



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 697 36 621 T2** 2007.09.13

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 0 809 303 B1**

(51) Int Cl.⁸: **H01L 31/0232** (2006.01)

(21) Deutsches Aktenzeichen: **697 36 621.9**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **97 201 412.0**

(96) Europäischer Anmeldetag: **10.05.1997**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **26.11.1997**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **06.09.2006**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **13.09.2007**

(30) Unionspriorität:

18127	22.05.1996	US
800947	13.02.1997	US

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, FR, GB, IT

(73) Patentinhaber:

Eastman Kodak Co., Rochester, N.Y., US

(72) Erfinder:

Guidash, Robert M., Rochester, N.Y., US; Lee, Paul P., Rochester, N.Y., US; Lee, Teh-Hsuang, Rochester, N.Y., US

(74) Vertreter:

WAGNER & GEYER Partnerschaft Patent- und Rechtsanwälte, 80538 München

(54) Bezeichnung: **Aktiver Farbpixelsensor mit elektronischen Verschlusseigenschaften, mit Überstrahlungsschutzsteuerung und geringem Übersprechen**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft allgemein Festkörper-Bildwandler und insbesondere aktive Pixelsensoren (APS).

[0002] Aktive Pixelsensoren (APS) sind Halbleiter-Bildsensoren, bei denen jedes Pixel eine Fotodetektoreinrichtung, eine Einrichtung zum Umwandeln von Ladung in Spannung, eine Rückstelleinrichtung und einen ganzen Verstärker oder einen Teil eines Verstärkers enthält. Bei typischen APS-Vorrichtungen wird jede Zeile oder Reihe des Bildsensors integriert, ausgelesen und dann zu einem anderen Zeitpunkt rückgestellt. Dies bedeutet, dass im ausgelesenen Gesamtbild die Szene in jeder Zeile zu einem anderen Zeitpunkt aufgenommen wurde. Da die Beleuchtungsbedingungen sich zeitabhängig ändern und Gegenstände in der Szene sich auch bewegen können, kann diese Auslesemethode Zeilenartefakte im dargestellten Bild erzeugen. Dies begrenzt die Verwendbarkeit von APS-Vorrichtungen für Anwendungen, bei denen Bewegtbilder oder Stehbilder hoher Qualität gefordert sind.

[0003] Hinzu kommt, dass der Bereich, in dem die Umwandlung der Ladung in Spannung stattfindet, und andere aktive Transistorbereiche von APS-Vorrichtungen (d.h. Bereiche, bei denen es sich nicht um Fotodetektorbereiche handelt) nicht gegen die Szenenbeleuchtung abgeschirmt sind. Infolgedessen werden in diesen Bereichen freie Elektronen erzeugt. Diese Elektronen sind nicht wirksam an das Pixel gebunden, in dem sie erzeugt wurden, und können in benachbarte Pixel diffundieren. Dies führt zu einer Verschlechterung der räumlichen Genauigkeit des Bildsignals und der Modulations-Übertragungsfunktion des Bildsensors. Besonders problematisch ist dies bei Farbbildsensoren, bei denen dieses Pixel-Übersprechen zu einer Farbmischung mit nachteiligen Folgen für das Farbgleichgewicht des Bildes führt.

[0004] Da typische APS-Vorrichtungen in CMOS-Technologie gefertigt werden und daher keine Farbfilteranordnungen oder Mikrolinsenanordnungen enthalten, sind Form und Größe des Fotodetektorbereichs für die Einbettung von Farbfilteranordnungen und Mikrolinsenanordnungen nicht optimal. Ein Grund dafür ist, dass aktive Pixelsensoren nach dem Stand der Technik in der Regel monochrom sind. Für die meisten Bilderzeugungsanwendungen ist ein Farbsensor jedoch wünschenswert. Selbst wenn auf APS-Vorrichtungen nach dem Stand der Technik Farbfilteranordnungen und Mikrolinsenanordnungen angebracht würden, hätten die so erhaltenen Bilder infolge Übersprechens und des nicht optimierten Fotodetektorbereichs eine schlechte Farb-Modulations-Übertragungsfunktion.

[0005] US-A-5 324 930 offenbart einen Bildsensor mit Fotodioden. Dieser ist so strukturiert, dass eine Linse für jede Fotodiode Licht auf einen ersten Abschnitt der Fotodiode fokussiert. Licht aus der Szene beleuchtet einen zweiten Abschnitt der Fotodiode.

[0006] US-A-4 667 092 offenbart einen Halbleiter-Bildsensor mit einem Bildspeicherblock, der eine Blockfläche aufweist. Entlang der Blockfläche ist eine Vielzahl von Speicherelementen zum Speichern eines Bildes in Form einer elektrischen Ladung eingebettet.

[0007] Zur Lösung der oben erörterten Probleme ist es wünschenswert, die Integration für jedes Pixel an derselben Stelle und zum selben Zeitpunkt durchzuführen und diese Ladung anschließend zu einem Speicherbereich in jedem Pixel zu übertragen, der gegen die Szenenbeleuchtung abgeschirmt ist. Dies wird als Bildfeldintegration bezeichnet. Zur Verbesserung der Modulations-Übertragungsfunktion ist es außerdem wünschenswert, dass alle Bereiche mit Ausnahme des Fotodetektors wirksam gegen die Szenenbeleuchtung abgeschirmt werden. Ebenfalls wünschenswert ist die Bereitstellung einer Überstrahlungssteuerung während der Integration und, für die Bildfeldintegration wichtiger, während des Speicher- und Auslesevorgangs der Vorrichtung. Schließlich ist es auch noch wünschenswert, dass Farbfilteranordnungen und Mikrolinsenanordnungen eingebettet werden und die Auslegung des Fotodetektorbereichs eine wirksame Nutzung von Farbfilteranordnungen und Mikrolinsenanordnungen ermöglicht. Diese und andere Probleme werden von den in den Ansprüchen abgegrenzten Offenbarungen gelöst.

[0008] Die Erfindung schafft eine neue Pixelarchitektur und eine neue Arbeitsweise für eine APS-Vorrichtung mit gleichzeitiger Integration der Szenenbeleuchtung an jedem Pixel und nachträglicher gleichzeitiger Übertragung der Signalelektronen an jedem Pixel zu einem gegen Licht abgeschirmten Ladungsspeicherbereich. Ein alternatives Ladungsintegrations- und Übertragungsschema und eine alternative Pixelarchitektur ermöglichen eine gleichzeitige elektronische Verschlusssteuerung, Bilderfassung und Speicherung aller Pixel auf dem Sensor. Erreicht wird dies mit Hilfe eines aktiven Pixelsensors mit einem Halbleitersubstrat, auf dem eine Vielzahl von Pixeln ausgebildet ist, derart, dass mindestens ein Pixel folgende Merkmale aufweist: einen Fotodetektorbereich, auf dem auftreffendes Licht Fotoelektronen bildet, die als Signalladung gesammelt werden, einen Farbfilter über dem Fotodetektorbereich, eine Lichtabschirmung über mindestens dem Ladungsspeicherbereich mit einer Öffnung über dem Fotodetektorbereich, ein Mittel zum Übertragen der Signalladung vom Fotodetektorbereich zu einem Ladungsspeicherbereich, einen Abtastknoten, der als Eingang zu einem Verstärker fungiert und operativ mit

dem Signalspeicherbereich verbunden ist.

[0009] Die Formsymmetrie des Fotodetektors ist so ausgelegt, dass eine Mikrolinse verwendet werden könnte, um den effektiven Füllfaktor zu maximieren und Farbbilder hoher Qualität zu erhalten.

[0010] Durch gleichzeitige Rückstellung und Integration an jedem Pixel einmal pro Bildfeld werden durch Änderung der Szenenbeleuchtung oder Szenenbewegung verursachte Artefakte eliminiert. Eine Lichtabschirmung des Pixels einschließlich des Ladungsspeicherbereichs macht dies möglich.

[0011] Eine Öffnung in der Lichtabschirmung mindestens über dem Fotodetektorbereich verbessert die Modulations-Übertragungsfunktion der Vorrichtung, weil sie verhindert, dass in Bereichen außerhalb des Fotodetektors eines gegebenen Pixels erzeugte Fotoelektronen im Fotodetektor- oder Ladungsspeicherbereich benachbarter Pixel gesammelt werden. Die Einbeziehung eines seitlichen oder vertikalen Überlaufdrain (LOD oder VOD) für den Fotodetektor ermöglicht eine Überstrahlungssteuerung während des Speicher- und Auslesevorgangs. Die Einbeziehung von Farbfilteranordnungen und Mikrolinsen und eine entsprechende Auslegung des Fotodetektorbereichs gewährleisten Farbbilder hoher Qualität.

[0012] Die Erfindung wird im Folgenden anhand eines in der Zeichnung dargestellten bevorzugten Ausführungsbeispiels näher erläutert.

[0013] Es zeigen:

[0014] [Fig. 1A](#) eine schematische Querschnittsansicht eines erfindungsgemäß vorgesehenen Pixels;

[0015] [Fig. 1B](#) eine schematische Querschnittsansicht einer zweiten Ausführungsform der Erfindung;

[0016] [Fig. 2A](#) eine schematische Ansicht eines typischen Pixels nach dem Stand der Technik für einen aktiven Pixelsensor;

[0017] [Fig. 2B](#) eine schematische Ansicht eines Pixels für einen erfindungsgemäß vorgesehenen aktiven Pixelsensor;

[0018] [Fig. 3A](#) ein elektrostatisches Schema für die Rückstellfunktion der in [Fig. 1A](#) dargestellten Ausführungsform der Erfindung;

[0019] [Fig. 3B](#) ein elektrostatisches Schema für die Rückstellfunktion der in [Fig. 1B](#) dargestellten Ausführungsform der Erfindung;

[0020] [Fig. 4A](#) ein elektrostatisches Schema für die Integrationsfunktion der in [Fig. 1A](#) dargestellten Aus-

führungsform der Erfindung;

[0021] [Fig. 4B](#) ein elektrostatisches Schema für die Integrationsfunktion der in [Fig. 1B](#) dargestellten Ausführungsform der Erfindung;

[0022] [Fig. 5A](#) ein elektrostatisches Schema für die Übertragungsfunktion der in [Fig. 1A](#) dargestellten Ausführungsform der Erfindung;

[0023] [Fig. 5B](#) ein elektrostatisches Schema für die Übertragungsfunktion der in [Fig. 1B](#) dargestellten Ausführungsform der Erfindung;

[0024] [Fig. 6A](#) ein elektrostatisches Schema für die Speicherfunktion der in [Fig. 1A](#) dargestellten Ausführungsform der Erfindung; und

[0025] [Fig. 6B](#) ein elektrostatisches Schema für die Speicherfunktion der in [Fig. 1B](#) dargestellten Ausführungsform der Erfindung.

[0026] Zum besseren Verständnis wurden in der Zeichnung, soweit dies möglich war, gleiche Elemente mit gleichen Bezugsziffern bezeichnet.

[0027] Die Erfindung betrifft eine neue Pixelarchitektur und neue Arbeitsweise für eine APS-Vorrichtung mit gleichzeitiger Integration der Szenenbeleuchtung an jedem Pixel und nachträglicher gleichzeitiger Übertragung der Signalelektronen an jedem Pixel zu einem gegen Licht abgeschirmten Ladungsspeicherbereich. Diese Pixelarchitektur und Arbeitsweise eliminiert die durch die zeilenweise Integration und Auslesung der bekannten APS-Vorrichtungen verursachten Bildartefakte unter Beibehaltung der elektronischen Verschlusseigenschaften und der Überstrahlungsschutzsteuerung.

[0028] [Fig. 1A](#) und [Fig. 1B](#) zeigen Querschnitte durch zwei verschiedene Ausführungsformen der Erfindung mit relevanten Bereichen der Pixelarchitektur. Aus den zahlreichen für den Fachmann erkennbaren möglichen Variationen der spezifischen physischen Ausführungsformen der Erfindung wurden diese bevorzugten Ausführungsformen als Beispiel ausgewählt. Der in [Fig. 1A](#) und [Fig. 1B](#) als gepinnte Fotodiode dargestellte Fotodetektor könnte beispielsweise auch ein beliebiger anderer Fotodetektor, wie zum Beispiel ein Fotogate oder eine Fotodiode ohne Pinningschichten sein.

[0029] Das in [Fig. 1A](#) dargestellte Pixel umfasst eine Fotodiode **12** mit einem vertikalen Überlaufdrain **14**, einem Übertragungsgate **16**, einer Floating Diffusion **18**, einem Rückstellgate **17**, einem Rückstell-drain **19** und einer Lichtabschirmung **8**. Über dem Fotodetektor werden eine Lichtabschirmungsöffnung **9**, ein Farbfilter **4** und eine Mikrolinse **6** so angebracht, dass Licht nach Passieren des Farbfilters **4** durch die

Mikrolinse **6** in die Lichtabschirmungsöffnung **9** fokussiert wird. Das in die Fotodiode **12** eintretende Licht hat daher eine Wellenlänge, die in einer von dem Farbfilter **4** vorbestimmten Bandbreite liegt.

[0030] [Fig. 1B](#) zeigt eine schematische Querschnittsansicht einer zweiten Ausführungsform der Erfindung, die in vieler Hinsicht der in [Fig. 1A](#) dargestellten Ausführungsform entspricht, nur dass hier zwei Übertragungsgates **26**, **36** und ein Speicherbereich **38** vorhanden sind. In beiden Fällen wird die Lichtabschirmung durch wirksame Abdeckung aller Bereiche mit Ausnahme der Fotodetektoren (in diesem Fall der Fotodiode **12**) mit einer lichtundurchlässigen Schicht oder überlappenden Schichten hergestellt, so dass einfallendes Licht nur auf den Fotodiodenbereich fällt. Eine Öffnung in einer Lichtabschirmung, welche die Erzeugung von Fotoelektronen auf den Fotodetektorbereich begrenzt, unterdrückt Übersprechen zwischen Pixeln.

[0031] In [Fig. 2A](#) und [Fig. 2B](#) werden APS-Pixel nach dem Stand der Technik mit der vorliegenden Erfindung verglichen. Die bekannte Vorrichtung **5** würde die erforderlichen aktiven Transistoren einfach in einen möglichst kleinen Bereich packen, hier den Verstärkerbereich **25**, und dann den verbleibenden Pixelbereich ohne Rücksicht auf die sich dann ergebende Form des Fotodetektors, dem Fotodetektorbereich **15** zuordnen. Infolgedessen wäre der Fotodetektor nicht formsymmetrisch und für die Einbettung von Farbfilteranordnungen und Mikrolinsen nicht besonders geeignet. Die in [Fig. 2](#) dargestellte erfindungsgemäße Ausführungsform weist einen symmetrisch geformten Fotodetektorbereich, hier als rechteckiger Fotodetektorbereich **11** dargestellt, mit einer zweidimensionalen Symmetrie um seinen Mittelpunkt auf. Statt des dargestellten rechteckigen Fotodetektors kann auch ein quadratischer, elliptischer oder kreisförmiger Fotodetektor verwendet werden. Die Symmetrie des Fotodetektors ermöglicht eine wirtschaftliche Anbringung der Lichtabschirmung **8**, der Öffnung **9**, des Farbfilters **10** und der Mikrolinse **6** über dem Fotodetektorbereich. Infolgedessen kann ein physisch kleineres Pixel den gleichen Füllfaktor aufweisen wie ein Pixel nach dem Stand der Technik. Stattdessen kann auch die Pixelgröße beibehalten und dem Verstärker ein größerer Bereich zugeordnet werden, sodass der Verstärker unter Beibehaltung des Füllfaktors des Pixels nach dem Stand der Technik flexibler gestaltet werden kann. Ein Vergleich zwischen [Fig. 2A](#) und [Fig. 2B](#) macht dies deutlich. Wenn eine Mikrolinse, wie in [Fig. 2A](#) gezeigt, über einem Pixel nach dem Stand der Technik so angeordnet wird, dass das einfallende Licht, wie gezeigt, auf den Fotodetektor fokussiert wird, erreicht der Füllfaktor des Pixels ein Maximum. Um das Licht auf den dargestellten Bereich zu fokussieren, muss die Mikrolinse jedoch gegenüber dem Pixelmittelpunkt versetzt werden. Ein Fotodetektorbereich in der oberen

rechten Ecke des Pixels bringt dann keine Vorteile mehr. Hinzu kommt, dass bei einer Vergrößerung der physischen Größe des Fotodetektors ohne jeden Vorteil für den Füllfaktor die elektrische Kapazität des Fotodetektors unnötig groß wird. Bei Verwendung einer Fotodiode oder eines Fotogate als Detektor hat dies nachteilige Folgen für die Empfindlichkeit. Gleichzeitig nimmt das Pixel-Übersprechen zu, während der Spielraum für die Überlappung der Farbfilteranordnungen geringer wird, sodass sich die Modulations-Übertragungsfunktion des Sensors verschlechtert.

[0032] Wird das Pixel- und Fotodetektorlayout wie bei der in [Fig. 2B](#) dargestellten Ausführungsform der Erfindung modifiziert und eine Mikrolinse entsprechend der Darstellung in [Fig. 2B](#) verwendet, dann hat der Füllfaktor die gleiche Größe wie der des Pixels nach dem Stand der Technik. Die Modifikation kann dadurch verwirklicht werden, dass man die Pixelgröße beibehält und dem Verstärker einen größeren Pixelbereich zuordnet. Dies verringert das Festmutterrauschen und das 1/f-Rauschen. Stattdessen kann man auch einfach den Teil des Fotodetektors in der oberen rechten Ecke des Pixels nach dem Stand der Technik eliminieren, um die Größe des Pixels zu reduzieren. Dies ergibt einen Sensor mit höherer Auflösung bei gleichem Füllfaktor. Da APS-Sensoren nach dem Stand der Technik in der Regel monochrom sind, führten ihre Fertigungsverfahren nicht zu einer für Farbpixel geeigneten Architektur. APS-Pixel nach dem Stand der Technik wiesen auch keine Lichtabschirmung im Pixel und keine Mikrolinse auf.

Rückstellung:

[0033] [Fig. 3A](#) veranschaulicht den Rückstellvorgang für das Pixel 1 in [Fig. 1A](#). Wie gezeigt, werden zum Rückstellen des Pixels 1 sowohl das Übertragungsgate **16** als auch das Rückstellgate **17** eingeschaltet. In der Fotodiode **12** und der Floating Diffusion **18** gegebenenfalls vorhandene Elektronen werden durch das Rückstell-drain **19** abgesogen. Dies erfolgt an jedem Pixel gleichzeitig und einmal pro Bildfeld.

[0034] Bei dem in [Fig. 3A](#) dargestellten Rückstellvorgang ist eine korrelierte Doppelabtastung nicht möglich, weil der Rückstell-Level zeilenweise oder pixelweise nicht unmittelbar vor dem Lese-Level zur Verfügung steht. Infolgedessen gehen die Vorteile der korrelierten Doppelabtastung (CDS) verloren. Da der Rückstell-Level nach einem Lesevorgang eingestellt werden kann, ist jedoch eine Verstärker-Offset-Annullierung möglich. In der Praxis ist das Verstärker-Offset-Rauschen störender als das durch CDS beseitigte Rückstell- und 1/f-Rauschen. Daher reicht diese Rückstellung noch ohne korrelierte Doppelabtastung aus.

[0035] [Fig. 3B](#) veranschaulicht den Rückstellvorgang für das in [Fig. 1B](#) dargestellte Pixel 2, wo das Pixel 2 durch Einschalten des Übertragungsgate **26**, des Speicherbereichs **38**, des Übertragungsgate **36** und des Rückstellgate **27** rückgestellt wird. Ähnlich wie bei der oben erörterten ersten Ausführungsform werden gegebenenfalls vorhandene Elektronen in der Fotodiode **12**, der Floating Diffusion **28** und dem Speicherbereich **38** durch das Rückstellgate **29** abgesogen. Dies geschieht auch hier gleichzeitig an jedem Pixel und einmal pro Bildfeld.

[0036] Wie aus [Fig. 1B](#) ersichtlich, kann die Rückstellung auch durch Takten des VOD **14** (oder Einschalten des seitlichen Überlaufdrain (LOD), wenn dieser statt eines VOD verwendet wird) bewirkt werden. In diesem Fall wird nur die Fotodiode **12** entleert. Die Floating Diffusion **28** kann dann zeilenweise rückgestellt werden (wie bei den bekannten Vorrichtungen, nur dass die Rückstellung jetzt vor dem Lesen erfolgt), sodass ein Rückstell-Level gespeichert und für eine korrelierte Doppelabtastung herangezogen werden kann.

Bildfeldintegration:

[0037] Zur Durchführung der Bildintegration werden fotogenerierte Elektronen in der Fotodiode gesammelt. Im Falle der in [Fig. 1A](#) dargestellten Vorrichtung wird das Übertragungsgate **16** auf eine Spannung gestellt, die eine elektrostatische Sperre zwischen der Fotodiode und der Floating Diffusion erzeugt (Übertragungsgate **16** ausgeschaltet), während das Rückstellgate **17** entweder ein- oder ausgeschaltet bleibt (siehe [Fig. 4A](#)).

[0038] Im Falle der in [Fig. 1B](#) dargestellten Vorrichtung erfolgt die Integration bei abgeschaltetem Übertragungsgate **26**, wie in [Fig. 4B](#) gezeigt. Der Speicherbereich **38** und das Übertragungsgate **36** können hier ein- oder ausgeschaltet sein. Vorzugsweise bleibt der Speicherbereich **38** jedoch ausgeschaltet, um das Übersprechen zu reduzieren, siehe [Fig. 4B](#). Wenn das Rückstellgate **27** und das Übertragungsgate **36** während dieser Zeit eingeschaltet bleiben, können sich in der Floating Diffusion **28** oder dem Speicherbereich **38** keine Dunkelstromsignale aufbauen. Dies ermöglicht lange Integrationszeiten. Die Integrationszeit wird von der Zeit bestimmt, die zwischen Fotodetektorrückstellung und Übertragung verstreicht (der Übertragungsvorgang wird nachstehend beschrieben).

Übertragung und Speicherung:

[0039] Nach Ablauf der gewünschten Integrationszeit wird die Ladung von der Fotodiode zur Floating Diffusion oder zum Speicherbereich übertragen. Bei der in [Fig. 1A](#) dargestellten Vorrichtung geschieht dies durch Eintakten des Übertragungsgate **16** (d.h.

dadurch, dass das elektrostatische Potential unter dem Übertragungsgate **16** tiefer gestellt wird als das Potential der Fotodiode **12**). Das Rückstellgate **17** muss vor der Übertragung ausgeschaltet werden (siehe [Fig. 5A](#)).

[0040] Für die in [Fig. 1B](#) dargestellte Vorrichtung erfolgt die Übertragung, wie in [Fig. 5B](#) gezeigt, durch Eintakten des Übertragungsgate **26** und Einschalten des Speicherbereichs **38**, während das Übertragungsgate **36** ausgeschaltet bleibt. Bei jeder Architektur erfolgt die Übertragung der Ladung gleichzeitig an jedem Pixel. Da die Floating Diffusion und der Speicherbereich **38** gegen die Szenenbeleuchtung abgeschirmt und gegen Überstrahlung der Ladung in der Fotodiode geschützt sind, kann das Signal auf der Floating Diffusion oder unter dem Speicherbereich gespeichert werden, ohne von der Szenenbeleuchtung moduliert zu werden.

Lesen:

[0041] Bei dem in [Fig. 6A](#) dargestellten Lesevorgang für die in [Fig. 1A](#) dargestellte Vorrichtung befindet sich die Ladung bereits auf der Floating Diffusion **18**, sodass zur Durchführung des Lesevorgangs einfach jedes Pixel adressiert wird, wie bei den Vorrichtungen nach dem Stand der Technik. Da in diesem Falle ein Rückstell-Level nicht zeilenweise gelesen werden kann, ist eine korrelierte Doppelabtastung nicht möglich, wie weiter oben erörtert.

[0042] Für die in [Fig. 1B](#) dargestellte Vorrichtung wird zur Durchführung des Lesevorgangs zuerst durch Einschalten des Rückstellgate **27** die Floating Diffusion rückgestellt. Anschließend wird der Rückstell-Level gelesen und das Übertragungsgate **36** eingetaktet, während der Speicherbereich **38** ausgeschaltet wird. Nachdem die Ladung auf diese Weise an die Floating Diffusion übertragen worden ist, kann die Signalladung gelesen werden. Diese Architektur schafft die Möglichkeit, eine korrelierte Doppelabtastung durchzuführen. Siehe [Fig. 6B](#).

Überstrahlungsschutzsteuerung während des Speicher- und Auslesevorgangs:

[0043] Die Überstrahlungsschutzsteuerung während der Integration kann auf ähnliche Weise durchgeführt werden wie bei den APS-Vorrichtungen nach dem Stand der Technik. Zu diesem Zweck bleibt das Rückstellgate während der Integration eingeschaltet, sodass gegebenenfalls im Fotodetektor generierte überschüssige Fotoelektronen über das Übertragungsgate auf die Floating Diffusion überlaufen und über das Rückstellgate entfernt werden können. Für eine Überstrahlungsschutzsteuerung während des Auslesevorgangs bekannter oder erfindungsgemäßer Vorrichtungen ist dieses Verfahren ungeeignet. Wenn sich das einfallende Bild so ändert, dass wäh-

rend der Auslesezeit ein extrem heller Bereich erscheint, werden in der kurzen Auslesezeit überschüssige Fotoelektronen generiert, die das auf der Floating Diffusion abgetastete Signalelektronenpaket verfälschen. Bei der vorliegenden Erfindung ist dies umso problematischer, als die Zeitdauer des Speichervorgangs die Zeitdauer des Auslesevorgangs übersteigen kann. Daher musste für die Überstrahlungsschutzsteuerung während des Auslese- und Speichervorgangs eine neue Lösung gefunden werden. Diese wird im folgenden Abschnitt vorgestellt und beschrieben. Es sei angemerkt, dass dieses neue Verfahren für die Überstrahlungsschutzsteuerung während des Auslesevorgangs für APS-Vorrichtungen verwendet werden kann, die ohne Bildfeldintegration arbeiten. Die zeilenweise Integration der APS-Vorrichtungen nach dem Stand der Technik kann durch Aufnahme eines VOD oder LOD in das Pixel nach dem Stand der Technik, das keine Lichtabschirmung enthält, so verbessert werden, dass beim Auslesen in dieser Betriebsart keine Überstrahlung auftreten kann. Außerdem unterdrückt das Vorhandensein des VOD 14 das Übersprechen zwischen Pixeln.

[0044] Zum Steuern des Überstrahlungsschutzes wird die elektrostatische Sperre zum VOD 14 so eingestellt, dass sie tiefer liegt als das Ausschaltpotential für das Übertragungsgate 16 bei dem in [Fig. 1A](#) dargestellten Fall (oder das Übertragungsgate 26 bei dem in [Fig. 1B](#) dargestellten Fall). Von einem hellen Gegenstand in der Szene generierte überschüssige Elektronen können dann in den VOD 14 überlaufen, statt in die Floating Diffusion 18 (bzw. die Floating Diffusion 28 bei dem in [Fig. 1B](#) dargestellten Fall) oder andere Bereiche desselben Pixels oder benachbarter Pixel zu überstrahlen und unerwünschte Überstrahlungsartefakte zu verursachen.

[0045] Die Überstrahlungsschutzsteuerung kann unter Verwendung eines physischen Gate oder eines virtuellen Gate neben der Fotodiode auf ähnliche Weise auch mit einem seitlichen Überlaufdrain (nicht dargestellt) durchgeführt werden. Das Potential der elektrostatischen Sperre zum seitlichen Überlaufdrain (LOD) muss ebenfalls tiefer liegen als das des Übertragungsgate. Diese Lösung beeinträchtigt den Füllfaktor für eine gegebene Pixelgröße insofern, als der LOD-Struktur ein Bereich zugeordnet werden muss. Ein VOD ermöglicht eine Überstrahlungssteuerung ohne Beeinträchtigung der Füllung.

Elektronische Verschlusssteuerung:

[0046] Die elektronische Verschlusssteuerung bietet die Möglichkeit, den Bildsensor ohne eine mechanische oder elektrooptische Vorrichtung zum Blockieren des einfallenden Lichts mit einem Verschluss zu versehen. Der elektronische Verschluss wird durch Bereitstellen eines lichtabgeschirmten Ladungs-

speicherbereichs in jedem Pixel (Floating Diffusion 18 in diesem, in [Fig. 1A](#) dargestellten Fall, Speicherbereich 38 für [Fig. 1B](#)) und eines Überlaufdrain für die Fotodiode (VOD 14 im Falle der hier erörterten bevorzugten Ausführungsform) gebildet. Wie im Zusammenhang mit dem Integrationsvorgang beschrieben, ist die Verschluss- oder Integrationszeit schlicht die Zeit zwischen Rückstellung und Übertragung oder die Zeit zwischen Abschalten des LOD (oder des VOD 14) und Übertragung. Der LOD wird typischerweise durch Anlegen eines Signalimpulses an das seitliche Überlaufgate, der VOD 14 durch Anlegen eines Signalimpulses an den VOD 14 selbst eingeschaltet. Nach Übertragung der Ladung zu der lichtabgeschirmten Floating Diffusion (18 oder 28) oder dem Speicherbereich 38 kann diese ohne Beeinträchtigung durch das einfallende Licht gespeichert oder ausgelesen werden, weil in der Floating Diffusion (18 oder 28) oder dem Speicherbereich 38 jetzt keine Elektronen fotogeneriert werden und die in der Fotodiode während des Speicher- und Ausleseintervalls generierten Elektronen nicht in die Floating Diffusion 18 oder den Speicherbereich 38 überlaufen können, da sie von dem VOD 14 abgesogen werden.

[0047] Die Erfindung wurde hier anhand einer bevorzugten Ausführungsform beschrieben. Variationen und Modifikationen können jedoch erkennbar von einem Fachmann mit durchschnittlichen Fachkenntnissen vorgenommen werden, ohne den Schutzzumfang der Erfindung zu verlassen.

Patentansprüche

1. Aktiver Pixelsensor auf einem Halbleitermaterial, mit einer Vielzahl von Pixeln (10, 20), von denen jedes Pixel einen Fotodetektor-Bereich (11, 12, 15) umfasst, auf dem auftreffendes Licht Fotoelektronen bildet, die als Signalladung gesammelt werden, und mit einem Ladungsspeicher und einem dem Fotodetektor-Bereich benachbarten Übertragungsbereich (25) zum Übertragen der Signalladung vom Fotodetektor-Bereich zu einem Verstärker, mit einem Übertragungsgate (16, 26) zum gleichzeitigen Steuern der Integration der Signalladung in jedes Pixel einmal pro Bildfeld; einem weiteren Übertragungsgate (36) zum einzelnen Übertragen der integrierten Signalladung vom Fotodetektor-Bereich (12) zu einem Ladungsspeicherbereich (18, 28, 38), wo sie abtastbar ist von einem Abtastknotenpunkt, der mit einem Eingang eines gemeinsamen Verstärkers verbunden ist; einem Rückstellmechanismus (17, 19; 27, 29) zum gleichzeitigen Rückstellen eines jeden Pixels einmal pro Bildfeld; und einem Lichtabschirmmittel (8), das mindestens den Ladungsspeicher und den Übertragungsbereich (25) bedeckt, wobei der Fotodetektor-Bereich (11, 12, 15) derart angeordnet ist, dass er eine zweidimensionale Symmetrie um seinen Mittelpunkt herum aufweist.

2. Aktiver Pixelsensor nach Anspruch 1, worin das Lichtabschirmmittel (8) den gesamten Pixelbereich bedeckt und eine Öffnung (9) über dem Fotodetektor-Bereich (11, 12) aufweist.

3. Aktiver Pixelsensor nach Anspruch 1 oder 2, worin ein Farbfilter (4) über mindestens einem Fotodetektor-Bereich (11, 12) vorgesehen ist.

4. Aktiver Pixelsensor nach Anspruch 1, 2 oder 3, worin eine Mikrolinse (6) über dem Fotodetektor-Bereich (11, 12) vorgesehen ist.

5. Aktiver Pixelsensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, worin die Öffnung (9) und die Mikrolinse (6) mittig über dem Fotodetektor-Bereich (11, 12) angeordnet sind.

6. Aktiver Pixelsensor nach Anspruch 1, mit einem vertikalen Überlaufdrain (14) (VOD) mindestens unter dem Fotodetektor-Bereich (11, 12) zum Bereitstellen einer Überstrahlungsschutzsteuerung während des Speicher- und Auslesevorgangs.

7. Aktiver Pixelsensor nach Anspruch 6, worin der vertikale Überlaufdrain (14) (VOD) derart gesteuert ist, dass er den Fotodetektor-Bereich (11, 12) freigibt, um elektronische Verschlusseigenschaften bereitzustellen.

8. Aktiver Pixelsensor nach Anspruch 1, worin der Ladungsspeicherbereich aus einem ersten, mit dem Abtastknotenpunkt verbundenen Ladungsspeicherbereich (28) und einem zweiten, vom ersten Ladungsspeicherbereich (38) mittels eines Übertragungsgates (36) getrennten Ladungsspeicherbereich (28) besteht, wobei das zweite Übertragungsgate (36) derart gesteuert ist, dass es eine korrelierte Doppelabtastung (CDS) durchführt.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

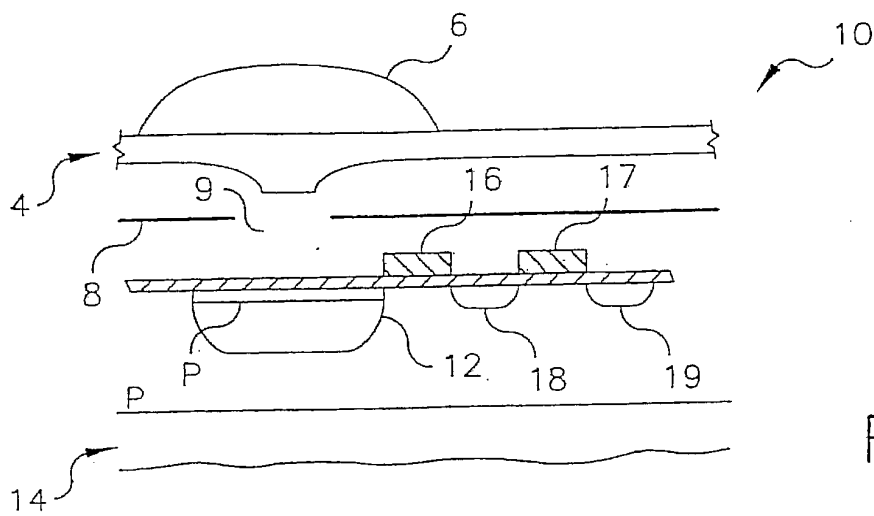


FIG. 1A

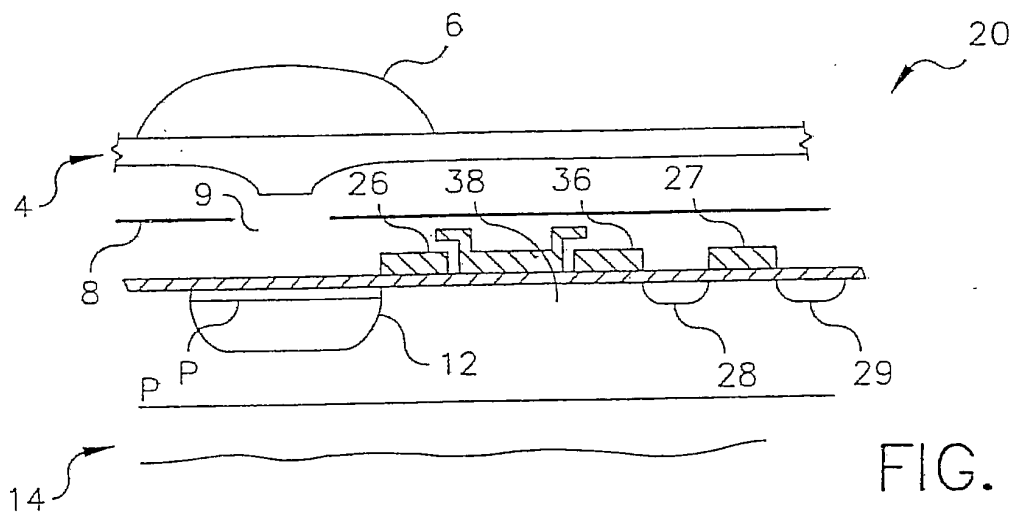


FIG. 1B

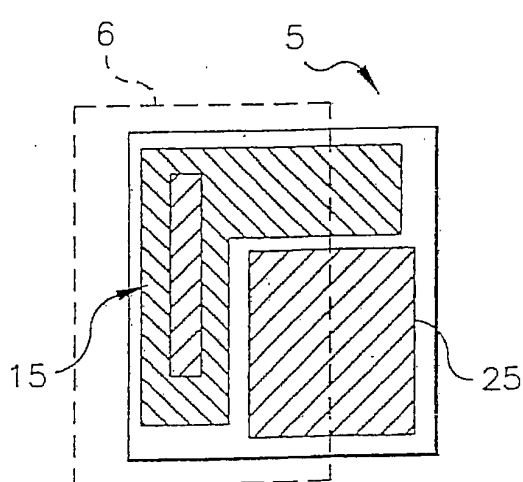


FIG. 2A

(Stand der Technik)

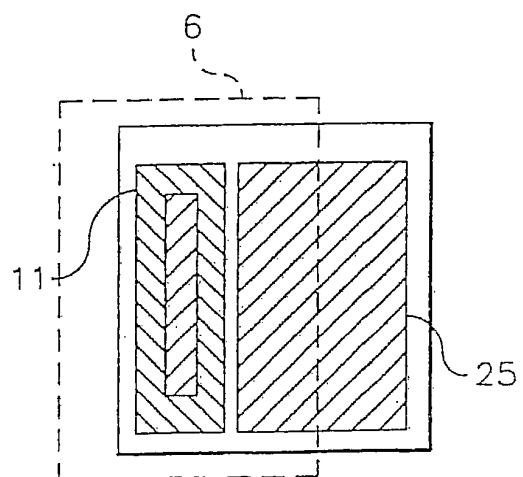


FIG. 2B

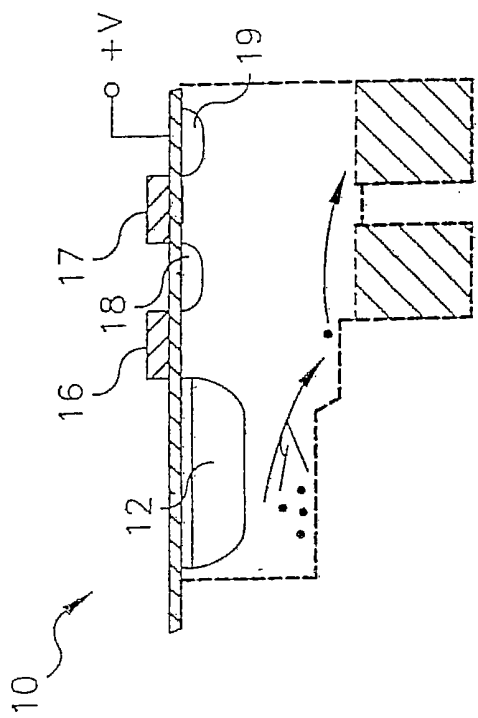


FIG. 3A

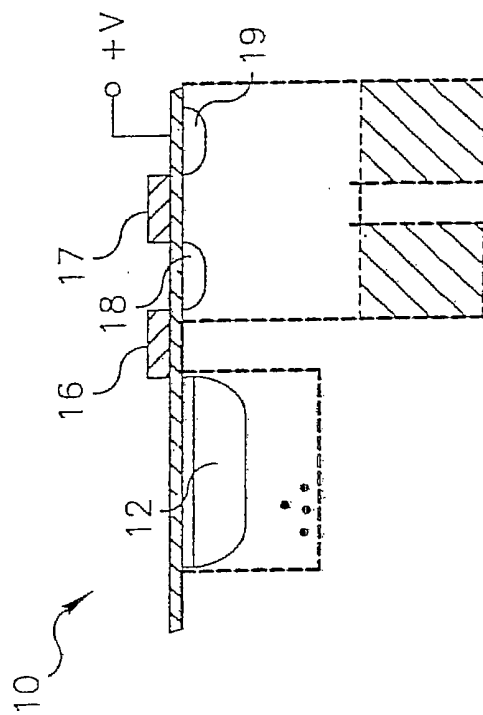


FIG. 4A

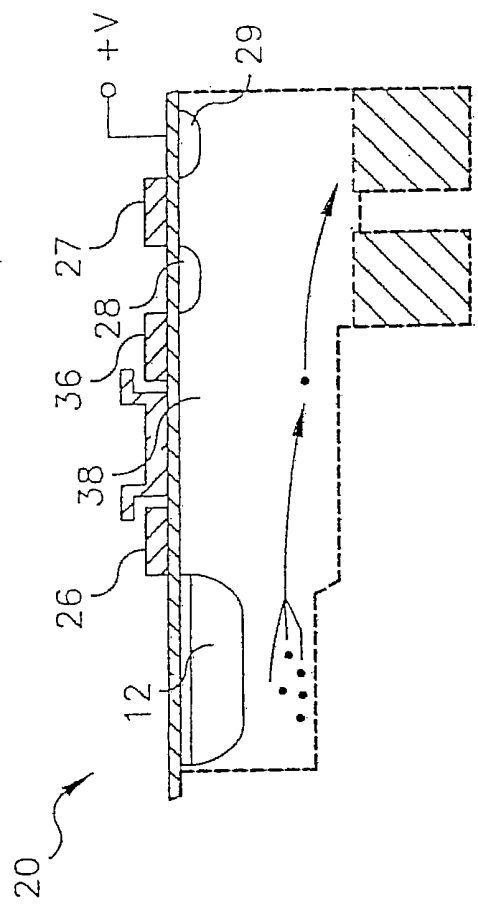


FIG. 3B

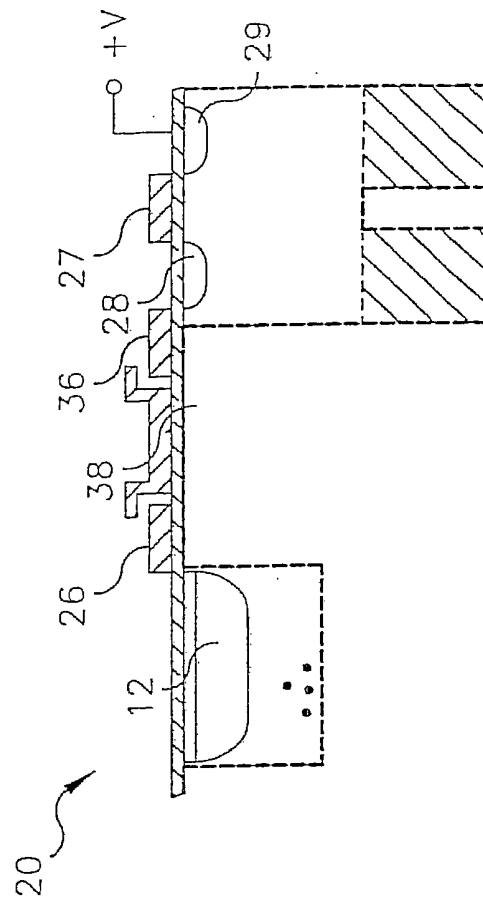


FIG. 4B

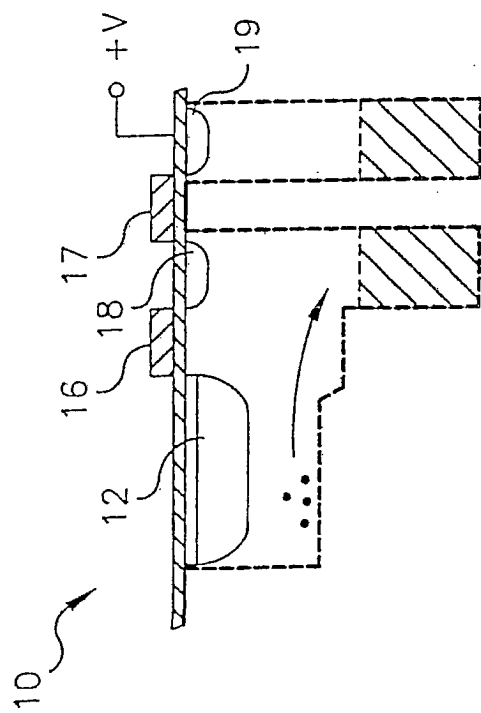


FIG. 5A

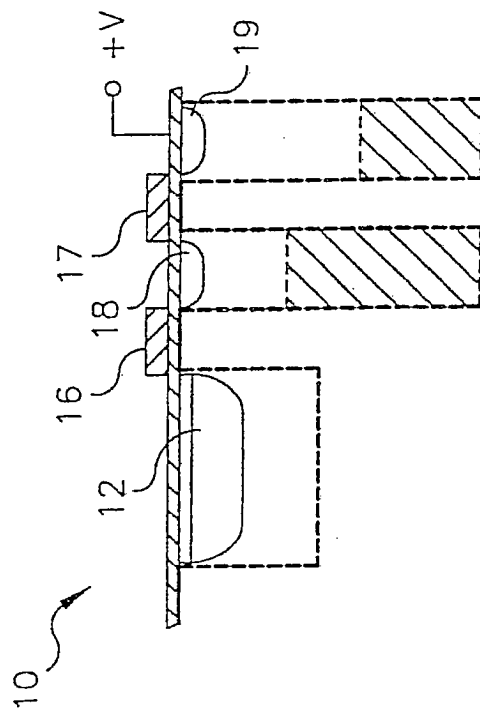


FIG. 6A

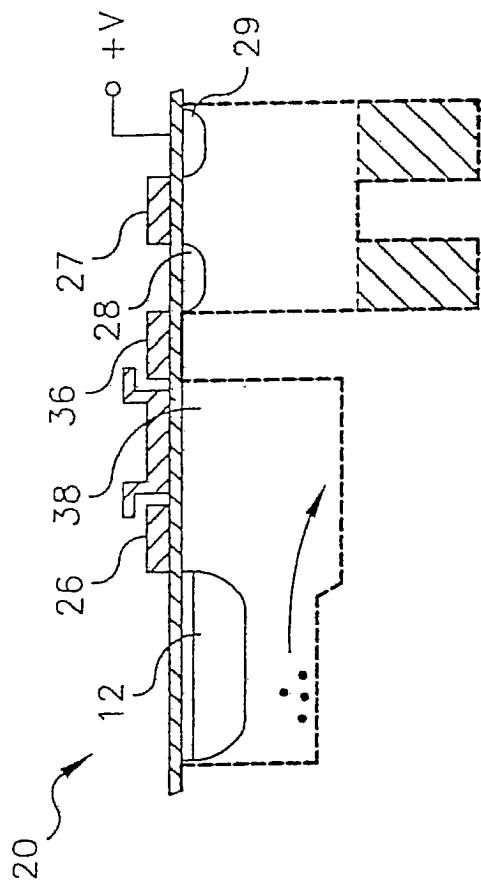


FIG. 5B

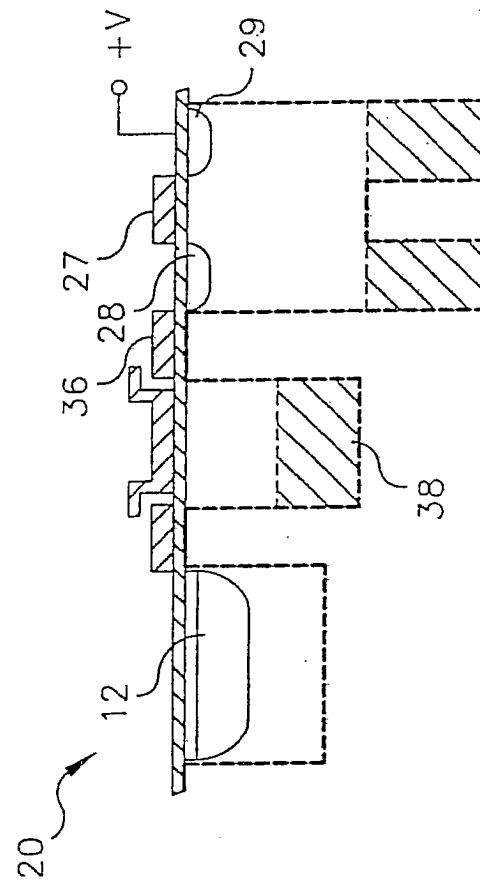


FIG. 6B