



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 085 483 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
21.03.2001 Patentblatt 2001/12

(51) Int. Cl.⁷: **G08G 1/04**

(21) Anmeldenummer: **00119375.4**

(22) Anmeldetag: **11.09.2000**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: **16.09.1999 DE 19944422**

(71) Anmelder:
**ROBOT FOTO UND ELECTRONIC GmbH
D-40597 Düsseldorf (DE)**

(72) Erfinder: **Hofmann, Thorsten
31139 Hildesheim (DE)**

(74) Vertreter:
**Weisse, Jürgen, Dipl.-Phys. et al
Patentanwälte
Dipl.-Phys. Jürgen Weisse
Dipl.-Chem. Dr. Rudolf Wolgast
Bökenbusch 41
42555 Velbert-Langenberg (DE)**

(54) **Verfahren und Vorrichtung zur Aufnahme von bewegten Objekten mittels eines bildauflösenden Sensors**

(57) Ein Verfahren zur Aufnahme eines durch eine Lichtquelle (14) beleuchteten, bewegten Objektes (10) mittels eines bildauflösenden Sensors (22) mit einer Anordnung von Detektorelementen (24), auf denen ein Bild des Objekts (10) erzeugt wird, enthält die Verfahrensschritte, daß

(a) die von C-MOS-Photodioden gebildeten Detektorelemente (24) jeweils ein Signal liefern, das im wesentlichen dem Momentanwert der auf das Detektorelement (24) fallenden Helligkeit entspricht, und die Detektorelemente (24) in einer endlichen Zeitspanne nacheinander ausgelesen werden,

(b) das Objekt (10) durch Lichtimpulse belichtet wird und

(c) die nach der Belichtung durch einen Lichtimpuls noch für eine kurze Zeitspanne an den Detektorelementen (24) anstehenden Signale nach Beendigung des Lichtimpulses ausgelesen werden.

Es wird auch eine Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens beschrieben.

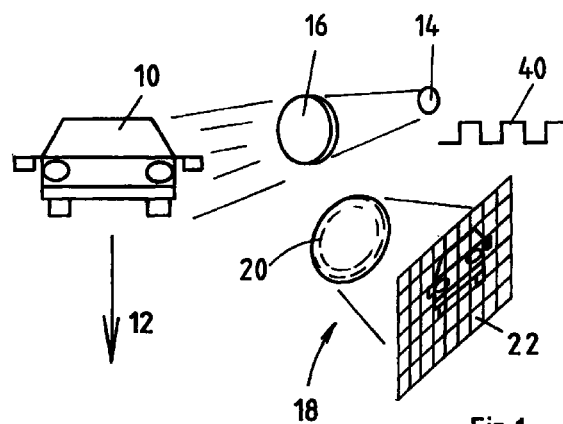


Fig. 1

EP 1 085 483 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Aufnahme eines durch eine Lichtquelle beleuchteten, bewegten Objekts mittels eines bildauflösenden Sensors mit einer Anordnung von Detektorelementen, auf denen ein Bild des Objekts erzeugt wird.

[0002] Die Erfindung betrifft weiterhin eine Vorrichtung zur Aufnahme eines durch eine Lichtquelle beleuchteten, bewegten Objektes mittels eines bildauflösenden Sensors mit einer Anordnung von Detektorelementen, auf denen ein Bild des Objekts erzeugt wird.

[0003] Ein bevorzugtes Beispiel für die Anwendung der Erfindung ist die Verkehrsüberwachung mittels einer Digitalkamera. Dabei wird mit der Kamera ein Bild eines schnell bewegten Fahrzeugs aufgenommen. Von einem abbildenden optischen System wird ein Bild einer Objektszene auf einem bildauslösenden Sensor erzeugt. Der bildauflösende Sensor ist eine zweidimensionale Anordnung von lichtempfindlichen Detektorelementen. Jedes Detektorelement erfaßt ein Bildelement (Pixel) und liefert ein die Helligkeit des Bildelements wiedergebendes Signal. Dieses Signal wird ausgelesen und digitalisiert. Dieses Auslesen und Digitalisieren der Signale der einzelnen Detektorelemente erfolgt nacheinander und erfordert eine endliche Auslesezeit. Die Gesamtheit dieser Signale liefert ein "elektronisches" oder "digitales Bild" der Objektszene. Dieses digitale Bild kann einer Bildverarbeitung unterworfen werden. Beispielsweise kann das Nummernschild eines beobachteten Fahrzeugs erkannt und darauf das Kennzeichen des Fahrzeugs mittels eines Zeichenerkennungs-Programmes gelesen werden.

[0004] Der Dynamikbereich üblicher, mit CCD-Bildsensoren arbeitender Digitalkameras ist verglichen z.B. mit dem Dynamikbereich photographischer Aufnahmen, klein. "Dynamikbereich" ist dabei der Bereich der Helligkeiten, die durch den Bildsensor noch erfaßt und unterschieden werden können. Für eine Digitalkamera, die in der Verkehrsüberwachung eingesetzt wird, ist jedoch ein hoher Dynamikbereich des Bildsensors erwünscht.

[0005] Es gibt C-MOS-Bildsensoren mit hohem Dynamikbereich. Bei dem Einsatz solcher C-MOS-Bildsensoren zur Aufnahme schnell bewegter Objekte ergibt sich aber folgendes Problem: Im Gegensatz zu CCD-Bildsensoren, welche die Lichtmenge über eine bestimmte Zeit integrieren, liefern die Detektorelemente von C-MOS-Bildsensoren in jedem Augenblick Signale, welche der jeweils aktuellen Helligkeit entsprechen. Diese Signale werden nacheinander in endlicher Zeit ausgelesen. Das bedeutet, daß das Auslesen der Signale der einzelnen Bildelemente eines Bildes zu unterschiedlichen Zeiten erfolgt, also zu unterschiedlichen Positionen des bewegten Objekts in der Objektszene gehören. Das führt zu Verzerrungen. Diese nehmen mit steigender Geschwindigkeit des Objekts und mit steigender Auslesezeit zu.

[0006] Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde,

eine Objektszene mit einem schnell bewegten Objekt mit hoher Dynamik und ohne Verzerrung mittels eines Bildsensors zu erfassen.

[0007] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß

(a) die Detektorelemente jeweils ein Signal liefern, das im wesentlichen dem Momentanwert der auf das Detektorelement fallenden Helligkeit entspricht, und die Detektorelemente in einer endlichen Zeitspanne nacheinander ausgelesen werden,

(b) das Objekt durch Lichtimpulse belichtet wird und

(c) die nach der Belichtung durch einen Lichtimpuls noch für eine kurze Zeitspanne an den Detektorelementen anstehenden Signale nach Beendigung des Lichtimpulses ausgelesen werden.

[0008] Nach der Erfindung wird ein Bildsensor wie ein C-MOS-Bildsensor verwendet, der einen großen Dynamikbereich besitzt. Dieser Bildsensor liefert jedoch jeweils momentane Helligkeiten, was, wie oben erläutert, durch die endliche Auslesezeit bei der Aufnahme schneller Objekte zu Verzerrungen führen würde. Um solche Verzerrungen zu vermeiden, nutzt die Erfindung einen speziellen Effekt aus: Die Erfindung beruht auf der Erkenntnis, daß bei einer gepulsten Beleuchtung der Objektszene, bei welcher alle Teile des bewegten Objekts gleichzeitig belichtet werden, die Signale auch nach dem Aufhören des Lichtimpulses noch für eine Weile erhalten bleiben. Das ist wie ein sensorseitiges "Nachleuchten". Während dieses "Nachleuchtens", während welches keine Änderungen der Helligkeit an den einzelnen Detektorelementen und damit keine Signaländerung eintritt, werden die Signale ausgelesen. Damit wird ein unverzerrtes "elektronisches Bild" des bewegten Objekts in der Objektszene erhalten.

[0009] Eine Vorrichtung zur Durchführung des beschriebenen Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, daß

(a) die Detektorelemente jeweils ein Signal liefern, das im wesentlichen dem Momentanwert der auf das Detektorelement fallenden Helligkeit entspricht, und die Detektorelemente in einer endlichen Zeitspanne nacheinander auslesbar sind,

(b) die Lichtquelle eine gepulste Lichtquelle ist und

(c) die nach der Belichtung durch einen Lichtimpuls der Lichtquelle noch für eine kurze Zeitspanne an den Detektorelementen anstehenden Signale nach Beendigung des Lichtimpulses auslesbar sind.

[0010] Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegen-

stand der Unteransprüche.

[0011] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist nachstehend unter Bezugnahme auf die zugehörigen Zeichnungen näher erläutert.

Fig. 1 zeigt schematisch eine Vorrichtung zur verzerrungsfreien Aufnahme eines bewegten Kraftfahrzeugs mittels eines C-MOS-Bildsensors.

Fig.2 zeigt schematisch die Auslesung des C-MOS-Bildsensors und die Signalverarbeitung.

[0012] In Fig. 1 ist mit 10 ein aufzunehmendes Kraftfahrzeug bezeichnet, das sich schnell bewegt, wie durch einen Pfeil 12 dargestellt ist. Das Kraftfahrzeug 10 wird von einer Lichtquelle 14 über eine Beleuchtungsoptik 16 beleuchtet und durch eine Digitalkamera 18 "elektronisch photographiert". Von der Digitalkamera 18 ist in der schematischen Darstellung von Fig. 1 nur das abbildende optische System 20 und ein bildauflösender Sensor 22 dargestellt. Das abbildende optische System 20 erzeugt ein Bild einer Objektszene mit dem Kraftfahrzeug 10 auf dem bildauflösenden Sensor 22.

[0013] Fig.2 zeigt die Auslesung und Signalverarbeitung.

[0014] Der bildauflösende Sensor 22 weist eine zweidimensionale, rechteckige Anordnung von Detektorelementen 24 auf, die in Spalten 26 und Zeilen 28 angeordnet sind. Die Detektorelemente sind Photodioden, deren Signale durch je eine Verstärkerstufe verstärkt werden. Jedes der Detektorelemente 24 erfaßt ein Bildelement (Pixel) der Objektszene und liefert ein analoges, elektrisches Signal nach Maßgabe der Helligkeit dieses Bildelements. Die Signale der Detektorelemente 24 werden nacheinander abgegriffen (ausgelesen). Zu diesem Zweck werden die Detektorelemente über Steuerleitungen 30 und 32 nach Spalten 26 bzw. Zeilen 28 angesteuert. Jedes so abgegriffene Signal wird durch eine zugehörige Verstärkerstufe 34 verstärkt, durch einen A/D-Wandler 36 digitalisiert und in einem Speicher 38 als "digitales Bild" gespeichert. Dieses digitale Bild kann dann einer Bildverarbeitung unterworfen werden.

[0015] Der bildauflösende Sensor 22 ist ein C-MOS-Bildsensor. Die Detektorelemente 24 des C-MOS-Bildsensors liefern jeweils Signale, die der momentanen Helligkeit des Bildelements am Ort des Detektorelements 24 entsprechen. Die Detektorelemente 24 werden nacheinander ausgelesen. Das ergibt eine endliche Auslesezeit. Das eine Detektorelement, etwa links oben in Fig.2, wird zu einer anderen Zeit ausgelesen als das andere Detektorelement, etwa rechts unten in Fig.2. Bei der Aufnahme schnell bewegter Objekte führt das zu Verzerrungen. Aus diesem Grunde erfolgt die Beleuchtung des Objekts (Kraftfahrzeug 10) durch gepulstes Licht. Die Lichtquelle 14 ist eine gepulste Lichtquelle.

[0016] Wenn das Kraftfahrzeug 10 mit einem Lichtimpuls von z.B. 350 µs Dauer beleuchtet worden ist, dann liefern alle Detektorelemente 24 Signale, welche dem gleichen Zeitpunkt zugeordnet sind. Durch das vorstehend erläuterte "sensorseitige Nachleuchten" bleiben diese Signale auch nach Beendigung des Lichtimpulses noch eine kurze Zeitspanne bestehen. Das ist wahrscheinlich auf parasitäre Kapazitäten der nachgeschalteten Verstärkerstufen 34 zurückzuführen. Diese Signale werden nicht durch Änderungen der Helligkeit verändert, die durch eine Bewegung des aufgenommenen Objektes in den betroffenen Bildelementen hervorgerufen wird. Wenn diese Signale nach der Beendigung des Lichtimpulses während der endlichen Auslesezeit ausgelesen werden, ergibt sich eine Momentaufnahme ohne Verzerrung.

[0017] Wie in Fig.1 dargestellt ist, kann die Lichtquelle 14 eine regelmäßige Folge 40 von Lichtimpulsen erzeugen. Die Auslesung der Detektorelemente 24 erfolgt darin jeweils in der Dunkelperiode zwischen aufeinanderfolgenden Lichtimpulsen.. Dadurch wird eine Folge von unverzerrten elektronischen Bildern erhalten.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Aufnahme eines durch eine Lichtquelle (14) beleuchteten, bewegten Objektes (10) mittels eines bildauflösenden Sensors (22) mit einer Anordnung von Detektorelementen (24), auf denen ein Bild des Objekts (10) erzeugt wird, **dadurch gekennzeichnet, daß**

(a) die Detektorelemente (24) jeweils ein Signal liefern, das im wesentlichen dem Momentanwert der auf das Detektorelement (24) fallenden Helligkeit entspricht, und die Detektorelemente (24) in einer endlichen Zeitspanne nacheinander ausgelesen werden,

(b) das Objekt (10) durch Lichtimpulse belichtet wird und

(c) die nach der Belichtung durch einen Lichtimpuls noch für eine kurze Zeitspanne an den Detektorelementen (24) anstehenden Signale nach Beendigung des Lichtimpulses ausgelesen werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** als bildauflösender Sensor (22) ein C-MOS-Bildsensor verwendet wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Objekt (10) durch eine Folge von Lichtimpulsen belichtet wird.

4. Vorrichtung zur Aufnahme eines durch eine Lichtquelle (14) beleuchteten, bewegten Objektes (10)

mittels eines bildauflösenden Sensors (22) mit einer Anordnung von Detektorelementen (24), auf denen ein Bild des Objekts (10) erzeugt wird **dadurch gekennzeichnet, daß**

5

(a) die Detektorelemente (24) jeweils ein Signal liefern, das im wesentlichen dem Momentanwert der auf das Detektorelement (24) fallenden Helligkeit entspricht, und die Detektorelemente (24) in einer endlichen Zeitspanne nacheinander auslesbar sind, 10

(b) die Lichtquelle (14) eine gepulste Lichtquelle ist und 15

(c) die nach der Belichtung durch einen Lichtimpuls der Lichtquelle (14) noch für eine kurze Zeitspanne an den Detektorelementen (24) anstehenden Signale nach Beendigung des Lichtimpulses auslesbar sind. 20

5. Vorrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** der bildauflösende Sensor (22) ein C-MOS-Bildsensor ist. 25

6. Vorrichtung nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** die gepulste Lichtquelle (14) eine Folge von Lichtimpulsen erzeugt. 30

35

40

45

50

55

4

