



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 698 33 760 T2** 2006.09.07

(12)

## Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 034 570 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **698 33 760.3**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US98/14024**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **98 933 209.3**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 1999/017380**

(86) PCT-Anmeldetag: **06.07.1998**

(87) Veröffentlichungstag

der PCT-Anmeldung: **08.04.1999**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **13.09.2000**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **08.03.2006**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **07.09.2006**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **H01L 27/144** (2006.01)  
**H01L 27/146** (2006.01)

(30) Unionspriorität:

**941800**      **30.09.1997**      **US**

(73) Patentinhaber:

**Intel Corporation, Santa Clara, Calif., US**

(74) Vertreter:

**Patentanwälte Hauck, Graalfs, Wehnert, Döring,  
Siemons, Schildberg, 80339 München**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**DE, FR, GB, IT**

(72) Erfinder:

**CLARK, T., Lawrence, Phoenix, AZ 85048, US;  
BEILEY, A., Mark, Chandler, AZ 85226, US**

(54) Bezeichnung: **SCHUTZRING ZUR VERMINDERUNG DES DUNKELSTROMS**

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**

## 1. Gebiet der Technik

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft allgemein Fotodetektions-Halbleiterstrukturen. Im Besonderen betrifft die vorliegende Erfindung Fotodioden, die unter Verwendung dem Stand der Technik entsprechender moderner CMOS-Fertigungsprozesse hergestellt werden (CMOS als englische Abkürzung von Complementary Metal Oxide Semiconductor bzw. für Komplementär-Metalloxid-Halbleiter).

## 2. Stand der Technik

**[0002]** Eine Schlüsselkomponente von Bilddarstellungssystemen ist ein Fotodiodendetektor. Dabei handelt es sich um eine Vorrichtung, die dazu eingesetzt wird, einfallende Photonen sichtbaren Lichts zu detektieren, die von einem Objekt stammen, das ein zu erfassendes Bild aufweist. Die Fotodiode wird dem einfallenden Licht ausgesetzt, das durch eine transparente Oxidisolationschicht der Diode und in einen Siliziumbereich dieser tritt, welche einen P-N-Übergang aufweisen kann. Wenn die P-N-Übergangsdiode bzw. die P-N-Flächendiode eine Sperr-Vorspannung aufweist, kann ein Verarmungsbereich ausgebildet werden, und es können Elektron-Loch-Paare sowohl innerhalb als auch außerhalb des Verarmungsbereichs als Reaktion auf einfallende Photonen von sichtbarem Licht erzeugt werden, die auf die transparente Oxidisolationschicht auftreffen. Die durch Foto erzeugten Elektron-Loch-Paare werden durch Diffusions- und Drift-Mechanismen weggewischt und in dem Verarmungsbereich gesammelt, wodurch ein Fotostrom induziert wird, der einen Abschnitt des Bilds darstellt, dem die Fotodiode ausgesetzt worden ist.

**[0003]** Ein wesentlicher Faktor, der zu einer Empfindlichkeit einer Fotodiode beiträgt, ist deren Fähigkeit, so viele einfallende Photonen wie möglich zu erfassen. Die Empfindlichkeit der Fotodiode wird teilweise durch Dunkelstrom beeinflusst, der dem Wert des Sperr-Vorspannungs-Diodenverluststroms entspricht, der in der Fotodiode induziert wird, wenn sich die Fotodiode im Dunkeln befindet, d.h. Strom, der nicht durch Licht induziert wird. Dunkelstrom wird im Besonderen an einer Grenzfläche zwischen der transparenten Isolationsschicht und dem Verarmungsbereich erzeugt. Der Dunkelstrom bewirkt Störungen bzw. Rauschen in dem Signal, das als Reaktion darauf erzeugt wird, wenn die Fotodiode Licht ausgesetzt worden ist. Übermäßiger Dunkelstrom kann eine Verkleinerung des Auslese-Dynamikbereichs bewirken. Es werden Anstrengungen unternommen, den Dunkelstrom so gering wie möglich zu halten, wodurch die detektierten Störungen in dem Signal reduziert werden und der Auslese-Dynamikbereich aufrechterhalten wird.

**[0004]** Eine bekannte Fotodiode wird in dem U.S. Patent US-A-5.438.217 offenbart, welches den Oberbegriff des gegenständlichen Anspruchs 1 bildet.

**[0005]** Wünschenswert ist die Reduzierung der Menge des erzeugten Dunkelstroms an der Grenzfläche zwischen der Verarmungsschicht und dem transparenten Isolationsbereich einer Fotodiode.

## ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

**[0006]** Vorgesehen ist gemäß der vorliegenden Erfindung eine Fotodiode – gemäß dem gegenständlichen Anspruch 1.

**[0007]** Bevorzugte Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung sind in den Unteransprüchen offenbart.

## KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

**[0008]** Die Merkmale, Aspekte und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden aus der folgenden genauen Beschreibung, den anhängigen Ansprüchen sowie den beigefügten Zeichnungen besser verständlich. In den Zeichnungen zeigen:

**[0009]** [Fig. 1](#) eine Querschnittsansicht durch eine Fotodiode, die für das Verständnis der vorliegenden Erfindung nützlich ist;

**[0010]** [Fig. 2](#) eine Querschnittsansicht durch ein Ausführungsbeispiel einer Fotodiode mit einem Schutzring gemäß der vorliegenden Erfindung; die [Fig. 3a](#) und [Fig. 3b](#) Querschnittsansichten durch zwei Ausführungsbeispiele der Fotodiode gemäß der vorliegenden Erfindung, die jeweils Schutzringe mit unterschiedlichen Breiten aufweisen; die [Fig. 4a](#) und [Fig. 4b](#) erste und zweite Ausführungsbeispiele einer Fotodiode gemäß der vorliegenden Erfindung;

**[0011]** [Fig. 5a](#) eine Querschnittsansicht durch ein Ausführungsbeispiel einer Fotodiode gemäß der vorliegenden Erfindung mit einem mit dieser gekoppelten Metallkontakt;

**[0012]** [Fig. 5b](#) ein beispielhaftes Layout einer CMOS-Fotodiode gemäß der vorliegenden Erfindung; und

**[0013]** [Fig. 6](#) eine mögliche Implementierung einer Fotozellenschaltung, welche ein Ausführungsbeispiel der Fotodiode gemäß der vorliegenden Erfindung aufweist.

## GENAUE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

**[0014]** In der folgenden Beschreibung sind zahlreiche besondere Einzelheiten ausgeführt, um ein um-

fassendes Verständnis der vorliegenden Erfindung zu vermitteln. Der Durchschnittsfachmann auf dem Gebiet wird jedoch erkennen, dass die vorliegende Erfindung auch ohne diese besonderen Einzelheiten ausgeführt werden kann. In einigen Fällen wurde auf die genaue Darstellung allgemein bekannter Schaltungen, Strukturen und Techniken verzichtet, um die vorliegende Erfindung nicht unnötig zu verschleiern.

[0015] Die Abbildung aus [Fig. 1](#) veranschaulicht eine Querschnittsansicht durch einen Dioden-Fotorezeptor (nachstehend „Fotodiode“) **100**. Die Fotodiode **100** weist ein Halbleitersubstrat **104** auf. Das Substrat **104** weist einen darin ausgebildeten N-Senken-Bereich **106** auf. Ferner weist die Fotodiode **100** einen Bereich **102** mit einer flachen Grabenisolation (STI) auf. Wenn ein P-N-Übergang, der zwischen dem Substrat **104** und der Senke **106** ausgebildet ist, eine Sperr-Vorspannung aufweist, wird ein Verarmungsbereich **114** in einer Umgebung einer Oberfläche **116** ausgebildet, wobei die N-Senke **106** von dem P-Substrat **104** abgegrenzt wird.

[0016] Dunkelstrom wird im Besonderen an einer Grenzfläche zwischen dem STI- und dem Verarmungsbereich **114** erzeugt. Da die STI **102** breiter ist als die N-Senke **106**, wird eine Grenzfläche **124** zwischen dem Verarmungsbereich **114** und der STI **102** an einer unteren Oberfläche **118** der STI **102** ausgebildet. Es konnte festgestellt werden, dass die Erzeugung/Rekombination von Elektron-Loch-Paaren an der unteren Oberfläche **118** der STI erhöht wird. Es wird davon ausgegangen, dass das Auftreten der erhöhten Erzeugung/Rekombination an der unteren Oberfläche **118** der STI durch beschädigte Bereiche erzeugt wird, die an der unteren Oberfläche des Grabens existieren und durch ein Ätzverfahren der STI bewirkt werden. Ein derartiges Verfahren wird ausgeführt, um einen flachen Graben zu ermöglichen. Nach der Durchführung des Ätzverfahrens verbleiben Reste bzw. Rückstände, im Besonderen Kohlenstoff, auf dem Boden des Grabens.

[0017] Die Abbildung aus [Fig. 2](#) veranschaulicht eine Querschnittsansicht durch ein Ausführungsbeispiel einer Fotodiode **200** mit einem stark dotierten Bereich **220** gemäß der vorliegenden Erfindung. Die Fotodiode **200** kann Bestandteil eines CMOS-Bildsensors sein, der durch ein modernes Silizium-CMOS-Fertigungsverfahren hergestellt werden kann, wie etwa ein Verfahren, das für die Fertigung von Mikroprozessoren entwickelt worden ist. Ferner kann der CMOS-Bildsensor Bestandteil einer aktiven CMOS-Pixelsensoranordnung sein, die im Fach bekannt ist. Ferner kann die aktive CMOS-Pixelsensoranordnung in Verbindung mit einem Bild Darstellungssystem wie etwa einer Digitalkamera oder einer Videovorrichtung eingesetzt werden.

[0018] Die Fotodiode **200** weist sehr ähnlich dem

Ausführungsbeispiel der Fotodiode aus [Fig. 1](#) einen Siliziumsubstratbereich **204** auf, der einen ersten Leitfähigkeitstyp aufweist, und einen Senkenbereich **206**, der in dem Siliziumsubstrat ausgebildet ist. Der Senkenbereich weist einen zweiten Leitfähigkeitstyp auf. In einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung, das hierin beschrieben ist, weist der Substratbereich **204** ein P-Typ-Siliziumsubstrat auf, und der Senkenbereich **206** weist eine N-Typ-Siliziumsenke auf. Hiermit wird festgestellt, dass das hierin beschriebene Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ebenso mit einem N-Typ-Substrat und einer P-Typ-Senke implementiert werden kann. In einem Ausführungsbeispiel der Fotodiode gemäß der vorliegenden Erfindung kann die Senke **206** durch Ionenimplantierung des Substrats **204** oder jedes andere allgemein bekannte Verfahren zur Herstellung einer Senke ausgebildet werden.

[0019] Die Fotodiode **200** weist ferner einen elektrisch isolierenden Bereich (dielektrisch) **202** auf, der oben auf der N-Senke **206** ausgebildet ist. Dieser dielektrische Bereich ist für Licht transparent, wobei er es ermöglicht, dass Licht durch ihn hindurch tritt. Der dielektrische Bereich **202** wird durch Ätzen eines flachen Grabens auf der Oberseite des Substrats ausgebildet. Der flache Graben wird danach mit Oxid ( $\text{SiO}_2$ ) gefüllt, wodurch ein Bereich einer flachen Grabenisolation (STI) gebildet wird (dargestellt durch schraffierte Linien, die einen spitzen Winkel in Bezug auf eine horizontale Richtung bilden). Flache Gräben und Verfahren zur Herstellung dieser Gräben sind für den Fachmann auf dem Gebiet allgemein bekannt.

[0020] Der flache Graben weist eine Breite (in eine horizontale Richtung) auf, die größer ist als eine Breite (in eine horizontale Richtung) der N-Senke **206**, wodurch der N-Senken-Bereich **206** abgedeckt wird. Die N-Senke **206** ist durch die N-Senken-Oberfläche **216** definiert, welche die N-Senke **206** in Bezug auf das P-Substrat **204** begrenzt (diese voneinander trennt). Wenn die N-Senke und das P-Substrat eine Sperr-Vorspannung aufweisen, wird über und nahe dem P-N-Übergang ein Diodenverarmungsbereich ausgebildet. Im Besonderen wird der Diodenverarmungsbereich über und nahe der Oberfläche **216** (erste Oberfläche) ausgebildet, welche die N-Senke **206** von dem Substrat **204** trennt. Nach dem Anlegen einer richtigen Sperr-Vorspannung an die Fotodiode kann ein Fotostrom in dem Diodenverarmungsbereich **214** als Reaktion auf das Auftreffen des übertragenen Lichts auf die STI induziert werden.

[0021] Das hierin beschriebene Ausführungsbeispiel der Fotodiode **200** gemäß der vorliegenden Erfindung weist ferner einen stark dotierten Bereich (HDR) (nachstehen als „Schutzring“ bezeichnet) **220** auf, der in der STI **202** ausgebildet ist. Der HDR **220** weist einen zweiten Leitfähigkeitstyp N auf, und da er stark dotiert ist, handelt es sich bei dem HDR **220** um

N+. Die Form des Schutzrings **220** kann jede geschlossene Form darstellen, welche die STI **202** in zwei Bereiche aufteilt: den internen Bereich **203** und den externen Bereich **205**. In einem Ausführungsbeispiel gemäß der vorliegenden Erfindung weist die STI **202** eine rechteckige Form auf, wobei der interne Bereich **203** eine rechteckige Form aufweist, und wobei der Schutzring **220** eine ringförmig-rechteckförmige Form aufweist, wie dies in der Abbildung aus **Fig. 5** dargestellt und näher beschrieben ist.

**[0022]** In einem Ausführungsbeispiel der Fotodiode **200** gemäß der vorliegenden Erfindung wird der Schutzring **220** in der STI **202** durch Ätzen eines Teils der STI **202** an einer und um eine erste Position ausgebildet, die durch die gestrichelte Linie **222** dargestellt ist. Der Schutzring **220** wird in dem geätzten Abschnitt ausgebildet. Der Schutzring **220** wird danach dem Prozess der Ionenimplantierung ausgesetzt, um den stark dotierten Schutzring **220** zu realisieren. Die erste Position **222** kann als die Position definiert werden, an welcher die Oberfläche **216**, welche die N-Senke **206** von dem Substrat **204** trennt, auf die untere Oberfläche **218** der STI **202** trifft, wäre der Schutzring **220** nicht in der STI **202** ausgebildet worden. Der Schutzring **220** wird somit so ausgebildet, dass die Oberfläche **216** auf eine untere Oberfläche des Schutzrings trifft (diese schneidet), und zwar an einer Position, die sich im Wesentlichen dicht an der ersten Position befindet. Es wird bevorzugt, dass der Schutzring **220** in der STI **202** ausgebildet wird, so dass die Oberfläche **216** die untere Oberfläche des Schutzrings an einer mittleren Position an dem Schutzring schneidet.

**[0023]** Die Gegenwart des N+ dotierten Schutzrings **220** an der ersten Position bewirkt, dass der Verarmungsbereich **214** eine Schnittstellenfunktion mit der STI **202** an einer lateralen inneren Oberfläche **228** des externen Bereichs **205** erfüllt, entgegengesetzt zu der unteren Oberfläche **218** der STI **202**. Der Schutzring **220** gibt somit vor, wie der Verarmungsbereich **214** den Kontakt mit der STI **202** herstellt. Der Abschluss des Verarmungsbereichs **214** an der lateralen Oberfläche **228** der STI **202** wird bevorzugt gegenüber dem Abschluss des Verarmungsbereichs **214** an der unteren Oberfläche **218**, da bestimmt worden ist, dass die laterale Oberfläche **228** sauberer ist (d.h. sie weist eine geringere Siliziumbeschädigung und weniger Rückstände auf als die untere Oberfläche **218** der STI). Ein saubererer Grenzflächenbereich zwischen dem Verarmungsbereich **214** und der Oberfläche **228** sorgt für eine geringere Erzeugung/Rekombination von Löchern und Elektronen an der Grenzfläche zwischen dem Verarmungsbereich und der STI und somit für eine geringere Erzeugung von Dunkelstrom. Da die Kontaktfläche **224** an der lateralen Oberfläche **228** ferner umgekehrt proportional ist zu der Dotierung des Schutzrings **220**, bewirkt der Schutzring **220** ferner eine kleinere Kontakt- bzw.

Berührungsfläche zwischen dem Verarmungsbereich **214** und der STI als für den Fall, wenn der Verarmungsbereich **214** die untere Oberfläche **218** der STI schneidet.

**[0024]** Der Schutzring **220** bewegt den Verarmungsbereich von dem Boden der STI weg zu der lateralen Oberfläche **228** der STI. Der Schutzring **220** bewirkt eine Verkleinerung der Kontaktfläche zwischen dem Verarmungsbereich und der STI aufgrund der retrograden P-Senken-Dotierung, d.h. die P-Dotierung ist in der Nähe der Oberfläche höher. Der Schutzring **220** trägt somit in dem Ausführungsbeispiel der Fotodiode gemäß der vorliegenden Erfindung zu einer Verringerung des Dunkelstroms bei.

**[0025]** Die Abbildungen der **Fig. 3a** und **Fig. 3b** veranschaulichen Querschnittsansichten durch Abschnitte eines Ausführungsbeispiels der Fotodiode gemäß der vorliegenden Erfindung, wobei sich die Breiten des Schutzrings unterscheiden. In der Abbildung aus **Fig. 3a** des Ausführungsbeispiels ist ein Schutzring mit einer Breite **350** vorgesehen, die kleiner ist als eine Breite **352** des Schutzrings des Ausführungsbeispiels aus **Fig. 3b**. Eine Grenzfläche zwischen dem Verarmungsbereich **314** und der lateralen Oberfläche **328** der STI ist größer für einen Schutzring mit einer schmalen Breite **350** (**Fig. 3a**) als für einen Schutzring mit einer größeren Breite **352** (**Fig. 2b**). Je breiter somit der Schutzring, desto kleiner ist die Fläche der Grenzfläche des Verarmungsbereichs mit der STI und desto geringer ist der um diese Fläche erzeugte Dunkelstrom.

**[0026]** Während breitere Schutzringe aufgrund der kleineren Grenzfläche an der lateralen Oberfläche **328** der STI bevorzugt werden, gilt, je breiter der Schutzring ist, desto kleiner ist die optische Erfassungsfläche, d.h. der interne Bereich **303** der STI. Je breiter somit der dunkle Ring, desto weniger Dunkelstrom wird erzeugt, wobei jedoch die Empfindlichkeit der Diode durch den kleineren optischen Erfassungsbereich reduziert wird. Für jedes bestimmte Verfahren kann somit ein optimaler Wert bestimmt werden, und zwar unter Berücksichtigung der Empfindlichkeit und des Dunkelstroms der Fotodiode.

**[0027]** Die Abbildungen der **Fig. 4a** und **Fig. 4b** veranschaulichen erste und zweite Ausführungsbeispiele einer Fotodiode gemäß der vorliegenden Erfindung. Der Schutzring aus dem Ausführungsbeispiel aus **Fig. 4a** entspricht im Wesentlichen dem Schutzring aus dem vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispiel. Das Ausführungsbeispiel aus **Fig. 4b** weist einen Abschnitt **407** auf, der einen internen Abschnitt **405** und einen externen Abschnitt **403** definiert. An Stelle eines stark dotierten N+ Schutzrings ist jedoch ein Gate-Oxid-Schutzring **455** zwischen den Bereichen **403** und **405** ausgebildet. Eine Schicht eines Polysilizium-Gates **453** über dünnem

Oxid **361** wird über dem STI Bereich ausgebildet, und zwar entsprechend zwischen den internen und externen Bereichen **405** und **403**. Die Schicht aus Polysilizium wird silizidiert und mit der Erde gekoppelt. Hiermit wird festgestellt, dass die Siliziumgrenzfläche innerhalb der N-Senke invertiert wird, wenn die Gate-Spannung **0** Volt beträgt und die Senkenspannung während dem Betrieb positiv ist. Der Verarmungsbereich wird in Gate-Oxid-Bereichen hoher Güte abgeschlossen. Der Gate-Oxid-Bereich weist eine hohe Qualität auf, um einen guten MOSFET-Betrieb bereitzustellen.

[0028] Die Abbildung aus [Fig. 5a](#) veranschaulicht eine Querschnittsansicht durch ein Ausführungsbeispiel einer Fotodiode gemäß der vorliegenden Erfindung mit einem Metallkontakt **560**. Der N+ Schutzring erfüllt ferner die Funktion des ohmschen Kontakts mit der Senke der Fotodiode, da der N+ Bereich leitfähig ist. Der silizidierte Bereich **562** ist oben auf dem Schutzring **520** ebenfalls leitfähig und für gewöhnlich mit einem Metallkontakt **560** gekoppelt, der die Fotodiode vorspannt. Der Metallkontakt **560** ist mit einem Pixelknoten **618** gekoppelt, der nachstehend in der Abbildung aus [Fig. 6](#) abgebildet ist.

[0029] Die Abbildung aus [Fig. 5b](#) veranschaulicht ein beispielhaftes Layout einer CMOS-Fotodiode gemäß der vorliegenden Erfindung, die in der Abbildung aus [Fig. 5](#) dargestellt ist. Der Schutzring **520** umgibt den inneren fotoempfindlichen Abschnitt **503** der Fotodiode. Die N-Senke weist den durch die gestrichelte Linie **512** begrenzten Abschnitt auf. Der Metallkontakt **560** berührt den N+ Schutzring **520**, um die Fotodiode gemäß der vorliegenden Erfindung vorzuspannen.

[0030] Die Abbildung aus [Fig. 6](#) veranschaulicht eine mögliche Implementierung eines Bilddarstellungssystems **603**, wie etwa einer Digitalkamera oder einer Videovorrichtung, mit einer aktiven Pixelsensorzellenschaltung **600**, die ein Ausführungsbeispiel der Fotodiode **602** gemäß der vorliegenden Erfindung aufweist. Die aktive Pixelsensorzelle kann in einer aktiven CMOS-Pixelsensoranordnung **605** enthalten sein. Die Bilddarstellungssysteme **603** können ferner eine Steuervorrichtung **607** aufweisen, die mit der Anordnung **605** gekoppelt ist, sowie eine Nachverarbeitungsvorrichtung **609**, die sowohl mit der Anordnung als auch mit der Steuervorrichtung **607** gekoppelt ist.

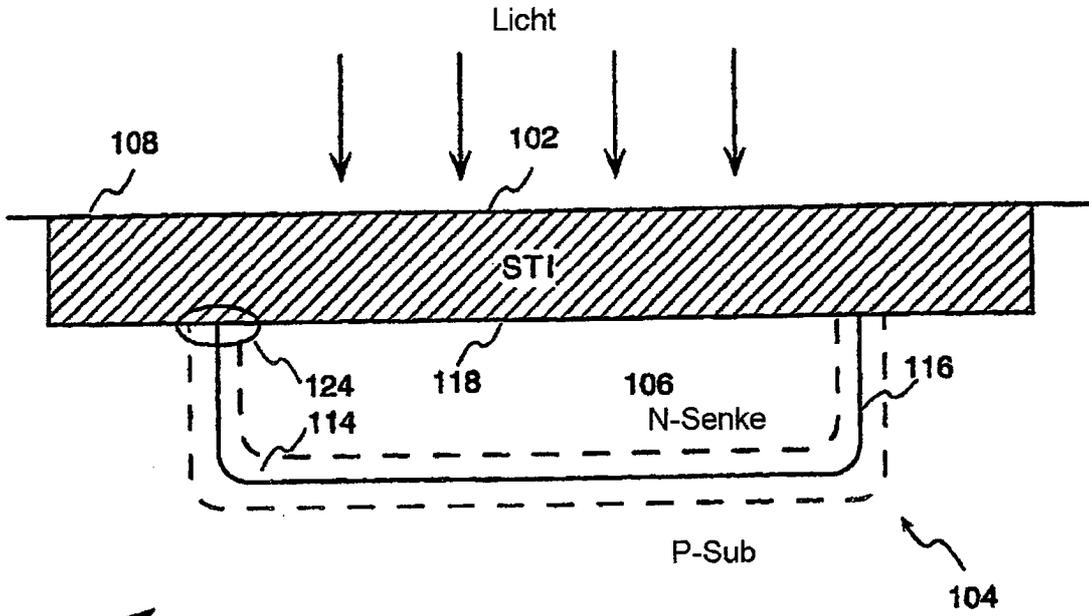
[0031] Die aktive Pixelsensorzelle **600** weist einen Rücksetztransistor **614** und einen Source-Follower-Baustein **616** auf. Der Rücksetztransistor **614** setzt einen Pixelknoten **618** selektiv auf eine vorbestimmte Spannung zurück. Wenn ein Auslesesignal an den Zeilenwechseltransistor **622** geltend gemacht wird, sieht der Source Follower **616** eine Spannung, die im Verhältnis zu der Spannung an dem Pixelkno-

ten **618** steht, an ein Bilderfassungssystem (nicht abgebildet) vor. Einfallendes Licht bewirkt einen Rückgang der Spannung des Pixeknotens **618**, indem Elektronen gesammelt werden, die in dem Verarmungsbereich der Diode fotogeneriert werden. Die Fotodiode **602** gemäß der vorliegenden Erfindung, welche den vorstehend erläuterten Schutzring aufweist, minimiert die negative Auswirkung des Dunkelstroms, da dieser Strom durch den darüber vorgesehenen und vorstehend erläuterten Schutzring erheblich reduziert wird.

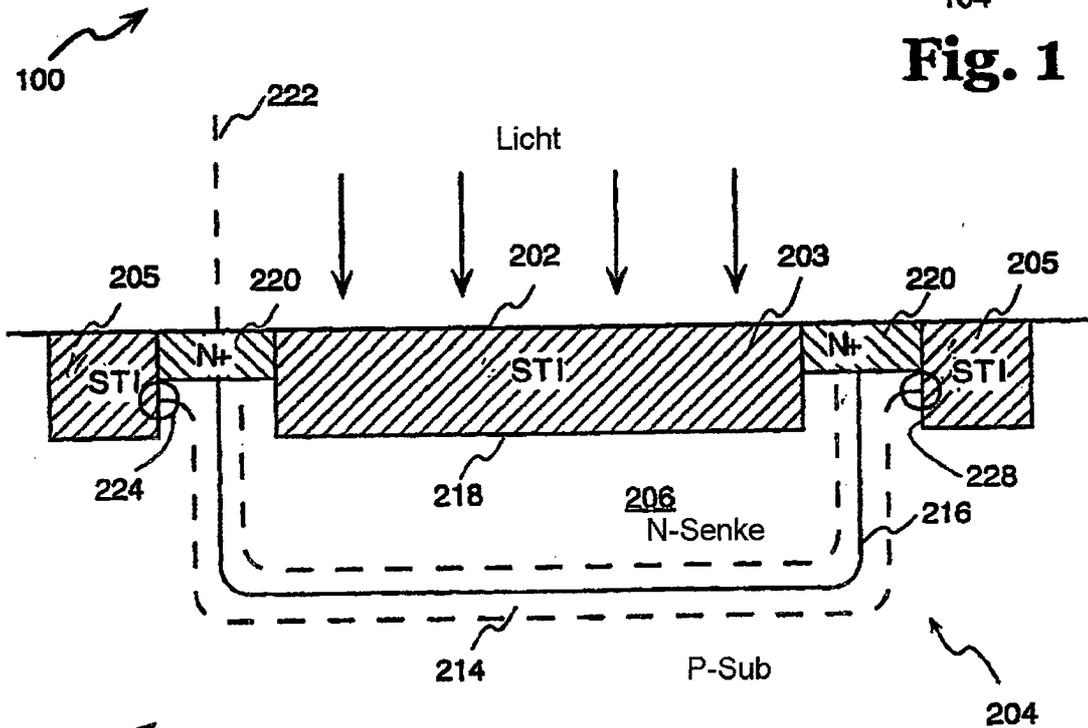
### Patentansprüche

1. Fotodiode (**200**), die folgendes umfasst: ein Substrat (**204**) eines ersten Leitfähigkeitstyps; eine Senke (**206**) eines zweiten Leitfähigkeitstyps, die in dem Substrat angeordnet ist; wobei die Senke durch einen Übergang (**216**) von dem Substrat getrennt ist; ein isolierender Bereich (**202**) auf der oberen Oberfläche der Senke, der das Hindurchtreten von Licht ermöglicht; einen Schutzring (**220**), der mit einem Dotierstoff des zweiten Leitfähigkeitstyps stark dotiert ist, wobei der Ring den isolierenden Bereich umgibt, wobei der Schutzring in der Substratoberfläche über dem Übergang zwischen der Senke und dem Substrat angeordnet ist; gekennzeichnet durch einen isolierenden Ring (**205**), der um den Schutzring angeordnet ist und sich an einer lateralen Oberfläche (**228**) in Kontakt mit dem Schutzring (**220**) befindet.
2. Fotodiode nach Anspruch 1, wobei der isolierende Bereich im Wesentlichen eine Kreisform aufweist.
3. Fotodiode nach Anspruch 1, wobei der Schutzring im Wesentlichen eine Ringform aufweist.
4. Fotodiode nach Anspruch 1, wobei der isolierende Bereich im Wesentlichen eine rechteckige Form aufweist, und wobei der Schutzring eine rechteckige Form aufweist, welche den isolierenden Bereich einschließt.
5. Fotodiode nach Anspruch 1, wobei bei einer Sperr-Vorspannung des Substrats und der Senke ein Verarmungsbereich (**314**) in der Senke und in dem Substrat in der Nähe des Übergangs ausgebildet wird, der an der lateralen Oberfläche des isolierenden (**324**) Rings endet.
6. Fotodiode nach Anspruch 1, wobei diese in ein Bildwandlersystem (**603**) integriert ist, das eine Steuervorrichtung (**607**) und eine Nachverarbeitungseinrichtung (**609**) aufweist, die mit der Steuervorrichtung sowie mit der Fotodiode (**602**) gekoppelt ist.

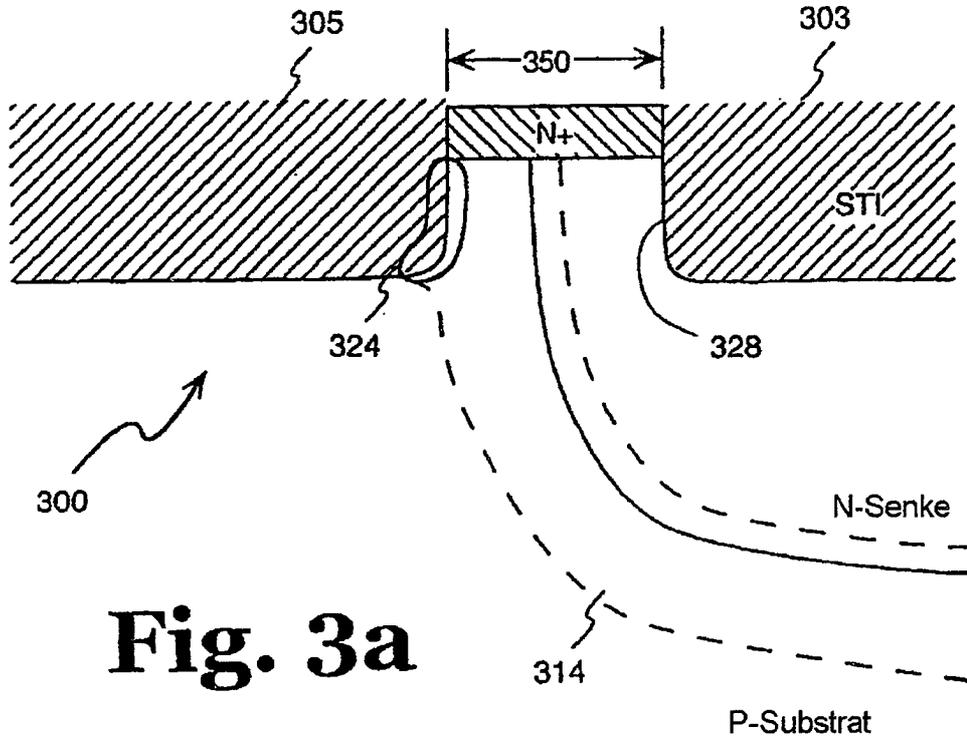
Es folgen 5 Blatt Zeichnungen



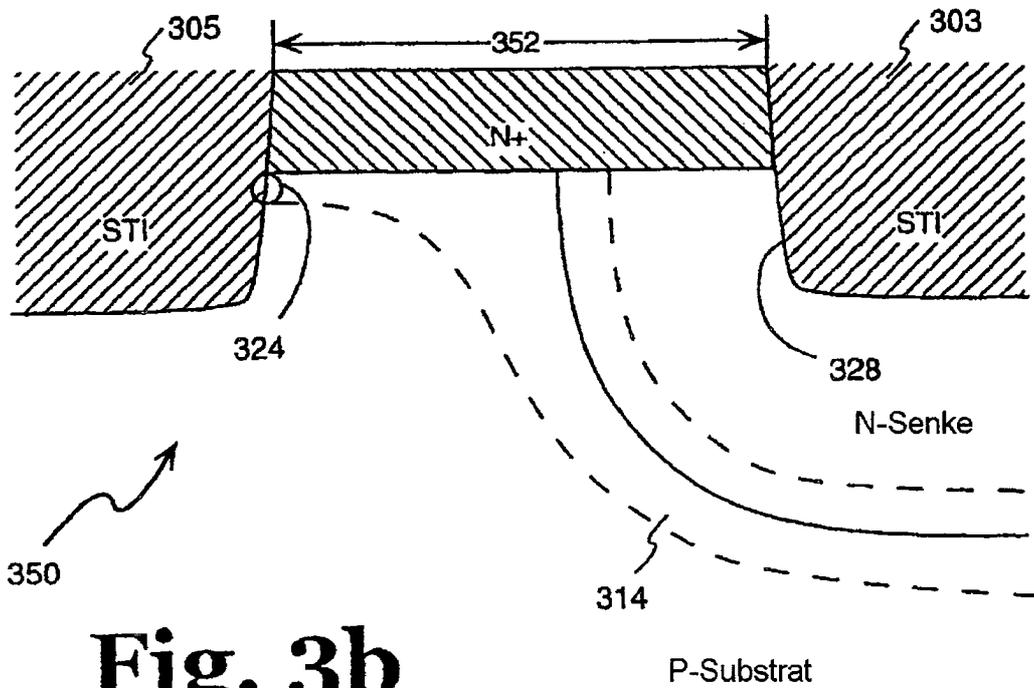
**Fig. 1**



**Fig. 2**



**Fig. 3a**



**Fig. 3b**

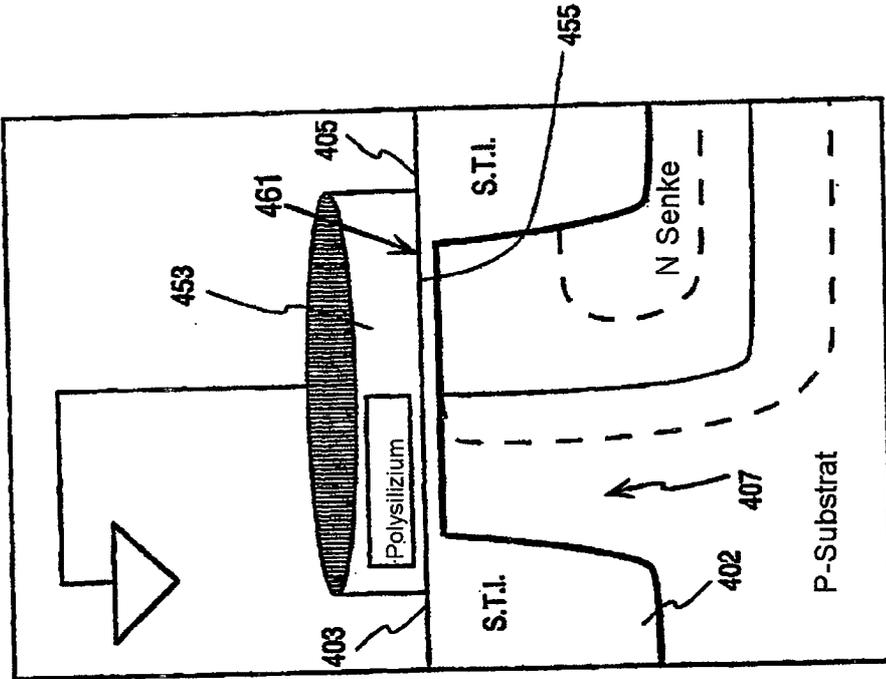


Fig. 4b

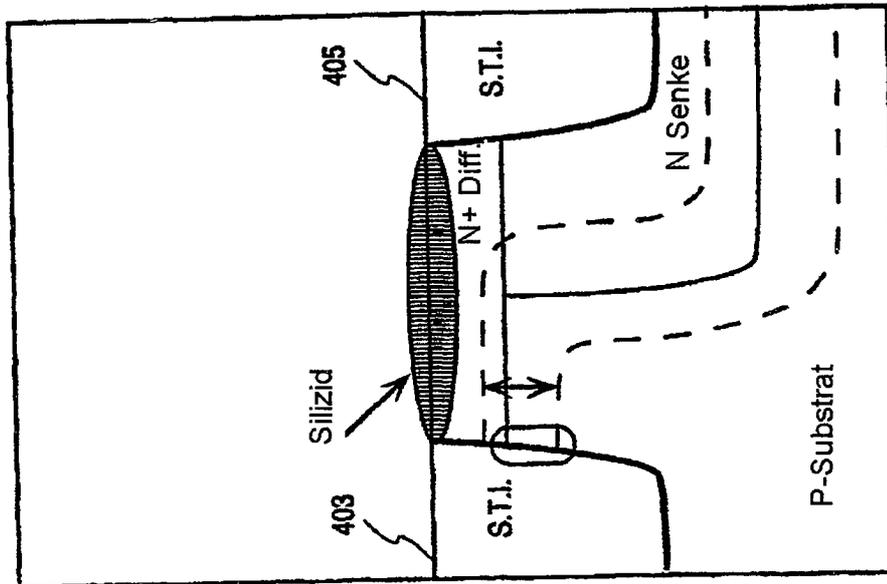
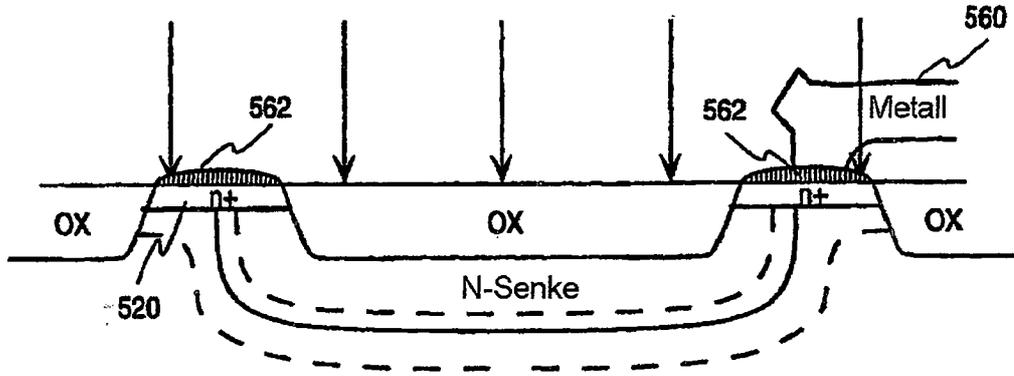
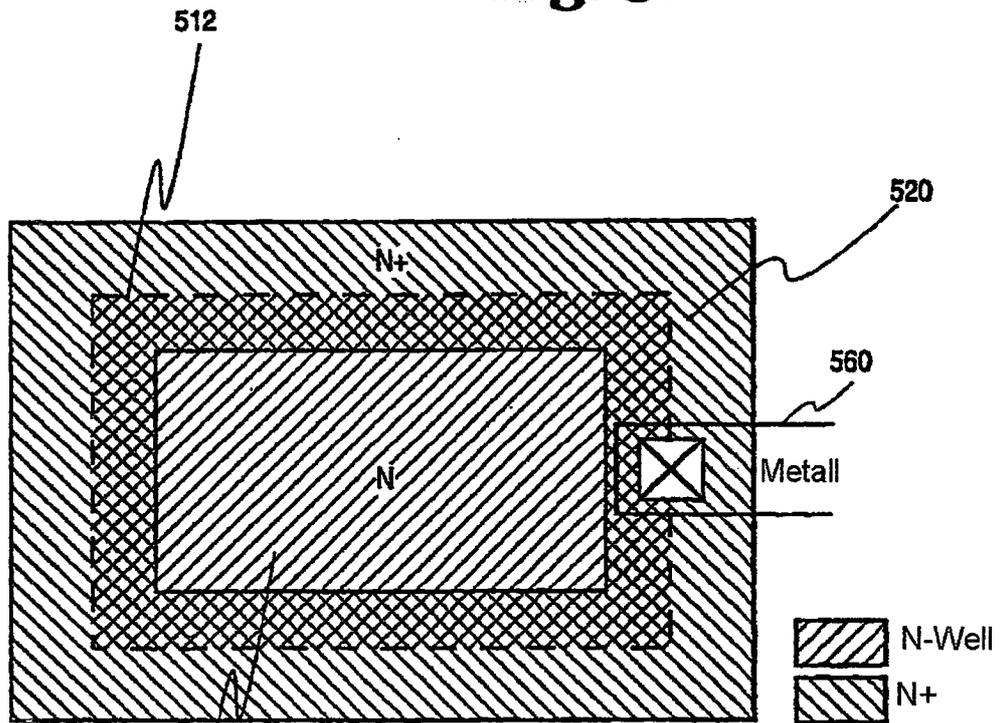


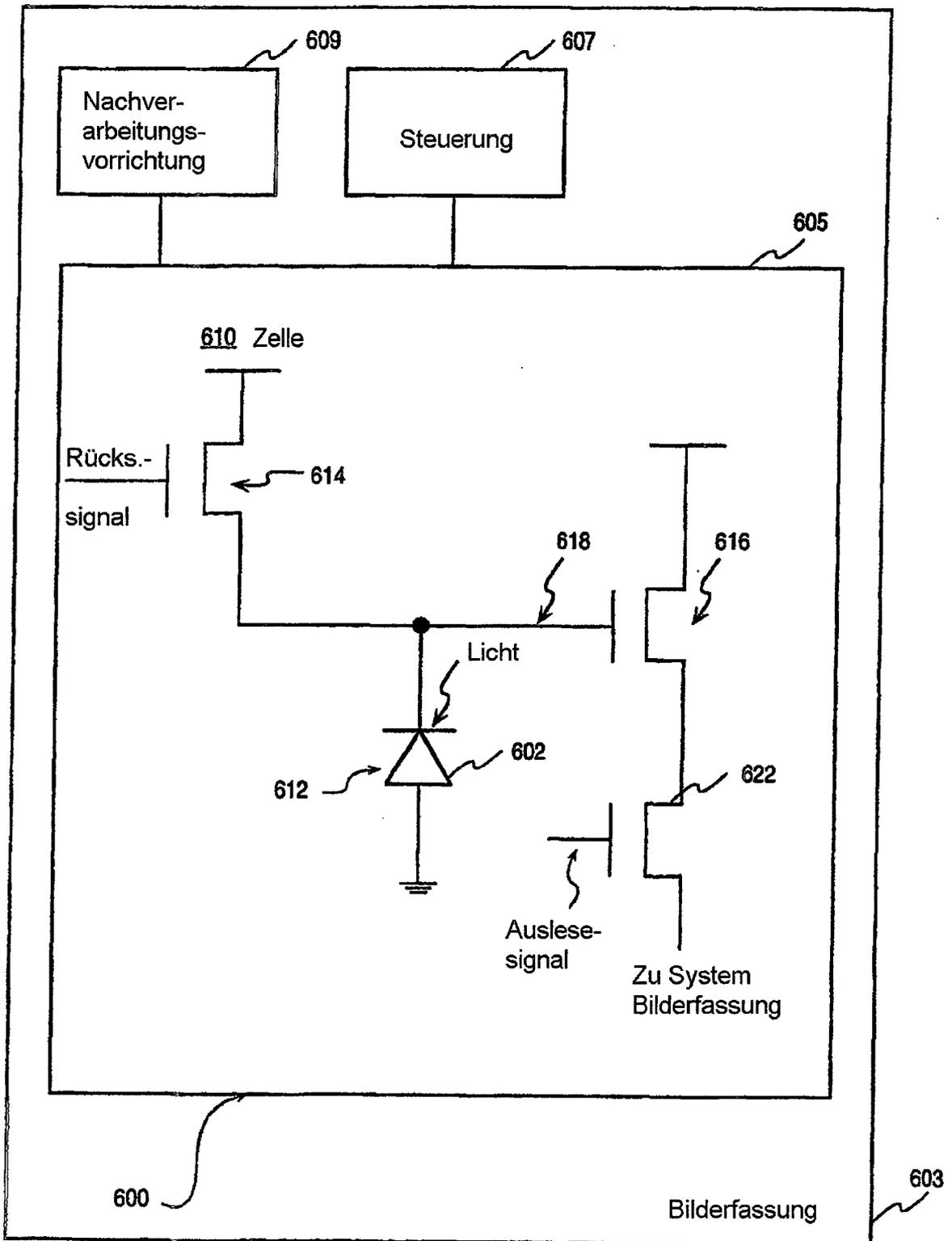
Fig. 4a



**Fig. 5a**



**Fig. 5b**



**Fig. 6**