(19) **Bundesrepublik Deutschland**
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 698 38 743 T2** 2008.10.23

(12) # Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 0 908 956 B1**
(21) Deutsches Aktenzeichen: **698 38 743.0**
(96) Europäisches Aktenzeichen: **98 307 951.8**
(96) Europäischer Anmeldetag: **30.09.1998**
(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **14.04.1999**
(97) Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA: **21.11.2007**
(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **23.10.2008**

(51) Int Cl.[8]: ***H01L 27/146*** (2006.01)
H01L 31/0224 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
27257797 **06.10.1997** **JP**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE, FR, GB, IT, NL

(73) Patentinhaber:
Canon K.K., Tokyo, JP

(72) Erfinder:
Kozuka, Hiraku, Ohta-ku, Tokyo, JP

(74) Vertreter:
TBK-Patent, 80336 München

(54) Bezeichnung: **Photoelektrische Umwandlungsvorrichtung und Bildsensor**

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 ein fotoelektrisches Wandlergerät mit einem in einem Halbleitersubstrat ausgebildeten Lichtempfangselement und einem Bildsensor.

[0002] In letzter Zeit wurden auf dem Gebiet der linearen fotoelektrischen Wandler CCD-Vorrichtungen unter Verwendung eines optischen Reduktionssystems und Bildsensoren mit gleicher Verstärkung, bei denen eine Vielzahl von Halbleiterfotosensorchips angebracht sind, ausgiebig entwickelt.

[0003] Ein Lichtempfangselement in einem derartigen fotoelektrischen Wandlergerät umfasst normalerweise eine durch einen pn-Übergang aus Halbleitern ausgebildete Fotodiode. Gemäß der Offenbarung der Druckschrift JP-A-55-154784 wurde eine Struktur vorgeschlagen, bei der ein Bereich mit derselben Leitfähigkeitsart wie die eines Substrates und einer höheren Dotierstoffkonzentration als das Substrat in einem Substratoberflächenabschnitt ausgebildet ist, wo kein pn-Übergang ausgebildet ist, so dass in die auf der Substratoberfläche erzeugten Dunkelströme reduziert werden. Andererseits wurden als Lichtempfangselement für ein lineares fotoelektrisches Wandlergerät verschiedene Strukturen vorgeschlagen, wie etwa eine Struktur, welche die durch einen pn-Übergang ausgebildete Übergangskapazität reduziert, wie es beispielsweise in der Druckschrift JP-A-61-264758 offenbart ist, eine Struktur, welche die aus der Chipreißkante resultierenden Dunkelströme reduziert, wie es in der Druckschrift JP-A-1-303752 offenbart ist, und so weiter. Eine durch einen pn-Übergang ausgebildete Fotodiode ist allgemein bekannt.

[0004] Wenn jedoch ein derartiges Lichtempfangselement auf ein fotoelektrisches Wandlergerät in Verstärkerbauart angewendet wird, das Fotoladungsträger in einem pn-Übergang ansammelt, und das eine Signalspannung unter Verwendung einer Ladungsspannungsumwandlungseinrichtung ausliest, kann keine hohe Empfindlichkeit erhalten werden.

[0005] Im Falle des fotoelektrischen Wandlergerätes in Verstärkerbauart ist die Lichtausgabe gegeben durch:

$$Vp = Qp/Cs \quad (1),$$

wobei Qp die in dem pn-Übergang angesammelte Ladungsmenge bezeichnet, und Cs die Kapazität des fotoelektrischen Umwandlungsabschnitts bezeichnet.

[0006] Im Falle beispielsweise eines fotoelektrischen Wandlergerätes in Verstärkerbauart mit einer Fotodiode, einer MOS-Sourcefolgerschaltung, und einer MOS-Rücksetzschaltung ist die Kapazität Cs des fotoelektrischen Wandlerabschnitts gegeben durch:

$$Cs = Cpd + Ca \quad (2)$$

wobei Cpd die Kapazität des pn-Übergangs einer pn-Fotodiode bezeichnet, und Ca eine mit dem fotoelektrischen Wandlerabschnitt verbundene weitere Kapazität bezeichnet, wobei die Kapazität die Gatekapazität eines MOS-Transistors, der die MOS-Sourcefolgerschaltung ausbildet, sowie die Source-/Wannen-Übergangskapazität, die Source-/Gate-Überlappungskapazität, die Leiterbahnkapazität und dergleichen von einem MOS-Transistor beinhaltet, der den MOS-Rücksetztransistor ausbildet.

[0007] Daher müssen zur Verwirklichung einer hohen Empfindlichkeit Fotoladungsträger effektiv angesammelt werden, und die Kapazität des fotoelektrischen Wanderlabschnitts muss minimiert werden, wo die Fotoladungsträger angesammelt werden.

[0008] Bei einem Kontaktbildsensor, der eine durch Ausbilden eines Bereiches in einem Halbleitersubstrat mit einer zu dem Halbleitersubstrat entgegengesetzten Leitfähigkeitsart erhaltenen Fotodiode verwendet, wird jedoch ein pn-Übergang mit einer Fläche nahezu gleich der Öffnung benötigt, um Fotoladungsträger effektiv auszulesen, da der Bildelementabstand bei einer Auflösung von beispielsweise 300 dpi bei etwa 84,7 μm liegt, aber dann steigt die pn-Übergangskapazität Cpd des Fotodiodenabschnitts in Gleichung (2) an.

[0009] Wenn andererseits die pn-Übergangsfläche verringert wird, um die pn-Übergangskapazität Cpd des Fotodiodenabschnitts zu reduzieren, verringert sich die Anzahl der auf dem pn-Übergangsbereich angesammelten Fotoladungsträger.

[0010] Die Druckschrift JP-A-61-264758 offenbart eine Technik zur Ausbildung eines Ansammlungsabschnitts mit einer kreisförmigen Form oder einer teilweise abgeschnittenen kreisförmigen Form, so dass die Übergangskapazität des Ansammlungsbereiches reduziert wird.

[0011] Wenn jedoch ein Bereich mit derselben Leitfähigkeitsart wie die des Substrates und einer höheren Dotierstoffkonzentration als die des Substrates in der Substratoberfläche zur Unterdrückung der auf der Substratoberfläche erzeugten Dunkelströme ausgebildet wird, wie es in der Druckschrift JP-A-55-154784 offenbart ist, verschmälert sich die Verarmungsschicht um den Übergang, und die Umfangslängenabhängigkeit der pn-Übergangskapazität steigt, wie es in Fig. 2 der Druckschrift JP-A-55-154784 gezeigt ist.

[0012] Daher kann die in der Druckschrift JP-A-61-264758 offenbarte Struktur kaum eine hohe Empfindlichkeit erzielen, da der Kapazitätswert des pn-Übergangs aufgrund eines Anstiegs bei der Umfangslänge nicht ausreichend reduziert werden kann, obwohl die pn-Übergangsfläche abnimmt.

[0013] Mit der Entwicklung jüngster Mikrostrukturierungstechniken für Halbleiterelemente wird andererseits normalerweise eine Technik verwendet, die Titan, Titannitrit oder dergleichen als Barrierenmetall verwendet, das heißt ein Leiterbahnmaterial, das eine Halbleiterdiffusionsschicht kontaktiert.

[0014] Um einen befriedigenden ohmschen Kotakt mit einer p-Diffusionsschicht zu erhalten, muss daher die Dotierstoffkonzentration der Halbleiterdiffusionsschicht höher sein, als wenn Aluminium als Leiterbahnmaterial verwendet wird.

[0015] Wenn im Stand der Technik die Dotierstoffkonzentration eines p-Bereiches des Fotodiodenabschnittes erhöht wird, steigen jedoch die Dunkelströme, und außerdem variieren sie in starkem Ausmaß.

[0016] Diese Dunkelströme werden möglicherweise durch einen Anstieg bei den in einer Verarmungsschicht vorhandenen Kristallfehlern als Folge eines Anstiegs bei der Dotierstoffkonzentration der p-Schicht im Übergang zwischen p- und n-Bereichen und dem Übergang zwischen zum Unterdrücken von Dunkelströmen an einer Halbleiter/Oxidschicht-Grenzfläche ausgebildeten p- und n-Bereichen erzeugt, oder sie werden möglicherweise durch ein in der Nähe des Übergangs lokal erzeugtes hohes elektrisches Feld hervorgerufen.

[0017] Wenn die Dotierstoffkonzentration des p-Bereiches zur Unterdrückung der Dunkelströme verringert wird, steigt der Kontaktwiderstand im p-Bereich, und seine Variation wird ebenfalls groß, was zu größeren Eigenschaftsvariationen der fotoelektrischen Wandlergeräte führt.

[0018] Genauer ergeben sich beim Anwenden einer allgemeinen Mikrostrukturierungstechnik aus dem Stand der Technik Probleme aus einem Ansteigen beim Dunkelstrom so wie aus Variationen bei den Dunkelströmen.

[0019] Erfindungsgemäß wird ein fotoelektrisches Wandlergerät mit einem hochempfindlichen Lichtempfangsabschnitt sowie ein Bildsensor mit einem derartigen fotoelektrischen Wandlergerät bereitgestellt.

[0020] Außerdem wird erfindungsgemäß ein fotoelektrisches Wandlergerät, bei dem Dunkelströme reduziert sind, sowie ein Bildsensor bereitgestellt, der ein derartiges fotoelektrisches Wandlergerät beinhaltet.

[0021] Das vorliegend betrachtete Fotowandlergerät ist von der Art, wie sie in „Patent Abstracts of Japan", Band 016, Nummer 146, 10. April 1992 beziehungsweise in der Druckschrift JP-A-04003473 beschrieben ist, und umfasst ein Lichtempfangselement mit: einem Halbleitersubstrat von einer ersten Leitfähigkeitsart; einer Vielzahl von ersten Halbleiterbereichen einer zweiten Leitfähigkeitsart, die an einer Oberfläche des Halbleitersubstrates angeordnet sind; einer ersten transparenten Isolationsschicht, die auf dem Halbleitersubstrat angeordnet ist; und einer Verbindungsleiterbahn, die auf der ersten transparenten Isolationsschicht angeordnet ist und eine elektrische Verbindung zwischen jedem der ersten Halbleiterbereiche über die erste transparente Isolationsschicht bereitstellt.

[0022] Das erfindungsgemäße fotoelektrische Wandlergerät ist gekennzeichnet durch: einen MOS-Transistor der als eine Einrichtung zur Umwandlung von Ladung in Spannung bereitgestellt ist, wobei dessen Gateelektrode durch die Verbindungsleiterbahn direkt mit der Vielzahl von ersten Halbleiterbereichen verbunden ist; eine zweite transparente Isolationsschicht, die auf der Verbindungsleiterbahn und auf der ersten transparenten Isolationsschicht angeordnet ist; und eine Lichtabschirmschicht, die auf der zweiten transparenten Isolationsschicht angeordnet ist, und die den MOS-Transistor bedeckt, und die eine Öffnung aufweist, welche die Vielzahl von ersten Halbleiterbereichen und die Verbindungsleiterbahn freilegt, welche die Vielzahl von ersten Halbleiterbereichen verbindet.

[0023] Außerdem wird erfindungsgemäß ein Bildsensor mit einer Schaltungsbaugruppe bereitgestellt, auf der eine Vielzahl derartiger fotoelektrischer Wandlergeräte angebracht ist.

[0024] In der beiliegenden Zeichnung zeigen:

[0025] Fig. 1 eine schematische Draufsicht der Struktur eines Lichtempfangsabschnitts eines fotoelektrischen Wandlergerätes gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung;

[0026] Fig. 2 eine schematische Schnittansicht der Struktur gemäß der Linie 2-2 aus Fig. 1;

[0027] Fig. 3 eine schematische Schnittansicht der Struktur gemäß Linie 3-3 aus Fig. 1;

[0028] Fig. 4 eine Ansicht der Lichtempfindlichkeitsverteilung in einer Öffnung;

[0029] Fig. 5 eine Draufsicht der Struktur für ein Bildelement gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung;

[0030] Fig. 6 eine Schnittansicht der Struktur entlang Linie 6-6 aus Fig. 5 gemäß der Erfindung;

[0031] Fig. 7 ein Ersatzschaltbild für ein Bildelement bei dem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung;

[0032] Fig. 8 eine Draufsicht der Struktur für ein Bildelement gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel der Erfindung;

[0033] Fig. 9 eine Schnittansicht der Struktur entlang der Linie 9-9 aus Fig. 8;

[0034] Fig. 10 ein Ersatzschaltbild für ein Bildelement bei dem dritten Ausführungsbeispiel der Erfindung;

[0035] Fig. 11 eine Draufsicht der Struktur für ein Bildelement gemäß dem vierten Ausführungsbeispiel der Erfindung; und

[0036] Fig. 12 eine Schnittansicht der Struktur entlang der Linie 12-12 aus Fig. 11 gemäß der Erfindung.

[0037] Fig. 1 zeigt eine schematische Draufsicht der Struktur eines Lichtempfangsabschnitts von einem fotoelektrischen Wandlergeräte gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung, Fig. 2 zeigt eine schematische Schnittansicht der Struktur entlang der Linie 2-2 aus Fig. 1, und Fig. 3 zeit eine schematische Schnittansicht der Struktur entlang der Linie 3-3 aus Fig. 1.

[0038] Nachstehend ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung unter Bezugnahme auf das Beispiel eines n-Halbleitersubstrates beschrieben. Die Erfindung ist jedoch nicht auf ein n-Halbleitersubstrat beschränkt, und kann dieselben Wirkungen erzielen, selbst wenn ein p-Halbleitersubstrat verwendet wird.

[0039] Unter Bezugnahme auf Fig. 1 sind Öffnungen **4**, **4'** und **4"** in einer Lichtabschirmschicht **3** zur Ausbildung einer Lichtempfangsanordnung ausgebildet. Innerhalb der Öffnungen **4**, **4'** und **4"** sind jeweils zwei p-Bereiche **1**, **1'** beziehungsweise **1"** auf der Oberfläche eines n-Halbleitersubstrates **5** zur Ausbildung von pn-Übergängen mit dem n-Halbleitersubstrat ausgebildet. Eine Vielzahl von p-Bereichen ist in der einzelnen Öffnung ausgebildet, und untereinander über ein Verschaltungselement **2** verbunden.

[0040] Ladungs-Spannungs-Umwandlungseinrichtungen **10**, **10'** und **10"** wandeln jeweils auf Fotoladungsträgern basierende Ladungssignale, die in dem n-Halbleitersubstrat **5** erzeugt und in den p-Bereichen **1**, **1'** und **1"** angesammelt werden, in Spannungssignale um. Es wird beispielsweise ein MOS-Verstärker oder eine MOS-Sourcefolgerschaltung unter Verwendung von MOS-Transistoren geeignet verwendet, und Fotoladungsträger werden in Spannungssignale über diese Schaltungen umgewandelt. Unter Bezugnahme auf die Fig. 2 und Fig. 3 ist ein n-Halbleiterbereich **8** mit einer höheren Konzentration als das Substrat auf der Oberfläche des n-Halbleitersubstrates **5** ausgebildet, und transparente Isolationsschichten **6** und **7** sind zwischen dem n-Halbleitersubstrat **5** und dem Verbindungselement **2** sowie zwischen den Verbindungselement **2** und der Lichtabschirmschicht **3** ausgebildet.

[0041] Erfindungsgemäß kann ein n-Halbleitersubstrat **5** mit einer Dotierstoffkonzentration von etwa 10^{14} bis 10^{17} cm^{-3} verwendet werden. Vorzugsweise weist das Substrat **5** eine Dotierstoffkonzentration von etwa 10^{14} bis 10^{16} cm^{-3} auf.

[0042] Jeder p-Bereich **1** weist vorzugsweise eine Dotierstoffkonzentration von etwa 10^{18} bis 10^{22} cm^{-3} auf. In den Fig. 1, Fig. 2 und Fig. 3 ist jeder p-Bereich breiter als der Verbindungsbereich ausgebildet, kann aber schmaler als der Verbindungsbereich sein. Ferner ist in den Fig. 1, Fig. 2 und Fig. 3 jeder p-Bereich in rechteckiger Form ausgebildet. Alternativ kann zur Reduktion der Umlauflänge jeder p-Bereich in Kreisform ausgebildet sein, oder es können Bereiche mit verschiedenen Formen und Größen ausgebildet sein.

[0043] Der n-Bereich **8** ist auf der Oberfläche des n-Halbleiterbereiches **5** zur Reduktion der in der Umgebung der Schnittstelle zwischen dem Substrat **5** und der isolierenden Schicht **6** erzeugten Dunkelströme ausgebildet, und benötigt lediglich eine Dotierstoffkonzentration von etwa 10^{16} bis 10^{18} cm^{-3} in seinem Oberflächenabschnitt. Der n-Bereich kann mit einem Versatz ausgebildet sein, damit er nicht jeden p-Bereich direkt kontaktiert, oder er kann auf der gesamten Oberfläche ohne einen Versatz ausgebildet sein, wenn er eine geringere Dotierstoffkonzentration als die des p-Bereiches aufweist.

[0044] Für die transparenten Isolationsschichten **6** und **7** und das Verbindungselement **2** können bei einem normalen Siliziumverfahren verwendete Materialien erfindungsgemäß angewendet werden.

[0045] Die Lichtabschirmschicht **3** kann aus einem Metall bestehen, das außerdem als Verbindungselement dient, oder kann aus anderen organischen Materialien oder anorganischen Materialen ausgebildet sein. Jede durch teilweise Entfernung dieser Lichtabschirmschicht ausgebildete Öffnung **4** weist eine Größe von etwa 80 × 50 µm als einem Flächenbereich im Falle eines Kontaktbildsensors mit einer optischen Auflösung von 300 dpi oder gleichwertig auf.

[0046] Die erfindungsgemäßen Wirkungen sind nachstehend unter Bezugnahme auf Fig. 4 beschrie-

ben. Fig. 4 zeigt die durch Bestrahlen eines Abschnitts I-II aus Fig. 4 mit Spaltstrahllicht und Abtasten der Öffnung **4** in horizontaler Richtung erhaltene Ausgabe, das heißt die Lichtempfindlichkeitsverteilung in der Öffnung **4** in horizontaler Richtung. Wie aus Fig. 4 ersichtlich ist, werden erfindungsgemäß die in einem Verarmungsschichtabschnitt des pn-Übergangs erzeugten Fotoladungsträger effektiv auf jedem p-Bereich angesammelt, aber die im neutralen Bereich in dem Substrat erzeugten Fotoladungsträger werden virtuell isotropisch gestreut und rekombinieren, womit die optische Ausgabe mit wachsendem Abstand von dem p-Bereich abnimmt. Da die optischen Ausgaben an den beiden p-Bereichen **1** in der Öffnung **4** hoch sind, kann auf diese Weise ein hohes optisches Ausgabeniveau sichergestellt werden, wenn eine Vielzahl von p-Bereichen ausgebildet werden.

[0047] Da eine Vielzahl von p-Bereichen in jeder Öffnung **4** ausgebildet ist, kann daher die Gesamtsumme der Umfangslängen des p-Bereichs minimiert werden, und die in der Öffnung erzeugten Fotoladungsträger können effektiv angesammelt werden.

[0048] Fig. 5 zeigt eine Draufsicht der Struktur für ein Bildelement bei dem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung, Fig. 6 zeigt eine Schnittansicht der Struktur entlang der Linie 6-6 aus Fig. 5 und Fig. 7 zeigt das Ersatzschaltbild für ein Bildelement aus Fig. 5.

[0049] Bei diesem Ausführungsbeispiel sind 4 pn-Übergänge in jeder Öffnung **4** ausgebildet. Vier p-Bereiche **1** mit einem Schichtwiderstand von 280 Ω sind auf der Oberfläche eines n-Halbleitersubstrates mit einem spezifischen Widerstand von 1 Q·cm ausgebildet, um jeweils pn-Übergänge auszubilden. Ein n-Bereich **8** ist auf der Oberfläche des Substrates **5** mit einem Versatz von jedem p-Bereich ausgebildet. Die Oberflächenkonzentration dieses n-Bereichs **8** beträgt ungefähr 5×10^{16} cm^{-3}. Ein Verbindungselement **2** und eine Lichtabschirmschicht **3** sind aus Aluminium ausgebildet. Eine transparente Isolationsschicht **6** weist eine zweischichtige Struktur aus SiO_2 und BPSG (Borphosphorsilikatglas: Bor und Phosphor enthaltendes Quarzglas) auf, und eine transparente Isolationsschicht **7** verwendet eine SiO-Schicht. Eine SiN-Schicht ist als eine Schutzschicht **9** auf der Lichtabschirmschicht **3** ausgebildet.

[0050] Unter Bezugnahme auf Fig. 7 sind bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel vier jeweils als Lichtempfangselement dienende Fotodioden **30** pro Bildelement ausgebildet. Eine Fotodiode **30** entspricht einem pn-Übergang aus Fig. 6. Der p-Bereich **1** der Fotodiode **30** ist mit einem NMOS-Rücksetztransistor **31** und dem Eingangsknoten eines PMOS-Sourcefolgertransistors **32** verbunden, und dessen Ausgang wird für den Erhalt eines Ausgabesignals V_{out} von einer Ladung in eine Spannung umgewandelt.

[0051] Elf Sensorchips, von denen jeder einen Bildelementabstand von 84,7 µm und 234 Bildelemente mit jeweils der vorstehenden Anordnung aufwies, wurden auf einem Glasepoxidsubstrat zur Ausbildung eines 21,8 cm breiten Kontaktbildsensors in A4-Größe angebracht. Bei der Ausbildung eines Kontaktbildsensors durch Aneinanderreihung einer Vielzahl von Chips sei angemerkt, dass das Maß der Übergänge zwischen benachbarten Chips nahezu gleich dem Bildelementmaß sein könnte, in dem die Größe jeder Öffnung schmäler als das Bildleseauflösungsmaß reduziert wird. Genauer wurde das Bildelementmaß für 300 dpi auf etwa 82,5 µm eingestellt, und das Öffnungsmaß wurde auf etwa 50,0 µm eingestellt. Mit dieser Struktur kann dieselbe Auflösung wie die bei dem Chip selbst am Übergang erhalten werden. Dasselbe gilt für die nachstehend beschriebenen Ausführungsbeispiele.

[0052] Bei einem Empfindlichkeitsvergleich zwischen dem vorliegenden Ausführungsbeispiel und dem Stand der Technik, der durch Anordnen von p-Bereichen in einem ringförmigen Muster zur Maximierung der Empfindlichkeit optimiert wurde, lag die Empfindlichkeit für das vorliegende Ausführungsbeispiel ungefähr bei dem 1,3-fachen gegenüber dem Stand der Technik.

[0053] Bei dem vorstehend beschriebenen ersten oder zweiten Ausführungsbeispiel ist ein n-Halbleiterbereich **8** mit einer höheren Konzentration als die des Substrates auf dem n-Halbleitersubstrat **5** ausgebildet, was aber nicht immer erforderlich ist. Durch Ausbilden des n-Halbleiterbereiches **8** können jedoch Dunkelströme reduziert werden.

[0054] Fig. 8 zeigt eine Draufsicht der Struktur für ein Bildelement gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel der Erfindung, Fig. 9 zeigt eine Schnittansicht der Struktur entlang der Linie 9-9 aus Fig. 8, und Fig. 10 zeigt das Ersatzschaltbild für ein Bildelement.

[0055] Bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel beinhaltet jede Öffnung **4** sieben kreisförmige pn-Übergänge mit verschiedenen Größen.

[0056] Sieben n-Bereiche **101** sind auf der Oberfläche eines p-Halbleitersubstrates **105** mit einem spezifischen Widerstand von 10 Ω·cm zur Ausbildung von pn-Übergängen ausgebildet. Außerdem ist ein p-Bereich **108** auf der gesamten Oberfläche des Substrates **105** außer bei den n-Bereichen **101** ausgebildet. Die Oberflächenkonzentration dieses p-Bereiches beträgt etwa 1×10^{17} cm^{-3}.

[0057] Das Verbindungselement **2** und die Lichtabschirmschicht **3** sind aus Aluminium ausgebildet. Die

transparente Isolationsschicht **6** weist eine zweischichtige Struktur aus SiO_2 und BPSG auf, und die transparente Isolationsschicht **7** verwendet eine SiO-Schicht. Eine SiN-Schicht ist als eine Schutzschicht **9** auf der Lichtabschirmschicht **3** ausgebildet.

[0058] Bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel sind unter Bezugnahme auf Fig. 10 sieben als Lichtempfangselemente dienende Fotodioden **40** pro Bildelement ausgebildet. Eine Fotodiode entspricht einem pn-Übergang in Fig. 8. Der n-Bereich der Fotodiode **40** ist mit einem PMOS-Rücksetztransistor **43** und dem Eingangsknoten eines NMOS-Sourcefolgertransistors **44** verbunden. Der PMOS-Transistor **43** ist zum Zurücksetzten von irgendwelchen Restladungen auf der Fotodiode **40** angeschaltet, und danach werden die der Menge von Bildlicht entsprechenden Fotoladungen für eine vorbestimmte Zeitdauer angesammelt. Dann wird der NMOS-Transistor **44** für eine Ladungs-Spannungs-Umwandlung angeschaltet, wodurch ein Ausgangssignal V_{out} unter Verwendung einer Konstantstromschaltung **45** als Belastung bezüglich des Betriebs des NMOS-Transistors **44** erhalten wird.

[0059] Elf Sensorchips, von denen jeder ein Bildelementmaß von 127 µm und 158 Bildelemente mit jeweils der vorstehenden Anordnung aufwies, wurden auf einem Glasepoxidsubstrat zur Ausbildung eines 22 cm breiten Kontaktbildsensors in A4-Größe angebracht.

[0060] Bei dem vorstehen beschriebenen dritten Ausführungsbeispiel ist ein p-Halbleiterbereich **108** mit einer höheren Konzentration als die des Substrates auf dem p-Halbleitersubstrat **104** ausgebildet, aber nicht immer erforderlich. Durch Ausbilden des p-Halbleiterbereichs **108** können jedoch Dunkelströme reduziert werden.

[0061] Fig. 9 zeigt eine Draufsicht der Struktur für ein Bildelement gemäß dem vierten Ausführungsbeispiel der Erfindung, und Fig. 12 zeigt eine Schnittansicht der Struktur entlang der Linie 12-12 aus Fig. 11.

[0062] Das vorliegende Ausführungsbeispiel verwendet eine Bildelementanordnung, bei der vier pn-Übergänge in jeder Öffnung zur Verbesserung der Sammeleffizienz von Fotoladungsträgern ausgebildet sind.

[0063] Ein erster p-Bereich **12** mit einem Schichtwiderstand von etwa 1000 Ω ist auf der Oberfläche eines n-Halbleitersubstrates **11** mit einem spezifischen Widerstand von 8 Ω·cm zur Ausbildung eines pn-Übergangs zwischen dem n-Halbleitersubstrat **11** und einem ersten p-Bereich **12** ausgebildet.

[0064] Außerdem ist ein zweiter p-Bereich **13** mit einem Schichtwiderstand von etwa 70 Ω in dem ersten p-Bereich **12** ausgebildet.

[0065] Zudem ist ein erster n-Bereich **14** auf der Oberfläche des Substrates **11** ausgebildet. Die Oberflächenkonzentration dieses n-Bereichs **14** beträgt ungefähr 8×10^{16} cm^{-3}.

[0066] Ein mit dem zweiten p-Bereich zu verbindendes Metallverbindungselement weist eine zweischichtige Struktur aus einer TiN-Schicht **16** und einer Aluminiumschicht **26** auf, und stellt eine elektrische Verbindung für vier inselförmige pn-Übergangsbereiche bereit, die in dem Bildelement ausgebildet sind.

[0067] Die transparente Isolationsschicht **17** weist eine zweischichtige Struktur aus SiO_2 und BPSG auf, und die transparente Isolationsschicht **18** verwendet eine SiO-Schicht. Die Lichtabschirmschicht **19** ist aus Aluminium ausgebildet. Eine SiN-Schicht ist also eine Schutzschicht **22** auf der Lichtabschirmschicht **19** ausgebildet.

[0068] Zur Verbesserung der Ansammlungseffizient für Fotoladungsträger, die in einem neutralen Bereich in dem Substrat erzeugt werden, und die isotropisch gestreut werden, wird bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel eine Vielzahl von kleinen pn-Übergängen in dem Bildelement ausgebildet.

[0069] Elf Sensorchips mit jeweils einem Bildelementmaß von 84,7 µm und 234 Bildelementen mit jeweils der vorstehend beschriebenen Anordnung wurden auf einem Glasepoxidsubstrat zur Ausbildung eines fotoelektrischen Wandlergerätes angebracht, welches einen Kontaktbildsensor in A4-Größe bildete.

[0070] Bei einem Vergleich der Dunkelströme zwischen diesem Ausführungsbeispiel und dem Stand der Technik ohne dem ersten p-Bereich **12** als das charakteristische Merkmal der Erfindung bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel lagen die Dunkelströme bei der vorliegenden Erfindung ungefähr bei 1/10 gegenüber dem Stand der Technik.

[0071] Bei dem vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispiel wurden fotoelektrische Wanderbildelemente beispielhaft beschrieben. Die durch ein effizientes Bildelement in einem ebenen Bereich erhaltenen Fotoladungen werden beispielsweise durch eine Sourcefolgerschaltung mit MOS-Struktur zum Auslesen einer Spannung auf einer Ausgangsleitung von der Ladung in eine Spannung umgewandelt, und die Differenz zwischen der Ausgangsspannung und den Dunkelströmen wird berechnet. Dann wird das Differenzsignal einer Schattierungskorrektur, einer Gammakorrektur und dergleichen unterzogen, und das korrigierte Signal wird als Bildsignal ausgegeben.

[0072] Bei dem vierten Ausführungsbeispiel wird ein n-Halbleiterbereich **14** mit einer höheren Konzentration als der des Substrates auf dem n-Halbleitersubstrat **11** ausgebildet, was aber nicht immer erforderlich ist. Durch Ausbilden des n-Halbleiterbereiches **14** können jedoch die Dunkelströme reduziert werden.

[0073] Gemäß dem ersten bis vierten Ausführungsbeispiel werden Fotoladungsträger effektiv angesammelt, und die Kapazität des Ansammlungsabschnitts kann reduziert werden, da eine Vielzahl von pn-Übergängen in jeder Öffnung ausgebildet und untereinander elektrisch verbunden ist. Daher kann die Empfindlichkeit des fotoelektrischen Wandlergerätes im Vergleich zum Stand der Technik verbessert werden, und es können sehr bemerkenswerte Wirkungen erhalten werden.

[0074] Viele weithin unterschiedliche Ausführungsbeispiele der Erfindung können aufgebaut werden, ohne vom Erfindungsbereich abzuweichen. Daher versteht es sich, dass die Erfindung nicht auf die vorliegend beschriebenen speziellen Ausführungsbeispiele beschränkt ist, außer soweit es in den beigefügten Patentansprüchen definiert ist.

Patentansprüche

1. Fotoelektrisches Wandlergerät, mit:
einem Lichtempfangselement (**1**–**8**; **1**–**9**; **30**; **40**; **101**, **105**, **108**, **2**–**4**, **6**, **7**, **9**; **11**–**20**, **22**, **26**) mit:
einem Halbleitersubstrat (**5**; **105**; **11**) einer ersten Leitfähigkeitsart;
einer Vielzahl von ersten Halbleiterbereichen (**1**; **101**; **12**) einer zweiten Leitfähigkeitsart, die an einer Oberfläche des Halbleitersubstrates (**5**; **105**; **11**) angeordnet sind;
einer ersten transparenten Isolationsschicht (**6**; **17**), die auf dem Halbleitersubstrat (**5**; **105**; **11**) angeordnet ist; und
einer Verbindungsleiterbahn (**2**; **16**, **26**), die auf der ersten transparenten Isolationsschicht angeordnet ist, und die eine elektrische Verbindung zwischen jedem der ersten Halbleiterbereiche (**1**; **101**; **12**) über die erste transparente Isolationsschicht (**6**; **17**) bereitstellt;
gekennzeichnet durch:
einen MOS-Transistor (**10**, **10'**, **10''**; **32**; **44**), der als eine Einrichtung zur Umwandlung von Ladung in Spannung bereitgestellt ist, wobei dessen Gateelektrode durch die Verbindungsleiterbahn (**2**; **16**, **26**) direkt mit der Vielzahl von ersten Halbleiterbereichen (**1**; **101**; **12**) verbunden ist;
eine zweite transparente Isolationsschicht (**7**; **18**), die auf der Verbindungsleiterbahn (**2**; **16**, **26**) und auf der ersten transparenten Isolationsschicht (**6**; **17**) angeordnet ist; und
eine Lichtabschirmschicht (**3**; **19**), die auf der zweiten transparenten Isolationsschicht (**7**; **18**) angeordnet ist, und die den MOS-Transistor (**10**, **10'**, **10''**; **32**; **44**) bedeckt, und die eine Öffnung (**4**, **4'**, **4''**) aufweist, welche die Vielzahl von ersten Halbleiterbereichen (**1**; **101**; **12**) und die Verbindungsleiterbahn (**2**; **16**, **26**) freilegt, welche die Vielzahl von ersten Halbleiterbereichen (**1**; **101**; **12**) verbindet.

2. Gerät nach Anspruch 1, ferner mit:
einem zweiten Halbleiterbereich (**8**; **108**; **14**) der ersten Leitfähigkeitsart, der auf der Oberfläche des Halbleitersubstrates (**5**; **105**; **11**) angeordnet ist, und der eine höhere Dotierstoffkonzentration als das Halbleitersubstrat (**5**; **105**; **11**) aufweist.

3. Gerät nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei das Lichtempfangselement (**1**–**8**; **1**–**9**; **30**; **40**; **101**, **105**, **108**, **2**–**4**, **6**, **7**, **9**; **11**–**20**, **22**, **26**) eines aus einer Vielzahl von in dem Halbleitersubstrat (**5**; **105**; **11**) ausgestalteten gleichen Lichtempfangselementen ist.

4. Bildsensor mit einer Vielzahl von fotoelektrischen Wandlergeräten (**1**–**10**, **1'**–**10'**, **1''**–**10''**) jeweils gemäß Anspruch 3, die auf einer Schaltungsbaugruppe angebracht sind.

Es folgen 8 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

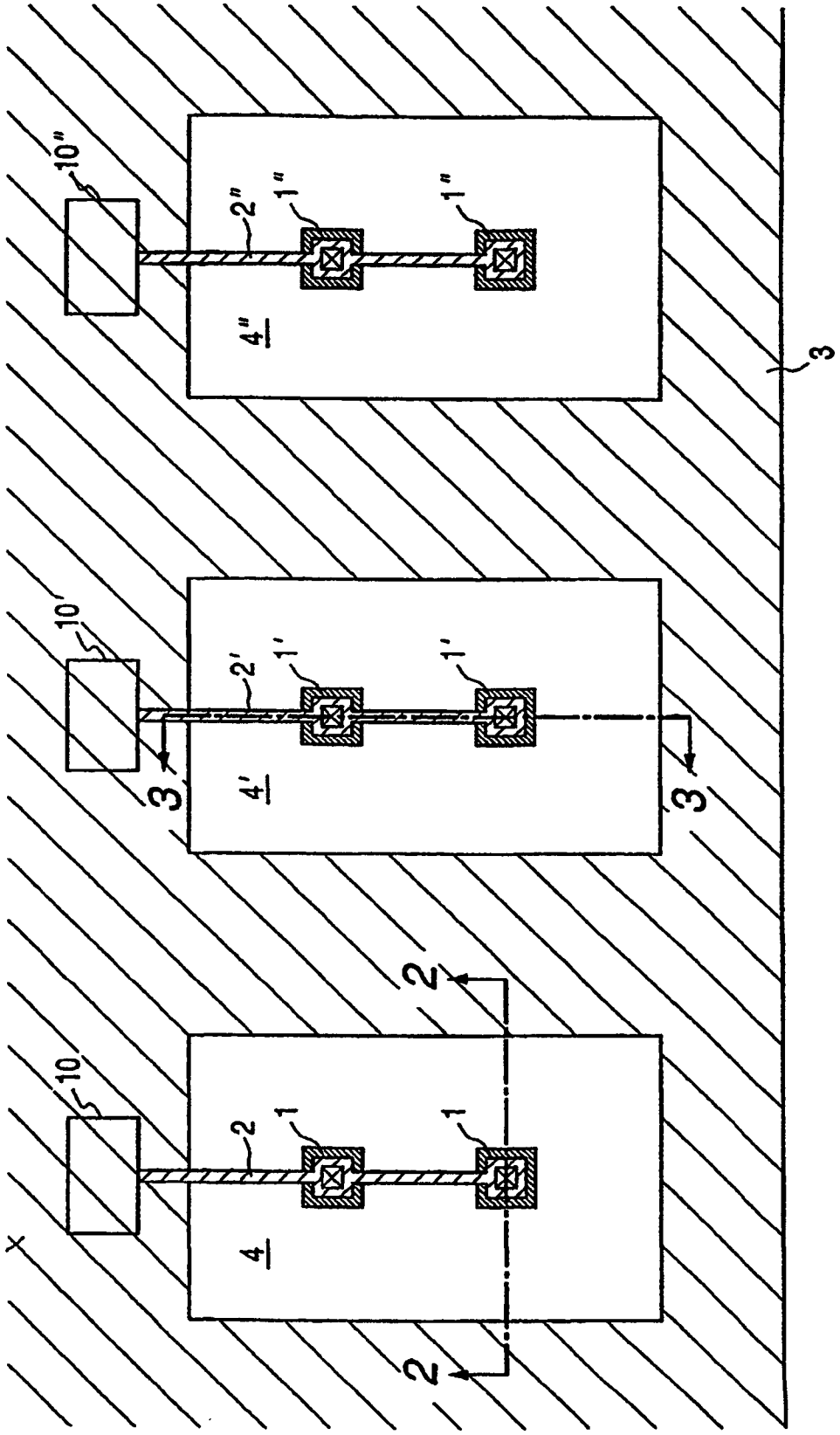


FIG. 2

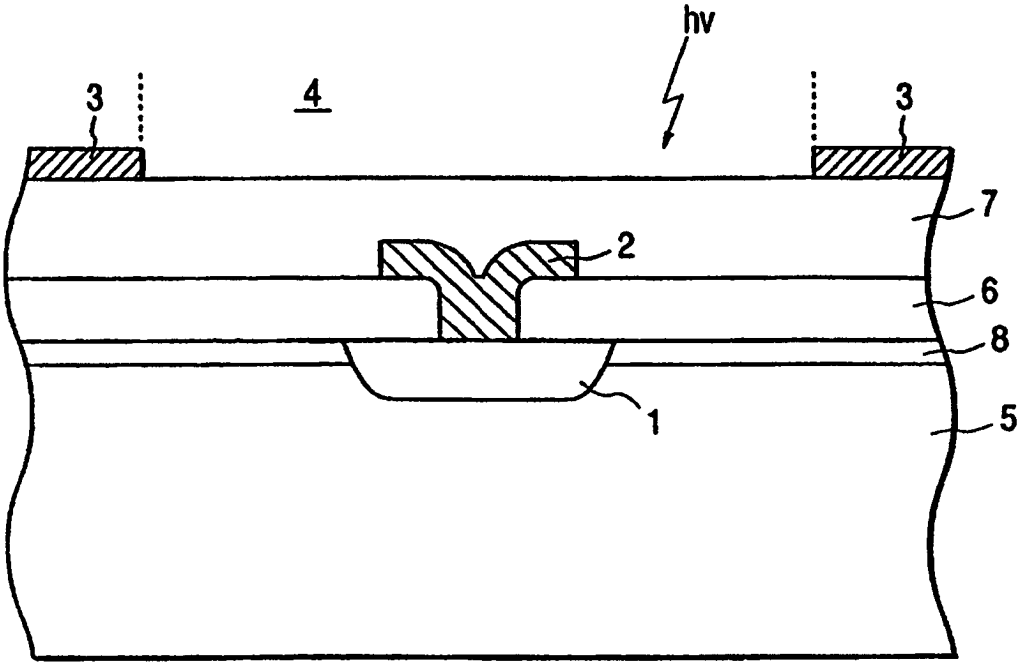


FIG. 3

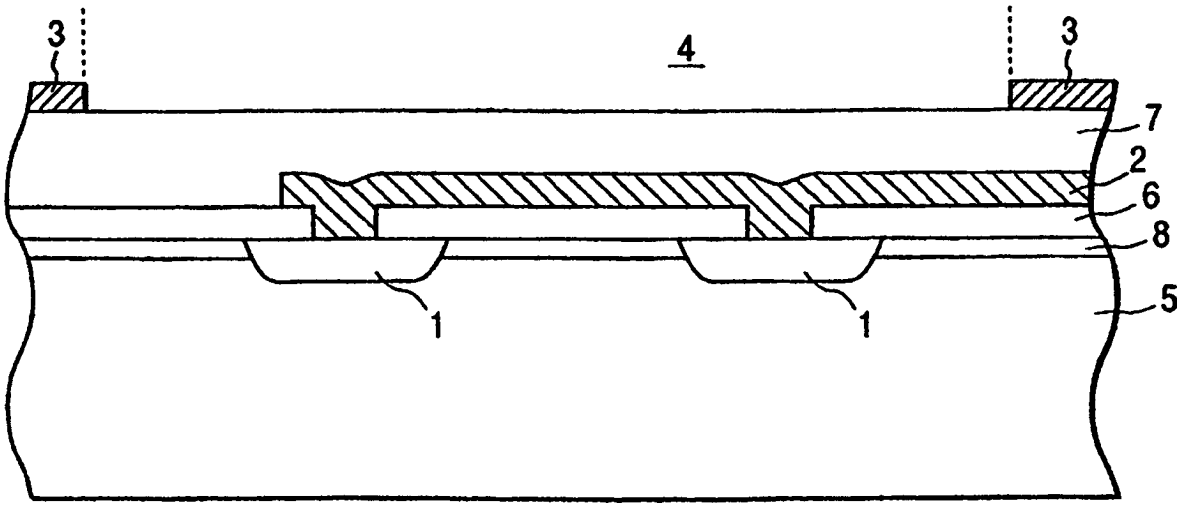


FIG. 4

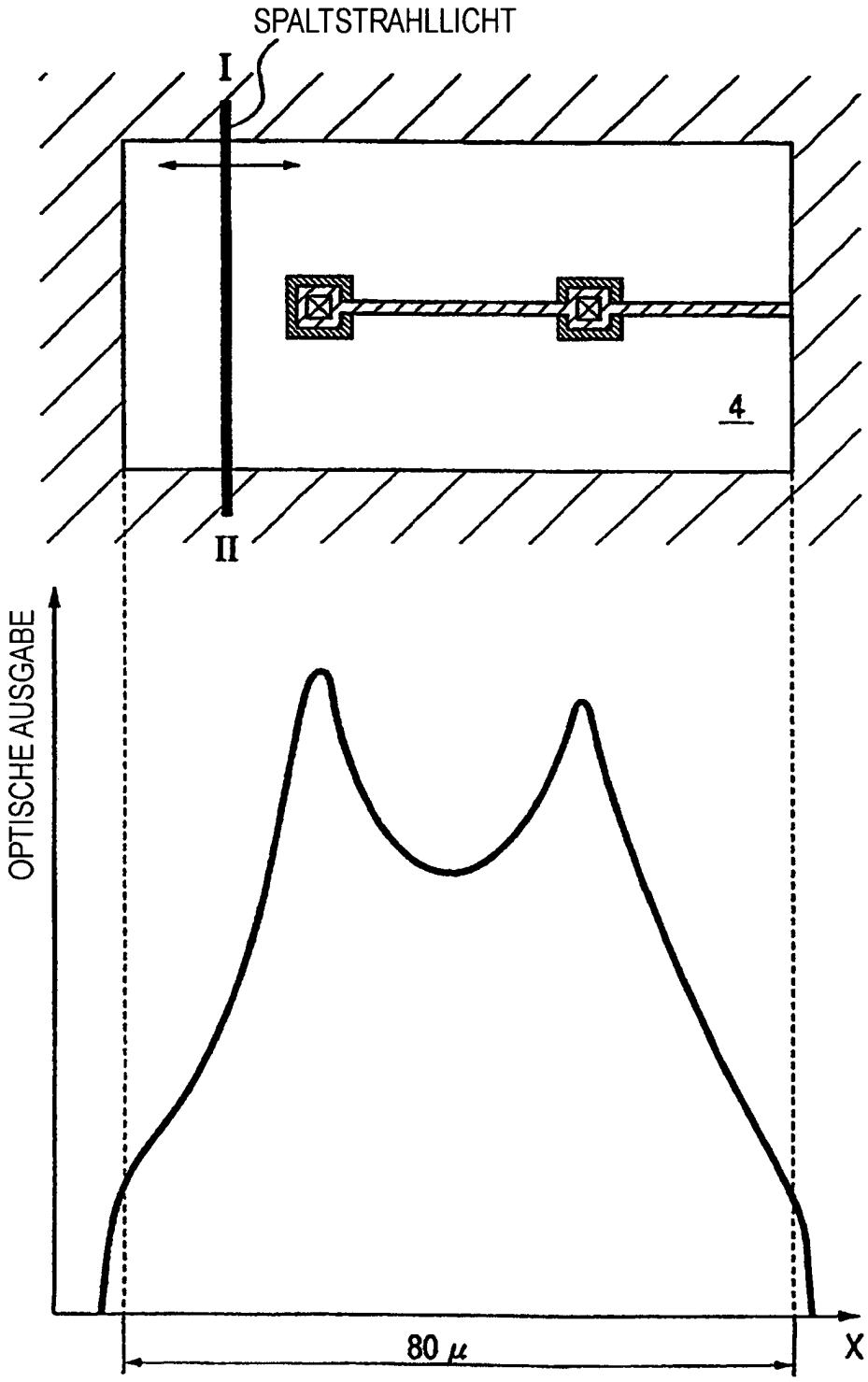


FIG. 5

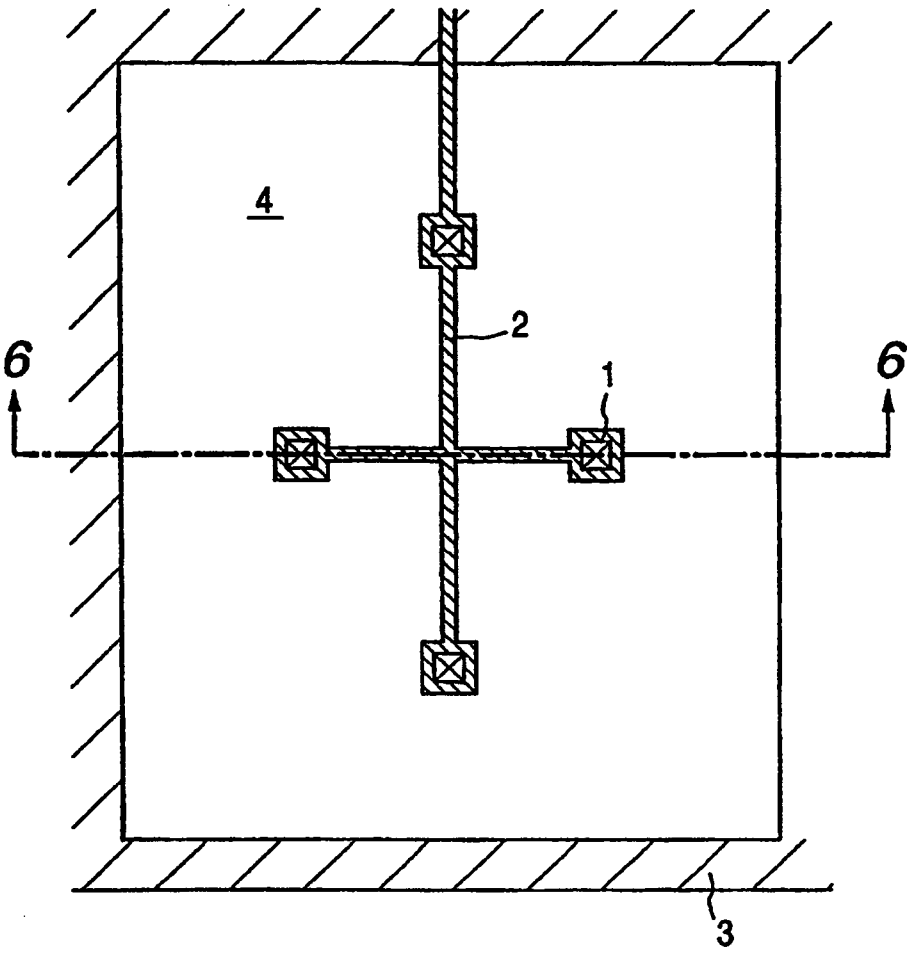


FIG. 6

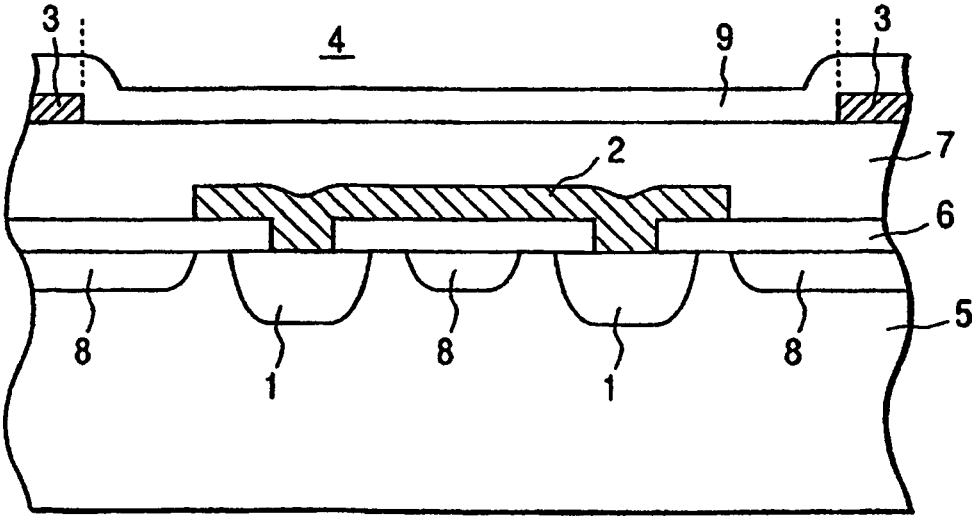


FIG. 7

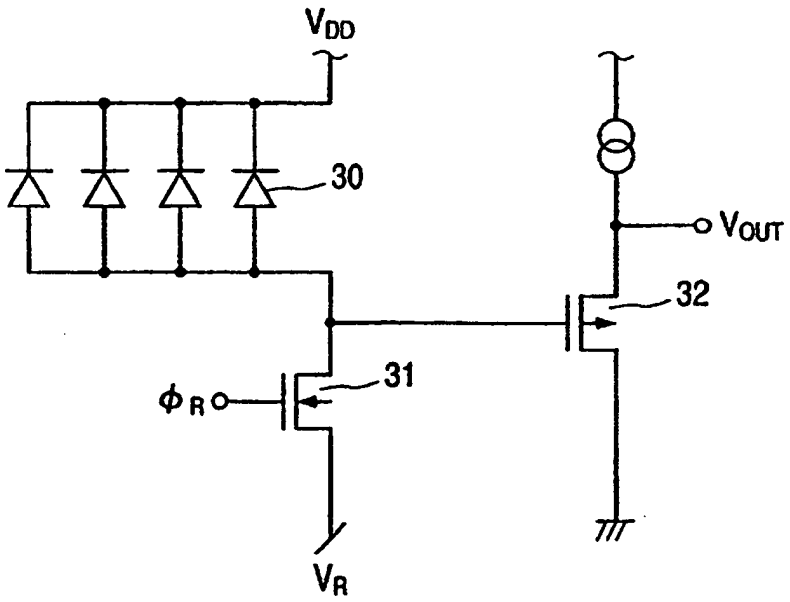


FIG. 8

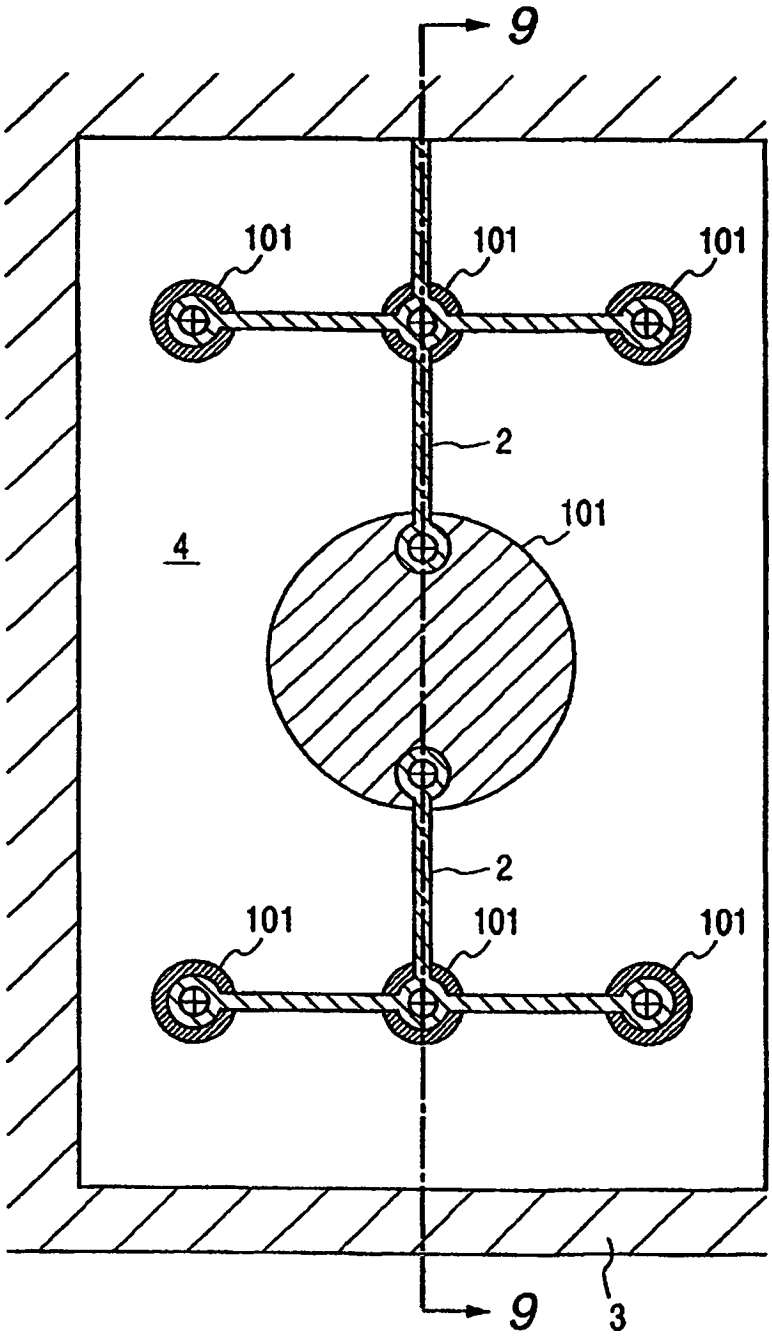


FIG. 9

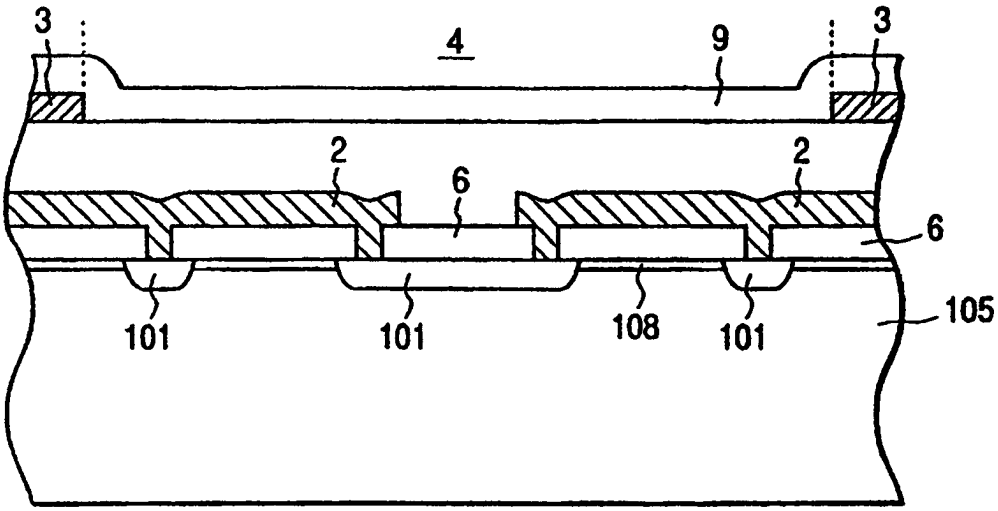


FIG. 10

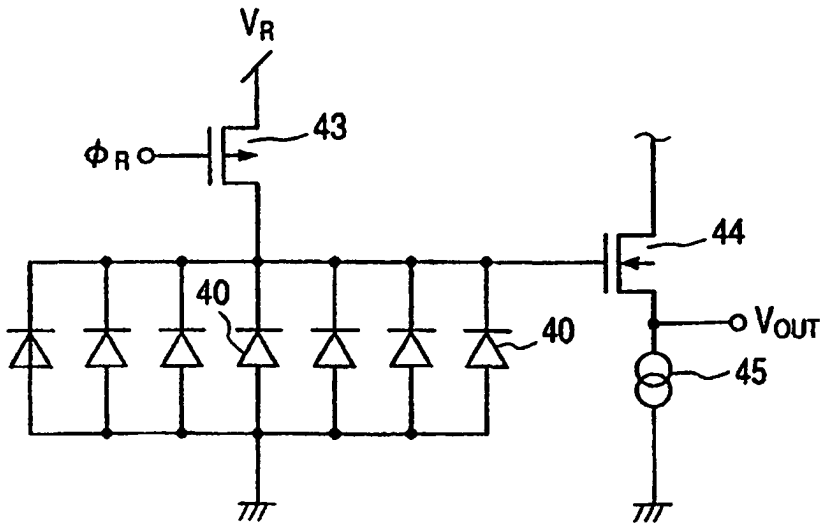


FIG. 11

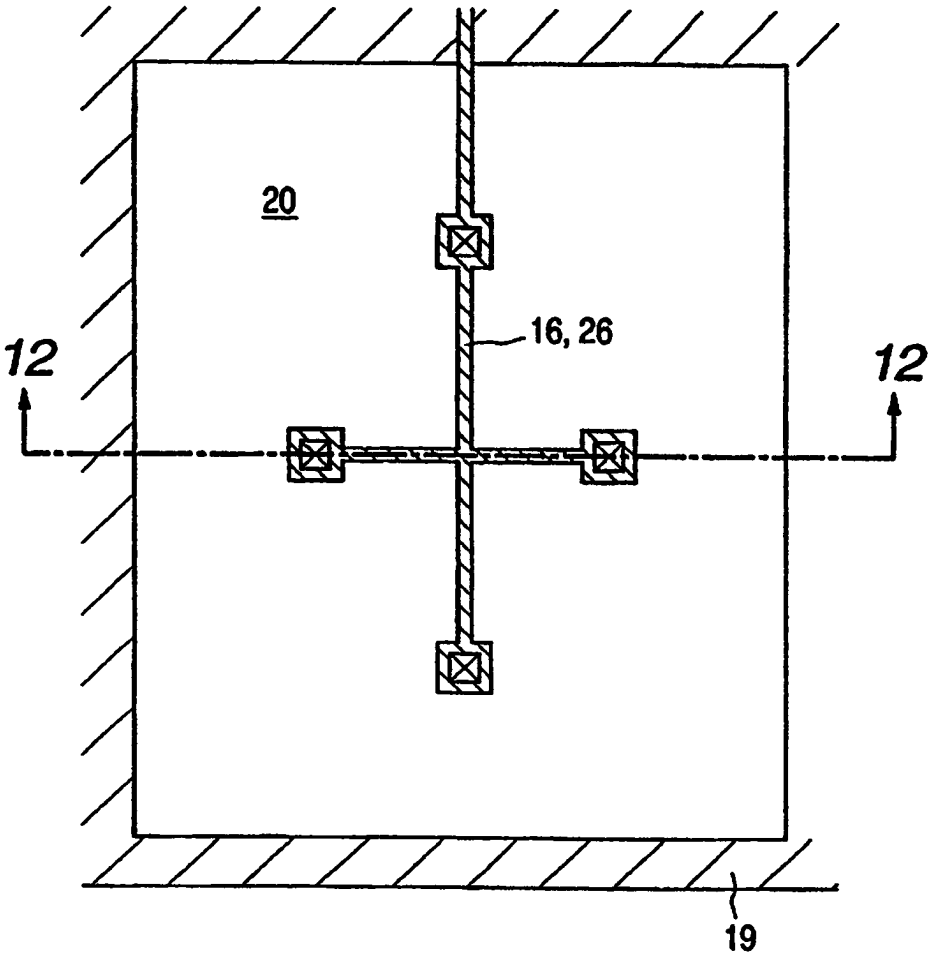


FIG. 12

