

Technologie: HDRC-Sensoren



Die Kamera als Auge

Das sprachliche Bild von der Kamera als Auge, es ist fast schon so alt wie die Geschichte der laufenden Bilder. Ganze Filmautorenbewegungen benannten sich danach und das, obwohl es letztlich ein schiefes Bild ist: Es gab bislang keine auf breiter Basis einsetzbare Bildreproduktionstechnik, die mit den Fähigkeiten des menschlichen Auges mithalten könnte. Mit neuen Bildsensoren kann sich das ändern, besonders was den Kontrastumfang betrifft.

TEXT: C. GEBHARD, G. VOIGT-MÜLLER
BILDER: NONKONFORM, ARCHIV, IMS

Wer heute von einer Videokamera spricht, der geht fast automatisch davon aus, dass es sich dabei um eine CCD-Kamera handelt. Völlig zu recht: Fast nur im Industrie- und Security-Bereich oder bei billiger Computer-Peripherie werden derzeit auch andere Bildsensoren in nennenswertem Umfang eingesetzt. CCDs dagegen stecken in jedem aktuellen Consumer- oder Profi-Camcorder und in jeder zeitgemäßen TV-Kamera.

Die Dominanz der CCDs ist in der professionellen Bewegtbildtechnik sogar so groß, dass andere Bildwandler in Vergessenheit geraten oder gar nicht in Betracht gezogen werden. Dabei zeichnet sich schon heute ab, dass andere Bildwandler zu einer echten Alternative werden können. Eine davon stellt der HDRC-Sensor dar, der an einem deutschen Forschungsinstitut entwickelt und immer weiter verfeinert wurde, so dass er heute an der Schwelle zum Einsatz auch bei höchst anspruchsvollen Bewegtbild-Anwendungen steht.

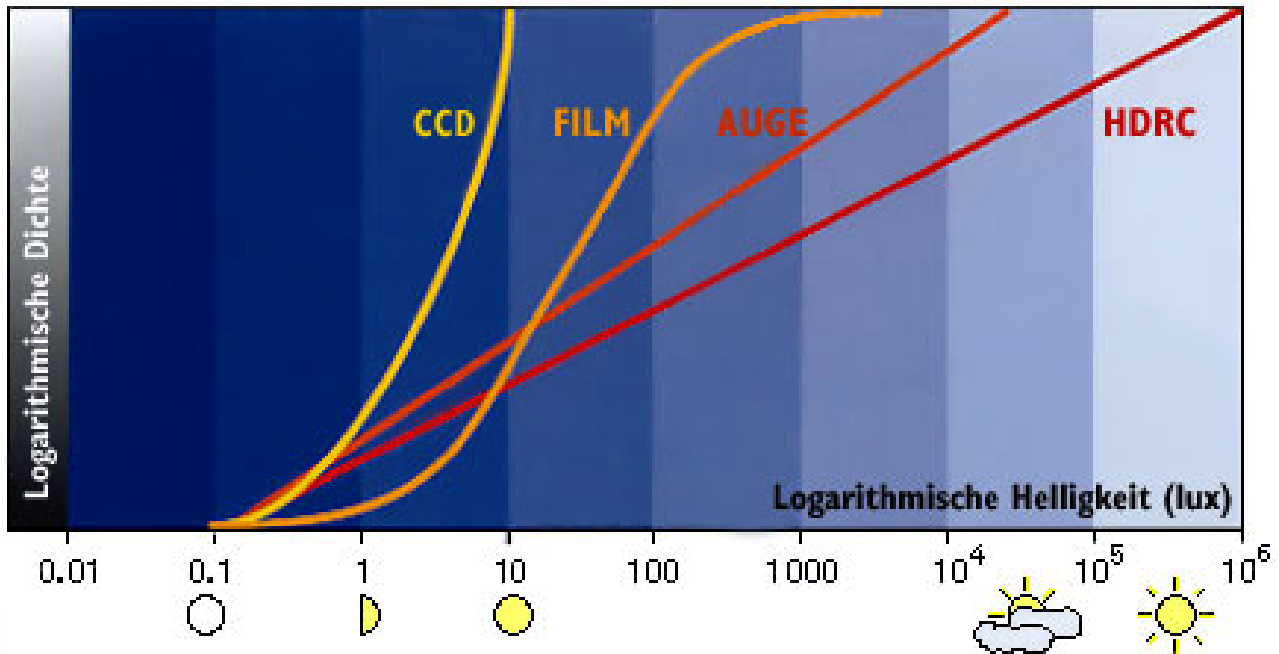
Um die Vorteile dieser neuen Sensor-Technologie zu verstehen, lohnt sich zunächst ein Blick auf die Problemzonen



und Nachteile der derzeit dominanten CCD-Technologie.

CCD: Technologie mit Defiziten

CCDs gibt es in verschiedenen Bauvarianten, denen unter anderem auch eine negative Eigenschaft gemeinsam ist: Der Kontrastumfang, also der Unterschied zwischen dem hellsten und dunkelsten Bildteil, der noch differenziert abgebildet werden kann, ist relativ eng begrenzt – vor allem, wenn man ihn mit dem Kontrastumfang vergleicht, den etwa ein Filmnegativ oder das menschliche Auge bieten. Die Lichtempfindlichkeit der CCDs wurden seit ihrer Markteinführung kontinuierlich verbessert. Auch die störenden Bildeffekte (Smear und anderes) wurden beseitigt oder minimiert. Beim Kontrastumfang gab es jedoch keinen Quantensprung.



Nach wie vor problematisch und sehr anspruchsvoll ist auch die CCD-Fertigung, besonders wenn es um CCDs mit hoher Pixelzahl und mit großer Bild diagonale geht: Dann gibt es sehr viele Pixeldefekte und andere Probleme, was zu hohen Ausschussraten führt. Durch die kleine Zahl der Anbieter und die hohe Komplexität in der Fertigung sind zudem die Preise für 2/3-Zoll-CCDs, wie sie im professionellen Kameramarkt eingesetzt werden, immer noch relativ hoch, vor allem im Vergleich zur Preisentwicklung anderer Bauteile.

CCD: Grenzfälle zeigen die Limitation

Besonders wenn die Ansprüche an den Bildsensor den normalen Rahmen verlassen, werden die Beschränkungen der CCD-Technologie deutlich. So fordern etwa die Kritiker der HD-Videoproduktion einen höheren Kontrastumfang als er mit der derzeit verfügbaren Technik zu erreichen ist. Dieses momentane Manko der HD-Videoproduktion darf man nicht zur Gänze, aber doch zu einem deutlichen Teil der CCD-Technik ankreiden. Gleichzeitig wird auch, um filmähnlicheres

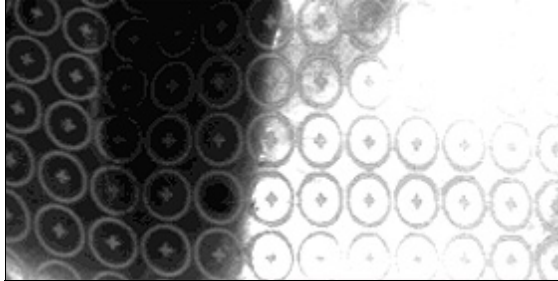
Verhalten der Kameras zu erreichen, ein größerer Sensor verlangt, der nicht nur 2/3, sondern einen ganzen Zoll beträgt. Beides ist mit der CCD-Technologie nur schwierig zu realisieren.



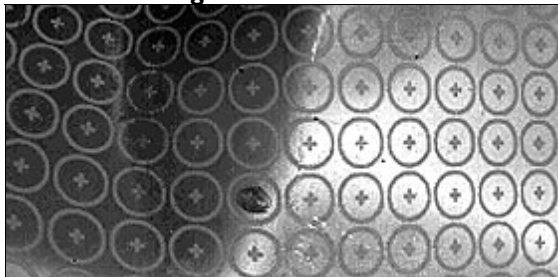
Gegenlichtsituationen wie diese lassen sich in technischen Anwendungen nicht vermeiden. Eine CCD-Kamera hat damit Probleme, ein HDRC-Sensor bewältigt sie problemlos.

Interessanterweise decken sich die Wünsche aus der HD-Videoproduktion mit den Forderungen aus dem Security-Bereich. Hier herrschen oft sehr ungünstige Lichtsituationen vor, etwa, wenn in der Verkehrsüberwachung beim Blick in Richtung einer Tunnelöffnung gleichzeitig sowohl die komplette Verkehrssituation wie auch die Kennzeichen der Fahrzeuge erkennbar

sein sollen. Auch hier ist ein wesentlich höherer Kontrastumfang nötig, als ihn CCD-Chips heute bieten. Zudem sollen Security-Kameras natürlich möglichst preisgünstig sein.



Auch wenn es um Materialprüfung oder technische Bilderkennung geht, ist ein höherer Kontrastumfang als ihn CCDs reproduzieren können sinnvoll. Das obere Bild zeigt die Aufnahme einer reflektierenden Oberfläche mit einem CCD-Sensor. Die untere Aufnahme zeigt den Vorteil des erweiterten Kontrastumfangs beim HDRC-Sensor.



Darüber hinaus gibt es auch im technisch-wissenschaftlichen Bereich viele Einsatzfelder, bei denen der Einsatz von Bildsensoren Vorteile bieten würde, wo aber wegen der herrschenden Randbedingungen ein höherer Kontrastumfang nötig wäre, als ihn CCD-Kameras erreichen: Schweißroboter etwa arbeiten mit sehr hellen Flammen oder Lichtbogen, gleichzeitig wäre es hier aber schön, die Lage der im Vergleich sehr dunklen Werkstücke erkennen und sofort die Qualität der Schweißnaht beurteilen zu können.

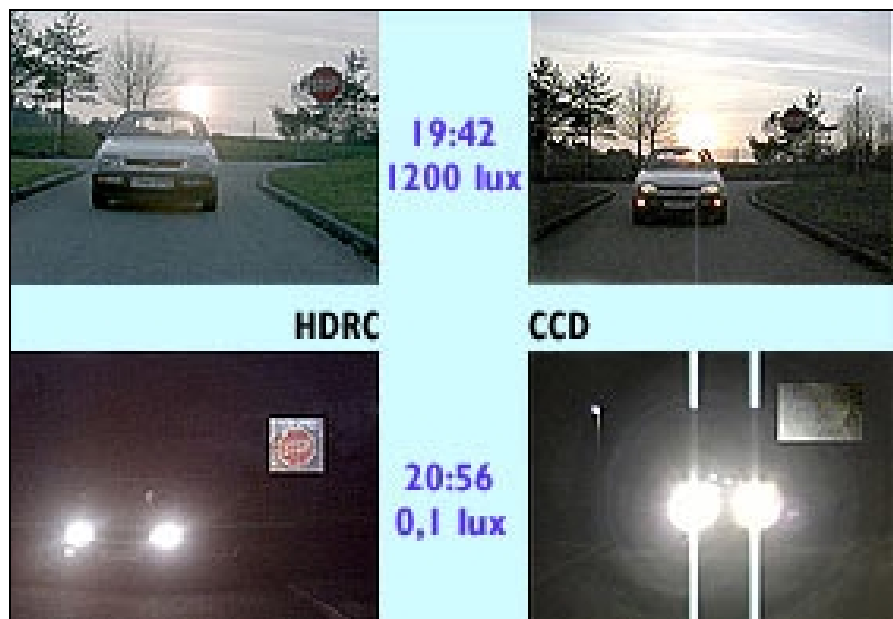
Neue Sensoren kommen: HDRC

Die Entwicklung neuer Bildsensoren könnte viele dieser Probleme lösen. Ein möglicher Ansatz ist dabei die HDRC-Technologie, wie sie am Institut für Mikroelektronik Stuttgart (IMS) entwickelt, verbessert und in kleiner Serie produziert wird. HDRC steht für High Dynamic Range CMOS, also einen CMOS-Chip mit hohem Kontrastumfang. CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) steht dabei für einen bestimmten Aufbau und einen bestimmten Herstellungsprozess in der Chip-Fertigung, der von vielen Anbietern betrieben und sehr gut beherrscht wird.

Wie das menschliche Auge arbeitet auch der HDRC-Chip logarithmisch. Dadurch kann er einen Kontrastumfang erfassen, der die Fähigkeiten des menschlichen Auges erreicht und sogar überschreitet. Zwei Beispiele machen besonders plastisch, wie groß der Unterschied zur CCD-Technologie ist:

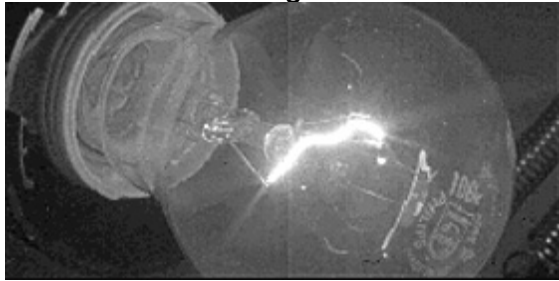
Mit einer HDRC-Kamera zeichneten Insti-

Direktvergleich einer Consumer-CCD- und einer HDRC-Kamera. Um den tatsächlich vorhandenen Kontrastumfang darzustellen, wurde in der Nachbearbeitung bei den unteren Bildern der Ausschnitt mit dem Stoppschild um den gleichen Betrag verstärkt.



tutsmitarbeiter des IMS die Sonnenfinsternis im Jahr 1999 auf. Dabei wurde die Kamera ohne Filter auf die Sonne gerichtet und konnte gleichzeitig die extrem hellen Explosionen an der Sonnenoberfläche (Protuberanzen) und die Corona darstellen, aber auch die vor der Sonne vorbeiziehenden Wolken wurden noch erfasst. Bei einer mit voller Leistung leuchtenden 100-Watt-Glühbirne kann ein HDRC-Sensor gleichzeitig die Glühwendel, den Glas Kolben und dessen Beschriftung erfassen.

Ein unmögliches Bild für eine CCD-Kamera und auch mit dem Auge nicht erfassbar: 100-Watt-Glühbirne bei voller Leistung mit dem HDRC-Sensor aufgenommen.



HDRC-Sensoren bewältigen Kontrastverhältnisse von 1.000.000:1 oder 120 dB, das menschliche Auge erreicht spontan 100.000:1 oder 100 dB. Erst nach längerer Adaption deckt das Auge einen Bereich von mehr als 100 dB ab. CCD-Sensoren kommen dagegen beim Kontrastumfang kaum über 1.000:1 oder 60 dB hinaus. Weil der HDRC-Chip logarithmisch arbeitet, bietet dieser Sensor eine über die gesamte Grauskala konstante prozentuale Abstufung der Grauwerte, also eine hohe und konstante Kontrastauflösung von weiß bis schwarz.



IMS, Institut für Mikroelektronik Stuttgart

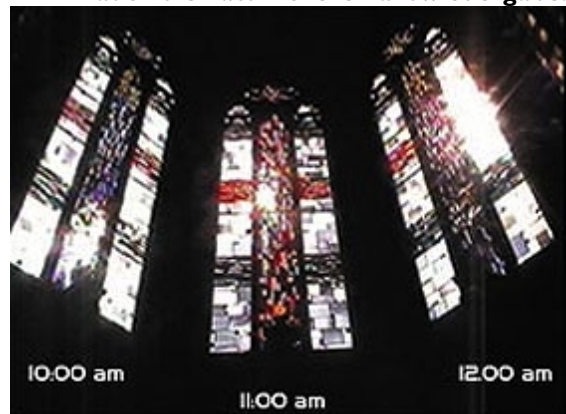
1983 wurde das IMS als landeseigenes Institut gegründet, das unabhängig vom Universitätsbetrieb forscht und entwickelt. 1986 nahm es den Betrieb auf und beschäftigt mittlerweile rund 75 Mitarbeiter. Das IMS verfügt über eine eigene Chip-Fertigung, in der Prototypen und kleine Serien der am Institut entwickelten Chips produziert werden.

Besonders im Bereich der Elektronenstrahl-Direktschreibetechnik ist das Institut weltweit renommiert. Hierbei wird direkt auf die Halbleiterscheiben (Wafer) belichtet, anders als bei den bisher am weitesten verbreiteten lithografischen Herstellungsverfahren. Damit wurde am IMS auch schon eine 10 cm lange HDRC-Sensorzeile mit 10.240 Pixeln hergestellt.

Neben den Forschungen und Entwicklungen in diesem Bereich ist das Institut auch noch auf zahlreichen anderen Gebieten aktiv, etwa im hier beschriebenen HDRC-Feld. Die Arbeit an CMOS-Sensoren begann am IMS im Jahr 1988, damals im Rahmen des Prometheus-Projekts, eines umfassenden Forschungsprojekt mit den Themen Verkehrssteuerung und Verkehrssicherheit. Rund 15 Mitarbeiter am IMS sind mit der HDRC-Entwicklung befasst. Dabei geht es um Design und Weiterentwicklung immer leistungsfähigerer Sensoren, die mit diesen Sensoren aufgebauten Kameras werden weiterentwickelt, aber auch Test- und Kamera-Boards werden hergestellt.

Außerdem entspricht auch die Farbverarbeitung des HDRC wesentlich genauer der

Die Aufnahme von Kirchenfenstern bei verschiedenen kritischen Sonnenständen zeigt nicht nur den höheren Kontrastumfang von HDRC, sondern auch die natürlichere Farbwiedergabe.



des menschlichen Auges, als das beim CCD-Chip der Fall ist: Wo CCD-Kameras bei hell beleuchteten, spiegelnden Objekten in den Reflexionsbereichen sehr schnell nur noch weiße Bildanteile zeigen, weisen die Bilder des HDRC-Chips auch in den ganz hellen Bildteilen noch klare Farbigkeit auf. Sehr helles Rot wird eben als sehr helles Rot und nicht als Weiß wiedergegeben.

Farbige Wiedergabe bis auf kleine Hotspots, trotz ungünstiger Beleuchtung mit mehreren Spotlights und starker Reflektionen an der spiegelglatten Kugeloberfläche: Mit dem HDRC-Sensor ist das möglich.



Preisgünstige Massenfertigung problemlos möglich

Die CMOS-Chip-Produktion ist technisch einfacher und auch deshalb sehr viel weiter verbreitet als die CCD-Produktion. Mehr als 50% aller derzeit produzierten Bildsensoren für die unterschiedlichsten Einsatzgebiete werden bereits mit dem CMOS-Prozess hergestellt. Beim Umsatz aller Halbleiterchips liegt die CMOS-Technik noch weiter vorn und ist mit 98% absolut weltbeherrschend, unter anderem, weil praktisch alle in PCs zum Einsatz kommenden Prozessoren und Speicher CMOS-Chips sind.

Auch wenn die CMOS-Bildsensoren in der Masse der CMOS-Chip-Produktion derzeit nur einen winzigen Bruchteil ausmachen, kann potenziell jeder CMOS-Produktionsbetrieb auch CMOS-Bildsensoren herstellen. Das bedeutet hohe Produktionskapazitäten und niedrigere Preise, zudem werden diese beiden Faktoren noch durch einen dritten Umstand begünstigt: Während im CCD-Bereich zahlreiche von Herstel-

lern gehaltene Patente die freie Marktentfaltung begrenzen, steht die CMOS-Bildsensor-Produktion in dieser Beziehung weit offen.

Ein weiterer Pluspunkt der CMOS-Technologie: Die Sensorgröße kann relativ problemlos wesentlich weiter getrieben werden, als das mit CCD-Chips wirtschaftlich möglich ist. Eine Bilddiagonale von einem Zoll stellt aus Sicht der Experten für CMOS keine größere Herausforderung dar.

Für den technischen und den Security-Bereich bieten HDRC-Chips eine enorme Einsparmöglichkeit: Es lassen sich Kameras herstellen, die den kompletten vom menschlichen Auge verarbeitbaren Helligkeitsbereich und mehr direkt verarbeiten können. Es muss also keine Irisblende eingesetzt werden, um den Lichteinfall auf den Chip zu steuern. Das ermöglicht einfachere, billigere Linsensysteme und sehr kompakte Kameras.

Natürlich lässt sich aber auch eine Irisblende vor den Chip setzen, wenn das gewünscht ist, um beispielsweise die Tiefenschärfe zu steuern.



Zum Vergleich: Die HDRC-Kamera ist derzeit ungefähr gleich groß, wie ein handelsüblicher Mini-Camcorder. Eine weitere, starke Miniaturisierung ist schon in Kürze möglich.

Wann kommt der HDRC-Chip für den breiten Markt?

Wo liegt also das Problem? Weshalb sind HDRC-Chips nicht schon längst weit verbreitet? Ein Hinderungsgrund klingt ganz banal, erweist sich aber als ernsthafte Hürde: Es gibt keine Displays, die den gleichen, enorm großen Kontrastumfang darstellen könnten, den der HDRC-Chip lie-

© Nonkonform GmbH. Alle Rechte vorbehalten. Dieser Artikel wurde aus dem Online-Dienst www.film-tv-video.de kopiert.

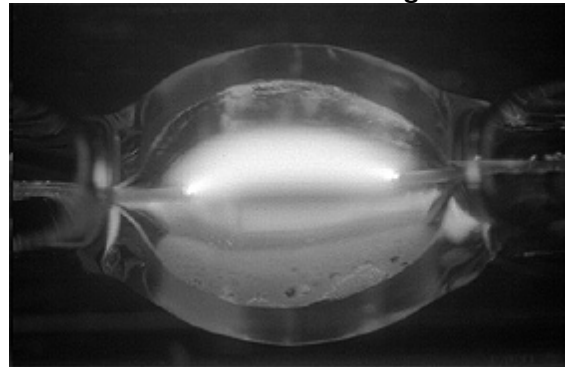
fert. Man kann also auf einem Bildschirm derzeit immer nur einen Ausschnitt des Kontrastumfangs darstellen, den die HDRC-Kamera tatsächlich erfasst. Dieses Problem kennt man in der professionellen Film- und Videotechnik, wenn Kinofilme für das Fernsehen abgetastet und ausgestrahlt werden: Das Fernsehsystem bietet eben nur einen wesentlich geringeren Kontrastumfang, als er auf dem belichteten Film vorhanden ist. Man muss also entweder den Kontrastumfang bei der Abtastung insgesamt stauchen, oder aber einen bestimmten Abschnitt auswählen und den Rest im Schwarz »absaufen« oder im Weiß »überstrahlen« lassen. Dennoch werden neben Kinofilmen auch viele Produktionen, die letztlich für die Fernsehausstrahlung bestimmt sind, immer noch mit Film gedreht. Das geschieht auch, um mehr Reserven beim Kontrastumfang für die kreative Bildgestaltung in der Nachbearbeitung zu haben. Mit dem gleichen Hintergedanken ließe sich auch eine HDRC-Kamera nutzen, wenn man diese Arbeitsweise auf den Videobereich übertragen würde.

Auch eine Filmabtaster-Applikation der HDRC-Technologie ist denkbar, man könnte den HDRC-Sensor nämlich auch als Linien-Sensor ausführen, analog zu den Linien-CCDs, die in etlichen Abtastern genutzt werden. Hier geht man ohnehin zunehmend dazu über, mit der Abtastung RGB-Daten und nicht Videosignale zu gewinnen und zu speichern, die man dann weiterverarbeitet.

Zweiter Grund, weshalb der HDRC-Sensor im normalen Video- und Broadcast-Markt derzeit noch auf sich warten lässt: Der Entwicklungsstand ist für diese Märkte noch nicht in allen Punkten ausreichend, und es hat einfach noch kein Hersteller aus diesem Marktsegment ein marktfertiges Produkt. Zwar haben die Wissenschaftler am IMS schon große Fortschritte erzielt, aber ein Produkt für den Massenmarkt ist der HDRC-Sensor noch nicht. Hierfür müssen die Lizenznehmer aus der Industrie, die es nach Institutsangaben durchaus schon gibt, erst noch eigene Entwicklungsarbeit investieren.

Aber das Potenzial ist groß und zwar in vielerlei Richtungen: Highspeed-Aufnahmen und variable Frame-Raten sind möglich und wurden am IMS auch schon realisiert. Eine Besonderheit dabei: Weil alle Pixel des HDRC-Sensors direkt ansprechbar und auslesbar sind, kann sogar eine partielle Zeitlupe innerhalb des Bildes realisiert werden. So ist es beim derzeitigen Entwicklungsstand möglich, einen 32 x 32 Pixel großen Ausschnitt auf dem Chip 10.000 mal in der Sekunde auszulesen. Bisher erreichen die am IMS hergestellten HDRC-Chips eine Auflösung von 640 x 480 Bildpunkten und können bei dieser Auflösung bis zu 45 Vollbilder pro Sekunde darstellen.

Mit den Highspeed-Möglichkeiten und dem hohen Kontrastumfang des HDRC-Sensors lässt sich auch das Zünden eines Edelgas-Brenners aufnehmen, darstellen und untersuchen. Dabei lässt sich der HDRC-Sensor auch nur partiell auslesen, wodurch sehr hohe Bildraten möglich werden.



Potenziell lässt sich das noch deutlich steigern, was schon jetzt neue Wege bei der Farbbilderzeugung eröffnet: Statt mit Matrix-Filtern vor dem Sensor oder durch Prismenteilung und Einsatz von drei Chips, wie bei CCD-Chips üblich, ist es beim HDRC-Chip rein zeitlich auch möglich, die einzelnen Farbbilder sequenziell zu gewinnen. Die Farbfilterung könnte mit umschaltbaren Flüssigkristallfiltern vor dem Sensor realisiert werden und ließe deutlich kompaktere Bauweisen als bisher zu, sogar bei größeren Bilddiagonalen. Das Farbsignal kann aber in einer HDRC-Kamera

© Nonkonform GmbH. Alle Rechte vorbehalten. Dieser Artikel wurde aus dem Online-Dienst www.film-tv-video.de kopiert.

auch mit den bisher üblichen Farbfilter- und Prismenanordnungen erzeugt werden.

HDRC-Defizite

Eines der größten Probleme, mit denen die HDRC-Technologie zu kämpfen hat, ist das höhere Bildrauschen im Vergleich zu CCDs der jüngsten Generation. Besonders bei dunklen Bildern ist es noch deutlich sichtbar. Hier haben die Entwickler zwar schon enorme Fortschritte erzielt, aber von Broadcast-Qualität sind die Ergebnisse doch noch ein weites Stück entfernt.

Ebenfalls noch verbesserungsbedürftig: Die Lichtempfindlichkeit der HDRC-Chips. Aber auch hier gibt es Fortschritte, und die Lücke zu dem, was mit CCDs möglich ist, wird kleiner. Der HDRC liegt immer noch deutlich hinten, aber er holt auf. Insgesamt könnte es in der Entwicklung in Richtung Broadcast-Tauglichkeit rasant vorwärts gehen, wenn sich einer der etablierten Videokamerahersteller mit seiner Erfahrung im Bildsignal-Processing in der Entwicklung der HDRC-Technologie engagieren würde. Weshalb das so wichtig ist? Auch bei CCD-Kameras ist das Bildsignal, das vom Sensor kommt, keineswegs fehlerfrei und fertig darstellbar. Erst nach intensiver signaltechnischer Bearbeitung und Aufbereitung wird aus den Signalen des CCD-Sensors ein wirklich brauchbares Bildsignal.



Das IMS baut schon die sechste Generation seiner HDRC-Kamera. Ziele sind immer dabei eine immer kompaktere Bauweise und immer höhere Auflösung.

Das IMS selbst versteht sich in erster Linie als Chip-Entwickler, nicht als Kamerabauer

und verfügt deshalb im Bereich Videosignal-Processing auch nicht über die jahrelange Erfahrung der Videokamerahersteller. Dennoch hat das IMS nicht nur HDRC-Chips entwickelt, sondern auf deren Basis auch eigene Kameras gebaut, um die Leistungsfähigkeit dieser Technologie demonstrieren zu können. So gibt es nun schon die sechste Generation einer HDRC-Kamera, und dieses Modell wird auch in Mini-Serie gefertigt, weil es in der Forschung und Entwicklung von anderen Instituten und von Unternehmen eingesetzt wird, als Entwicklungsplattform, aber auch als Laborinstrument. Neben einer HDRC-Kamera, die nur im Zusammenspiel mit Windows-Rechnern betrieben werden kann und alle prinzipiellen Funktionen programmierbar liefert, gibt es auch eine PAL- oder NTSC-Kamera, die vollautomatisch Helligkeit und Kontrast regelt.

Die HDRC-Kamera

Mit der am IMS in Kleinserie produzierten digitalen HDRC-Kamera arbeiten zahlreiche andere Institute und Entwicklungsabteilungen der Industrie. Die Kamera kann im Zusammenspiel mit einem Windows-Rechner betrieben werden. Sie ist modular aufgebaut und lässt sich mit verschiedenen Boards bestücken. Die Farbkamera erreicht in ihrer derzeitigen Version eine Auflösung von 640 x 480 Bildpunkten mit einem 1/2-Zoll-Chip. Sie schafft in dieser Auflösung bis zu 45 Vollbilder. Wenn nur Teile des Sensors ausgelesen werden, was bis hinunter zu einzelnen Pixeln möglich ist, sind sogar bis zu 10.000 Bilder pro Sekunde möglich. Bei der jüngsten Kamerageneration wird ein Sensor eingebaut, bei dem der A/D-Wandler schon Teil des Sensorchips ist, wodurch wesentlich rauschärmere Bilder möglich sind.

Der Kamerabody ist je nach Ausführung rund 5 x 5 x 6 cm groß, er kann mit unterschiedlichen Boards für die Kamerakontrolle und Signalausgabe bestückt werden (z. B. RS-422). Der Preis für eine HDRC-Kamera mit Objektiv (Blendenöffnung 1.4, Brennweite 16 mm) startet ab rund 1.500 Euro.

Entwicklung, Perspektiven

Schon 1992 gelang es dem IMS, einen CMOS-Sensor mit einem Kontrastverhält-

nis von 1.000.000:1 herzustellen. Seither wurden Auflösung und Bildqualität kontinuierlich gesteigert, nun kann die Entwicklung in verschiedenen Richtungen weitergehen: Verbesserte Gebrauchsfreundlichkeit der bisher 40 x 40 x 50 mm großen Kamera durch kompaktere Bauweise und einen Firewire-Anschluss sind die eine Richtung. Höhere Auflösungen bei gleichen und auch bei größeren Chipabmessungen die andere.



Die Anforderungen im Automotive-Bereich erfüllt der HDRC-Sensor besser als andere Sensoren. Hier könnte sich der notwendige Massenmarkt eröffnen.

Auch wenn der High-End-Videomarkt nicht auf die HDRC-Technologie anspringen würde, sähe die Zukunft dafür ziemlich rosig aus. Neben dem Security-Bereich stellt nämlich auch der Automobilbereich einen großen Wachstumsmarkt für Bildsensoren dar. So wie die Zahl der in Autos an verschiedensten Stellen eingesetzten Prozessor-Chips in den vergangenen Jahren exponentiell angestiegen ist, so rechnen Experten auch damit, dass in den kommenden Jahren immer mehr »künstliche Augen« im Automotive-Sektor Einzug halten werden. Fünf bis acht Bildsensoren pro Fahrzeug werden dabei schon in den kommenden Jahren für realistisch gehalten, und natürlich sollen dort preisgünstige, kompakte Kameras zum Einsatz kommen, die auch bei extremen Kontrastverhältnissen noch verwertbare Bilder liefern. Der Massenmarkt, den eine Technologie für eine breite Durchsetzung letztlich immer braucht, scheint sich für HDRC hier schon zu eröffnen.

Interview mit Prof. Dr. Bernd Höfflinger



Prof. Dr. Bernd Höfflinger ist Direktor und Vorstandsvorsitzender des IMS. Stationen seiner beruflichen Laufbahn waren: Physikstudium in Göttingen und München, Diplom 1964, Siemens Forschung München, Promotion 1967, Professur an der Cornell University in den USA, 1970 Aufbau der MOS-Abteilung im Siemens-Halbleiterwerk in München, 1972 Gründer und Dekan der Elektrotechnik-Abteilung an der Universität Dortmund, 1979 Forschungssemester an der Universität Berkeley in den USA, 1981 Department-Leiter und Vorstandsmitglied an der Universität Minnesota in den USA, seit 1985 Leitung des IMS.

Wohin soll die HDRC-Entwicklung in den kommenden drei Jahren führen, was ist erreichbar?

Höfflinger: Wir glauben, dass wir unsere Sensor-Chips und unsere Kamera-Entwicklungs-Plattform innerhalb dieses Zeitraums auf Produkt-Niveau bringen können. VGA-Video ist schon jetzt einführungsreif, Überwachungskameras mit HDRC-Chips gibt es schon jetzt im Markt. Die Entwicklung geht weiter in Richtung

digitaler Schnittstellen wie Firewire, die Kamera mit VGA-Qualität soll noch kompakter werden, was aufgrund der geringen Zahl von Bauelementen gut möglich ist. Auch HD-Auflösung ist eine Entwicklungsrichtung, die wir verfolgen. Die CMOS-Hersteller können hier derzeit schon eine gute Ausbeute auch bei größerflächigen Chips realisieren, daher wird es auch ganz klar in dieser Richtung weitergehen. Hier sehen wir einen weitgestreuten Einsatzbereich, weil die Kennlinie des HDRC-Chips wesentlich näher am Film liegt und dessen Leistungsfähigkeit in einigen Bereichen sogar übertrifft, was natürlich besonders im HD-Bereich interessant ist. HDRC-Sensoren bieten besonders in den sehr hellen und sehr dunklen Bildbereichen eben wesentlich bessere Leistungen als CCD-Chips.

Was spricht neben dem hohen Kontrastumfang noch für HDRC-Sensoren?

Höfflinger: Die CMOS-Technologie, auf der der HDRC-Sensor basiert, ist heute absolut weltbeherrschend. CMOS-Chips können kostengünstig und in großen Volumina hergestellt werden. Der HDRC-Sensor zeichnet sich durch eine sehr einfache Bildzelle aus, in der in jedem Pixel eine logarithmische Kompression stattfindet, ganz ähnlich wie in den Rezeptoren des menschlichen Auges oder bei den lichtempfindlichen Elementen von chemischem Film. Das ist günstig für die weitere Verarbeitung und ermöglicht den fundamental größeren Kontrastumfang. Dank CMOS-Technologie kann die digitale Verarbeitung der Signale direkt am Bildfeldausgang, sogar auf dem gleichen Kristall untergebracht werden. Das ermöglicht

schon jetzt sehr kompakte Kameras und eine sehr gute digitale Signalqualität. In Zukunft wird es möglich sein, praktisch eine ganze Kamera auf einem Chip zu realisieren.

Wo hat der HDRC-Sensor noch Defizite?

Höfflinger: Der HDRC-Sensor muss verfeinert werden, was die Dunkelströme betrifft. Auch in der Empfindlichkeit sind noch Verbesserungen nötig, wenn man mit den auf diese Faktoren optimierten CCDs konkurrieren will.



» In Zukunft wird es möglich sein, praktisch eine ganze Kamera auf einem Chip zu realisieren.«

Prof. Dr. Bernd Höfflinger, hier zusammen mit Hans-Georg Kober von der Vision-Systems-Division des IMS.

Die wesentlichen Player, die im CMOS-Sensorenbereich weltweit aktiv sind, haben ihre Prozesse in diesen Aspekten aber schon wesentlich verbessert. Die Performance-Lücke im Low-Light-Bereich zwischen CMOS und CCD wird immer kleiner.

Defizite hat CMOS gegenüber CCD auch beim Füllfaktor. Man kann beim CCD-Chip bei gleicher Pixelgröße mehr Auflösung auf der gleichen Fläche realisieren, als beim CMOS-Sensor. Das ist besonders bei Standbildkameras nachteilig, wenn man in den Bereich von Auflösungen jenseits von

VGA geht. Hier bräuchte man bei CMOS für die gleiche Auflösung größere Chipflächen, was mit den bei digitalen Fotoapparaten üblichen Geräte-Baugrößen und Objektiven nicht vereinbar ist.

Aber für den Videobereich sehen Sie ein großes Potenzial, auch bei höheren Auflösungen?

Höfflinger: Im Videobereich bin ich ganz sicher, dass CMOS-Sensoren und -Kameras mit hoher Auflösung und höchster Bildqualität kommen. Die CMOS-Hersteller haben vor großen Chip-Flächen keine Angst, das beherrschen diese Hersteller, denn sie produzieren ja schon in der gleichen Technologie große Speicher- und Prozessor-Chips und verfügen über das hierfür notwendige Knowhow und Technologie-Arsenal.

Wie sieht es denn mit der momentanen Verbreitung von CMOS-Kameras auf dem Markt aus?

Höfflinger: Wenn es um Kameras mit niedriger Auflösung geht, ist die CMOS-Technik sogar schon marktbeherrschend. Das sind PC-Kameras, einfache Überwachungskameras und simple Videoaugen, wie sie besonders in Japan schon in Handys eingebaut werden.

Welche Rolle kann und will das IMS bei der Verbreitung der CMOS-Bildsensoren spielen?

Höfflinger: Wir sehen uns als Innovationszentrale und wir haben ein international hoch bewertetes Grundlagenpatent für die logarithmisch komprimierenden Bildzellen. Wir bemühen uns, die Technologie und ihre Vorzüge bekannt zu machen, Entwicklungsplattformen und Labrlösungen anzubieten, die den interessierten Firmen einen Einstieg in die spezielle Produktentwicklung ermöglichen. Wir arbeiten dabei

international mit verschiedenen Partnern zusammen und haben gute Kontakte und eine recht gute Präsenz in Nordamerika und Japan.

Wie ist denn das Interesse, in welcher Größenordnung haben Sie die verfügbare Entwicklungsplattform schon ausgeliefert?

Höfflinger: Wir haben schon an mehr als 200 Kunden unsere HDRC-Kamera ausgeliefert, die dort zur Systemerprobung und Entwicklung eingesetzt wird. Das konzentriert sich derzeit im Bereich Robotik und in der Automobil-Industrie, deren Zulieferbetrieben und verwandten Bereichen.



Der Automotive-Bereich spricht schon jetzt positiv auf HDRC-Sensoren an.

Man kann aber keine neue Sensortechnologie an den Marktführern der CCD-Technologie vorbei im Weltmarkt etablieren. Über 95% der CCD-Fertigung liegt bei japanischen Herstellern, und es war unser Ziel, die Weltmarktführer als Lizenznehmer und Partner zu gewinnen. Das ist auch gelungen, die Weltmarktführer machen sich die neue Technologie zu eigen, und man muss abwarten, wo diese die konkreten Märkte sehen.

Kontakt

Für eine Demo-CD und weitere Informationen:

www.ims-chips.de

**Institut für Mikroelektronik Stuttgart
Allmandring 30A
70569 Stuttgart**

