

CCD-Zeilenkamera Digital s/w SK2048CPD

2048 Pixel, 10x10µm, 50 MHz Pixelfrequenz, CameraLink-Interface

- 1 CCD-Zeilenkamera SK2048CPD montiert mit:
- 2 Fokusadapter FA16-45
- 3 Objektiv APO-Rodagon N4.0/80
- 4 Montagewinkel SK5105
- 5 Spannklaue SK5102



Charakteristik:

- Digitalkamera 8 / 12 Bit
- Zeilenfrequenz bis 23,00 kHz
- Anti-Blooming
- Integration Control
- hohe Dynamik
- 100% optischer Füllfaktor
- CameraLink-Schnittstelle

Zubehör (Optional)

Kabelsatz



für Zeilenkameras mit CameraLink-Schnittstelle der Serien CTO, CSD, CPD, CPT, CJR, CJRC bestehend aus Steuerkabel und Stromversorgungskabel.

1. **Steuerkabel:** 26-polig, geschirmt, beidseitig mit Mini D Ribbon-Steckverbinder (male, 26-polig).
SK9018.5 MM **Bestell-Code**
 MM= Stecker beidseitig (male)
 3 = 3 m Kabellänge
 5 = 5 m (Standardkabellänge)
 x = kundenspezifisch
2. **Stromversorgungskabel:** 6-polig geschirmt, mit Steckverbinder Lumberg SV60 (6-polig, male) und Steckverbinder Hirose HR10A (6-polig, female).
SK9015.5 MF **Bestell-Code**
 MF= Stecker male / female
 3 = 3 m Kabellänge
 5 = 5 m (Standardkabellänge)
 x = kundenspezifisch

Stromversorgung



PS 051515 **Bestell-Code**
Input: 100-240 VAC, 0,8A, 50/60Hz, Eingangsbuchse nach IEC 320 (3-polig).
Output: 5VDC/2,5A, 15VDC/0,5A, -15VDC/0,3A, Ausgangsbuchse Lumberg KV60 (6-polig, female)

Software



SK91CL-WIN **Bestell-Code**
SKCLConfig: Konfigurationsprogramm für CCD-Zeilenkameras mit CameraLink-Schnittstelle (alle Grabber)
SkLinScan®: Betriebsprogramm mit oszilloskopischer Signaldarstellung (Grabber bei Bestellung angeben).

Objektive

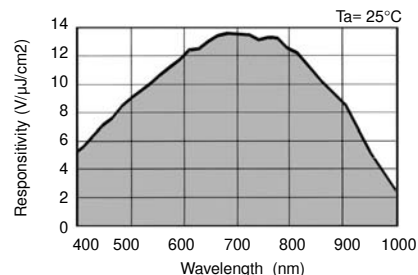


Hochauflösende Vergrößerungs- und Makro-Objektive.
 Zwischenringe: ZR10, ZR15, ZR20, ZR25, ZR50.
 Filter: zur Unterdrückung von Fremdlicht.

Technische Daten

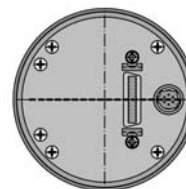
| | |
|-----------------------|--------------|
| Kameratyp | SK2048CPD |
| Bestell-Code | |
| Sensor: | CCD linear |
| Typ: | IL-P1-2048 E |
| Pixelanzahl: | 2048 |
| Pixelgröße: | 10x10µm |
| Pixelabstand: | 10µm |
| Zeilenbreite: | 10µm |
| Aktive Länge: | 20,50 mm |
| Pixelfrequenz: | 50 MHz |
| Zeilenfrequ. max: | 23,00 kHz |
| Zeilenfrequ. min: | 0,05 kHz |
| Integrationszeit min: | 0,010 ms |
| Integrationszeit max: | 20,0 ms |
| Dynamikbereich: | 1:1500 |
| Spektralbereich: | 400-1000 nm |

Spektrale Empfindlichkeit



| | |
|--------------------|--------------------------------------|
| Steuereingänge: | MasterCock (optional) StartOfScan |
| Ausgangssignal: | LVAL |
| Video Signal: | 8/12 Bit digital |
| Interface: | CameraLink |
| Spannungsvers.: | +5 V, +15 V |
| Leistungsaufnahme: | 2,7 W |

Kamerarückseite



Steckverbinder:
Daten: Mini D Ribbon, 26pin-female
Power: Hirose Serie HR10A, 6pin-male

Arbeitstemperatur.:

| | |
|------------------|---------------|
| + 5°C ... + 45 ° | |
| Gehäuse (Ø x T): | 65 mm x 61 mm |
| Gewicht: | 0,2 kg |

| | | | |
|--|-------|---|----|
| Inhalt: | Seite | Steuerungsprogramm, Gain/Offset, Kamerabefehle..... | 6 |
| Charakteristik, Technische Daten, Zubehör..... | 1 | Belichtung, Integration Control, Synchronisation, Bildgenerierung.... | 7 |
| Hinweise für den Betrieb der Kamera..... | 2 | Blooming..... | 8 |
| Anschluß, Steuersignale..... | 3 | Maßzeichnung..... | 9 |
| Interface..... | 4 | Sensordaten..... | 10 |
| Timing-Diagramm..... | 5 | Hinweise, Garantie, EU-Konformitätserklärung..... | 12 |

1. Technische Daten der CPD-Kameraserie

| Kameratyp | SK512CPD | SK1024CPD | SK2048CPD | SK4096CPD-L |
|-----------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Sensor: | CCD linear | CCD linear | CCD linear | CCD linear |
| Typ: | IL-P1-512 | IL-P1-1024 | IL-P1-2048 | IL-P1-4096 |
| Pixelanzahl: | 512 | 1024 | 2048 | 4096 |
| Pixelgröße: | 10x10µm | 10x10µm | 10x10µm | 10x10µm |
| Pixelabstand: | 10µm | 10µm | 10µm | 10µm |
| Zeilenbreite: | 10µm | 10µm | 10µm | 10µm |
| Aktive Länge: | 5,12 mm | 10,24 mm | 20,50 mm | 41,00 mm |
| Anti-Blooming | ja | ja | ja | ja |
| Integration Control | ja | ja | ja | ja |
| CDS 1) | ja | ja | ja | ja |
| Pixelfrequenz: | 50 MHz | 50 MHz | 50 MHz | 50 MHz |
| Zeilenfrequenz max: | 83,00 kHz | 45,00 kHz | 23,00 kHz | 11,90 kHz |
| Zeilenfrequenz min: | 0,05 kHz | 0,05 kHz | 0,05 kHz | 0,05 kHz |
| Integrationszeit min: | 0,010 ms | 0,010 ms | 0,010 ms | 0,010 ms |
| Integrationszeit max: | 20,0 ms | 20,0 ms | 20,0 ms | 20,0 ms |
| Dynamikbereich: | 1:1500 | 1:1500 | 1:1500 | 1:2500 |
| Spektralbereich: | 400-1000 nm | 400-1000 nm | 400-1000 nm | 400-1000 nm |
| Videosignal: | 8/12 Bit | 8/12 Bit | 8/12 Bit | 8/12 Bit |
| Schnittstelle: | Camera Link | Camera Link | Camera Link | Camera Link |
| Spannungsversorgung: | +5V, +15V | +5V, +15V | +5V, +15V | +5V, +15V |
| Stromaufnahme | 2,3 W | 2,4 W | 2,6 W | 2,7 W |
| Objektivanschluss: | C-Mount | C-Mount | M40x0.75 | M45x0.75 |
| Gehäuse (Ø x T): | Ø65mm x 52,4 mm | Ø65mm x 52,4 mm | Ø65mm x 54 mm | Ø65mm x 61mm |
| Gewicht: | 0,2 kg | 0,2 kg | 0,2 kg | 0,2 kg |
| Arbeitstemperatur: | + 5°C ... + 45 ° | + 5°C ... + 45 ° | + 5°C ... + 45 ° | + 5°C ... + 45 ° |

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

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

2. Hinweise für den Betrieb der CameraLink-Zeilenkamera

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

Für den Betrieb der Kamera ist ein Grabber erforderlich, der den CameraLink Base-Konfiguration erfüllt. Der Grabber liefert die StartOfScan(SOS)-Signale und steuert damit die Belichtungszeit und die Zeilenfrequenz der Kamera.

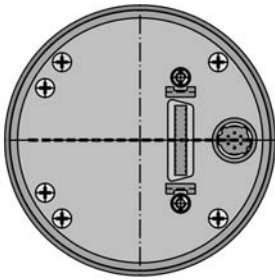
Mit dem Steuerungsprogramm **SkCLConfig** lassen sich weitere Kameraparameter wie Gain, Offset und Pixelfrequenz über die serielle Schnittstelle des CameraLink-Interfaces einstellen. Das Programm benutzt dafür die clser***.dll, die allen CameraLink-Grabbern beiliegt. Für die Entwicklung von Applikationssoftware ist das SDK des Grabberherstellers zu nutzen.

Für ausgewählte Grabber¹ bietet **Schäfter+Kirchhoff** das Betriebsprogramm **SkLineScan®** an. Die oszilloskopische Darstellung des Zeilenkameranalsignals mit Zoom-Funktion und Online-Parametrierung der Kamera ist ein wichtiges Werkzeug für die Einrichtung des optischen Systems. Auf Kundenwunsch wird das SkLineScan-Programm auch an andere CameraLink-Grabber angepaßt.

Die Kamera wird werkseitig abgeglichen und mit Standardeinstellungen für Gain und Offset ausgeliefert. Die Gain- und Offset-Werte sind über die Software veränderbar. Dabei ist zu beachten, daß zu starke Änderungen von Gain und Offset die Signalqualität beeinträchtigen können. Die zuletzt eingestellten Gain/Offset-Werte werden in der Kamera gespeichert und sind beim nächsten Anschluß der Kamera wieder aktiv.

¹ Matrox Serie, CORECO, NI-PCI 1428, microEnable III

3. Anschluß und Steuersignale



Steckverbinder:

Daten:
Mini D Ribbon,
26pin-female

Power:
Hirose Serie HR10A,
6pin-male

Steckerbelegung

Mini D Ribbon 26 pin female

| Signal | Pin | | Pin | Signal |
|---------|-----|-----|-----|---------|
| GND | 1 | o o | 14 | GND |
| X0- | 2 | o o | 15 | X0+ |
| X1- | 3 | o o | 16 | X1+ |
| X2- | 4 | o o | 17 | X2+ |
| Xclk- | 5 | o o | 18 | Xclk+ |
| X3- | 6 | o o | 19 | X3+ |
| SerTC+ | 7 | o o | 20 | SerTC- |
| SerTFG- | 8 | o o | 21 | SerTFG+ |
| CC1- | 9 | o o | 22 | CC1+ |
| CC2+ | 10 | o o | 23 | CC2- |
| CC3- | 11 | o o | 24 | CC3+ |
| CC4+ | 12 | o o | 25 | CC4- |
| GND | 13 | o o | 26 | GND |

Spannungsversorgung

+ 5 V ± 5% ca. 300 mA (25 MHz Clock)
ca. 430 mA (50 MHz Clock)

+15 V ± 5% ca. 35 mA



| Signal | Pin | Signal | Pin |
|--------|-----|--------|-----|
| + 15 V | 1 | + 5 V | 4 |
| + 15 V | 2 | GND | 5 |
| + 5 V | 3 | GND | 6 |

Steuersignale

Input Control Signale:

Die CCD-Zeilenkamera benötigt zum Betrieb die Steuersignale "Clock" (MCLK) und "Start Of Scan" (SOS). Das Clock-Signal wird intern durch einen 50-MHz-Oszillator erzeugt. Alternativ kann dieser durch einen Frequenzteiler auf 25 MHz eingestellt werden. Das Clock-Signal kann optional auch extern eingespeist werden.

Die Kameraelektronik 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 Kamera SK2048CPD benötigt für das vollständige Auslesen eines Zeilenscans 2132 Clockpulse. Eine größere Anzahl von Clockpulsen bereitet keine Probleme.

MCLK: Master-Clock in: bestimmt die Frequenz des Pixeltransportes 50 MHz max.

SOS: Start of Scan: 30 ns minimale Pulslänge.
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.

4. Interface

Camera Control

| Signal Name | I/O | Typ | Beschreibung |
|-------------|-----|-------|--|
| TRIG1 | I | RS644 | CC1 - Synchronisationseingang (SOS) |
| TRIG2 | I | RS644 | CC2 - Start Integrationsperiode im dual synchro mode (nur Kameras mit Integration Control) |
| CLK_IN | I | RS644 | CC3 - Externer Pixeltakt (optional) |

I= Input, O= Output, IO= Bi-Direktional, P= Power/Ground, NC= nicht verbunden,
Hinweis: CC4 wird nicht verwendet

Video Data

Für die Übertragung der High-Speed-Videodaten von der Kamera zum Frame Grabber sind die differentiellen LVDS-Signale X0-X3 und XCLK reserviert. Die Videodaten werden zwischen Kamera und Grabber in mehreren seriellen Kanälen übertragen. Die Grundlage des seriellen Protokolls bildet der Channel Link-Chipsatz von National Semiconductor. Der CameraLink-Standard definiert die Pixel-Signalnamen, die Beschreibung des Signalpegels sowie die Steckerbelegung und die Pinbelegung des Chips.

| Signal Name | I/O | Typ | Beschreibung |
|-------------|-----|-------|--|
| D[0-11] | O | RS644 | Pixel Data, 00= LSB, 11= MSB |
| STROBE | O | RS644 | Output Data Clock, Daten sind bei steigender Flanke gültig |
| LVAL | O | RS644 | Line Valid, aktiv High Signal |

I= Input, O= Output, IO= Bi-Direktional, P= Power/Ground, NC= nicht verbunden,
Hinweis: FVAL, wie im CameraLink-Standard definiert, wird hier nicht verwendet. FVAL ist ständig auf 0(Low)-Pegel gesetzt. DVAL wird nicht verwendet. DVAL ist ständig auf 1(High)-Pegel gesetzt. Bei Single-Output werden die Daten auf ODD ausgegeben (multiplex).

Bit-Zuweisungen 12-Bit-Daten (F12)

| Bit | DS90CR285 Pin Name | Bit | DS90CR285 Pin Name | Bit | DS90CR285 Pin Name | Bit | DS90CR285 Pin Name |
|-----|--------------------|------|--------------------|-----|--------------------|--------|--------------------|
| D 0 | Tx0 | D 7 | Tx5 | NC | Tx19 | NC | Tx14 |
| D 1 | Tx1 | D 8 | Tx7 | NC | Tx20 | NC | Tx10 |
| D 2 | Tx2 | D 9 | Tx8 | NC | Tx21 | NC | Tx11 |
| D 3 | Tx3 | D 10 | Tx9 | NC | Tx22 | STROBE | TxCLK |
| D 4 | Tx4 | D 11 | Tx12 | NC | Tx16 | LVAL | Tx24 |
| D 5 | Tx6 | NC | Tx15 | NC | Tx17 | | |
| D 6 | Tx27 | NC | Tx18 | NC | Tx13 | | |

Bit-Zuweisungen 8-Bit-Daten (F8)

| Bit | DS90CR285 Pin Name | Bit | DS90CR285 Pin Name | Bit | DS90CR285 Pin Name | Bit | DS90CR285 Pin Name |
|-----|--------------------|-----|--------------------|-----|--------------------|--------|--------------------|
| D 0 | Tx0 | D 7 | Tx5 | NC | Tx19 | NC | Tx14 |
| D 1 | Tx1 | NC | Tx7 | NC | Tx20 | NC | Tx10 |
| D 2 | Tx2 | NC | Tx8 | NC | Tx21 | NC | Tx11 |
| D 3 | Tx3 | NC | Tx9 | NC | Tx22 | STROBE | TxCLK |
| D 4 | Tx4 | NC | Tx12 | NC | Tx16 | LVAL | Tx24 |
| D 5 | Tx6 | NC | Tx15 | NC | Tx17 | | |
| D 6 | Tx27 | NC | Tx18 | NC | NC | | |

Die Bit-Zuweisungen sind konform mit der CameraLink-Spezifikation in der Basis-Konfiguration

Serielle Kommunikation

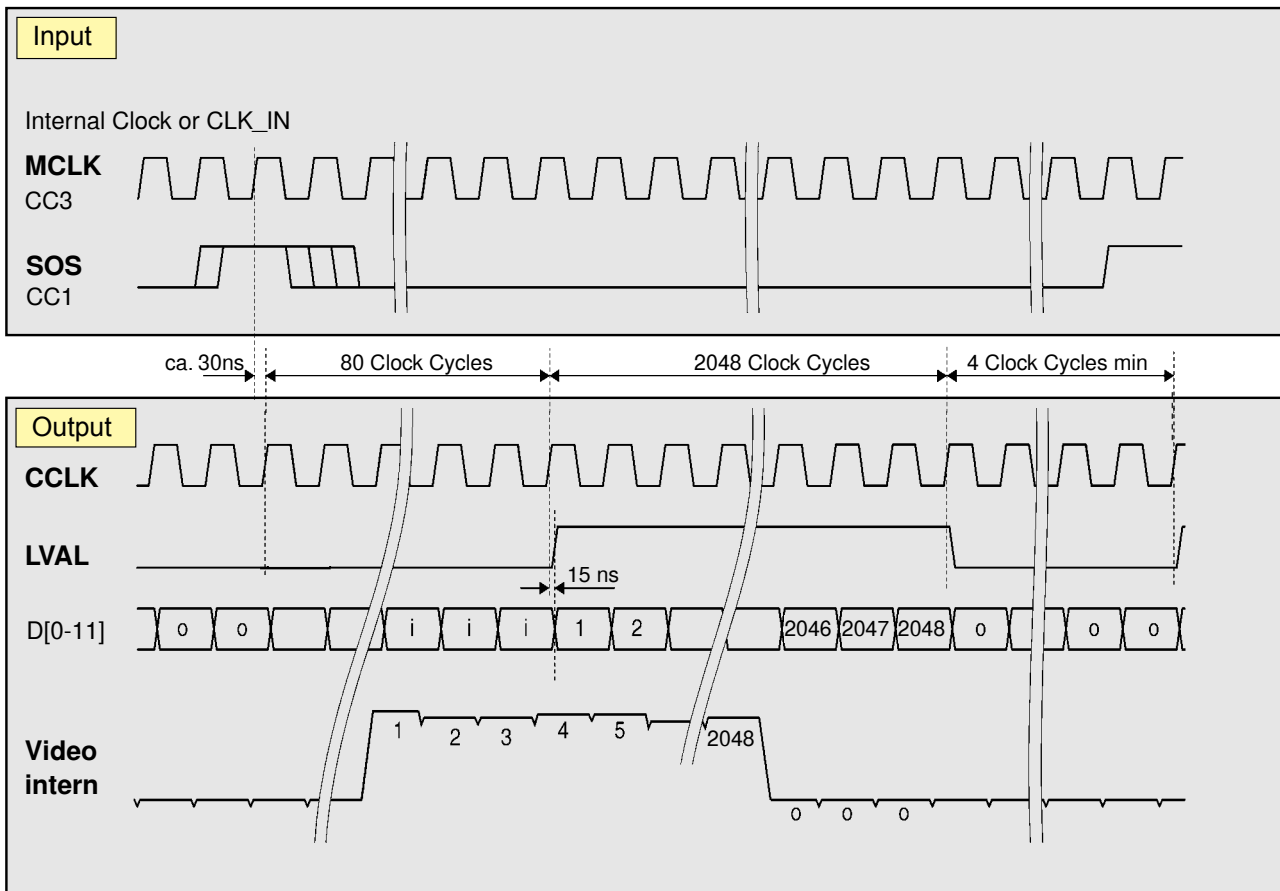
| Signal Name | I/O | Typ | Beschreibung |
|-------------|-----|-------|--|
| SerTFG | O | RS644 | Differential-Paar für serielle Kommunikation zum Frame Grabber |
| SerTC | O | RS644 | Differential-Paar für serielle Kommunikation vom Frame Grabber |

Die CameraLink-Schnittstelle unterstützt zwei LVDS-Signalpaare für die Kommunikation zwischen Kamera und Frame Grabber. Diese asynchrone serielle Kommunikation basiert auf dem RS232-Protokoll.

Die Konfiguration der seriellen Leitung ist:

- Voll Duplex / ohne Handshake
- 9600 Bauds, 8-Bit-Daten, kein Paritäts-Bit, 1 Stop-Bit

5. Timing-Diagramm



Die Schwarzwertpixel befinden sich 7 bis 20 Pixel vor Pixel Nr. 1.

- i = Isolation Pixels
- o = Overclocking

6. Steuerungsprogramm SKCLConfig

Das Steuerungsprogramm SKCLConfig ist ein Tool zur Programmierung der CameraLink-Kamera und deren Statusabfrage. Es kommuniziert mit der Kamera über die serielle Schnittstelle des CameraLink-Interfaces. Das Programm nutzt dafür die clser***.dll, welche bei der Grabber-Installation in das Systemverzeichnis eingetragen wird. Der DLL-Name beginnt mit dem Standard 'clser' und enthält spezifische Zeichen des Grabberherstellers (***). Da die Befehle in der DLL standardisiert sind, arbeitet das Programm mit jedem Grabber, der den CameraLink-Standard erfüllt. Sind mehrere clser***.dll's auf dem Rechner installiert, benutzt das Programm die erste gefundene DLL. Der DLL-Name wird angezeigt. Nach dem Start werden Informationen über Typ, Revision und Seriennummer der Kamera abgefragt. Im Feld "Type" muß der Kameraname erscheinen.

Gain / Offset - Einstellung

Nach dem Start des SKCLConfig-Programms werden die Schieber für Gain und Offset entsprechend den in der Kamera gespeicherten Werten positioniert. Mit den Schiebern können die Gain- und Offset-Werte der Kamera verändert werden. Die maximal mögliche Verstärkung des Kamerasignals beträgt 36dB (Gain=1023). Bei Veränderungen von Gain und Offset sollte das Zeilensignal der Kamera beobachtet werden (z.B. mit dem SkLineScan-Programm). Mit zunehmender Verstärkung des Signals erhöht sich auch das Rauschen - das Signal/Rausch-Verhältnis wird schlechter.

Die Kamera wird mit optimaler Gain/Offset-Einstellung ausgeliefert (Grundeinstellung). Nach Veränderungen von Gain und Offset kann eine neuer Abgleich erforderlich sein. Dabei ist wie folgt vorzugehen:

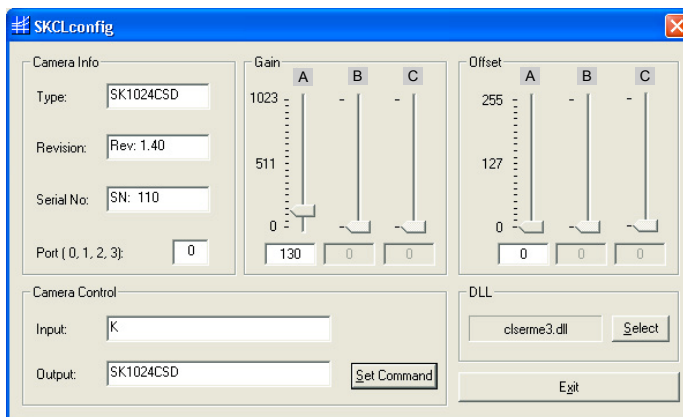
1. Offset:

Das Videosignal bei abgedunkeltem Sensor mit Offset-Regler A auf nahe 0 einstellen. Das Zeilensignal sollte noch sichtbar sein.

2. Verstärkung:

Den Sensor leicht überbelichten. Mit dem Gain-Regler A den Begrenzungspunkt des Videosignals auf etwa '255' (8 Bit-Daten) oder höher einstellen.

Bei Kameras mit zweikanaligem Sensor werden die 'B'-Regler für Gain und Offset automatisch aktiviert. Die Intensitäten von geraden und ungeraden Pixeln sind bestmöglich anzugleichen.



Kamerabefehle

| Befehl | Rückmeldung | Beschreibung |
|-----------|--|---|
| Gxxxx<CR> | 0=ok, 1= not ok | set gain 6 - 36 dB / single or even Gain (xxxx= 0-1023) |
| Bxxxx<CR> | 0=ok, 1= not ok | set gain 6 - 36 dB / odd Gain (xxxx= 0-1023) |
| Oxxx<CR> | 0=ok, 1= not ok | set offset / single or even offset (xxx= 0 - 255) |
| Pxxx<CR> | 0=ok, 1= not ok | set offset / odd offset (xxx= 0 - 255) |
| F8<CR> | 0=ok, 1= not ok | output format: 8 Bit data |
| F10<CR> | 0=ok, 1= not ok | output format: 10 Bit data |
| F12<CR> | 0=ok, 1= not ok | output format: 12 Bit data |
| C25<CR> | 0=ok, 1= not ok | pixel clock: 25 MHz*) |
| C50<CR> | 0=ok, 1= not ok | pixel clock: 50 MHz*) |
| T0<CR> | 0=ok, 1= not ok | test pattern off |
| T1<CR> | 0=ok, 1= not ok | test pattern on |
| M1<CR> | 0=ok, 1= not ok | extern trigger CC1 input |
| M2<CR> | 0=ok, 1= not ok | free run with max line rate |
| M3<CR> | 0=ok, 1= not ok | ext. trigger & integr. CC1 input |
| M4<CR> | 0=ok, 1= not ok | ext. trigger CC1, int. CC2 input |
| K<CR> | SK2048CPD<CR> | SK type number |
| R<CR> | Rev1.20<CR> | revision number |
| | | serial number |
| S<CR> | SNr00140<CR> | |
| I<CR> | SK2048CPD<CR> Rev1.20<CR> SNr00140<CR> | camera identification |
| I1<CR> | VCC:00501<CR> | returns operation voltage VCC |
| I2<CR> | VDD:01523<CR> | returns operation voltage VDD |
| I4<CR> | CLo:00025<CR> | camera clock low frequency |
| I5<CR> | CHi:00050<CR> | camera clock high frequency |
| I6<CR> | Ga1:00043<CR> | get single or even gain |
| I7<CR> | Ga2:00044<CR> | get odd gain |
| I8<CR> | Of1:00011<CR> | get single or even offset |
| I9<CR> | Of2:00009<CR> | get odd offset |

*) Die Befehle für das Programmieren der Pixelfrequenz setzen sich aus dem Buchstaben C und einer Zahl nn zusammen. Gültige Werte für nn liefern die Befehle 'I4<CR>' (low) bzw. 'I5<CR>' (high) !

7. Belichtung und Integration Control

Die Kamera SK2048CPD hat eine maximale Zeilenfrequenz von 23,00 kHz. Der programmierbare Bereich für die Belichtungsperiode beträgt 0,04 ms bis 20,0 ms.

Für die Programmierung der minimalen Belichtungsperiode bzw. der maximalen Zeilenfrequenz muß das Zeitintervall zwischen zwei SOS-Signalen mindestens $N = 2048$ Pixeltakte zuzüglich sensorabhängiger passiver Pixeltakte N_P lang sein. Bei der SK2048CPD - Kamera sind dies 84.

Die Auslesegeschwindigkeit wird durch die Pixelfrequenz (MCLK) bestimmt.

Die Belichtungszeit T_E einer Kamera berechnet sich mit:

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

Die Zeilenfrequenz ergibt sich aus:

$$f_L = 1 / t_E$$

Beispiel: SK2048CPD
50 MHz Pixelfrequenz

$$t_E = (2048 + 84) / 50 \text{ MHz}$$

$t_E = 0,043 \text{ ms}$

$$f_L = 50 \text{ MHz} / (2048 + 84)$$

$f_L = 23,00 \text{ kHz}$

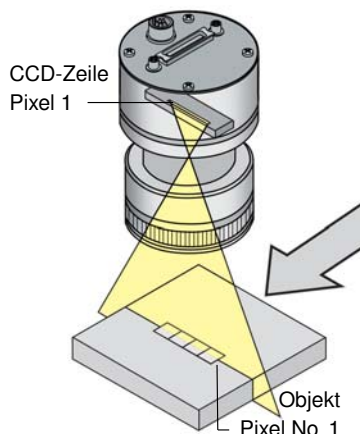
8. Bildgenerierung

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.

$$V_O = \frac{W_P \cdot \beta}{t_E} \quad [1]$$

V_O = Objektgeschwindigkeit
 W_P = Pixelbreite
 β = Abbildungsmaßstab
 t_E = Belichtungszeit



Technische Details zur Belichtung:

Die lichtempfindlichen Elemente des Sensors speichern Ladungsträger, die in einem bestimmten Zeitintervall durch einfallendes Licht erzeugt werden. Die akkumulierten Ladungen werden in Spannungen umgewandelt. Die Spannungswerte sind das Maß für die eingefallene Lichtintensität in den einzelnen Pixeln.

Die **Integrationszeit** ist das Zeitintervall, in dem die Ladungsträger akkumuliert werden.

Die **Belichtungsperiode** T_E ist die Zeit, in der die Ladungsträger vollständig in das Schieberegister des Zeilensensors ausgelesen werden (auch Belichtungszeit). Die Zeit zwischen zwei aufeinanderfolgenden positiven Flanken des SOS-Signals bestimmt die Belichtungsperiode.

Die maximale Zeilenfrequenz ergibt sich aus $f_{L \max} = 1/T_E$. Kameras mit **Integration Control**-Funktion können die Integrationszeit in einer Belichtungsperiode verkürzen (Shutter). Die Zeilenfrequenz wird dadurch nicht erhöht, da die Belichtungsperiode konstant bleibt.

Integration Control (SK2048CPD)

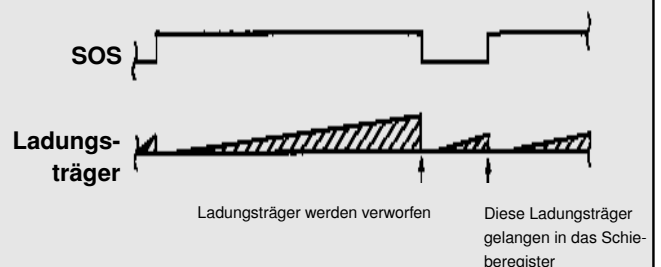
Im Normalbetrieb der Kamera ist das SOS-Signal zwischen zwei Belichtungszyklen nur wenige Pixeltakte auf "High". Die Integrationszeit und Belichtungszeit sind quasi gleich lang.

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.

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

Wirkungsweise der Integration Control Funktion



9. Blooming

Blooming

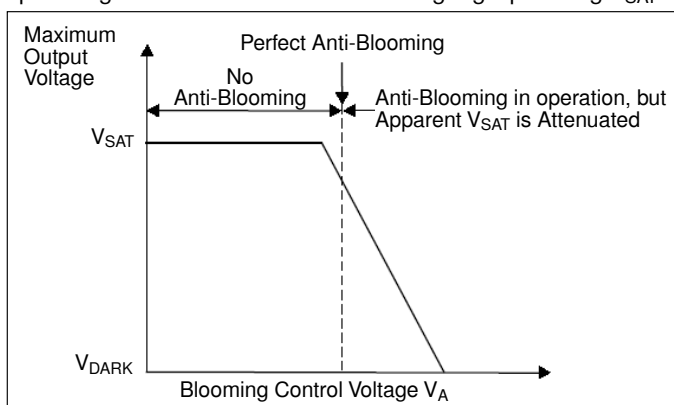
Wenn Pixel aufgrund starker Belichtung keine Ladung mehr aufnehmen können, also gesättigt sind, geben sie bei weiterer Belichtung ihre überschüssige Ladung an nachfolgende Pixel ab. Dieser Effekt wird Blooming genannt. Das Blooming führt zu einer Verfälschung der geometrischen Zuordnung von Bild und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

CCD-Zeilencameras 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 positionsgenau erhalten.

Die CCD-Zeilencameras der CPD-Serie haben einen Anti-Blooming-Sensor und verfügen somit über einen Überbelichtungsschutz. Das Blooming Drain Gate hat jedoch eine Kapazitätsgrenze. Allgemein gilt:

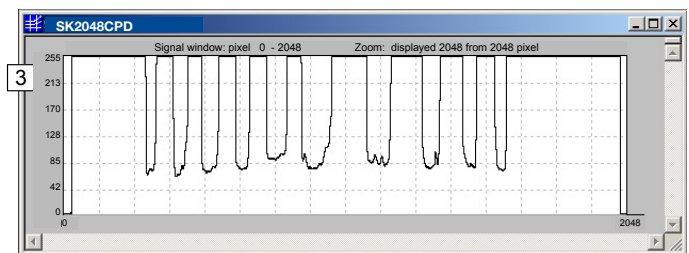
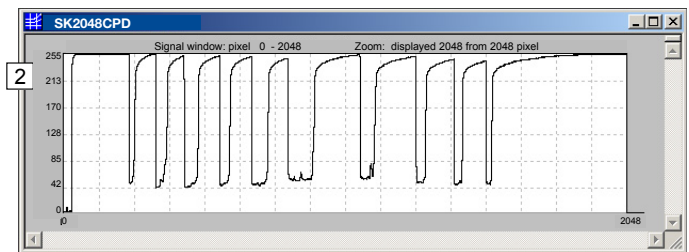
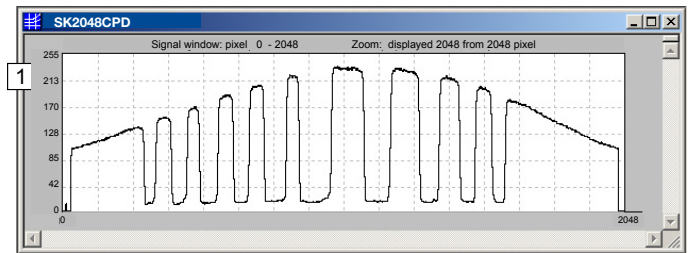
Je weniger Pixel überbelichtet sind, desto besser ist die Anti-Blooming-Wirkung des Drain-Gates. Für einzelne Pixel kann ein Ladungsüberschuß bis zum 50-fachen der Sättigungsladung abgeleitet werden. Mit zunehmender Anzahl überbelichteter Pixel verringert sich der abführbare Ladungsüberschuß.

Die Elektronik der CPD-Kameraserie unterstützt die Blooming-Control-Möglichkeiten des Sensors. Die Sättigungsladung ist mit der Blooming Control Spannung V_A regulierbar. Je höher die Spannung V_A , desto früher setzt die Anti-Blooming-Wirkung ein. Eine hohe Spannung V_A verbessert damit zwar den Überbelichtungsschutz, begrenzt allerdings die Ausgangsspannung des Videosignals und verringert damit die Dynamik der Kamera. Wird die Spannung V_A zu niedrig eingestellt, ist die Anti-Blooming-Wirkung abgeschaltet. Die maximale Ausgangsspannung des Sensors erreicht die Sättigungsspannung V_{SAT} .



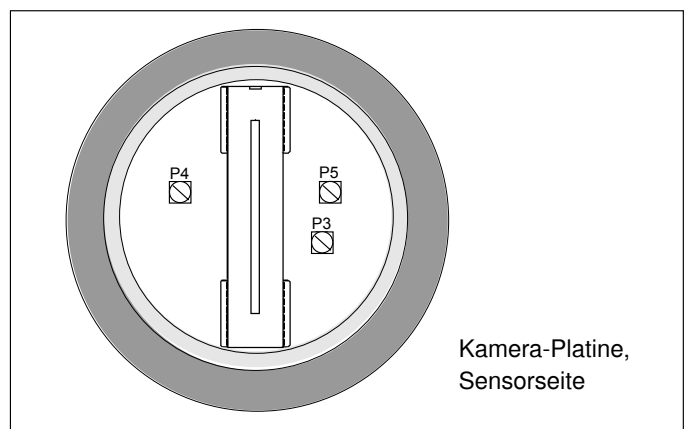
Werkseitig ist die Blooming Control Spannung V_A so eingestellt, daß die Ausgangsspannung der Kamera maximal etwa 90% der Sättigungsspannung V_{SAT} erreicht. Damit ist eine optimale Anti-Blooming-Wirkung gewährleistet. Die Spannung V_A sollte nur in Ausnahmefällen verändert werden.

Die Blooming Control Spannung V_A ist mit dem Trimmwiderstand P3 einstellbar. Wird der Trimmwiderstand P3 nach links gedreht, erhöht sich die Spannung V_A . Durch Rechtsdrehen wird die Spannung V_A verringert. Am rech-



Oszilloskopische Signaldarstellungen von CCD-Zeilensignalen (Barcode im Auflicht), SK2048CPD

- 1 CCD-Zeilensignal mit mittenbetonter Ausleuchtung und steilen Signalfanken. Integrationszeit $t_A = 0,158$ ms
- 2 Überbelichtung durch längere Integrationszeit ($t_A = 0,533$ ms). Im Sensor wird der Blooming-Effekt durch Verstellen der Blooming-Control-Spannung provoziert (niedrige V_A). Die Signalstrukturen sind verfälscht.
- 3 Die Blooming-Control-Spannung begrenzt das Ausgangssignal des Sensors auf ca. 90% der Sättigungsspannung V_{SAT} . Die Anti-Blooming-Funktion ist aktiv. Auch bei noch längerer Integrationszeit ($t_A = 0,806$ ms) bleiben die Kantenpositionen aus Bild 1 erhalten.



ten Anschlag ist das Anti-Blooming abgeschaltet.

Der Trimmwiderstand P3 ist bei herausgeschraubtem Objektiv von der Vorderseite der Kamera zu erreichen.

Um eine Fehljustage der Zeilencamera zu vermeiden, sollte die Wirkung der P3-Verstellung bei ausreichender Beleuchtung in einer oszilloskopischen Darstellung des Zeilensignals auf dem PC-Monitor verfolgt werden.

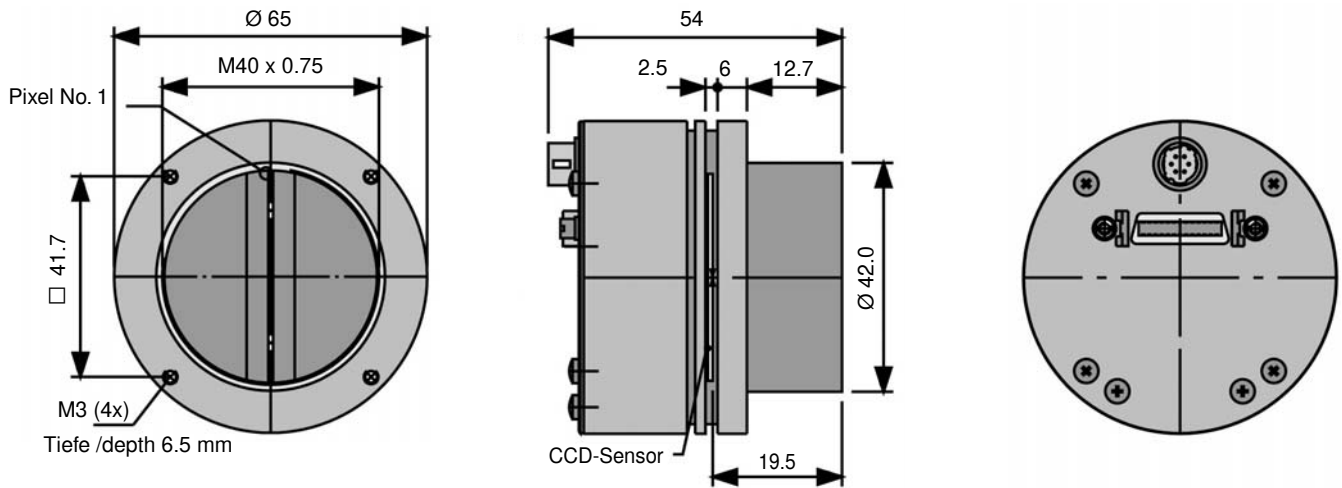
10. Maßzeichnung



- 1 CCD-Zeilenkamera
SK2048CPD
montiert mit:
- 2 Fokusadapter **FA16-45**
- 3 Objektiv APO-Rodagon
N4.0/80
- 4 Montagewinkel SK5105
- 5 Spannklaue SK5102

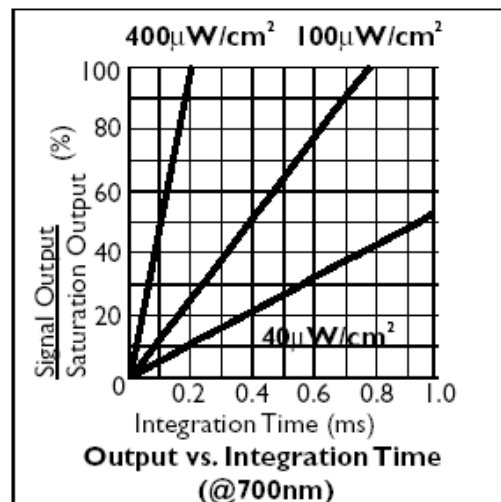
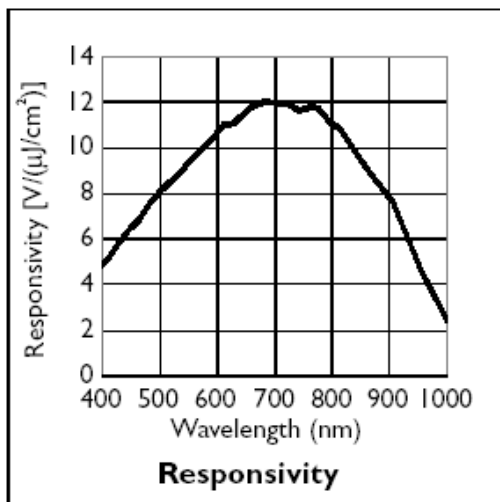
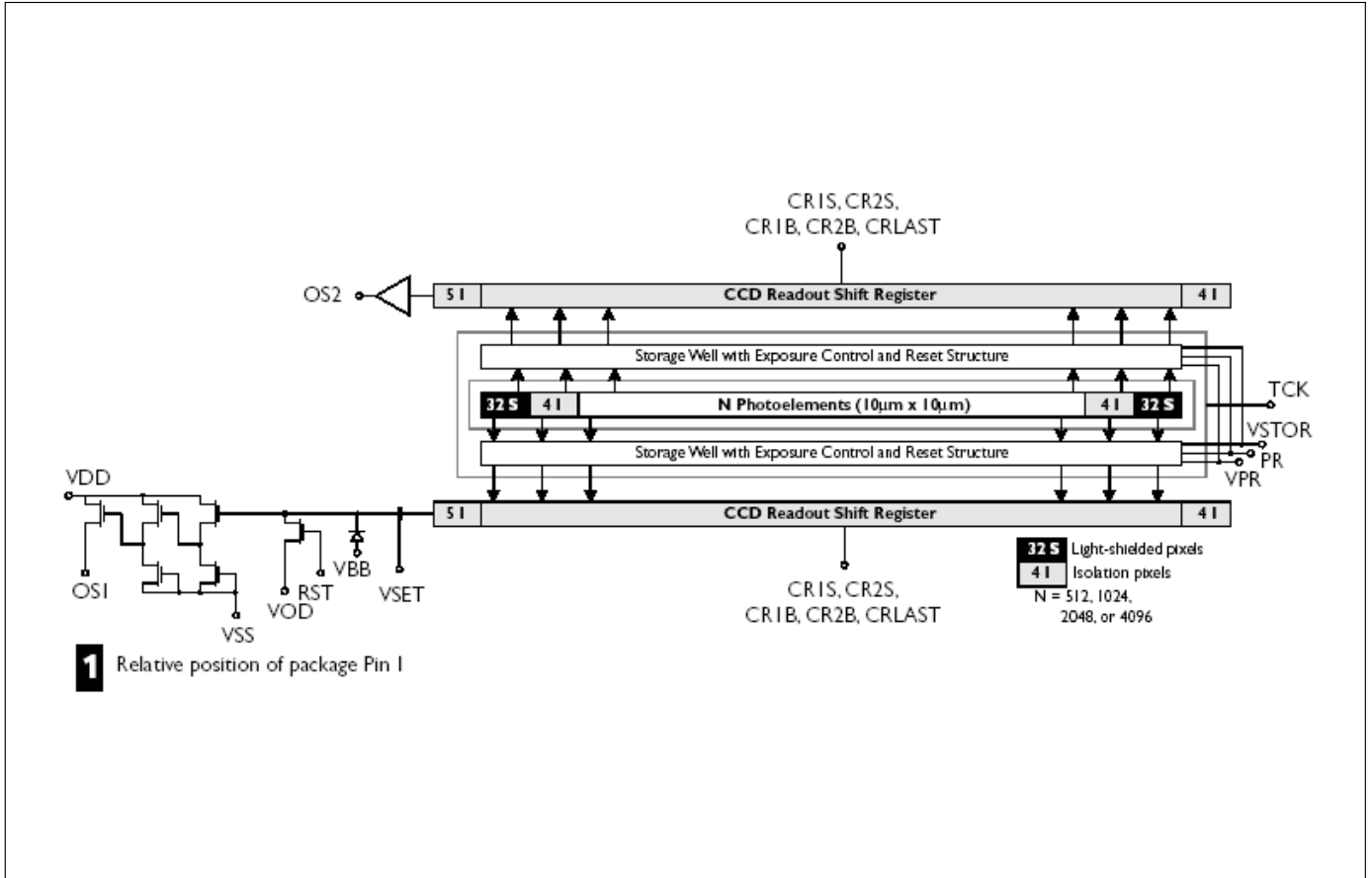
CameraLink-Kameragehäusety **AC2**

Objektivgewinde **M40 x 0.75**



11. Sensordaten

Hersteller: DALSA®
 Typ: IL-P1-2048 E
 Datenquelle: DALSA® Line Scan Sensors ,DALSA IL-P1 - Data Sheet



| Specification | Unit | Min. | Typ. | Max. |
|---|---------------------------------|----------------------------|----------|--------|
| Saturation Output Voltage (VSAT) | mV | 700 | 900 | 1100 |
| rms Noise | mV | | 0.28 | 0.31 |
| Wavelength of Peak Responsivity | nm | | 700 | |
| Peak Responsivity | V/($\mu\text{J}/\text{cm}^2$) | 12.6 | 13.8 | 15.5 |
| Dynamic Range | | 2250:1 | 3200:1 | 3900:1 |
| Charge Conversion Efficiency (CCE) | $\mu\text{V}/\text{e}$ | 5.4 | 5.7 | 6.1 |
| Noise Equivalent Exposure (NEE) | pJ/cm^2 | 18 | 20 | 25 |
| Saturation Equivalent Exposure (SEE) | nJ/cm^2 | 45 | 65 | |
| Full Well Capacity | ke | 115 | 158 | |
| Fixed Pattern Noise (FPN) ^{1,2} | PR exposure control disabled | | 0.5 | 1.0 |
| | PR exposure control enabled | | 2.0 | 5.0 |
| Photoresponse Non-Uniformity (PRNU) ^{3,4} | PR exposure control disabled | 8 pixel local neighborhood | 2.2 | 6.0 |
| | | Global | 3.5 | 8.5 |
| | PR exposure control enabled | 8 pixel local neighborhood | 2.5 | 6.5 |
| | | Global | 3.8 | 8.8 |
| Charge Transfer Efficiency (CTE) (readout register) | | 0.99999 | 0.999999 | |
| First Field Lag ⁵ | mV | | 11.5 | |
| Dark Signal, Integration time = 84 μs | mV | | 0.15 | 0.5 |

Notes:

1. Maximum peak-to-peak variation of all outputs.
2. Due to its general purpose design, DALSA's camera and sensor evaluation hardware provides an output that cannot be used to directly measure low FPN.
3. The peak-to-peak variation is measured at ~50% SEE.
4. With output gain mismatch correction.
5. Lag is measured at VSAT with $f_{\text{LINE}} = 10\text{kHz}$.

Test Conditions:

- Operating temperature = 35°C.
- $f_{\text{RST}} = \text{data rate per output} = 25\text{MHz}$.
- $I_{\text{LOAD}} = 8\text{mA}$.
- $C_{\text{LOAD}} = 10\text{pF}$
- Tungsten halogen light source, black body color temperature 3200K, filtered with 750nm IR cutoff filter.
- See Sensor Measurement Definitions (doc# 03-36-00149) for specification definitions.

12. 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.

13. EU-Konformitätserklärung



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