SK 5105
- 3 Spannklaue SK 5102
- 4 Anschlußkabel SK 9019.3.FF
- 5 Objektiv
- 6 Arretierung für Blende und Fokus



### Montagewinkel SK 5105

für Digital- und Analogkameras  
 Bestell-Code: SK 5105  
 Verwindungssteife Konstruktion für  
 die Befestigung der CCD-Zeilen-  
 kamera

#### \* Spannklaue SK 5102

(Satz 4 Stück)  
 für die Befestigung der  
 CCD-Zeilenkamera in beliebiger  
 Rotationslage



#### 1 CCD-Zeilenkamera Digital Objektivgewinde M40 x 0,75

montiert mit:

- 2 Montagewinkel SK 5105
  - 3 Spannklaue SK 5102
- Befestigung der CCD-Zeilenkamera  
 in beliebiger Rotationslage

#### optional

- 4 Befestigung mit 4 Stück  
 Zylinderschrauben  
 DIN 912 - M3x16

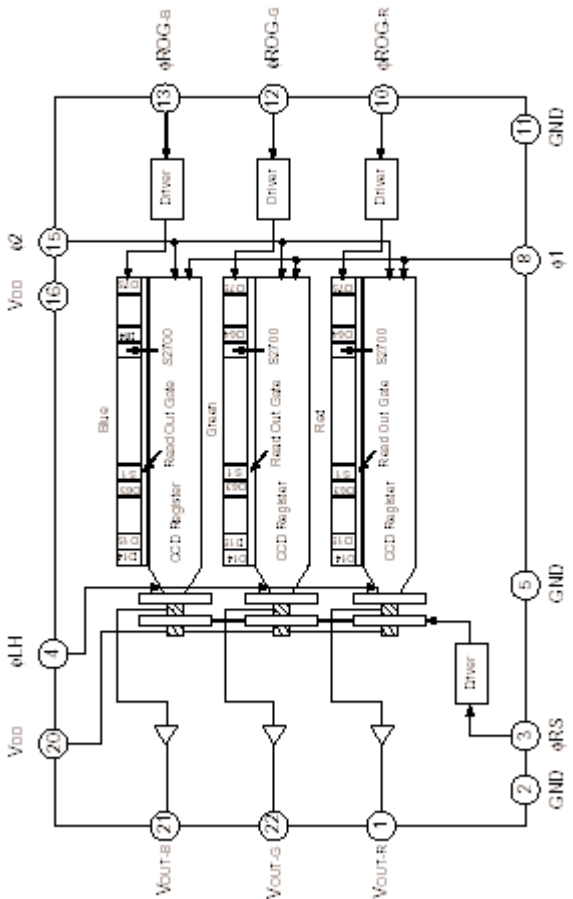
5 Objektiv, z. B.: Foto-Objektiv MD von Minolta  
 Objektivgewinde: M40 x 0,75  
 1:1,7, f' = 50 mm, Sensorlänge max. 35 mm

Weitere Video-, Vergrößerungs- und  
 Makro-Objektive siehe Prospekt  
 CCD-Zeilenkameras 2002 Seite K9

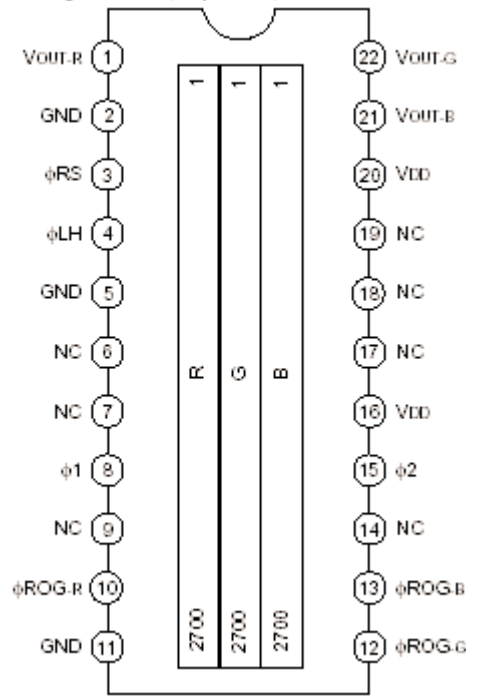
## 12. Sensordaten

Hersteller: SONY®  
 Typen: ILX 524K  
 Datenquelle: SONY® - CCD Linear Sensor - DataSheet

### Block Diagram

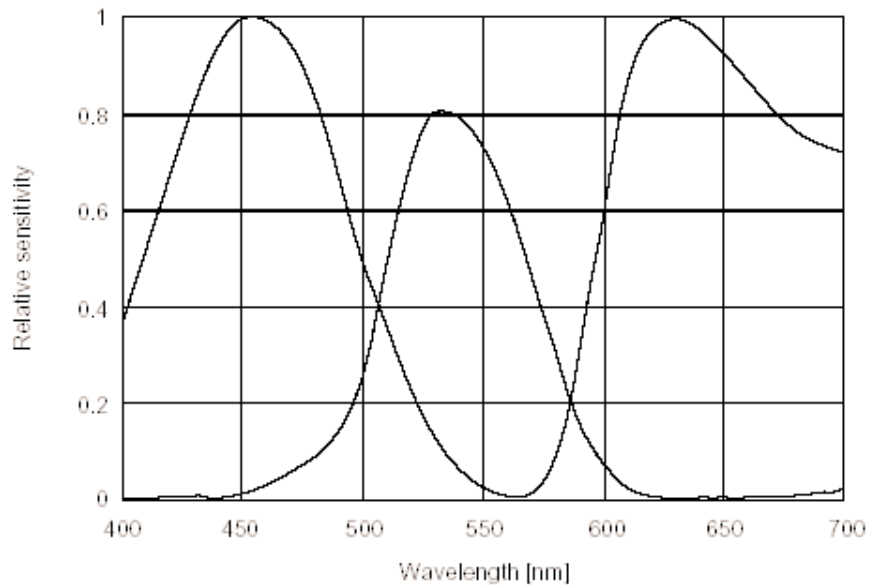


### Pin Configuration (Top View)

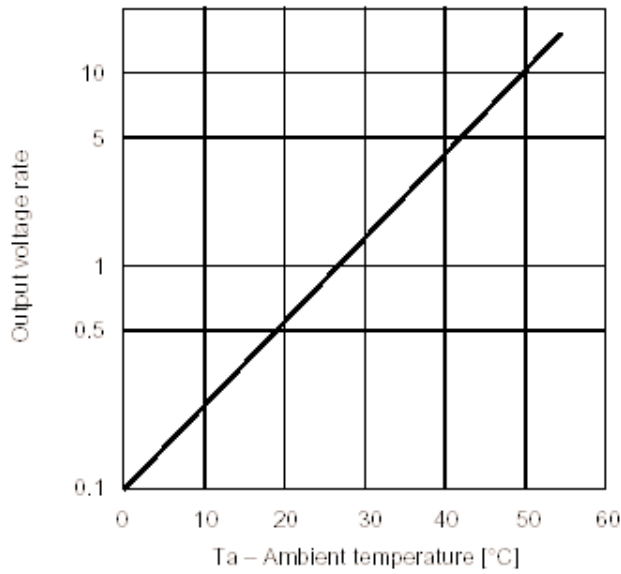


Example of Representative Characteristics ( $V_{DD} = 12V$ ,  $T_a = 25^\circ C$ )

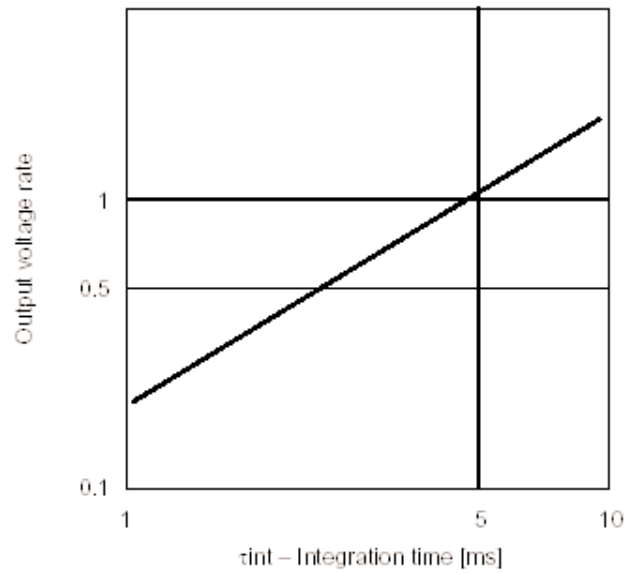
Spectral sensitivity characteristics (Standard characteristics)



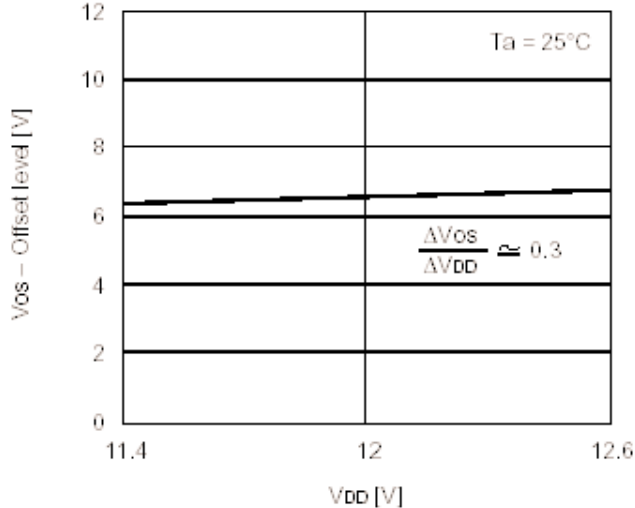
Dark signal output temperature characteristics (Standard characteristics)



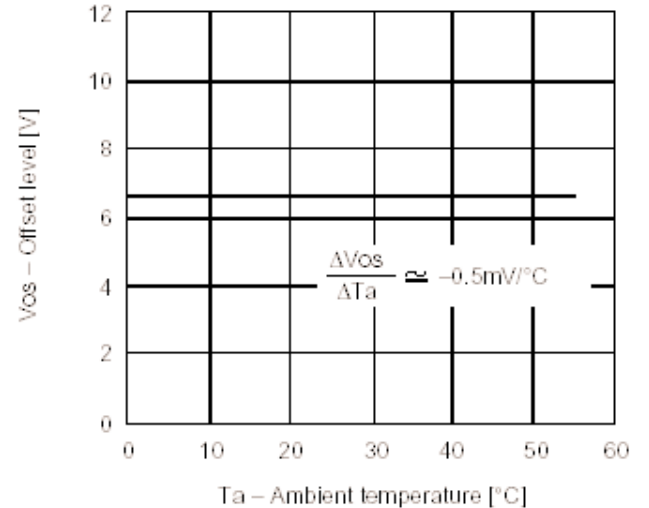
Integration time output voltage characteristics (Standard characteristics)



Offset level vs.  $V_{DD}$  characteristics (Standard characteristics)



Offset level vs. temperature characteristics (Standard characteristics)



## Electrooptical Characteristics (Note 1)

Ta = 25°C, VDD = 12V, fDRS = 1MHz, Input clock = 5Vp-p, Light source = 3200K, IR cut filter CM-500S (t = 1.0mm)

Item	Symbol	Min.	Typ.	Max.	Unit	Remarks	
Sensitivity	Red	RR	1.3	2.0	2.7	V/(lx · s)	Note 2
	Green	RG	2.1	3.2	4.3		
	Blue	RB	1.6	2.5	3.4		
Sensitivity nonuniformity	PRNU	—	4	20	%	Note 3	
Saturation output voltage	VSAT	2	3.2	—	V	Note 4	
Saturation exposure	Red	SER	0.74	1.6	—	lx · s	Note 5
	Green	SEG	0.46	1	—		
	Blue	SEB	0.58	1.28	—		
Dark voltage average	VDRK	—	0.3	2	mV	Note 6	
Dark signal nonuniformity	DSNU	—	1.5	5	mV	Note 6	
Image lag	IL	—	0.02	—	%	Note 7	
Supply current	IvDD	—	26	50	mA	—	
Total transfer efficiency	TTE	92	98	—	%	—	
Output impedance	Zo	—	250	—	Ω	—	
Offset level	Vos	—	6.5	—	V	Note 8	
Dynamic range	DR	1000	10670	—	—	Note 9	

### Note

- 1) In accordance with the given electrooptical characteristics, the black level is defined as the average value of D2, D3 to D12.
- 2) For the sensitivity test light is applied with a uniform intensity of illumination.
- 3) PRNU is defined as indicated below. Ray incidence conditions are the same as for Note 2.

$$V_{OUT-G} = 500\text{mV (Typ.)}$$

$$PRNU = \frac{(V_{MAX} - V_{MIN}) / 2}{V_{AVE}} \times 100 [\%]$$

Where the 2700 pixels are divided into blocks of 100. The maximum output of each block is set to VMAX, the minimum output to VMIN and the average output to VAVE.

- 4) Use below the minimum value of the saturation output voltage.
- 5) Saturation exposure is defined as follows.

$$SE = \frac{VSAT}{R}$$

Where R indicates RR, RG, RB, and SE indicates SER, SEG, SEB.

- 6) Optical signal accumulated time tint stands at 10ms.
- 7) Vout-G = 500mV (Typ.)
- 8) Vos is defined as indicated bellow.

Vout indicates Vout-R, Vout-G, and Vout-B.

- 9) Dynamic range is defined as follows.

$$DR = \frac{VSAT}{VDRK}$$

When the optical signal accumulated time is shorter, the dynamic range gets wider because the optical signal accumulated time is in proportion to the dark voltage.

