

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 1940/2006
(22) Anmeldetag: 23.11.2006
(43) Veröffentlicht am: 15.06.2008

(51) Int. Cl.⁸: H04N 5/335 (2006.01)

(73) Patentanmelder:

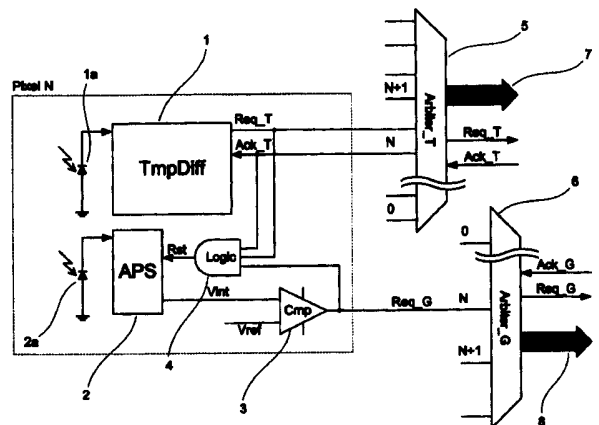
AUSTRIAN RESEARCH CENTERS GMBH
- ARC
A-1220 WIEN (AT)

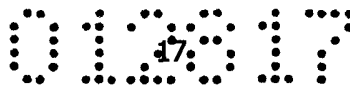
(54) **VERFAHREN ZUR GENERIERUNG EINES BILDES IN ELEKTRONISCHER FORM, BILDELEMENT FÜR EINEN BILDSENSOR ZUR GENERIERUNG EINES BILDES SOWIE BILDSSENSOR**

(57) Ein Verfahren zur Generierung eines Bildes umfasst die Detektierung von Ereignissen einer bestimmten Kategorie durch Bildelemente eines Bildsensors, die asynchrone und ereignisgesteuerte Übermittlung der Adresse des das Ereignis delektierenden Bildelementes zur Weiterverarbeitung, sowie die Kennzeichnung des Zeitpunktes des Ereignisses.

Um ein möglichst hochauflösendes Grauwert-Bild mit möglichst niedrigen Datenraten und hoher Zeitaufösung zu generieren, wird durch das Ereignis zusätzlich eine Belichtungsmessung an dem das Ereignis delektierenden Bildelement initiiert, deren Resultat zusammen mit der Adresse des das Ereignis delektierenden Bildelementes asynchron zur Weiterverarbeitung übermittelt wird.

Für ein Bildelement für einen Bildsensor zur Generierung eines Bildes, welches mit einer Schaltung (1) zur Detektierung von Ereignissen und zur asynchronen und ereignisgesteuerte Übermittlung seiner Adresse an eine Auswerteschaltung, vorzugsweise über einen asynchronen Bus-Arbitr (5), versehen ist, ist zusätzlich eine Schaltung (2) zur Belichtungsmessung vorgesehen und mit der Auswerteschaltung verbunden.





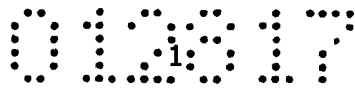
Zusammenfassung:

Ein Verfahren zur Generierung eines Bildes umfasst die Detektierung von Ereignissen einer bestimmten Kategorie durch Bildelemente eines Bildsensors, die asynchrone und ereignisgesteuerte Übermittlung der Adresse des das Ereignis detektierenden Bildelementes zur Weiterverarbeitung, sowie die Kennzeichnung des Zeitpunktes des Ereignisses.

Um ein möglichst hochauflösendes Grauwert-Bild mit möglichst niedrigen Datenraten und hoher Zeitauflösung zu generieren, wird durch das Ereignis zusätzlich eine Belichtungsmessung an dem das Ereignis detektierenden Bildelement initiiert, deren Resultat zusammen mit der Adresse des das Ereignis detektierenden Bildelementes asynchron zur Weiterverarbeitung übermittelt wird.

Für ein Bildelement für einen Bildsensor zur Generierung eines Bildes, welches mit einer Schaltung (1) zur Detektierung von Ereignissen und zur asynchronen und ereignisgesteuerte Übermittlung seiner Adresse an eine Auswerteschaltung, vorzugsweise über einen asynchronen Bus-Arbiter (5), versehen ist, ist zusätzlich eine Schaltung (2) zur Belichtungsmessung vorgesehen und mit der Auswerteschaltung verbunden.

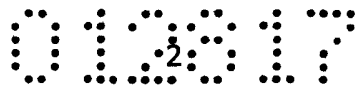
(Fig. 1)



Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Generierung eines Bildes in elektronischer Form, umfassend Detektierung von Ereignissen einer bestimmten Kategorie durch Bildelemente eines Bildsensors, die asynchrone und ereignisgesteuerte Übermittlung der Adresse des das Ereignis detektierenden Bildelementes zur Weiterverarbeitung, sowie Kennzeichnung des Zeitpunktes des Ereignisses, ein Bildelement für einen Bildsensor zur Generierung eines Bildes, mit einer Schaltung zur Detektierung von Ereignissen und zur asynchronen und ereignisgesteuerte Übermittlung seiner Adresse an eine Auswerteschaltung, vorzugsweise über einen asynchronen Bus-Arbiter, sowie einen Bildsensor zur Generierung eines Bildes, mit einer Schaltung zur Detektierung von Ereignissen und zur asynchronen und ereignisgesteuerte Übermittlung seiner Adresse an eine Auswerteschaltung, vorzugsweise über einen asynchronen Bus-Arbiter.

Klassische Bildverarbeitung beruht auf der Auswertung von Daten die von einem Bildsensor geliefert werden. Bei der Datenaufnahme mittels eines Bildsensors wird üblicherweise die in elektronische Form überführte visuelle Information für jeden Bildpunkt (Pixel) des Sensors mit vorgegebenem Takt (synchron) viele Male pro Sekunde aus dem Bildsensor ausgelesen. Dieses Prinzip stößt aufgrund der produzierten Datenmengen bei (zeitlich und/oder örtlich) hochauflösenden Sensoren und der daraus resultierenden aufwendigen Nachverarbeitung an mehrere Grenzen. Zum ersten ist die Datenrate digitaler Übertragungskanäle begrenzt und für manche Aufgaben der Hochleistungs-Bildverarbeitung nicht ausreichend groß. Weiters haben entsprechend leistungsfähige Signalverarbeitungsprozessoren für viele, insbesondere mobile, Anwendungen einen zu hohen Energieverbrauch oder sind für viele Anwendungsgebiete zu teuer. Schließlich sind manche (Hochgeschwindigkeits-) Anwendungen zufolge mangelnder Prozessorleistung gar nicht realisierbar. Seit einigen Jahren sind Bildsensoren in Entwicklung, die eine Vorverarbeitung der Bildinformation direkt am Sensor vornehmen („focal plane processing“). Diese Art von optischen Sensoren werden oft auch „Silicon Retina“ - Sensoren genannt werden, da sie einige Eigenschaften des menschlichen/tierischen Auges nachbilden. Viele Typen von „Silicon Retina“ - Sensoren senden die vorverarbeitete Bildinformation asynchron und ereignisgesteuert, d.h. unabhängig von einem externen Takt und nur dann wenn relevante Information in der Szene detektiert wird.

Im speziellen Fall des „Tmptdiff“- oder „Transienten“-Sensors sind diese relevanten Informationen relative Veränderungen in der Beleuchtungsintensität der einzelnen, autonom arbeitenden Bildelementen bzw. Bildrezeptoren (Pixel). Diese spezielle Variante ist beispielsweise in Lichtsteiner, P.; Posch, C.; Delbruck, T., "A 128 X 128 120db 30mw asynchronous vision sensor that responds to relative intensity change," Solid-State Circuits, 2006 IEEE International Conference Digest of Technical Papers , pp. 2060- 2069, Feb. 6-9, 2006,



in Lichtsteiner, P.; Delbruck, T.; Posch, C., "A 100dB dynamic range high-speed dual-line optical transient sensor with asynchronous readout," Circuits and Systems, 2006. ISCAS 2006. Proceedings. 2006 IEEE International Symposium on , pp. 1659- 1662, 21-24 May 2006 näher beschrieben.

Da diese Veränderungen üblicherweise durch eine Änderung der Reflektivität von Objekten in der Szene hervorgerufen werden, sind damit zumeist Objektbewegungen verbunden. Pixel die keine Intensitätsänderung (temporalen Kontrast) detektieren, produzieren keine Daten. Dadurch wird die anfallende Datenmenge im Vergleich zu herkömmlichen CMOS oder CCD Bildsensoren, die wie zuvor angesprochen ihr gesamtes Pixelfeld ständig mit konstanter Rate („Frame-Rate“) auslesen, erheblich reduziert. Jedoch sind auch nur Daten von veränderlichen Objekten in der Szene im Datenstrom enthalten, d.h. es existiert keine Bildinformation über homogene Flächen und unbewegten Hintergrund. Da die einzelnen Pixel asynchron und mit geringer Latenz auf Stimuli in ihrem Blickfeld reagieren, kommt es bei der Auslese zu keiner Zeitquantisierung und es kann eine hohe Zeitauflösung erreicht werden.

Ein effizientes Kommunikationskonzept wird im sogenannten „Address-Event“ (AE) Protokoll realisiert. Adress-Events tragen, neben der Zeitinformation des Auftretens des visuellen Stimulus (inhärent), die Adresse, d.h. die Ortskoordinaten des Pixels im Pixelfeld des Sensors.

Eine einschränkende Eigenschaft von „Tmptdiff“ - Sensoren ist das Fehlen eines für den Menschen lesbaren Bildes (Grauwert-Bild). Für viele Anwendungen der „machine-vision“, etwa in den Bereichen Automotive, Überwachung, industrielle Automatisierung etc. sind die Daten eines „Tmptdiff“ - Sensors hervorragend geeignet. Manche Anwendungen benötigen jedoch Information über unbewegliche (oder unveränderliche) Objekte oder über den Szenenhintergrund. Auch wenn menschliche Operatoren eingesetzt werden ist ein Video-Bild der betrachteten Szene oft unverzichtbar.

Bildelemente (Pixel) für einen aus einer Vielzahl von Pixeln zusammengesetzten Bildsensor, die im Wesentlichen aus einer „Tmptdiff“-Schaltung und einer APS („active pixel sensor“) Schaltung bestehen, sind in Diskussion, wobei deren Realisierung vorzugsweise in CMOS Technologie vorgeschlagen wird. Zugrunde liegende oder verwandte Konzepte oder Verfahren sind beschrieben in den folgenden Publikationen:

Bermak, "A CMOS imager with PFM/PWM based analog-to-digital converter", Circuits and Systems, 2002. ISCAS 2002. IEEE International Symposium on, 2002;



Chen S.; Bermak, A., "A low power CMOS imager based on time-to-first-spike encoding and fair AER," Circuits and Systems, 2005. ISCAS 2005. IEEE International Symposium on , pp. 5306- 5309 Vol. 5, 23-26 May 2005;

Chen S.; Bermak, A., "A Second Generation Time-to-First-Spike Pixel with Asynchronous Self Power-off," Circuits and Systems, 2006. ISCAS 2006. Proceedings. 2006 IEEE International Symposium on , vol., no.pp. 2289- 2292, 21-24 May 2006;

Culurciello, E.; Etienne-Cummings, R.; Boahen, K., "Arbitrated address-event representation digital image sensor," Electronics Letters , vol.37, no.24pp.1443-1445, 22 Nov 2001;

Culurciello, E.; Etienne-Cummings, R.; Boahen, K.A., "A biomorphic digital image sensor," Solid-State Circuits, IEEE Journal of , vol.38, no.2pp. 281- 294, Feb 2003;

J.G. Harris, X. Qi, Q. Luo and X. Guo, "SNR and FPN considerations for time-based wide dynamic range CMOS image sensors", 6th World Multiconference on Systemics, Cybernetics and Informatics, July 14-18, 2002;

Kitchen, A.; Bermak, A.; Bouzerdoum, A., "PWM digital pixel sensor based on asynchronous self-resetting scheme," Electron Device Letters, IEEE , vol.25, no.7pp. 471- 473, July 2004;

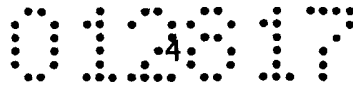
Qiang Luo; Harris, J.G., "A time-based CMOS image sensor," Circuits and Systems, 2004. ISCAS '04. Proceedings of the 2004 International Symposium on , vol.4, no.pp. IV-840-3 Vol.4, 23-26 May 2004;

Xin Qi; Xiaochuan Guo; Harris, J.G., "A time-to-first spike CMOS imager," Circuits and Systems, 2004. ISCAS '04. Proceedings of the 2004 International Symposium on , vol.4, no.pp. IV- 824-7 Vol.4, 23-26 May 2004;

Chen Xu; Chao Shen; Bermak, A.; Mansun Chan, "A new digital-pixel architecture for CMOS image sensor with pixel-level ADC and pulse width modulation using a 0.18 μm CMOS technology," Electron Devices and Solid-State Circuits, 2003 IEEE Conference on , vol., no.pp. 265- 268, 16-18 Dec. 2003;

bzw. den Patentschriften US 6,660,989; US 6,069,377; US 6,642,503; US 5,650,643; US 5,565,915 und US 6,587,145.

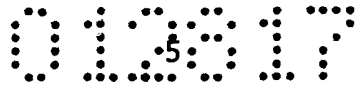
Die Aufgabe der Erfindung war daher ein Verfahren und eine Einrichtung zur Generierung eines möglichst hochauflösenden Grauwert-Bildes mit möglichst niedrigen Datenraten und hohen Zeitauflösung.



Zur Lösung dieser Aufgabe ist das eingangs dargelegte Verfahren dadurch gekennzeichnet, daß durch das Ereignis zusätzlich eine Belichtungsmessung an dem das Ereignis detektierenden Bildelement initiiert wird, deren Resultat zusammen mit der Adresse des das Ereignis detektierenden Bildelementes asynchron zur Weiterverarbeitung übermittelt wird. Bei Detektion beispielsweise einer Intensitätsänderung durch einen (autonom und asynchron arbeitenden) Bildrezeptor (Pixel) wird also zusätzlich eine Belichtungsmessung an dem selben Pixel initiiert, deren Resultat zusammen mit der Adresse des selben (das Ereignis detektierenden) Pixels asynchron zur Nachverarbeitung übermittelt wird. In der (digitalen) Nachverarbeitungsstufe (typisch DSP) wird ein Bildspeicher mit der Anzahl der Pixel im Sensor entsprechenden Zahl von Speicherzellen vorgesehen, wo die Ergebnisse der jeweils aktuellsten Belichtungsmessung für jedes Pixel abgelegt werden. Nachdem jedes Pixel des Sensors zumindest einmal eine Änderung detektiert hat, und somit eine Belichtungsmessung vorgenommen wurde, liegt ein (Grauwert-)Bild der gesamten betrachteten Szene vor. In der Folge senden nur Pixel, die Intensitätsänderungen in ihrem Blickfeld detektieren, neue aktualisierte Grauwerte (und nicht alle Pixel zu vorgegebenen Zeitpunkten unabhängig davon ob neue Informationen vorliegen oder nicht). Dadurch wird, je nach dynamischem Inhalt der betrachteten Szene, eine substantielle Reduktion der generierten Datenmenge erzielt. Als Resultat liegt zu jeder Zeit ein vollständiges (Grauwert-)Bild der betrachteten Szene im Bildspeicher und wird mit hoher Zeitauflösung aber (relativ) geringer Datenrate ständig aktualisiert. Eine Auslese der Bildinformation aus dem Bildspeicher ist unabhängig vom Bildaufnahmebetrieb jederzeit und mit hohen „Frame-Raten“ möglich.

Diese Merkmalskombination ermöglicht, zusätzlich zu den Daten des reinen Transienten-Sensors, die Bereitstellung der vollständigen Information über unbewegte Objekte und Hintergrund, und liefert weiters ein vom Menschen lesbares Bild. Die Vorteile des asynchronen Address-Event Konzeptes, vornehmlich niedrige Datenraten und hohe Zeitauflösung, werden dabei nicht kompromittiert. Weiters können auf das Grauwert-Bild, zusätzlich zur Address-Event Verarbeitung, traditionelle Bildverarbeitungsmethoden angewendet werden.

Vorteilhafterweise kann dabei vorgesehen sein, daß das Erreichen eines einstellbaren Schwellenwertes durch eine von der Belichtung abhängige physikalische Größe am Bildelement detektiert wird, die Adresse des Bildelementes zu diesem Zeitpunkt zur Weiterverarbeitung übermittelt wird, und die Zeitdifferenz zwischen dem Zeitpunkt des die Belichtung auslösenden Ereignisses und dem Erreichen des Schwellenwertes als Maß für die Belichtung des Bildelementes herangezogen wird. Diese Vorgehensweise ist insofern neu als der Zeitpunkt des die Belichtung auslösenden Ereignisses nicht für alle Pixel gleich ist (oder synchron von



einem gemeinsamen Zeitpunkt abgeleitet wird), sondern von jedem Pixel abhängig von der betrachteten Szene für sich selbst bestimmt wird.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung wird dabei der resultierende Spannungswert am Bildelement nach Integration über eine vorgegebene Zeitdauer ermittelt und als Maß für die Belichtung des Bildelementes herangezogen und zur Weiterverarbeitung übermittelt. Der Zeitpunkt des die Belichtung auslösenden Ereignisses wird dabei autonom vom Pixel bestimmt.

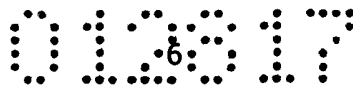
In allen Varianten kann die Information über die Detektierung eines Ereignisses und über die Belichtungsmessung parallel und unabhängig von einander übermittelt werden.

Ein wesentliches Erfindungsmerkmal ist dadurch gekennzeichnet, dass die Belichtungsmessung an einem Bildelement durch eine relative Intensitätsänderung an diesem Bildelement initiiert wird, wobei das Eintreten der Intensitätsänderung durch die Übermittlung der Adresse des Bildelementes zur Weiterverarbeitung signalisiert wird.

Vorteilhafterweise kann das Verfahren wie bislang erläutert weiter verbessert werden, indem zu zumindest einem beliebigen Zeitpunkt eine „Referenz“-Belichtungsmessung an zumindest einem Bildelement initiiert wird. Die bislang beschriebenen Bildelemente und daraus aufgebaute Bildsensoren liefern erst nach einer, vom dynamischen Inhalt der betrachteten Szene abhängigen Zeit ein komplettes Bild mit Grauwerten für alle Pixel. Dies resultiert aus der Eigenschaft daß Pixel, die keine Veränderung in ihrem Blickfeld detektieren, auch keine Events generieren und daher auch keine Belichtungsmessung initiieren. Es ist daher vorteilhaft, zu beliebigen Zeitpunkten ein gesamtes Bild („Referenz-Frame“) aufzunehmen zu können um bei Szenen mit unveränderlichem Hintergrund ein komplettes Bild zu erhalten. Weiters ist diese Funktionalität zweckmäßig da zur Festlegung der Parameter für die Wandlung der Zeitinformation in Bild-Grauwerte durch die Nachverarbeitungsstufe die Kenntnis der Helligkeitsinformation der gesamten Szene erforderlich ist. Die für die TDC-Wandlung notwendigen Daten (Offset, Range) können auf einfache Weise aus den Zeitwerten des Referenz-Frames extrahiert werden.

Dabei kann gemäß einer erfindungsgemäßen Ausführungsform des Verfahrens die Zufalls-Stimulierung der Bildelemente und damit die Initiierung der Belichtungsmessung begünstigt werden.

Es kann dabei vorgesehen sein, daß die Belichtungsmessung in mehreren, vorzugsweise in allen parallelen Zeilen von Bildelementen an deren erstem Bildelement jeweils im wesentlichen gleichzeitig initiiert wird, und daß am Ende der Integration der Belichtungsmes-



sung eines Bildelementes die Belichtungsmessung am jeweils nächsten Bildelement der gleichen Zeile initiiert wird.

Eine weitere Alternative sieht vor, daß die Belichtungsmessung im wesentlichen gleichzeitig in Bildelementen initiiert wird, die gemäß einem beliebig vorgebbaren Muster, vorzugsweise einem zusammenhängenden Bereich, angeordnet sind.

Vorteilhafterweise wird die Referenzbelichtungsmessung parallel und gleichzeitig zur Detektierung von Ereignissen einer bestimmten Kategorie durch die Bildelemente des Bildsensors vorgenommen. Bei den Ereignissen handelt es sich typischerweise um relative Intensitätsänderungen.

Die eingangs gestellte Aufgabe wird mittels eines eingangs beschriebenen Bildelementes für einen Bildsensor zur Generierung eines Bildes erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß zusätzlich eine Schaltung zur Belichtungsmessung vorgesehen und mit der Auswerteschaltung verbunden ist.

Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, daß die Schaltung zur Belichtungsmessung eine Integrationsschaltung mit Schwellwert-Entscheider und Reset-Logik aufweist.

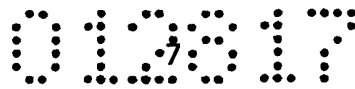
Dabei sind vorzugsweise zwei parallele, unabhängige Bus-Arbiters vorgesehen, über welche separat voneinander die Schaltung zur Detektierung von Ereignissen und die Schaltung zur Belichtungsmessung mit der Auswerteschaltung verbunden sind.

Gemäß einem optionalen Erfindungsmerkmal kann weiters vorgesehen sein, daß die Schaltung zur Belichtungsmessung eine Integrationsschaltung mit einstellbarer Integrationszeit aufweist und mit einem Analog/Digital-Wandler für den resultierenden Spannungswert verbunden ist.

Dabei ist zweckmäßigerweise der Analog/Digital-Wandler über einen von der Übertragung der Detektierung von Ereignissen separaten Datenbus mit der Auswerteschaltung verbunden.

Eine vorteilhafte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Bildelementes ist dadurch gekennzeichnet, daß die Schaltung zur Detektierung von Ereignissen einen Transienten-Sensor mit einem analogen Schaltkreis zur Signalvorverarbeitung und zum asynchronen Senden über vorzugsweise das „Adress-Event-Protokoll“ aufweist.

Ein Bildsensor zur Generierung eines Bildes, mit einem grundlegenden Aufbau wie eingangs erläutert, ist zur Lösung der gestellten Aufgabe dadurch gekennzeichnet, daß seine Bildelemente nach einem vorhergehenden Absätze aufgebaut sind.



Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform kann dieser Bildsensor auch dadurch gekennzeichnet sein, daß eine Schaltung zur zwangsweisen Anregung des Pixels zur Belichtungsmessung vorgesehen ist.

Ein spezielle Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Bildsensors ist gekennzeichnet durch Bildelemente, die zeilenförmig angeordnet sind und dadurch, daß die Schaltung zur im wesentlichen gleichzeitigen zwangsweisen Anregung der jeweils ersten Bildelemente jeder Zeile, zur Ermittlung des Endes der Belichtungsmessung jedes Bildelementes und zur zwangsweisen Anregung des jeweils nächsten Bildelementes der gleichen Zeile ausgelegt ist.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung kann vorgesehen sein, daß eine Schaltung zur Einstellung des Leckstroms der Schaltungen zur Detektierung von Ereignissen vorgesehen ist.

Es kann aber auch eine Schaltung zur im wesentlichen gleichzeitigen zwangsweisen Anregung der Schaltung zur Detektierung von Ereignissen für eine Gruppe von Bildelementen implementiert sein, welche Gruppe von Bildelementen gemäß einem beliebig vorgebbaren Muster, vorzugsweise einem zusammenhängenden Bereich, angeordnet ist.

In der nachfolgenden Beschreibung soll die Erfindung anhand bevorzugter Ausführungsbeispiele und unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen näher erläutert werden.

Dabei zeigt die Fig. 1 ein Block-Diagramm eines erfindungsgemäßen Bildelementes mit Bus-Arbitern in einer ersten Ausführungsform, Fig. 2 ist Block-Diagramm eines Bildelementes mit asynchronem Arbitrer, Multiplexer/Sample&Hold und ADC, und Fig. 3 zeigt ein Block-Diagramm eines Bildelementes mit Arbitern für eine Ausführungsform gemäß Fig. 1, ergänzt durch eine Schaltung für die flexible Generierung von Stimuli für Referenzframes oder synchronen Video-Betrieb.

Das erfindungsgemäße Bildelement der Fig. 1 ist in an sich bekannter Weise vorzugsweise in CMOS Technologie mit p+n-Dioden 1a, 2a als Photorezeptoren realisiert. Dieses Bildelement (Pixel) für einen aus einer Vielzahl von Pixeln zusammengesetzten Bildsensor besteht im Wesentlichen aus einer „Tmptdiff“-Schaltung 1 und einer APS („active pixel sensor“) Schaltung 2. Diese wird erweitert um einen Schwellwert-Entscheider 3 mit Reset-Logik 4, der die Umwandlung der Belichtungsinformation in eine Zeitdauer ermöglicht („Time-based-“ oder „PWM“-Imaging). Die Photodiode kann von „Tmptdiff“- 1 und APS-Teil 2 gemeinsam genutzt werden oder getrennt 1a, 2a ausgeführt werden.

Um einen Bild-Sensor zu realisieren werden mehrere (z.B. 256x256) Bildelemente in einer z.B. quadratischen Matrix-Anordnung platziert. Das gesamte System besteht aus dem



asynchronen CMOS Bildsensor (z.B. 256x256 Pixel-Feld) und der Nachverarbeitungseinheit (typisch DSP). Zusätzlich zur normalen „Tmpdiff“-AER Funktionalität wird in einem Speicherbereich am DSP (z.B. 64 kByte für 256x256 x 8 Bit) ein Grauwert Bild abgelegt und bei Veränderungen laufend angepasst, wobei diese Veränderungen von den Pixeln autonom und asynchron (d.h. mit sehr hoher Zeitaufösung) detektiert, gemessen und gesendet werden. Das aktuelle Grauwert-Bild kann jederzeit parallel zum kontinuierlichen Bildaufnahmevorgang aus dem Bildspeicher ausgelesen werden.

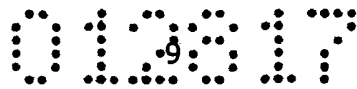
Die Daten der Bildelemente werden über asynchrone Bus-Arbiters 5, 6 und parallele Datenbusse 7, 8 an die Nachverarbeitungseinheit übertragen, wo die einzelnen Datenpakete (Adress-Events) mit einer Zeitsignatur versehen werden. Für „Tmpdiff“- und APS-Teil können getrennte Bus-Arbiters 5, 6 und Datenbusse 7, 8 realisiert werden. Mit Hilfe von Request- (Req) und Acknowledge (Ack) –Signalen wird ein asynchrones „handshaking“-Protokoll zwischen Bildsensor und Nachverarbeitungseinheit implementiert.

Alternativ können den Events die Zeitstempel bereits am Sensor zugewiesen werden und die Daten über synchrone Bus-Arbiters übermittelt werden.

Nachfolgend soll nun die Funktionsweise eines erfindungsgemäßen Bildelementes und Bildsensors erläutert werden. Die „Tmpdiff“-Schaltung 1 eines Pixels detektiert eine, eine einstellbare Schwelle überschreitende, relative Intensitätsänderung und produziert ein Adress-Event (Timing-Event); gleichzeitig startet es einen Belichtungszyklus (Integration) im APS-Teil 2 und sendet nach dem Ende der Integration, gekennzeichnet durch das Erreichen eines einstellbaren Schwellwertes V_{ref} (detektiert von einem Schwellwert-Entscheider 3), ein weiteres Event (Graylevel-Event). Beide Events tragen die gleiche Pixel-Adresse, können jedoch durch ein Identifikationsbit unterschieden werden. Bei Verwendung von zwei parallelen Bus-Arbiters (bevorzugt) ist diese Unterscheidung nicht notwendig. Die Integrationszeit ist linear abhängig vom Strom durch die Photodiode 2a und daher von der Belichtung des Pixels. Da die Integration mit dem Erreichen eines einstellbaren Schwellwertes endet („single-slope“ ADC), kodiert die Zeitdifferenz zwischen Timing-Event und Graylevel-Event direkt die Belichtung des Pixels.

Die asynchrone Steuerung des APS-Blocks wird auf geeignete Weise mit Hilfe von Logikschaltungen 4 aus den „handshake“-Signalen des „Tmpdiff“-Blocks (1), Req_T und Ack_T, und dem Ausgangssignal des Schwellwert-Entscheiders 3 gebildet.

Beide Event-Typen werden ereignis- bzw. datengesteuert ausgelöst und über asynchrone Bus-Arbiters 5, 6 zum DSP übertragen wodurch die äußerst gute Zeitaufösung des Tmpdiff-AER-Konzeptes erhalten bleibt. Korrelation (d.h. Identifikation der zusammengehöri-



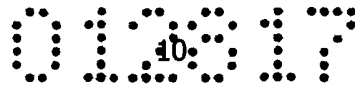
gen Timing- und Graylevel-Events) und TDC-Wandlung („time-to-digital“) erfolgt im DSP mit einstellbarer Auflösung. Die Verwendung von zwei getrennten Arbitern für Timing- und Graylevel-Events erlaubt den ungestörten Transienten-AER-Betrieb und verringert durch Event-Kollisionen hervorgerufene nichteinheitliche Arbiters-Latenzen und daraus resultierendes Rauschen in der Wandlung.

Da jedes Pixel seine eigene Belichtungszeit steuert, ist ein sehr weiter Dynamikumfang der abbildbaren Beleuchtungsintensität und eine hohe Grauwert-Auflösung erzielbar. Da die erreichbare Auflösung abhängig vom Signal-Rausch-Verhältnis bzw. vom Dynamikumfang ist, daher vom Signalhub und somit von der Integrationszeit bzw. dem minimalen Photostrom und der eingestellten Schwelle, bewirkt eine Erhöhung der Bild-Aktualisierungsrate (bzw. Frame-Rate) eine gleichzeitige Verringerung des Dynamikumfanges und daher der Grauwert-Auflösung, und umgekehrt. Durch Anpassen der Schwelle kann die Bild-Aktualisierungsrate in Abhängigkeit von der gewünschten Grauwert-Auflösung eingestellt werden.

Die Datenrate wird im Vergleich zum reinen AER Sensor nur um den Faktor 2 erhöht, liefert jedoch zusätzlich ein Grauwert-Bild hoher Qualität und sehr hoher zeitlicher Auflösung. Es lässt sich abschätzen, dass – bei einer Grauwert-Auflösung von 8 Bit – eine Zeitauflösung im sub-Millisekunden-Bereich (vergleichbar mit Bildsensoren mit mehreren 1000 Frames pro Sekunde) realisierbar sein wird. Die dabei auftretenden Datenraten sind abhängig vom Geschehen in der Szene und bewegen sich nach Erfahrungen mit den „Tmptdiff“-Sensoren im Bereich von einigen 10 bis einigen 100 Kilo-Events pro Sekunde (mit 16 Bit pro Event) für einen 128x128 Pixel Sensor. Das im Speicher abgelegte aktuelle Grauwert-Bild kann je nach Anwendung mit beliebigen Bildwiederholraten ausgelesen werden. In einer weiteren Ausbaustufe können der Bild-Speicher, die Korrelationslogik und die TDC-Wandlung direkt am Sensor realisiert werden.

Anstatt die Belichtungsinformation des APS-Pixels 2 in eine variable Zeitdauer umzuwandeln, kann alternativ, wie in einem herkömmlichen CMOS APS Bildsensor, für eine bestimmte Zeitdauer integriert (belichtet) werden und der resultierende Spannungswert mittels eines (oder mehrerer) Analog/Digital-Wandler 10 gewandelt und ausgegeben werden. Eine beispielhafte Schaltung für eine derartige Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Bildelementes ist in Fig. 2 dargestellt.

Der Belichtungszyklus wird, wie für Ausführungsform der Fig. 1, asynchron und ereignisgesteuert vom „Tmptdiff“-Block 1 ausgelöst. Die asynchronen „handshake“-Signale des „Tmptdiff“-Blocks 1, Req und Ack, steuern das Reset-Signal, Rst, des APS-Blocks (mittels ei-



ner Logikschaltung 4) sowie Multiplexer/Sample&Hold 9 und den Analog/Digital-Wandler 10. Der asynchronen Bus-Arbiter 5 steuert die Adressierung der Pixel im Pixel-Feld.

Nachfolgend soll nun die Funktionsweise dieser weiteren Ausführungsform erläutert werden. Die „Tmptdiff“-Schaltung 1 eines Pixels detektiert eine, eine einstellbare Schwelle überschreitende, relative Intensitätsänderung und produziert ein Adress-Event; gleichzeitig startet es einen Belichtungszyklus (Integration) im APS-Teil 2. Nach dem Ende der Integration, definiert durch ein externes Steuersignal (Ack), wird die Ausgangsspannung des APS-Blocks 2 zu einem Analog/Digital-Wandler 10 übertragen und gewandelt. Die Grauwert-Daten vom ADC 10 werden über einen separaten Daten-Bus 11 zur Nachverarbeitung gesendet.

Die Adress-Events des „Tmptdiff“-Blocks werden über einen asynchronen Bus-Arbiter 5 und Daten-Bus 7 zur Nachverarbeitung (DSP) übertragen. Die volle Tmptdiff-AER-Funktionalität bleibt erhalten.

Die bislang beschriebenen Bildelemente und daraus aufgebaute Bildsensoren liefern erst nach einer bestimmten, meist längeren Zeit ein komplettes Bild mit Grauwerten für alle der Bildelemente. Dies resultiert daraus, daß Pixel, die keine Veränderung in ihrem Blickfeld detektieren, auch keine Timing-Events generieren und daher auch keine Grauwert-Auslese ermöglichen. Zur Festlegung der Parameter für die Wandlung der Zeitinformation in Bild-Grauwerte ist die Kenntnis der Helligkeitsinformation der gesamten Szene erforderlich. Es ist daher vorteilhaft, zu beliebigen Zeitpunkten ein gesamtes Bild (Referenz-Frame) aufzunehmen zu können. Die für die TDC-Wandlung notwendigen Daten (Offset, Range) können auf einfache Weise aus den Zeitwerten des Frames extrahiert werden. Weiters ist diese Funktionalität zweckmäßig, um bei Szenen mit unveränderlichem Hintergrund schnell ein komplettes Bild zu erhalten.

Prinzipiell sind für die Aufnahme eines Referenz-Frames mehrere Vorgehensweisen möglich. Zum Ersten kann das gesamte Pixelfeld extern stimuliert (Ext) und dadurch die Integration in allen Pixel gleichzeitig gestartet werden. Das Pixel, welches die stärkste Beleuchtungsintensität sieht, sendet als erstes sein Grauwert-Event, die restlichen Pixel folgen in der Reihenfolge ihrer Belichtung (ähnlich „Time-to-first-Spike“-Konzept). Dieses Konzept ist z.B. in Chen S.; Bermak, A., "A low power CMOS imager based on time-to-first-spike encoding and fair AER," Circuits and Systems, 2005. ISCAS 2005. IEEE International Symposium on , pp. 5306- 5309 Vol. 5, 23-26 May 2005, in Chen S.; Bermak, A., "A Second Generation Time-to-First-Spike Pixel with Asynchronous Self Power-off," Circuits and Systems, 2006. ISCAS 2006. Proceedings. 2006 IEEE International Symposium on , vol., no.pp. 2289- 2292, 21-24



May 2006, in Qiang Luo; Harris, J.G., "A time-based CMOS image sensor," Circuits and Systems, 2004. ISCAS '04. Proceedings of the 2004 International Symposium on , vol.4, IV-840-3 Vol.4, 23-26 May 2004, in Q. Luo, J.G. Harris, A Time-Based CMOS Image Sensor, IEEE International Symposium on Circuits And Systems ISCAS04, 2004, in Xin Qi; Xiaochuan Guo; Harris, J.G., "A time-to-first spike CMOS imager," Circuits and Systems, 2004. ISCAS '04. Proceedings of the 2004 International Symposium on , vol.4, IV- 824-7 Vol.4, 23-26 May 2004, oder der US 6,660,989 beschrieben.

Bei einheitlichen Szenen oder Szenenbereichen erreichen viele Pixel gleichzeitig den Schwellwert und senden das entsprechende Grauwert-Event. Daraus ergeben sich Datenkollisionen an den Bus-Arbitern und in weiterer Folge unterschiedliche Arbiters-Latenzen und Fehler in der Zeitdifferenz zwischen Timing-Events (in diesem Fall Zeitpunkt des externen Stimulus) und den zugehörigen Grauwert-Events. Die Folge ist ein potentiell hohes Bildrauschen, während aber die Schnelligkeit sehr groß ist, da die Integrationszeit des „dunkelsten“ Pixels gleichzeitig die „Gesamtbelichtungszeit“ ist. Damit sind relativ hohe Frame-Raten möglich.

Entsprechend der vorliegenden Erfindung wird, wie etwa in dem Fig. 3 dargestellte Ausführungsbeispiel, das erste Pixel (0, 0) durch ein externes Signal (12) stimuliert und löst über eine Schaltung 13 dessen Integrationsvorgang aus. Mit dem Ende der Integration wird das Graylevel-Event generiert und der Stimulus an das nächste Pixel weitergeleitet (Ack(N+1)), vergleichbar einem Bit in einem Schieberegister. Der Stimulus durchläuft so das ganze Pixel-Feld und produziert ein Grauwert-Bild der betrachteten Szene. Ein Steuersignal (Scan) 14 aktiviert den Mechanismus. Während hier keinerlei Datenkollisionen und damit geringstes Bildrauschen zu befürchten sind, ist diese Vorgangsweise relativ langsam, weil ja die „Gesamtbelichtungszeit“ durch die Summe aller Integrationszeiten gegeben ist.

Die Nachteile der beiden dargelegten Verfahren können beispielsweise durch eine erfindungsgemäße Ausführungsform mit z.B. zeilen- oder bereichsparallelem „Scan“-Mechanismus vermieden werden. Die ersten Pixel jeder Zeile oder jedes zusammengehörigen (nicht notwendigerweise örtlich zusammenhängenden) Bereiches ([0 ... N], 0) werden gleichzeitig stimuliert. Am Ende der Integration wird der Stimulus an das folgende Pixel in der Zeile weitergeleitet und der Stimulus durchläuft die Zeilen parallel. Eine Vorverzögerung (Delay) 15 kann für jede neue Zeile implementiert werden, um Datenkollisionen (speziell der jeweils ersten Pixel) zu vermindern. Dieses Verfahren ist um ca. einen Faktor N (Zeilenanzahl des Pixelfeldes) schneller als das rein sequentielle „Scan“-Verfahren, hat jedoch auch eine etwas größere Wahrscheinlichkeit für Datenkollisionen (d.h. höheres Bildrauschen)



Weiters wären für die Grauwert-Auslesung des gesamten Bildsensors folgende Verfahren denkbar: Andere Stimulus-Geometrien, Random-Access Stimulus (extern gesteuert) oder auch Zufalls-Stimulierung.

Bei der Zufalls-Stimulierung über beispielsweise „Leakage“-Events wird der Effekt ausgenutzt, daß jedes Tmpdiff-Pixel auch bei völliger Abwesenheit von visuellen Stimuli mit einer sehr niedrigen Rate ($\sim 1-5$ pro Minute) Events produziert, die durch einen kleinen Leckstrom in einem der Transistoren der Schaltung hervorgerufen werden. Die genauen Zeitpunkte der Events sowie die Raten sind für die einzelnen Pixel unterschiedlich, da dieser Strom eine statistisch gestreute Größe ist. Durch eine künstliche (einstellbare) Vergrößerung des Leckstromes generieren alle Pixel Timing-Events und einen neuen Grauwert zu zufälligen Zeitpunkten. Die gesamte Datenrate ist über den Leckstrom kontrollierbar, wobei aber durch die Erzeugung von nicht mit Ereignissen in der Szene korrelierten Events ein erhöhtes Rauschen im den „Tmpdiff“-Daten in Kauf genommen werden muß.

Alle genannten Stimulierungs-Verfahren können parallel zum normalen Betrieb laufen. Die Ausgangs-Datenrate kann dabei für die jeweilige Anwendung angepasst werden. Ein überlagerter, synchroner Video-Betrieb ist denkbar.

Patentansprüche:

Patentansprüche:

1. Verfahren zur Generierung eines Bildes, umfassend Detektierung von Ereignissen einer bestimmten Kategorie durch Bildelemente eines Bildsensors, die asynchrone und ereignisgesteuerte Übermittlung der Adresse des das Ereignis detektierenden Bildelementes zur Weiterverarbeitung, sowie Kennzeichnung des Zeitpunktes des Ereignisses, dadurch gekennzeichnet, daß durch das Ereignis zusätzlich eine Belichtungsmessung an dem das Ereignis detektierenden Bildelement initiiert wird, deren Resultat zusammen mit der Adresse des das Ereignis detektierenden Bildelementes asynchron zur Weiterverarbeitung übermittelt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Erreichen eines einstellbaren Schwellenwertes durch eine von der Belichtung abhängige physikalische Größe am Bildelement detektiert wird, die Adresse des Bildelementes zu diesem Zeitpunkt zur Weiterverarbeitung übermittelt wird, und die Zeitdifferenz zwischen dem Zeitpunkt des die Belichtung auslösenden Ereignisses und dem Erreichen des Schwellenwertes als Maß für die Belichtung des Bildelementes herangezogen wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der resultierende Spannungswert am Bildelement nach Integration über eine vorgegebene Zeitdauer ermittelt und als Maß für die Belichtung des Bildelementes herangezogen und zur Weiterverarbeitung übermittelt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Information über die Detektierung eines Ereignisses und über die Belichtungsmessung parallel und unabhängig von einander übermittelt wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Belichtungsmessung an einem Bildelement durch eine relative Intensitätsänderung an diesem Bildelement initiiert wird, wobei das Eintreten der Intensitätsänderung durch die Übermittlung der Adresse des Bildelementes zur Weiterverarbeitung signalisiert wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß zu zumindest einem beliebigen Zeitpunkt eine Referenzbelichtungsmessung an zumindest einem Bildelement initiiert wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Zufalls-Stimulierung der Bildelemente und damit die Initiierung der Belichtungsmessung begünstigt wird.
8. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Belichtungsmessung in mehreren, vorzugsweise in allen parallelen Zeilen von Bildelementen an deren erstem Bildelement jeweils im wesentlichen gleichzeitig initiiert wird, und daß am Ende der Integration der Belichtungsmessung eines Bildelementes die Belichtungsmessung am jeweils nächsten Bildelement der gleichen Zeile initiiert wird.
9. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Belichtungsmessung im wesentlichen gleichzeitig in Bildelementen initiiert wird, die gemäß einem beliebig vorgebbaren Muster, vorzugsweise einem zusammenhängenden Bereich, angeordnet sind.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Referenzbelichtungsmessung parallel und gleichzeitig zur Detektierung von Ereignissen einer bestimmten Kategorie durch die Bildelemente des Bildsensors vorgenommen wird.
11. Bildelement für einen Bildsensor zur Generierung eines Bildes, mit einer Schaltung (1) zur Detektierung von Ereignissen und zur asynchronen und ereignisgesteuerte Übermittlung seiner Adresse an eine Auswerteschaltung, vorzugsweise über einen asynchronen Bus-Arbiter (5), dadurch gekennzeichnet, daß zusätzlich eine Schaltung (2) zur Belichtungsmessung vorgesehen und mit der Auswerteschaltung verbunden ist.
12. Bildelement nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Schaltung (2) zur Belichtungsmessung eine Integrationsschaltung mit Schwellwert-Entscheider (3) und Reset-Logik (4) aufweist.
13. Bildelement nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß zwei parallele, unabhängige Bus-Arbiter (5, 6) vorgesehen sind, über welche separat voneinander die Schaltung (1) zur Detektierung von Ereignissen und die Schaltung (2) zur Belichtungsmessung mit der Auswerteschaltung verbunden sind.

14. Bildelement nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Schaltung zur Belichtungsmessung (2) eine Integrationsschaltung mit einstellbarer Integrationszeit aufweist und mit einem Analog/Digital-Wandler (10) für den resultierenden Spannungswert verbunden ist.
15. Bildelement nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß der Analog/Digital-Wandler (10) über einen von der Übertragung der Detektierung von Ereignissen separaten Datenbus (11) mit der Auswerteschaltung verbunden ist.
16. Bildelement nach einem der Ansprüche 11 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Schaltung (1) zur Detektierung von Ereignissen einen Transienten-Sensor mit einem analogen Schaltkreis zur Signalvorverarbeitung und zum asynchronen Senden über vorzugsweise das Adress-Event-Protokoll aufweist.
17. Bildsensor zur Generierung eines Bildes, mit einer Schaltung zur Detektierung von Ereignissen und zur asynchronen und ereignisgesteuerte Übermittlung seiner Adresse an eine Auswerteschaltung, vorzugsweise über einen asynchronen Bus-Arbiter, dadurch gekennzeichnet, daß die Bildelemente nach einem der Ansprüche 9 bis 15 aufgebaut sind.
18. Bildsensor nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß eine Schaltung zur zwangsweisen Anregung des Pixels zur Belichtungsmessung vorgesehen ist.
19. Bildsensor nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß die Bildelemente zeilenförmig angeordnet sind und die Schaltung (13) zur im wesentlichen gleichzeitigen zwangsweisen Anregung der jeweils ersten Bildelemente jeder Zeile, zur Ermittlung des Endes der Belichtungsmessung jedes Bildelementes und zur zwangsweisen Anregung des jeweils nächsten Bildelementes der gleichen Zeile ausgelegt ist.
20. Bildsensor nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß eine Schaltung zur Einstellung des Leckstroms der Schaltungen zur Detektierung von Ereignissen vorgesehen ist.

21. Bildsensor nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß eine Schaltung zur im wesentlichen gleichzeitigen zwangsweisen Anregung der Schaltung zur Detektierung von Ereignissen für eine Gruppe von Bildelementen implementiert ist, welche Gruppe von Bildelementen gemäß einem beliebig vorgebbaren Muster, vorzugsweise einem zusammenhängenden Bereich, angeordnet ist.



FIG. 1

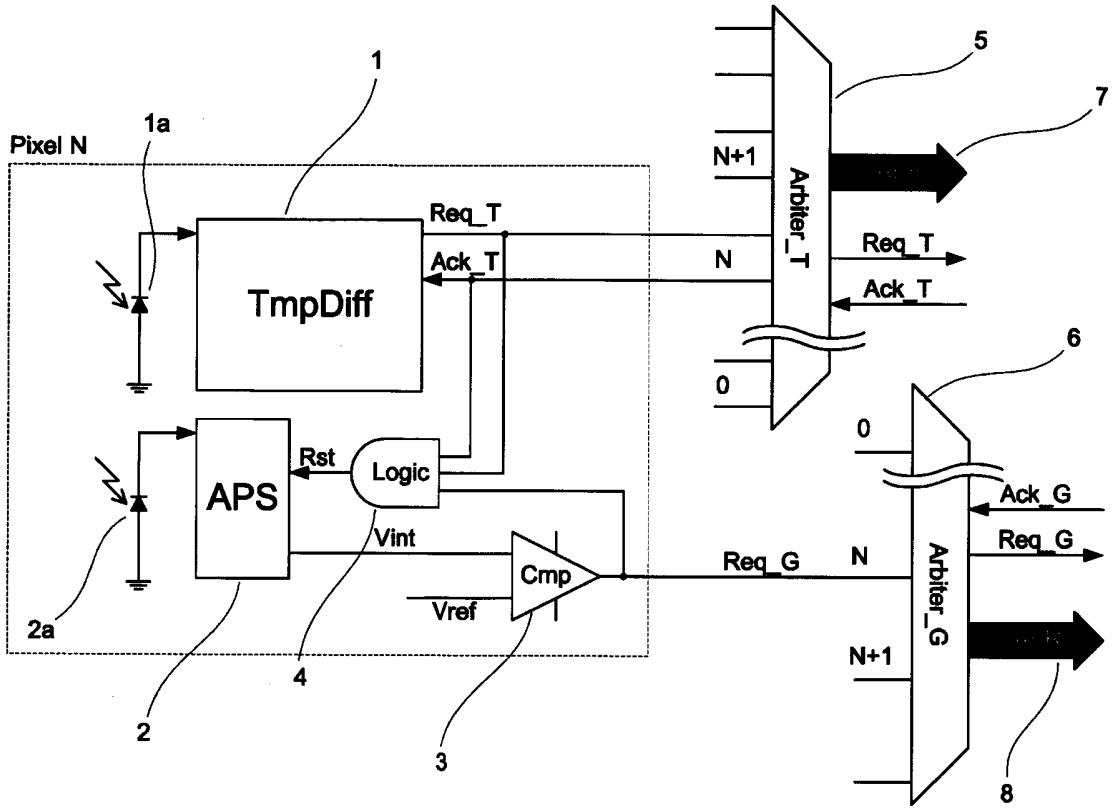


FIG. 2

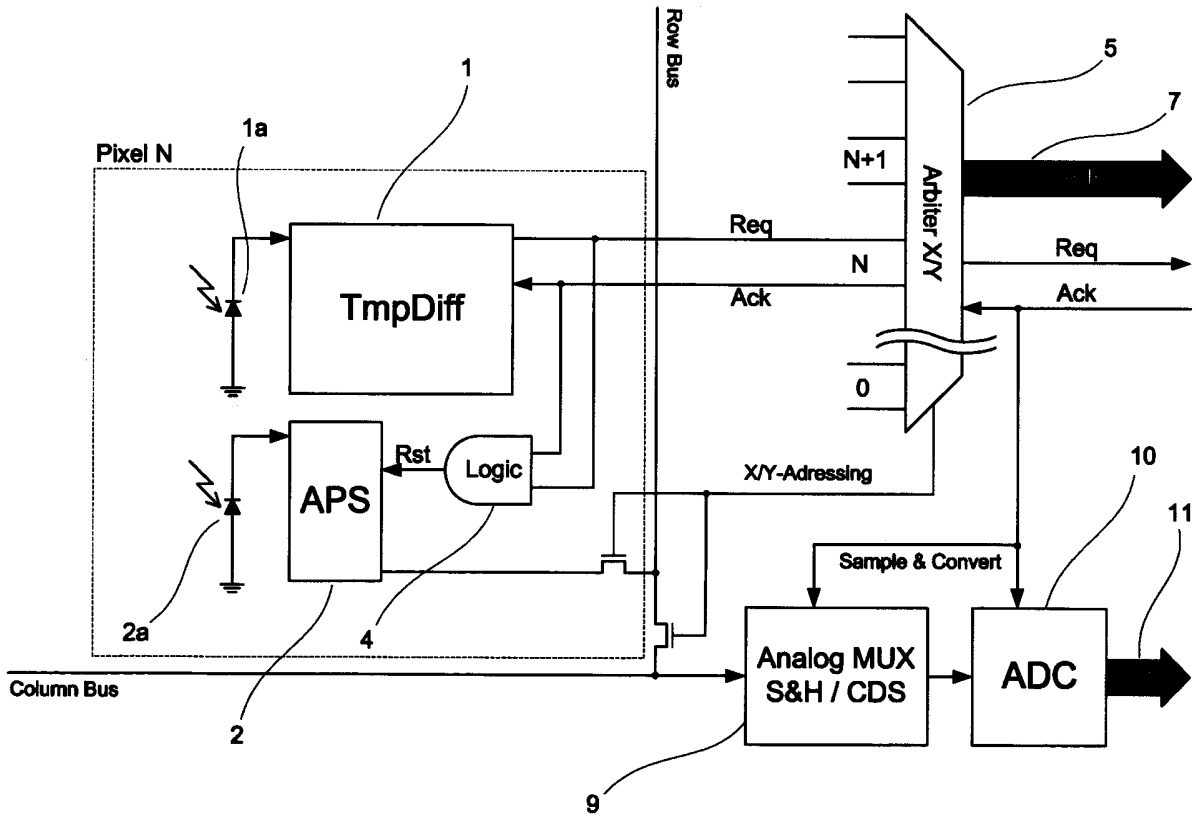
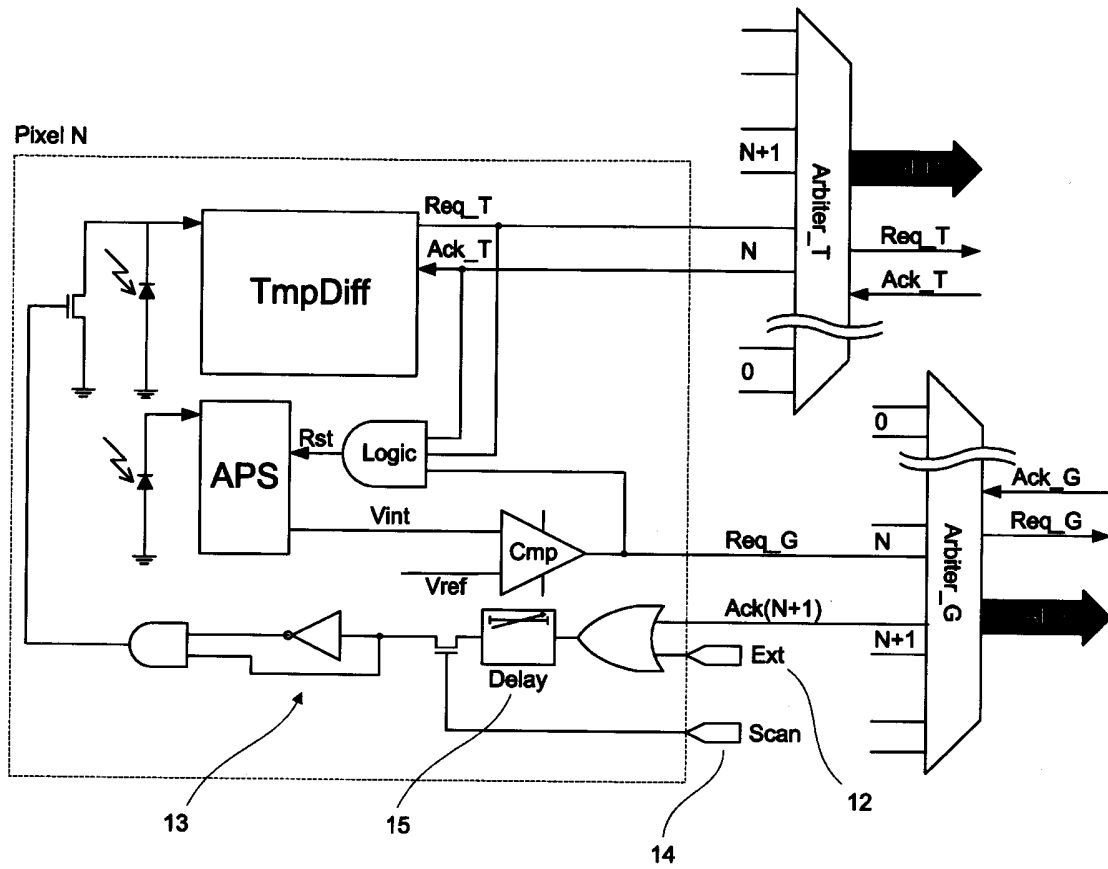


FIG. 3



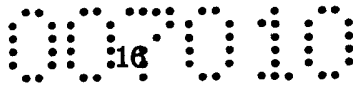
Patentansprüche:

1. Verfahren zur Generierung eines Bildes, umfassend selbständige Detektion von einen einstellbaren Schwellwert übersteigenden Helligkeitsänderungen in einer betrachteten Szene durch Bildelemente eines Bildsensors, die asynchrone Übermittlung der Adresse des die Helligkeitsänderung detektierenden Bildelementes zur Speicherung und Weiterverarbeitung, sowie Kennzeichnung des Zeitpunktes der Detektion, dadurch gekennzeichnet, dass durch das Ereignis der Detektion einer Helligkeitsänderung durch ein Bildelement zusätzlich eine Belichtungsmessung an dem detektierenden Bildelement initiiert wird, deren Resultat zusammen mit der Adresse des die Helligkeitsänderung detektierenden Bildelementes asynchron zur Speicherung und/oder Weiterverarbeitung übermittelt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Ende der Belichtungsmessung durch das Erreichen eines einstellbaren Schwellwertes durch eine von der Belichtung abhängige physikalische Größe am Bildelement festgestellt wird, die Adresse des Bildelementes zu diesem Zeitpunkt zur Weiterverarbeitung übermittelt wird, und die Zeitdifferenz zwischen dem Zeitpunkt des die Belichtungsmessung auslösenden Ereignisses und dem Erreichen des Schwellwertes als Maß für die Belichtung des Bildelementes herangezogen wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der resultierende Spannungswert am Bildelement nach Integration über eine vorgegebene Zeitdauer ermittelt und als Maß für die Belichtung des Bildelementes herangezogen und zur Weiterverarbeitung übermittelt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Information über die Detektion eines Ereignisses und über die Belichtungsmessung parallel und unabhängig von einander übermittelt wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Belichtungsmessung an einem Bildelement durch eine relative Helligkeitsänderung an diesem Bildelement ausgelöst wird, wobei das Eintreten der Helligkeitsänderung durch die Übermittlung der Adresse des Bildelementes zur Weiterverarbeitung signalisiert wird.

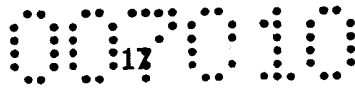


6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass zu zumindest einem beliebigen Zeitpunkt eine Referenzbelichtungsmessung an zumindest einem Bildelement ausgelöst wird.
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Zufalls-Stimulierung der Bildelemente und damit die Auslösung der Belichtungsmessungen begünstigt wird.
8. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Belichtungsmessung in mehreren, vorzugsweise in allen parallelen Zeilen von Bildelementen an deren erstem Bildelement jeweils im wesentlichen gleichzeitig ausgelöst wird, und dass am Ende der Integration der Belichtungsmessung eines Bildelementes die Belichtungsmessung am jeweils nächsten Bildelement der gleichen Zeile ausgelöst wird.
9. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Belichtungsmessung im wesentlichen gleichzeitig in Bildelementen initiiert wird, die gemäß einem beliebig vorgebbaren Muster, vorzugsweise einem zusammenhängenden Bereich, angeordnet sind.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Referenzbelichtungsmessung parallel und gleichzeitig zum normalen Bildaufnahmebetrieb durch die Bildelemente des Bildsensors vorgenommen wird.
11. Bildelement für einen Bildsensor zur Generierung eines Bildes, mit einer Schaltung (1) zur Detektion von einen einstellbaren Schwellwert übersteigenden Helligkeitsänderungen in einer betrachteten Szene und zur asynchronen und ereignisgesteuerten Übermittlung seiner Adresse an eine Auswerteschaltung, dadurch gekennzeichnet, dass zusätzlich eine Schaltung (2) zur Messung der Helligkeit und asynchronen und ereignisgesteuerten Übermittlung des Messwertes an eine Auswerteschaltung vorgesehen ist.
12. Bildelement nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Schaltung (2) zur Messung der Helligkeit eine Integrationsschaltung mit Schwellwert-Entscheider (3) und Reset-Logik (4) aufweist.

NACHGEREICHT



13. Bildelement nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass zwei parallele, unabhängige asynchrone Bus-Arbiters (5, 6) vorgesehen sind, über welche separat voneinander die Schaltung (1) zur Detektion von Helligkeitsänderungen und die Schaltung (2) zur Messung der Helligkeit mit der Auswerteschaltung verbunden sind.
14. Bildelement nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Schaltung (2) zur Messung der Helligkeit eine Integrationsschaltung mit einstellbarer Integrationszeit aufweist und mit einem Analog/Digital-Wandler (10) für den resultierenden Spannungswert verbunden ist.
15. Bildelement nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass der Analog/Digital-Wandler (10) über einen von der Übertragung der Detektion von Helligkeitsänderungen separaten Datenbus (11) mit der Auswerteschaltung verbunden ist.
16. Bildelement nach einem der Ansprüche 11 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Schaltung (1) zur Detektion von Helligkeitsänderungen eine „Tmptdiff“-Schaltung mit einem analogen Schaltkreis zur Signalvorverarbeitung und zum asynchronen Senden über vorzugsweise das Adress-Event-Protokoll aufweist.
17. Bildsensor zur Generierung eines Bildes, bestehend aus einer Vielzahl von Bildelementen, asynchronen Bus-Arbiters zur Übermittlung der von den Bildelementen selbständig und asynchron generierten Daten zur Speicherung und Weiterverarbeitung an eine Auswerteschaltung., dadurch gekennzeichnet, dass die Bildelemente nach einem der Ansprüche 11 bis 16 aufgebaut sind.
18. Bildsensor nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass eine Schaltung zur zwangsweisen Anregung des Pixels zur Messung der Helligkeit vorgesehen ist.
19. Bildsensor nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass die Bildelemente zeilenförmig angeordnet sind und die Schaltung (13) zur im wesentlichen gleichzeitigen zwangsweisen Anregung der jeweils ersten Bildelemente jeder Zeile, zur Ermittlung des Endes der Messung der Helligkeit jedes Bildelementes und zur zwangsweisen Anregung des jeweils nächsten Bildelementes der gleichen Zeile ausgelegt ist.



20. Bildsensor nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass eine Schaltung zur Einstellung des Leckstroms der Schaltungen zur Detektion von Helligkeitsänderungen vorgesehen ist.

21. Bildsensor nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass eine Schaltung zur im wesentlichen gleichzeitigen zwangsweisen Anregung der Schaltung zur Detektion von Ereignissen für eine Gruppe von Bildelementen implementiert ist, welche Gruppe von Bildelementen gemäß einem beliebig vorgebbaren Muster, vorzugsweise einem zusammenhängenden Bereich, angeordnet ist.



Klassifikation des Anmeldegegenstands gemäß IPC ^a : H04N 5/335 (2006.01)		
Klassifikation des Anmeldegegenstands gemäß ECLA: H04N 5/335B		
Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation): H04N		
Konsultierte Online-Datenbank: WPIU, EPODOC, XPESP, XPIEE, XPI3E		
Dieser Recherchenbericht wurde zu den am 23. November 2006 eingereichten Ansprüchen 1-21 erstellt.		
Kategorie ¹⁾	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
X	US 6660989 B2 (GUO et al.) 9. Dezember 2003 (09.12.2003) <i>Fig. 2a-2c; Anspruch 1</i> --	1,11
A	WO 2006/073875 A2 (RECONOPTICAL INC.) 13. Juni 2006 (13.06.2006) <i>Ansprüche 1, 31-35</i> ---	1-21
Datum der Beendigung der Recherche: 23. März 2007		<input type="checkbox"/> Fortsetzung siehe Folgeblatt Prüfer(in): Dr. FUSSY
¹⁾ Kategorien der angeführten Dokumente: X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung : der Anmeldegegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden. Y Veröffentlichung von Bedeutung : der Anmeldegegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist. A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert. P Dokument, das von Bedeutung ist (Kategorien X oder Y), jedoch nach dem Prioritätstag der Anmeldung veröffentlicht wurde. E Dokument, das von besonderer Bedeutung ist (Kategorie X), aus dem ein älteres Recht hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen). & Veröffentlichung, die Mitglied der selben Patentfamilie ist.		