

## Wir machen optische Meßtechnik einfach !

Die Kameras werden mit einer von uns lieferbaren Adapterkarte (IBM) oder mit einer parallelen Druckerschnittstelle verbunden und können einfach mit unseren universellen Ansteuerprogrammen betrieben werden.

Die Programme werden inklusive Sourcecode geliefert (Programmiersprache: Pascal und C) und können so leicht an anwendungsspezifische Meßprobleme adaptiert werden.

### Kamerabeschreibung

Die Kameras haben einen M42 Adapter Flansch zum Anschluß handelsüblicher Objektive (andere Adaptierungen sind auf Anfrage möglich). Die große M42 Öffnung sorgt für freie Beleuchtung des Sensors auch bei Betrieb ohne Objektiv.

In den Kameras integriert ist die komplette Auswerteelektronik, mit Ansteuerlogik und A/D-Wandlung, sowie paralleler Datenübertragung zum Computer. Die Auflösung ist standardmäßig 12 Bit, d.h. der Dynamikbereich ist bei allen Kameras 4095:1. 8 oder 16 Bit Auflösung auf Anfrage.

Die Kameras können direkt in "real-time" an einer parallelen Computerschnittstelle betrieben werden, ohne zusätzliche Videokarten.

Die Datenübertragungszeit ist abhängig von der Einlesezeit des Computers und der Belichtungszeit. Wie bei einem photochemischen Film muß bei schwachen Lichtsignalen die Belichtungszeit verlängert werden, was durch verzögertes Auslesen durch das Ansteuerprogramm leicht realisiert wird. Die maximale Belichtungszeit ist durch das Dunkelrauschen begrenzt und liegt je nach Sensor bei Zimmertemperatur zwischen 5 und 60 Sekunden.

Für spektralanalytische Anwendungen können Komplettsysteme mit 3 verschiedenen Spektrographen geliefert werden. Es werden Spezialsensoren der Firma Hamamatsu verwendet, auch für UV und IR, die optional auch gekühlt werden können.

### Serie CCD 2010

Die Standardserie 2010 erzeugt alle Ansteuersignale auch komplexer Sensoren und kann mit der ISA-Bus Interfacekarte eine maximale Übertragungsgeschwindigkeit von 1 MHz bzw.  $1\mu\text{s}$  für einen 8 Bit Wert (12 Bit: 2  $\mu\text{s}$ ) erreichen.

### Serie CCD 2010hs

Mit der PCI-Bus Interfacekarte sind je nach Sensor Übertragungsgeschwindigkeiten bis 33 MHz (30ns / Wert) möglich.

Die Kameras arbeiten mit Zeilensensoren der Firmen Texas Instruments, Thomson, Sony, Loral(chem. Fairchild) und Hamamatsu. Es sind verschieden lange Zeilen mit bis zu 7926 Bildelementen lieferbar.

Das umfangreiche Sensorprogramm garantiert optimale Anpassung an jedes Meßproblem. Zusätzlich bieten wir Sensoren mit speziellen Fenstern für Anwendungen mit kohärenter Beleuchtung oder erweitertem Spektralgebiet an.

Jede Kamera wird mit einem 150 seitigen Handbuch mit vielen Beispielmessungen geliefert.

Eine zusätzliche telefonische Hotline sorgt für Unterstützung bei Programmier- und Meßproblemen.



Die Spannungsversorgung erfolgt über das Netzteil des Ansteuerrechners.

### Druckerschnittstelle

Bei Betrieb mit einer Druckerschnittstelle (EPP-Mode) erfolgt die Spannungsversorgung durch ein externes Netzteil. Die Übertragungsgeschwindigkeit ist hier etwa  $5\mu\text{s}$  / Wert.

Kameras mit IEC-Bus Schnittstelle auf Anfrage.

## Technische Daten der CCD - Zeilenkameras - Serie 2010

### Standardsensoren mit Glasfenster

Typ	: TH 7803A(Z)
Hersteller	: Thomson
Pixel	: 1728
akt. Sensorlänge	: 17,28 mm
max. Belichtungszeit	: ca. 5 sec.*
Sensorfläche	: 10 x 13 $\mu\text{m}^2$
Dyn. Range(rms)	: 6000:1
Responsivity	: 4,5 V/( $\mu\text{J}/\text{cm}^2$ )
Empfindlichkeitsbereich	: ca. 0,4 - 1,1 $\mu\text{m}$
Pclk	: 2 MHz / 1kHz

### Hochgeschwindigkeitssensoren

Typ	: TCD 1707
Hersteller	: Toshiba
Pixel	: 7450
akt. Sensorlänge	: 35 mm
max. Belichtungszeit	: ca. 1 sec.*
Sensorfläche	: 4,7 x 4,7 $\mu\text{m}^2$
Dyn. Range(rms)	: 1800:1
Responsivity	: 15 V/lxs
Frequenzbereich	: ca. 0,4 - 1,1 $\mu\text{m}$
Pclk	: 33 MHz / 3,5 kHz@8Bit

### Übersteuerungsfeste Sensoren

( Anti-Blooming Sensoren- AB)

Bei den übersteuerungsfesten Sensoren können einzelne Pixel mit bis zu 100 facher Überbelichtung betrieben werden, ohne daß die gesamte Zeile mit Ladungen überschwemmt wird und somit nur noch Vollauschlag liefert.

Die Standardsensoren laufen schon bei etwa 3 facher Überstrahlung voll.

Typ	: IL-C6 2048C AB
Hersteller	: DALSA
Pixel	: 2048
akt. Sensorlänge	: 26,6 mm
max. Belichtungszeit	: ca. 0,2 sec. *
Sensorfläche	: 13 x 500 $\mu\text{m}^2$
Dyn. Range(rms)	: 6000:1
Responsivity	: 360 V/( $\mu\text{J}/\text{cm}^2$ )
Empfindlichkeitsbereich	: ca. 0,4 - 1,1 $\mu\text{m}$
Pclk / linerate	: 6 MHz / 3 kHz @12 bit



### UV sensitive Sensoren

Typ	: TH 7813/14 AB
Hersteller	: Thomson
Pixel	: 1024/2048
akt. Sensorlänge	: 10,3 / 20,5 mm
max. Belichtungszeit	: ca. 0,5 sec.*
Sensorfläche	: 10 x 10 $\mu\text{m}^2$
Dyn. Range(rms)	: 6600:1
Responsivity	: 10 V/( $\mu\text{J}/\text{cm}^2$ )
Empfindlichkeitsbereich	: ca. 0,2 - 1 $\mu\text{m}$
Pclk / linerate	: 33 MHz / 33/15kHz@8Bit

## Spektrometersensoren

Im Prinzip kann jeder Zeilensensor in einem Spektrometer Verwendung finden. Die hier aufgeführten Sensoren eignen sich durch ihre hohen Flächen, die ausgezeichnete Dynamik und durch besondere Rauschunterdrückungstechniken besonders für Spektrometernmessungen von Signalen geringer Intensität. Diese Systeme werden auch OMA-Systeme (optical multichannel analyser) genannt.

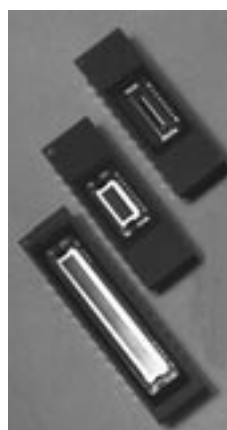
### Diodenzeilensensoren (PDA's)

Sensor	Pixelfläche [ $\mu\text{m}$ ]	pitch [ $\mu\text{m}$ ]	Pixel
S3901	45 x 2500	50	128,256,512
S3902	45 x 500	50	128,256,512
S3903	20 x 500	25	256,512,1024
<b>S3904</b>	20 x 2500	25	512,1024,2048

Die weiteren technischen Daten:

Hersteller	: Hamamatsu
Dyn. Range(rms)	: 7000:1 .. 47000:1
ESat	: 2 $10^{-10}$ J / line
max. Belichtungszeit	: ca. 50 sec. *
Empfindlichkeitsbereich	: ca. 0,2 - 1,1 $\mu\text{m}$
QE max (600nm)	: 66%
Pclk	: 2 MHz

alle Sensoren sind auch für den Röntgenbereich 10 keV - 100 keV lieferbar.



### PDA's

Die Diodenzeilensensoren haben eine Reihe großflächiger Photodioden, die über integrierte Schalter nacheinander auf einen Ausgang geschaltet werden.

Durch ein zusätzliches Signal können sie leicht gelöscht werden und sind übersteuerungsfest (Anti-blooming).

Sie werden mit einem Quarzfenster geliefert und sind gut uv-empfindlich (etwa 20% des Maximums).

\* Die angegebenen Werte gelten bei 20 °C und geben die Zeit an, nach der das Rauschen das 0,4 fache des Endwertes erreicht (100 bei einem Bereich 0...255).

Andere Sensoren obiger Hersteller mit abweichender Pixelanzahl sind auf Anfrage lieferbar.

# Spektrometersensoren

## CCD-Flächensensoren (FFT's)

„Front illuminated FFT-CCD“ Serie 7010 und 7011

Sensor	akt. Fläche	pitch	Pixel
S701X-	[mm]	[ $\mu\text{m}$ ]	h x v
906	12,29 x 1,44	24	512 x 60
<b>907</b>	12,29 x 2,98	24	512 x 124
908	12,29 x 6,05	24	512 x 252
1006	24,58 x 1,44	24	1024 x 60
<b>1007</b>	24,58 x 2,98	24	1024 x 124
1008	24,58 x 6,05	24	1024 x 252

max. Belichtungszeit (64 Zeilen) 4 sec.

„Back thinned FFT-CCD“ 7030 ohne Kühlung,  
Serie 7031 mit Kühlung -20 °C und  
7032 mit Kühlung -40 °C

Sensor	akt. Fläche	pitch	Pixel
S703X-	[mm]	[ $\mu\text{m}$ ]	h x v
906	12,29 x 1,39	24	512 x 58
<b>907</b>	12,29 x 2,93	24	512 x 122
908	12,29 x 6,00	24	512 x 250
1006	24,58 x 1,39	24	1024 x 58
<b>1007</b>	24,58 x 2,93	24	1024 x 122
1008	24,58 x 6,00	24	1024 x 250

„Back thinned FFT-CCD“  
S7033 mit grossem Summenregister  
und 7034 zusätzlich mit Kühlung auf - 20 °C

Sensor	akt. Fläche	pitch	Pixel
S703X-	[mm]	[ $\mu\text{m}$ ]	h x v
<b>907</b>	12,29 x 2,93	24	512 x 122
<b>1007</b>	24,58 x 2,93	24	1024 x 122

Die weiteren technischen Daten:

Hersteller : Hamamatsu  
 Pixelgröße : 24 x 24  $\mu\text{m}^2$   
 Dyn. Range(rms) : 75000:1  
 $E_{\text{Sat}}$  : 2  $\cdot 10^{-13}$  J / line  
 Empfindlichkeitsbereich : ca. 0,12 - 1,1 $\mu\text{m}$   
 QE max (650nm) : 85%  
 max. Belichtungszeit\* bei vollem Binning  
 256 Zeilen / 25 °C : ca. 0,4 s  
 64 Zeilen / 25 °C : ca. 1 s  
 256 Zeilen / 0 °C : ca. 20 s  
 128 Zeilen / -40 °C : ca. 80 min.  
 grosses Summenregister - „full well capacity“  
 Standardsensoren : 6  $\cdot 10^5$  e<sup>-</sup>  
 Serie 7033 / 7034 : 12  $\cdot 10^5$  e<sup>-</sup>

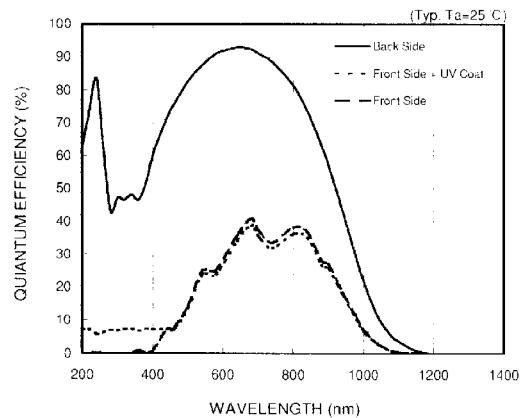
\* Die angegebenen Werte gelten bei 25 °C und geben die Zeit an, nach der das Rauschen das 0,4 fache des Maximalwertes erreicht (100 bei einem Bereich 0...255).

PDA = photo diode array; FFT = full frame transfer; pixel : Bildpunkt; QE : Quatenausbeute; pitch : Mittenabstand

## FFT's

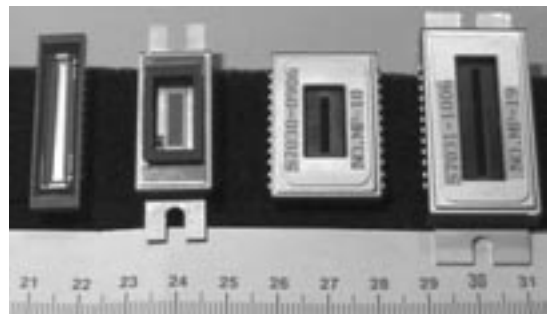
Die CCD-Sensoren sind Flächensensoren, deren vertikale Pixel bereits im Chip summiert werden (Binning mode). So entsteht ein Zeilensensor, dessen Höhe aus vielen gemittelten Einzelpixeln gebildet wird. Durch Ansteuerung mit negativen Taktsignalen kann zusätzlich das Dunkelrauschen verbessert werden (MPP mode). Das Binning kann durch die Software auch ausgeschaltet oder reduziert werden. Dadurch kann der Sensor als Flächensensor oder als Sensor mit beliebig vielen Zeilen, die jeweils summiert wurden, betrieben werden. Eine speziell implementierte Funktion ist die Reduktion auf 2 Zeilen, bei der die 2. Zeile mit einem Referenzsignal beleuchtet wird. Die 1. Zeile wird dann direkt durch die 2. Zeile dividiert (I/I0- Messung).

Figure 2: Spectral Response: QE vs. Wavelength (without Window)



Zum Vergleich der „front illuminated“ und der „back illuminated“ Sensoren ist hier die spektrale Empfindlichkeit aufgetragen.

Die Serien S7030 und S7031 (gekühlte Version) gehören zu den „back thinned CCDs“, d.h. die Chips werden von der Rückseite beleuchtet, wobei die Chipdicke extrem dünn ist. Hierdurch wird der Sensor uv empfindlich (etwa 50%) und hat eine ausgezeichnete Quateneffizienz (QE).



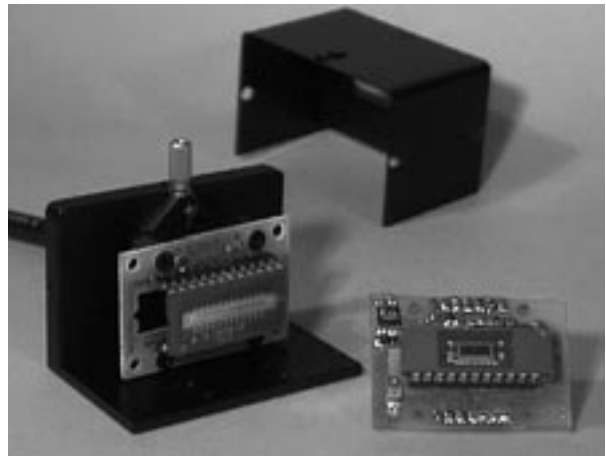
Die FFT's sind etwa 30 bis 1000 mal empfindlicher als die PDA's, sind aber nicht übersteuerungsfest. Durch den Aufbau bedingt, benötigen die FFTs bei Betrieb als Flächensensor zusätzlich einen mechanischen Verschluss („Shutter“). Bei gepulsten Signalen ist dieser nicht nötig.

## Zubehör

### Adapter

Der Adapter zum Betrieb des Sensors außerhalb des Kameragehäuses besteht aus einer kleinen Platine (44 x 30 mm), auf der der CCD-Sensor abgesetzt vom eigentlichen Kameragehäuse betrieben werden kann. Die Kabellänge beträgt 0,5 m (andere Längen auf Anfrage).

Der Sensor wird aus dem Kameragehäuse ausgebaut und auf die Adapterplatine gesteckt. Statt des M42 Objektivflansches wird eine 15 polige Sub-D Buchse montiert, die den Adapter mit dem Kameragehäuse verbindet. So können auch mehrere Sensoren abwechselnd an einer Kamera betrieben werden.



### Verteiler

Der Digitalverteiler ermöglicht die gleichzeitige Belichtung von mehreren Kameras bei Betrieb über eine einzige Interfacekarte.

Mit dem Analogverteiler können mehrere Adapterplatinen gleichzeitig betrieben werden. Der Verteiler beinhaltet Auswerteelektronik und Netzteil. Die Auflösung des Analogverteilers kann zwischen 8 oder 12 Bit umgeschaltet werden.

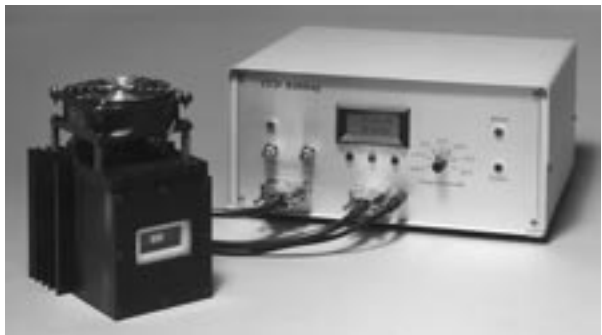
Ein Verteiler kann maximal 4 Sensoren ansteuern, es können auch mehrere Verteiler parallel geschaltet werden.



### Kühlung

Mit Hilfe einer Peltierkühlung kann das Dunkelrauschsignal der CCD-Sensoren um etwa den Faktor 1000 verringert werden. Der Sensor wird hierzu auf  $-20^{\circ}\text{C}$  (Serie 7032 auf  $-40^{\circ}\text{C}$ ) stabilisiert. Um Kondensation am Fenster zu vermeiden, muß die Innenluft des gasdichten Gehäuses getrocknet werden.

Bitte fordern Sie ein gesondertes Prospekt an.



### Steuergerät

Statt mit einem Computer kann die Zeilenkamera mit einem Steuergerät betrieben werden. Dieser Betrieb empfiehlt sich für alle Fälle, in denen ein Abspeichern und Auswerten der Sensordaten nicht nötig ist und hohe Datenraten erforderlich sind.

