

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
24. August 2006 (24.08.2006)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2006/087080 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation:  
*H01L 31/113* (2006.01)

Oberaich (AT). RÖHRER, Georg [AT/AT]; Hafnerriegel 8a, A-8010 Graz (AT).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2006/000696

(74) Anwalt: EPPING HERMANN FISCHER PATENTANWALTSGESELLSCHAFT MBH; Ridlerstr. 55, 80339 München (DE).

(22) Internationales Anmeldedatum:  
26. Januar 2006 (26.01.2006)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
102005007358.1 17. Februar 2005 (17.02.2005) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): AUSTRIAMICROSYSTEMS AG [AT/AT]; Schloss Premstätten, A-8141 Unterpremstätten (AT).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(72) Erfinder; und

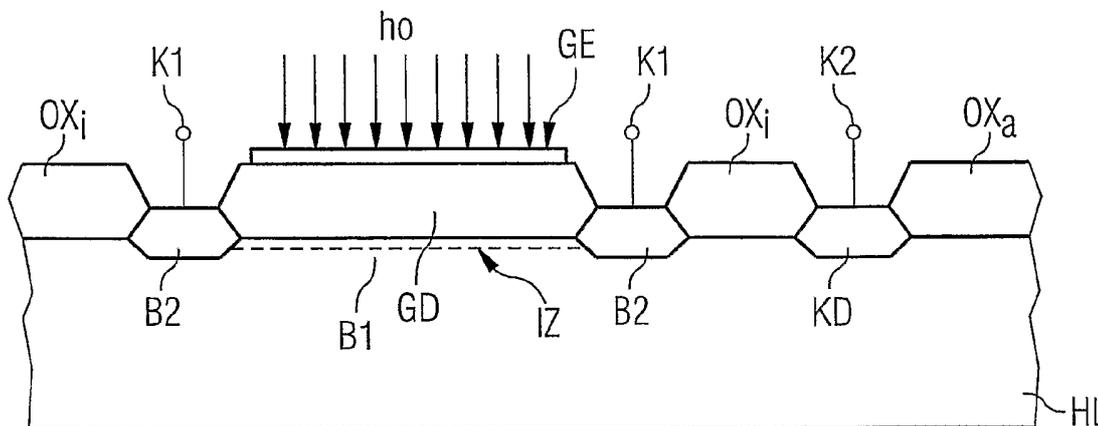
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): ENICHLMAIR, Hubert [AT/AT]; Petersbachstrasse 28, A-8042 Graz (AT). KRAFT, Jochen [DE/AT]; Paulahofsiedlung 42, A-8600

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: LIGHT-SENSITIVE COMPONENT

(54) Bezeichnung: LICHTEMPFLINDLICHES BAUELEMENT



(57) Abstract: According to the invention, the detection of light with a particularly high blue component may be achieved by the use of the inversion zone and the space charge region of a CMOS-type structure. The short-wave component of incident light may be absorbed within the inversion zone in connection with an at least partly transparent gate electrode, in particular, a transparent conducting oxide or a structured gate electrode and the generated charge carrier pairs are securely transported to first and second contacts. A control voltage is set at the gate electrode during operation to such a level that a continuous inversion zone is generated below the optionally structured gate electrode.

(57) Zusammenfassung: Zum Nachweis von Licht mit insbesondere hohem Blauanteil wird vorgeschlagen, die Inversionszone und die Raumladungszone einer CMOS-artigen Struktur zu verwenden. In Verbindung mit einer zumindest teilweise transparenten Gate-Elektrode, insbesondere einem transparenten leitfähigen Oxid oder einer strukturierten Gate-Elektrode gelingt es, den kurzwelligen Anteil einfallenden Lichts innerhalb der Inversionszone zu absorbieren und die erzeugten Ladungsträgerpaare sicher zu ersten und zweiten Kontakten abzuleiten. An die Gate-Elektrode wird im Betrieb eine Steuerspannung in einer Höhe angelegt, die eine durchgehende Inversionszone unterhalb der gegebenenfalls strukturierten Gate-Elektrode erzeugt.

WO 2006/087080 A1



TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht

— vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

## Beschreibung

## Lichtempfindliches Bauelement

- 5 Zur Detektion von Licht können Halbleiterbauelemente eingesetzt werden, beispielsweise Fotodioden oder Fototransistoren. Diesen Bauelementen ist gemeinsam, dass sie einen pn-Übergang aufweisen, um den sich eine Raumladungszone ausbildet, die durch eine entsprechend angelegte äußere Spannung  
10 vergrößert werden kann. Vom Halbleiterkörper absorbiertes Licht erzeugt dort Ladungsträgerpaare, die im elektrischen Feld der Raumladungszone getrennt und entsprechenden äußeren Kontakten zugeleitet werden.
- 15 Als Halbleitermaterial für lichtempfindliche Halbleiterbauelemente kann z.B. Silizium eingesetzt werden, insbesondere wenn die Bauelement mit integrierten Schaltkreisen integriert werden. Das Absorptionsspektrum von Silizium weist allerdings hin zu kurzwelligerem Licht eine zunehmende Absorption auf.  
20 Dies hat zur Folge, dass einfallendes Licht im Bereich bis zirka 460 nm Wellenlänge nur eine geringe Eindringtiefe in das Silizium aufweist. Dies führt dazu, dass dieses Licht im Halbleiter in einer Tiefe von zirka 80 nm bereits nahezu vollständig absorbiert ist. Zur Detektion derart kurzwelligen  
25 Lichts steht der Halbleiter daher nur bis zu dieser Eindringtiefe zur Verfügung.

Nachteilig an dieser Tatsache ist, dass bekannte lichtempfindliche Halbleiterbauelemente üblicherweise einen vertikal  
30 ausgerichteten Halbleiterübergang aufweisen und als oberste Schicht eine hochdotierte Schicht besitzen, um den Halbleiterübergang zu realisieren. In dieser hochdotierten oberflächennahen Schicht kann eine Ladungsträgertrennung jedoch nur

mit verminderter Ausbeute erfolgen, da durch die hohe Ladungsträgerkonzentration die Lebensdauer der Minoritätsladungsträger klein ist und zum anderen das elektrische Feld der Raumladungszone sich nicht über die gesamte hochdotierte Schicht erstrecken kann, sodass dort erzeugte Minoritätsladungsträger nur mittels Diffusion zum entsprechenden stromableitenden Kontakt gelangen können. Dieser Prozess ist jedoch langsam, erhöht die Abklingzeit des Fotostroms und erhöht zusätzlich die Wahrscheinlichkeit, dass Ladungsträgerpaare rekombinieren und somit nicht mehr zum Signalstrom des Bauelements beitragen können.

Um die Blauempfindlichkeit von aus Silizium bestehenden lichtempfindlichen Halbleiterbauelementen zu erhöhen, wurden bereits unterschiedliche Ansätze verfolgt. In der US 4,107,722 A wird vorgeschlagen, in einem Halbleiterkörper in einer Zone vom ersten Leitfähigkeitstyps eine hochdotierte oberflächennahe dünne Schicht vom gleichen Leitfähigkeitstyp aber mit einem anderen Dotierstoff zu erzeugen. Neben dem eigentlichen Halbleiterübergang zu einem Gebiet vom zweiten Leitfähigkeitstyp wird auf diese Weise ein zweiter Halbleiterübergang erzeugt, der ein schwaches internes elektrisches Feld erzeugt, welches die Ladungsträger zusätzlich beschleunigen kann. Dieses Feld ist jedoch wesentlich geringer als das in der Raumladungszone ausgebildete oder äußerlich an die Raumladungszone angelegte Feld. Die Geschwindigkeit der Ladungstrennung ist daher um eine Größenordnung geringer als innerhalb der Raumladungszone. Dies hat zur Folge, dass das Bauelement nur träge auf den Lichteinfall reagiert bzw. eine lange Abklingphase benötigt, bis die letzten Ladungsträgerpaare an den Kontakten abgeleitet werden können.

Aus der US 4,968,634 A ist es bekannt, zunächst eine flache Dotierung in der Oberfläche eines Halbleiterkörpers zu erzeugen und diesen anschließend bis zum Ort der höchsten Ladungsträgerkonzentration zurückzuätzen. Dadurch wird die Schichtdicke der hochdotierten Schicht reduziert und der Anteil der in dieser Schicht erzeugten Ladungsträgerpaare reduziert.

Den meisten Ansätzen zur Erhöhung der Blauempfindlichkeit von Halbleiterbauelementen ist gemein, dass sie entweder eine verminderte Lichtempfindlichkeit aufweisen und/oder eine lange Abklingzeit benötigen, die das Bauelement langsam machen. Solche Bauelemente sind zum empfindlichen Nachweis von Lichtimpulsen mit hohen Pulsraten nicht geeignet.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein lichtempfindliches Bauelement anzugeben, mit dem auch blaues sichtbares Licht empfindlich und schnell nachgewiesen werden kann.

Diese Aufgabe wird durch ein Bauelement mit den Merkmalen von Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung gehen aus weiteren Ansprüchen hervor.

Grundlegende Idee der Erfindung ist es, die unter der Inversionszone liegende Schicht von CMOS-ähnlichen Strukturen zur Absorption von kurzwelligigen Lichtquanten zu nutzen und die erzeugten Ladungsträger im Wesentlichen horizontal innerhalb dieser Inversionszone zu entsprechenden außerhalb dieser Inversionszone liegenden Kontakten abzuleiten. Die Inversionszone wird mithilfe einer isolierten Gateelektrode erzeugt, an die eine entsprechende Spannung angelegt wird. Da die Gateelektrode oberhalb der Inversionszone auf der Lichteinfallseite des Bauelements angeordnet ist, wird vorgesehen, die Gateelektrode zumindest teilweise für das einfallende Licht

transparent zu gestalten. Dies wird gemäß der vorliegenden Erfindung dadurch erreicht, dass die Gateelektrode entweder aus einem transparenten leitfähigen Material besteht oder dass alternativ in oder neben der Gateelektrode eine Lücke für den Lichteinfall vorgesehen wird, z.B. in Form von zwei oder mehr durch eine Lücke getrennte Strukturen, zwischen denen ein Lichteinfall bis zum Halbleiterkörper unter die Inversionszone möglich ist, wo sich beim Bauelement eine die Inversionszone umfassende Raumladungszone ausbildet. Im all-  
5 gemeinsten Fall genügt auch eine „Lücke“ beiderseits einer oder rund um eine z.B. als einzelner Streifen ausgebildete Gateelektrode.  
10

Das vorgeschlagene lichtempfindliche Bauelement weist daher einen Halbleiterkörper auf, in dem in einem ersten Bereich vom ersten Leitfähigkeitstyp ein zweiter Bereich vom zweiten Leitfähigkeitstyp oberflächennah ausgebildet ist, bei dem eine elektrisch gegen den Halbleiterkörper isolierte Gateelektrode benachbart zum zweiten Bereich über dem ersten Bereich angeordnet ist und bei dem die Gateelektrode für sichtbares Licht durchlässig ausgebildet ist.  
15  
20

Erster und zweiter Bereich können im Halbleiterkörper durch Dotierung erzeugt sein. Möglich ist es jedoch auch, dass der Halbleiterkörper eine Dotierung vom ersten Leitfähigkeitstyp aufweist und der zweite Bereich z.B. durch Implantation oder andere Dotierverfahren in einem Teil des ersten Bereichs nachträglich erzeugt ist. Der erste Bereich ist vorzugsweise schwach dotiert.  
25

30

Die Inversionszone wird in einer an die Oberfläche des Halbleiterkörpers grenzenden Zone innerhalb des ersten Bereichs ausgebildet, indem an die Gateelektrode ein elektrisches Po-

tential angelegt wird, welches die gleiche Ladung bzw. Polarität wie die Majoritätsladungsträger des ersten Bereichs aufweist. Die Inversionszone reicht horizontal zumindest bis zum angrenzenden zweiten Bereich, welcher in analoger Entsprechung - auf CMOS artige Strukturen bezogen - einer Source/Drain-Zone entspricht. Vorzugsweise ist der zweite Bereich hochdotiert.

Über einen elektrischen Kontakt am zweiten Bereich und einen weiteren Kontakt, der elektrisch leitend mit dem ersten Bereich verbunden ist, kann eine elektrische Spannung angelegt werden, so dass die in der Raumladungszone des ersten Bereichs erzeugten Ladungsträger getrennt werden.

In einer bevorzugten Ausführung ist der zweite Bereich als ringförmig dotiertes und z.B. implantiertes Gebiet ausgebildet, welches den zur Ausbildung der Inversionszone vorgesehenen ersten Bereich ringförmig umschließt. Der gesamte ringförmige zweite Bereich kann so mit dem gleichen Potential verbunden werden. Der zweite Kontakt zum Anlegen des elektrischen Feldes wird außerhalb des ringförmigen zweiten Bereichs zum Halbleiterkörper geführt, der dort die gleiche Dotierung wie erste Bereich aufweist.

Eine niederohmige und damit verlustarme Ableitung von Ladungsträgern vom ersten Leitfähigkeitstyp gelingt z.B. mit einer vergrabenen Schicht, die eine hohe Dotierung vom ersten Leitfähigkeitstyp aufweist und zumindest unterhalb des zweiten Bereichs und der Inversionszone angeordnet ist. Diese vergrabene Schicht kann mit einer als Sinker eingebrachten hohen Dotierung an einen Oberflächenkontakt außerhalb des vom zweiten Bereich umschlossenen Gebiets verlustarm angeschlossen werden.

Eine beispielhaft ausgebildete Gateelektrode umfasst zumindest zwei zueinander parallele Streifen aus Polysilizium, die gewissermaßen das „Gate“ darstellen und zwischen denen eine  
5 Lücke ausgebildet ist. Doch sind für das Bauelement selbst natürlich auch alle andere Elektrodenmaterialien und insbesondere z.B. Metalle geeignet. Die eine oder mehrere Streifenstrukturen sind vorzugsweise mit minimaler Strukturbreite ausgebildet, um die Abschattung durch die Gateelektrode zu  
10 minimieren. Die Lücke zwischen oder neben den Strukturen wird dagegen wird auf eine maximale Größe, aber unter der Randbedingung eingestellt, dass die Inversionszone auch unterhalb der Lücke geschlossen ist bzw. horizontal bis zum zweiten Bereich reicht. Eine zu große Lücke zwischen zwei Gate-  
15 Strukturen erzeugt eine Unterbrechung in der Inversionszone, die unvorteilhaft für das Bauelement ist.

Die Lücke zwischen oder neben den Gate-Strukturen kann ohne Unterbrechung in der Inversionszone vergrößert werden, wenn  
20 die isolierende Schicht zwischen der Oberfläche des Halbleiterkörpers und der Gateelektrode entsprechend dicker ausgebildet wird. Möglich ist es auch, die Lücke über eine höhere Steuerspannung, die an die Gateelektrode angeschlossen wird, zu kompensieren. Eine strukturierte Gateelektrode wird vor-  
25 zugsweise über einem Gate-Dielektrikum ausgebildet, welches im Vergleich zu einer CMOS-Struktur dicker ausgebildet ist und beispielsweise ein Feldoxid umfasst. Mit einem Abstand der Gate-Strukturen von z.B. 0,5 bis 3  $\mu\text{m}$  kann mit gängigen Spannungen eine geschlossene Inversionszone erhalten werden.  
30 Möglich ist es jedoch auch, die Lücke zwischen den Strukturen durch entsprechende weitere Erhöhung der Dicke des Gate-Dielektrikums oder durch weitere Erhöhung der an der Gatee-

lektrode anliegenden Steuerspannung ohne Nachteile für die Funktion des Bauelements weiter zu erhöhen.

Unproblematisch ist diesbezüglich eine Gateelektrode, die aus  
5 einem transparenten elektrisch leitfähigen Material, z.B. einem leitfähigen Oxid (TCO) wie beispielsweise ITO (Indiumzinnoxid) besteht und daher undurchbrochen eingesetzt werden kann. Diese Gate-Materialien garantieren einen ungestörten Lichteinfall in die Inversionszone des Bauelements und damit  
10 eine hohe Empfindlichkeit. Mit einer transparenten Gateelektrode kann ein großflächiges Bauelement erzeugt werden, welches ebenfalls eine hohe Empfindlichkeit speziell im Bereich kurzwelliges Lichts (blaues sichtbares Licht) aufweist. Da  
15 mit einer durchgehenden aus transparentem leitfähigen Material bestehenden Gateelektrode auch keine Lücken einer Gate-Struktur zur Erzeugung einer durchgehenden Inversionszone überbrückt werden müssen, kann die anzulegende Steuerspannung an der Gateelektrode niedriger als im anderen Ausführungsbeispiel gewählt werden.

20

Das Bauelement weist einen Halbleiterkörper mit geeigneter Bandlücke auf. Gut geeignet sind neben anderen Element- oder Verbindungshalbleitern beispielsweise Silizium oder Siliziumgermaniumlegierungen sowie Germanium selbst. Möglich ist es  
25 auch, für die oberste Schicht des Halbleiterkörpers eine vorgespannte Siliziumschicht (Strained Silicon) zu verwenden, welches eine gegenüber Silizium erniedrigte Bandlücke aufweist.

30 Eine weitere Verbesserung der Lichtempfindlichkeit erfindungsgemäßer Bauelemente wird erzielt, wenn der Halbleiterkörper eine antireflektierende Beschichtung aufweist. Eine solche Beschichtung kann eine oder mehrere für das zu detek-

tierende Licht transparente Schicht mit einer relativen Schichtdicke von einem Viertel der optischen Wellenlänge des zu detektierten Lichts aufweisen. In einer Schicht, deren relative Schichtdicke ungefähr einem Viertel der optischen Wellenlänge des darin ausbreitungsfähigen Lichts beträgt, kommt es durch destruktive Interferenz zu einer Auslöschung des reflektierten Lichts. Da eine 100 %-ige Auslöschung mit einer Schicht nur für genau eine Wellenlänge eingestellt werden kann, sind für antireflektierende Eigenschaften über einen größeren Wellenlängenbereich mehrere solcher Viertelwellenlängenschichten erforderlich. Die antireflektierende Beschichtung kann direkt auf dem Halbleiterkörper unter dem Gatedielektrikum angeordnet sein oder die oberste Schicht des Bauelements ausbilden.

15

Die Zuordnung der Leitfähigkeitstypen zu erstem und zweitem Bereich ist für die Eigenschaften des Bauelements ohne Belang. So ist es möglich, das lichtempfindliche Bauelement mit einer Inversionszone herzustellen, die in analoger Entsprechung einen n-Kanal aufweist, und das einem MOS-Transistor vom Verarmungstyp entspricht. Möglich ist es aber auch, einen p-Kanal in der Inversionszone zu erzeugen, der einem MOS-Transistor vom Anreicherungstyp entspricht. N-Kanal bedeutet dabei, dass die Minoritätsladungsträger in einem p-dotierten ersten Bereich die Leitfähigkeit bestimmen und damit die ursprüngliche durch die Majoritätsladungsträger geprägte Leitfähigkeit invertieren. Eine n-Kanal-Inversionszone ist daher in einem p-leitenden Halbleiterkörper ausgebildet und weist als freie Ladungsträger Elektronen auf. Um die Majoritätsladungsträger, also die Löcher in den Halbleiterkörper hinein zu verdrängen, wird ein positives Potential an die Gateelektrode angelegt. Für den p-Kanal sind die Verhältnisse analog, aber mit umgekehrten Vorzeichen.

Im Folgenden wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen und der dazugehörigen Figuren näher erläutert. Die Figuren dienen allein dem besseren Verständnis der Erfindung und sind daher nur schematisch und nicht maßstabsgetreu ausgeführt. Gleiche oder gleichwirkende Teile sind mit gleichen Bezugszeichen bezeichnet.

- 10 Figur 1 zeigt ein erstes lichtempfindliches Bauelement im schematischen Querschnitt
- Figur 2 zeigt ein zweites lichtempfindliches Bauelement im schematischen Querschnitt
- 15 Figur 3 zeigt eine beispielhafte Gate-Struktur
- Figur 4 zeigt die Kontaktierung des Bauelements mittels einer vergrabenen Schicht
- 20 Figur 5 zeigt die Ladungsträgerverteilung und die Felddichte in einem Bauelement

Figur 1 zeigt eine erste Ausführung für ein lichtempfindliches Bauelement im schematischen Querschnitt. Das Bauelement ist auf einem Halbleiterkörper HL aufgebaut, beispielsweise einem Siliziumwafer. Der Halbleiterkörper weist zumindest in einem ersten Bereich B1 eine Dotierung vom ersten Leitfähigkeitstyp auf, hier beispielsweise eine p-Dotierung, beispielsweise eine schwache Bordotierung im Bereich von  $10^{13}$  bis  $10^{16} \text{ cm}^{-3}$ . Über dem ersten Bereich B1 ist ein relativ dickes Gate-Dielektrikum aufgebracht, beispielsweise ein aufgewachsenes Feldoxid. Auf dem Gate-Dielektrikum ist die Gate-Elektrode GE angeordnet, beispielsweise eine dünne Schicht

10

aus dünnem leitfähigen Oxid, beispielsweise Indiumzinnoxid, ITO. In der Darstellung beiderseits des Gate-Dielektrikums GD, also horizontal an den ersten Bereich angrenzend unter dem Gate-Dielektrikum angrenzend sind in der Oberfläche des Halbleiterkörpers zweite Bereiche B2 vom zweiten Leitfähigkeitstyp ausgebildet. Die Dotierung der zweiten Bereiche ist flach, während der erste Bereich B1 hier durch den Halbleiterkörper HL gebildet wird. Um den zweiten Bereich B2 herum ist ein inneres Oxid  $OX_i$ , vorzugsweise als Ringstruktur ausgebildet, das den aktiven Bereich des Bauelements umschließt. Außerhalb des inneren Oxidrings  $OX_i$  ist ein dritter dotierter Bereich KD, der als Substratanschluss dient, vorgesehen. Dementsprechend hat der dritte dotierte Bereich eine hohe Dotierung vom ersten Leitfähigkeitstyp. Weiter außerhalb und vorzugsweise auch ringförmig um das Bauelement geschlossen ist ein äußerer Oxidring  $OX_a$  vorgesehen, beispielsweise ebenfalls ein Feldoxid. Ein erster Kontakt K1 dient zum elektrischen Anschluss des zweiten Bereichs B2, ein zweiter Kontakt K2 dient zum Anschluss des Halbleiterkörpers HL bzw. des darin vorgesehenen ersten Bereichs B1.

Vorzugsweise dehnt sich der erste Bereich B1 über den gesamten Halbleiterkörper HL aus, wobei der hochdotierte zweite Bereich und der hochdotierte dritte Bereich in diesen Halbleiterkörper HL implantiert sind. Möglich ist es jedoch auch, die hochdotierten zweiten und dritten Bereiche mithilfe davon unterschiedlicher Dotierungstechniken herzustellen, beispielsweise durch Diffusion oder durch Eintreiben von Dotierstoff aus einer entsprechenden Dotierstoffquelle.

30

Ein dritter Kontakt (in der Figur nicht dargestellt) ist mit der Gate-Elektrode GE verbunden und dient dazu, an diese ein entsprechendes Potential, einer Steuerspannung entsprechend,

anzulegen. Im dargestellten Ausführungsbeispiel, in dem der Halbleiterkörper HL und damit der erste Bereich B1 vom ersten Leitfähigkeitstyp p leitend ist, kann eine Steuerspannung im Bereich von +0,5 bis +30 V gewählt werden, wobei die Höhe der Spannung die Konzentration der Ladungsträger in der Inversionszone bestimmt. Diese positive Potential führt dazu, dass im Halbleiterkörper HL unterhalb der Gate-Elektrode GE die Majoritätsladungsträger (Löcher) in das Substrat hinein gedrängt werden, sodass innerhalb einer relativ dünnen Inversionszone IZ direkt an der Oberfläche des Halbleiterkörpers nur Minoritätsladungsträger (Elektronen) verbleiben. Die Inversionszone IZ hat daher eine n-Leitung, der ursprüngliche Leitfähigkeitstyp des Halbleiterkörpers HL ist invertiert. Zusammen mit der Inversionszone bildet sich die tiefer reichende Raumladungszone aus, der deren Größe aber nicht von der an der Gate-Elektrode GE anliegenden Spannung, sondern von der Spannung bestimmt wird, die zwischen erstem und zweitem Kontakt angelegt wird.

Ein durch die transparente Gate-Elektrode GE und das ebenfalls transparente als Gate-Dielektrikum GD dienende Feldoxid einfallendes Licht dringt nun in den Halbleiterkörper ein, wobei das Licht entsprechend seiner Wellenlänge in unterschiedlicher Tiefe absorbiert wird. Kurzwelliges blaues Licht wird innerhalb einer Schichtdicke von zirka 80 nm bereits nahezu vollständig absorbiert. Vorteilhaft wird die Raumladungszone durch entsprechende Wahl der Spannung zwischen erstem und zweiten Kontakt bis zu einer solchen Tiefe ausgebildet, dass die nachzuweisenden Lichtquanten der gewünschten Wellenlänge vollständig innerhalb der Raumladungszone absorbiert werden. Bei der Absorption entstehen Ladungsträgerpaare, die im Feld der Raumladungszone unter dem Gatedielektrikum aufgetrennt werden. Die Majoritätsladungsträger werden am

dritten dotierten Bereich KD und dem damit verbundenen Kontakt K2 gesammelt. Das elektrische Feld der Raumladungszone kann mit einer zwischen K1 und K2 angelegten Transportspannung verstärkt werden, was die Drift der Ladungsträger beschleunigt. Allerdings wird bei einem Feld von ca.  $10^5\text{V/cm}$  eine Sättigungsgeschwindigkeit erreicht, die durch noch höhere Feldstärken nicht mehr gesteigert werden kann.

Figur 2 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel für ein lichtempfindliches Bauelement, bei dem die Gate-Elektrode GE zwei durch eine Lücke voneinander getrennte Strukturen umfasst. Zwischen den beiden Strukturen GE1, GE2 liegt das Gate-Dielektrikum GD frei. Die Gate-Elektrode GE ist beispielsweise in schmale zueinander parallele Streifen strukturiert, wobei zumindest zwei, vorzugsweise aber mehrere zueinander parallele Streifen vorgesehen sind. Im übrigen Aufbau stimmt das Bauelement gemäß des zweiten Ausführungsbeispiels mit dem des ersten Ausführungsbeispiels überein.

Auch hier wird eine Steuerspannung an die zwei Strukturen der Gate-Elektrode GE angelegt. Dazu können die beiden Strukturen elektrisch miteinander verbunden sein. Möglich ist es jedoch auch, beide Gate-Elektrodenstrukturen GE1, GE2 getrennt voneinander mit dem gleichen Potential zu beaufschlagen. Im Unterschied zum ersten Ausführungsbeispiel ist hier das Gate-Dielektrikum GD dicker ausgeführt, damit die eigentlich nur unter den Strukturen der Gate-Elektrode sich ausbildenden Inversionszonen dennoch entsprechend überlappen können und eine einzige über alle Gatestrukturen durchgehende Inversionszone IZ ausbilden. Eine Überlappung zu einer einheitlichen Inversionszone IZ findet statt, wenn bei einer gegebenen Steuerspannung und einem gegebenen Abstand der Strukturen das Gate-Dielektrikum eine bestimmte Mindestdicke aufweist.

Figur 3 zeigt das zweite Ausführungsbeispiel in einer beispielhaften Draufsicht. Aus der Figur wird klar, dass die Gateelektrode GE aus zwei zueinander parallelen Streifen GE1, GE2 ausgebildet ist, die zwischen sich eine Lücke der Breite a einschließen. Die Breite b der Strukturen GE1, GE2 wird in Abhängigkeit von der verwendeten Strukturierungstechnik minimal eingestellt. Mit einer minimalen Breite b und einem maximalen Abstand a wird das Verhältnis zwischen nicht abgeschattetem Gate-Dielektrikum GD und durch die Gate-Elektrode GE abgeschatteten Bereich maximal, sodass im Bereich der Gate-Elektrode ein maximaler Anteil des einfallenden Lichts in den Halbleiterkörper GE zwischen den beiden Strukturen der Gate-Elektrode eindringen kann. Der durch die streifenförmigen Gate-Elektroden GE1, GE2 definierte Gate-Bereich wird ringförmig vom zweiten Bereich B2 umgeben, der eine Dotierung vom zweiten Leitfähigkeitstyp aufweist.

Neben der ringförmigen Ausgestaltung ist es auch noch möglich, den zweiten Bereich B2 nur einseitig an die Gate-Elektrode angrenzen zu lassen oder den zweiten Bereich an zwei einander gegenüberliegenden Seiten der Gate-Elektrode vorzusehen. In diesem Fall kann das Bauelement dann wie ein CMOS Transistor mit Source und Drain beschaltet werden, wobei der erzeugte Fotostrom dann zwischen den beiden einander gegenüberliegenden zweiten Bereichen fließen kann. Betreibt man diesen Transistor nun im Subthreshold Bereich, so bewirkt bereits ein kleines Lichtsignal eine große Stromänderung. Vorteilhaft sind im letztgenannten Fall zwei räumlich voneinander getrennte zweite Bereiche, die in der Figur 3 oben und unten an die Gate-Elektrode GE angrenzen. Auf diese Weise ist gewährleistet, dass der Ladungsträgertransport hin zum zweiten Bereich B2 parallel zu den streifenförmigen Strukturen

der Gate-Elektrode verläuft und damit entlang einer homogenen Inversionszone IZ verläuft.

Der zweite Bereich B2 wiederum ist im dargestellten Beispiel von einem oberflächlichen isolierenden Gebiet ringförmig umgeben, beispielsweise einem ringförmigen inneren Oxidbereich  $OX_i$ . Außerhalb des inneren Oxidbereichs  $OX_i$  ist der mit dem zweiten Kontakt K2 versehene dritte dotierte Bereich vorgesehen (in der Figur nicht dargestellt), über den der elektrische Anschluss des Halbleiterkörpers erfolgt.

Figur 4 zeigt eine weitere Ausgestaltung eines lichtempfindlichen Bauelements, die mit den Ausführungen gemäß den Figuren 1 und 2 kombiniert werden kann. In Abweichung von dem in den beiden ersten Ausführungsbeispielen eingesetzten homogen dotierten Halbleiterkörper HL ist in der Ausführung nach Figur 4 eine vergrabene Schicht VS vorgesehen. Diese wird beispielsweise durch Implantation eines Dotierstoffs vom ersten Leitfähigkeitstyp in ein Halbleitersubstrat SU erzeugt. Anschließend wird darüber eine epitaktische dotierte Halbleiterschicht, entsprechend dem Halbleiterkörper HL der beiden ersten Ausführungsbeispiele abgeschieden. Anschließend wird der im Substrat implantierte Dotierstoff durch eine thermische Behandlung aktiviert, wobei die vergrabene Schicht VS mit einer gegenüber dem Halbleiterkörper HL erhöhten Dotierungsstärke erhalten wird. Mittels eines ebenfalls hoch dotierten als Sinkler ausgebildeten Anschlussgebiets AG wird die vergrabene Schicht VS niederohmig mit dem dritten dotierten Bereich KD verbunden. Auf diese Weise gelingt ein niederohmiges Abführen der entsprechenden (Majoritäts-) Ladungsträger. Ein solcher niederohmiger Kontakt aus vergrabener Schicht VS und hochdotiertem Anschlussgebiet AG kann wie in der Bipolar-technik bekannt ausgeführt sein, wo er als Kollektoranschluss

eingesetzt wird. Die übrigen Strukturen der lichtempfindlichen Bauelemente sind mit CMOS-Technik kompatibel und lassen sich in Standardverfahren und Standardvorrichtungen der CMOS-Technologie herstellen.

5

In einer weiteren Variante, die der in Figur 4 dargestellten vergrabenen Schicht VS gleichwirkend ist, wird unterhalb des ersten Bereichs eine hochdotierte Zone vom ersten Leitfähigkeitstyp mittels einer Hochenergieimplantation in einer gewünschten Tiefe erzeugt. Die Implantationsenergie garantiert, dass die Dotierung ausschließlich in der gewünschten Tiefe von beispielsweise 1 bis 2  $\mu\text{m}$  wirksam wird, wobei ebenfalls ein tiefliegender bzw. vergrabener niederohmiger Anschluss des ersten Bereichs geschaffen wird. Der elektrische Anschluss dieses implantierten tiefliegenden Gebiets mit der Oberfläche bzw. mit dem zweiten Kontakt K2 kann ebenfalls über ein Anschlussgebiet AG erfolgen.

In Figur 5 ist anhand eines Diagramms die Konzentration der beiden Ladungsträgertypen innerhalb des Halbleiterkörpers in Abhängigkeit vom Abstand zur Oberfläche in logarithmischer Auftragung dargestellt. Kurve 1 gibt die Konzentration der Minoritätsladungsträger an, also der Elektronen in einem p-dotierten Gebiet. Die Kurve 2 zeigt die Konzentration der Majoritätsladungsträger, im gewählten Ausführungsbeispiel also der Löcher. Es zeigt sich, dass die Konzentration von Minoritätsladungsträgern und Majoritätsladungsträgern invertiert ist, sodass nahe der Oberfläche die Minoritätsladungsträger überwiegen. In einer vom angelegten äußeren Potential abhängigen Tiefe kehrt sich die Inversion um, sodass innerhalb des p-dotierten Halbleiterkörpers normale Zustände herrschen und die Majoritätsladungsträger hier gegenüber den Minoritätsladungsträgern überwiegen und die Leitfähigkeit vermitteln.

Die ebenfalls in der Figur 5 dargestellte Kurve 3 gibt den Verlauf des elektrischen Felds in Abhängigkeit von der Entfernung zur Oberfläche des Halbleiterkörpers an, wobei der entsprechende Wert des elektrischen Feldes an der rechten Ordinate abzulesen ist. Es zeigt sich, dass das elektrische Feld direkt an der Oberfläche einen maximalen Wert aufweist und annähernd linear mit zunehmender Tiefe abfällt.

Über Simulationsrechnungen kann der genaue Wert der in einem lichtempfindlichen Bauelement eingesetzten Strukturparameter ermittelt werden. Insbesondere ist dies im zweiten Ausführungsbeispiel die Breite  $a$  der Lücke zwischen den beiden Streifenstrukturen der Gate-Elektrode GE, die bei einer Dicke des Gate-Dielektrikums GD von zirka  $0,4 \mu\text{m}$  zwischen  $0,5$  und  $4 \mu\text{m}$  gewählt werden kann, wobei dennoch eine durchgehende Inversionszone auch im Bereich unterhalb der Lücke erhalten werden kann.

Das vorgeschlagene lichtempfindliche Bauelement kann einen Einzeldetektor zum Nachweis von insbesondere kurzwelligem sichtbarem Licht darstellen. Möglich ist es auch, aus dem vorgeschlagenen Einzeldetektor ein Detektorarray zu gestalten, bei dem mehrere Detektoren gleichmäßig über eine Fläche verteilt, geordnet sind und getrennt auslesbar sind. Auf diese Weise ist es möglich, eine einfallende Strahlung, die über die Einfallfläche verteilt eine unterschiedliche Intensität, mithin also eine bildhafte Struktur abbildet, im Detektorarray entsprechend zu erfassen, wobei die zwischen Kontakten K1 und K2 fließenden Fotoströme ein Maß für die Menge des einfallenden Lichts bzw. für die Anzahl der einfallenden Lichtquanten darstellen. Der vorgeschlagene Fotodetektor ist insbesondere zum Nachweis einer Strahlung mit einer Wellenlänge

von weniger als 460 nm geeignet, die mit anderen Fotodetektoren nur schwer bzw. mit geringer Empfindlichkeit und geringer Geschwindigkeit nachweisbar ist. Das vorgeschlagene lichtempfindliche Bauelement ist daher insbesondere in Kombination mit entsprechend kurzwelligen Lichtquellen zur Informationsübertragung geeignet. Vorteilhaft kann ein solcher Fotodetektor daher beispielsweise in Kombination mit einer blauen Leuchtdiode zur optischen Abtastung hoch aufgelöster Strukturen eingesetzt werden, wie sie beispielsweise in der neuen Generation von digitalen Speichermedien wie DVDs eingesetzt werden.

Möglich ist jedoch auch eine Verwendung des lichtempfindlichen Bauelements zum Nachweis von Licht anderer Wellenlängen, das von dem vorgeschlagenen Bauelement ebenso sicher nachgewiesen werden kann. Im Unterschied zur kurzwelligen Strahlung erfolgt dabei die Absorption der Lichtquanten jedoch in größerer Entfernung von der Oberfläche des Halbleiterkörpers HL und damit üblicherweise außerhalb der Raumladungszone. Wird die Dicke des Halbleiterkörpers HL entsprechend hoch gewählt, so kann die Absorption auch langwelligerer Strahlung ausschließlich im niedrigdotierten ersten Bereich erfolgen. Eine vollständige Absorption des Lichts wird in Silizium bei einer von der Wellenlänge abhängigen Schichtdicke erreicht, die für rotes Licht bis 650 nm Wellenlänge bei ca.  $4\mu\text{m}$  liegt. Noch langwelligeres Licht benötigt zur vollständigen Absorption noch höhere Schichtdicken. Dementsprechend wird in den Ausführungen mit tiefliegenden hochdotierten Bereichen wie beispielsweise der vergrabenen Schicht VS oder des tiefimplantierten Bereichs eine entsprechende Schichtdicke der darüber liegenden niedrigdotierten Zone des Halbleiterkörpers gewährleistet.

Die Erfindung ist nicht auf die vorgestellten Ausführungsbeispiele beschränkt. Im Rahmen der Erfindung liegt es auch, bei nichttransparenten Gate-Materialien die Strukturierung der Gate-Elektrode unterschiedlich vorzunehmen und insbesondere eine größere Anzahl zueinander paralleler Streifen vorzusehen. Möglich ist es auch, die nicht abgeschatteten Bereiche zwischen den Strukturen der strukturierten Gate-Elektrode z.B. rechteckig auszubilden und dazu eine ringförmige Gate-Elektrode zu strukturieren. Möglich ist es auch, in einer flächigen Gate-Elektrode ein regelmäßiges Muster von Durchbrechungen zu erzeugen, in denen der Halbleiterkörper nicht durch die Gate-Elektrode abgeschattet ist. Die Erfindung ist auch nicht auf die vorgeschlagenen Materialien begrenzt. So kann die Gate-Elektrode aus beliebigen Materialien hergestellt sein, vorzugsweise jedoch aus Polysilizium. Die ersten und zweiten Kontakte können ebenfalls durch metallische Beschichtung über den hochdotierten Bereichen erzeugt werden, vorzugsweise ebenfalls wieder über Standardmetallisierungen wie Aluminium. Die zweidimensionale Anordnung von erstem und zweitem Bereich sowie von erstem und zweitem Kontakt sowie von vergrabener Schicht und Anschlussgebiet kann beliebig variiert werden. Bevorzugt sind jedoch solche Anordnungen, die aufgrund der geringen zu überwindenden Entfernungen und der Dotierungsstärke der zur Stromableitung verwendeten Strukturen möglichst niederohmig ausgebildet sind.

## Patentansprüche

1. Lichtempfindliches Bauelement
  - mit einem Halbleiterkörper (HL),
  - 5 - mit einem ersten Bereich (B1) vom ersten Leitfähigkeitstyp
  - mit einem innerhalb des ersten Bereichs ausgebildeten zweiten Bereich (B2) vom zweiten Leitfähigkeitstyp
  - mit einer elektrisch gegen den Halbleiterkörper isolierten Gateelektrode (GE), die benachbart zum zweiten Bereich über dem ersten Bereich angeordnet ist,
  - 10 - bei dem erster und zweiter Bereich an die Oberfläche des Halbleiterkörper grenzen
  - wobei die Gateelektrode für sichtbares Licht durchlässig
  - 15 ausgebildet ist.
  
2. Bauelement nach Anspruch 1,  
bei dem die Gateelektrode (GE) direkt über einem für sichtbares Licht transparentem Gate-Dielektrikum (GD) ausgebildet  
20 und zumindest zwei voneinander durch eine Lücke getrennte Strukturen (GE1, GE2) aufweist, wobei in der Lücke das Gate-Dielektrikum freiliegt.
  
3. Bauelement nach Anspruch 1,  
25 bei dem die Gateelektrode (GE) aus einem transparenten leitenden Material besteht.
  
4. Bauelement nach Anspruch 2,  
bei dem die getrennten Strukturen der Gateelektrode (GE) zu-  
30 mindest zwei zueinander parallele Steifen (GE1, GE2) umfassen.
  
5. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 4,

bei dem der zweite Bereich (B2) als ringförmig geschlossenes Dotierungsgebiet im Halbleiterkörper (HL) ausgebildet ist, die den ersten Bereich (B1) umschließt.

- 5 6. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 5,  
- bei dem der Halbleiterkörper (HL) eine niedrige Dotierung vom ersten Leitfähigkeitstyp aufweist und der zweite Bereich (B2) im Halbleiterkörper (HL) eingebettet ist,  
- bei dem an der Oberfläche des Halbleiterkörper ein erster  
10 Kontakt (K1) zum ersten Bereich und ein zweiter Kontakt (K2) zum zweiten Bereich ausgebildet ist,  
- bei dem an ersten und zweiten Kontakt eine Transportspannung und an die Gateelektrode (GE) eine Steuerspannung anlegbar ist.

15

7. Bauelement nach Anspruch 6,  
bei dem die Steuerspannung in Abhängigkeit von der Dicke des Gate-Dielektrikums (GD) so hoch gewählt ist, dass sich in einer oberflächennahen Zone des ersten Bereichs (B1) unterhalb  
20 der Gateelektrode (GE) eine geschlossene und bis zum zweiten Bereich reichende Inversionszone (IZ) ausbildet, in der Ladungsträger vom Minoritätstyp überwiegen.

8. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 7,  
25 bei dem unterhalb der die Gateelektrode (GE) als Gate-Dielektrikum (GD) eine Gate-Oxidschicht ausgebildet ist.

9. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 8,  
bei dem der Halbleiterkörper (HL) Si oder SiGe umfasst.

30

10. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 9,

bei dem unter dem relativ niedrig dotierten ersten Bereich (B1) eine höher dotierte vergrabene Schicht (VS) vom gleichen Leitfähigkeitstyp angeordnet ist,

5 bei dem auf der Oberseite des Halbleiterkörpers (HL) außerhalb des zweiten Bereichs (B2) ein Kontakt (K2) vorgesehen, über den die vergrabene Schicht mit Hilfe einer Sinkerdotierung (AG) angeschlossen ist.

11. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 10,

10 bei dem die Dotierung vom ersten Leitfähigkeitstyp im ersten Bereich (B1) einen Gradienten aufweist, wobei die Stärke der Dotierung mit zunehmendem Abstand von der Oberfläche zunimmt.

12. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 11,

15 bei dem auf der Lichteinfallseite eine antireflektierende Beschichtung vorgesehen ist.

13. Betrieb des Bauelements nach einem der vorangehenden Ansprüche als Fotodiode mit einer zwischen erstem und  
20 zweitem Kontakt (K1, K2) liegenden Spannung.

14. Betrieb des Bauelements nach einem der Ansprüche 1 bis  
25 12 als Fototransistor mit einer zwischen zwei einander an der Gateelektrode gegenüberliegenden, voneinander getrennten zweiten Bereichen anliegenden Spannung.

FIG 1

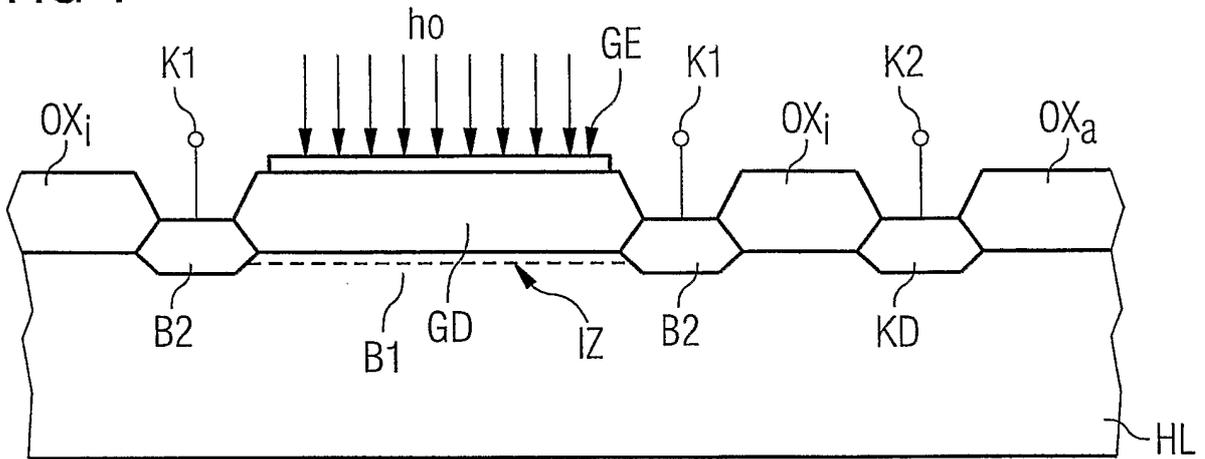


FIG 2

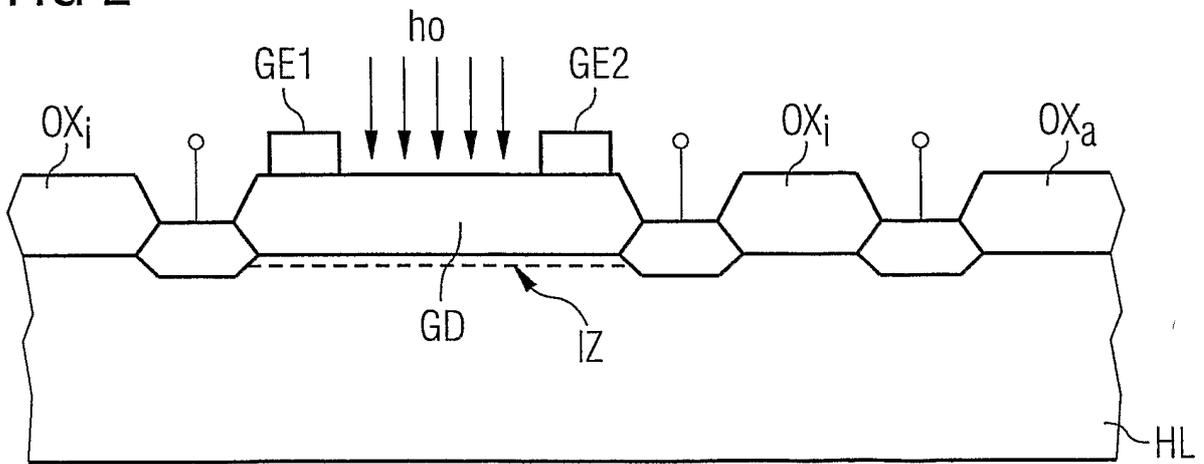


FIG 3

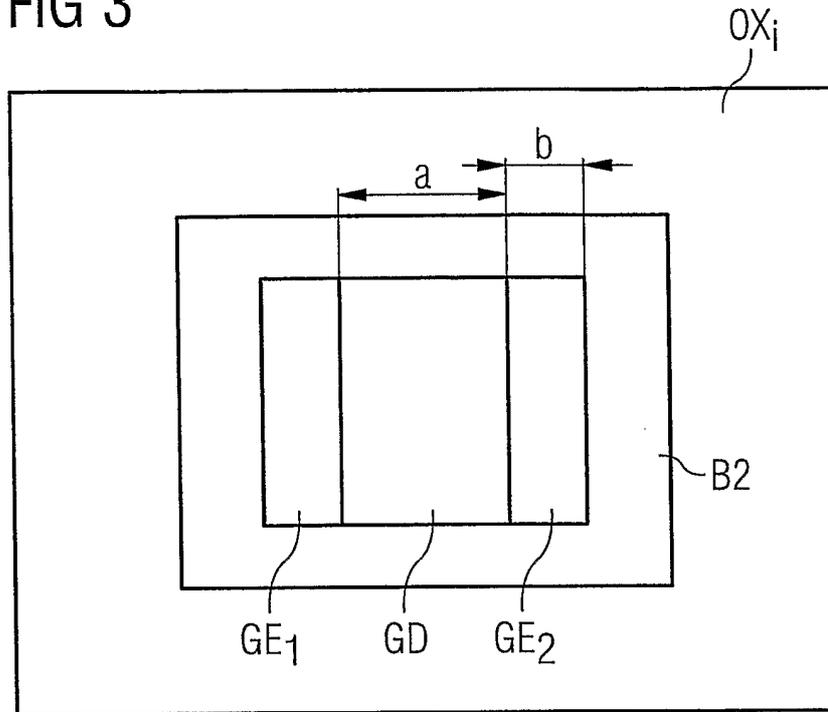


FIG 4

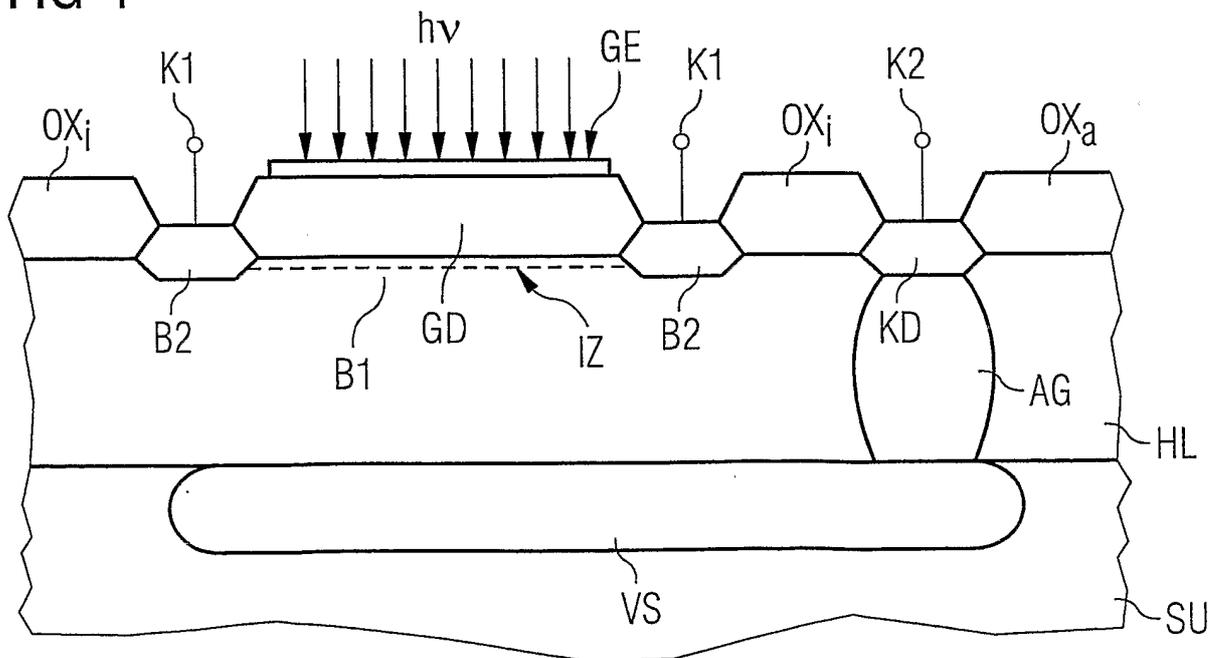
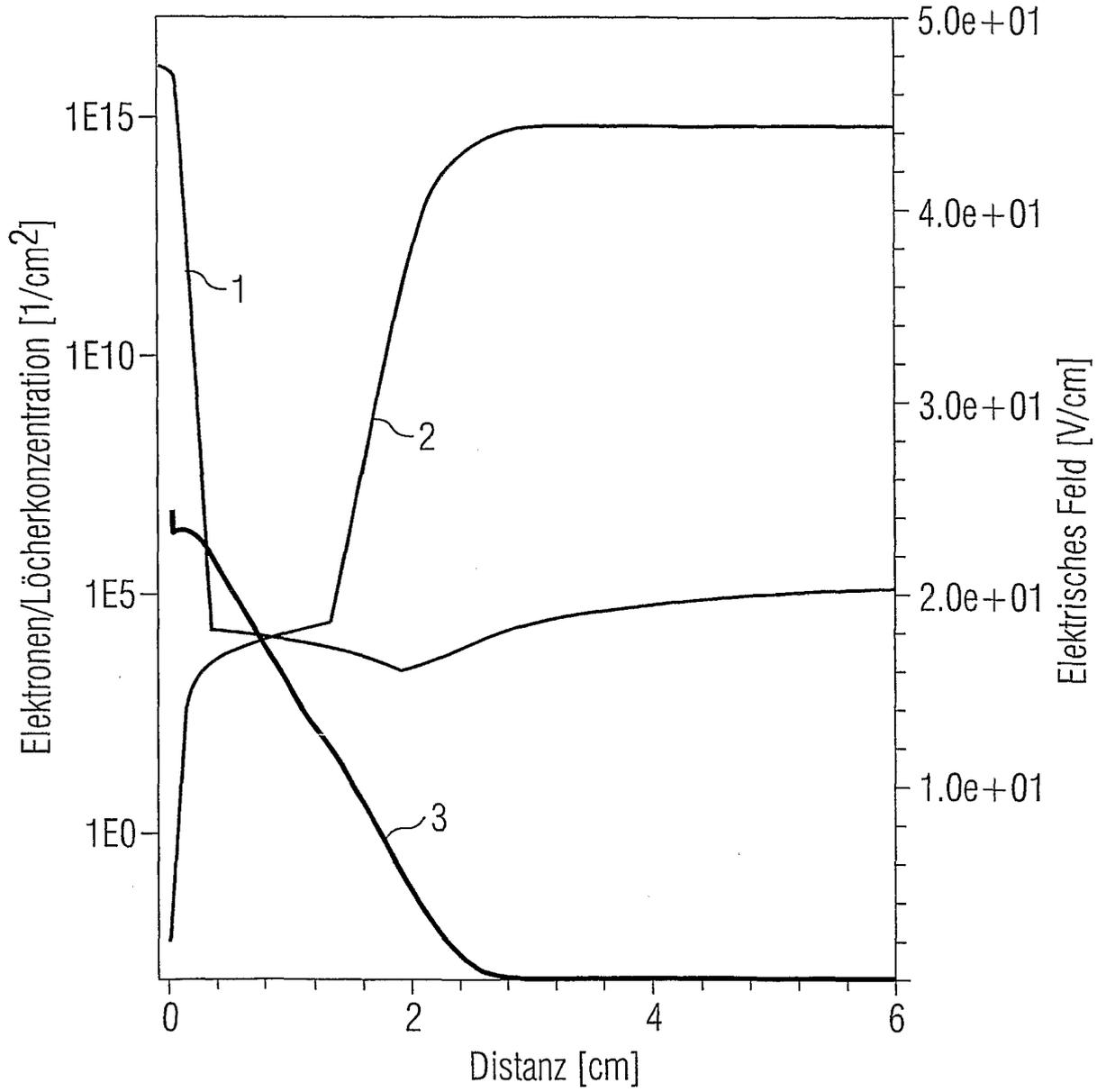


FIG 5



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No PCT/EP2006/000696
---

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
 INV. H01L31/113

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
 H01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)  
 EPO-Internal, WPI Data, PAJ

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 3 601 668 A (GARY G. SLATEN ET AL) 24 August 1971 (1971-08-24) the whole document -----	1, 3, 6-14
X	US 4 057 819 A (OWEN ET AL) 8 November 1977 (1977-11-08) figure 1 -----	1, 2, 4
X	JP 51 000285 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD) 5 January 1976 (1976-01-05) figures 1-3 -----	1, 3, 5
X	US 3 459 944 A (SOL TRIEBWASSER) 5 August 1969 (1969-08-05) figure 3 -----	1, 3, 5
	----- -/--	

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

\* Special categories of cited documents :

<p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.</p> <p>"&amp;" document member of the same patent family</p>
--	--

Date of the actual completion of the international search  <b>9 June 2006</b>	Date of mailing of the international search report  <b>16/06/2006</b>
---	---

Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer  <p style="text-align: center; font-size: 1.2em;">Le Meur, M-A</p>
---	---

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2006/000696

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 012, no. 486 (E-695), 19 December 1988 (1988-12-19) -& JP 63 202062 A (MATSUSHITA ELECTRONICS CORP), 22 August 1988 (1988-08-22) abstract  -----	1-14

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No  
PCT/EP2006/000696

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 3601668	A	24-08-1971	NONE	
US 4057819	A	08-11-1977	NONE	
JP 51000285	A	05-01-1976	NONE	
US 3459944	A	05-08-1969	NONE	
JP 63202062	A	22-08-1988	NONE	

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP2006/000696

**A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**  
INV. H01L31/113

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

**B. RECHERCHIERTE GEBIETE**

Recherchiertes Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
H01L

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

**C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 3 601 668 A (GARY G. SLATEN ET AL) 24. August 1971 (1971-08-24) das ganze Dokument -----	1,3,6-14
X	US 4 057 819 A (OWEN ET AL) 8. November 1977 (1977-11-08) Abbildung 1 -----	1,2,4
X	JP 51 000285 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD) 5. Januar 1976 (1976-01-05) Abbildungen 1-3 -----	1,3,5
X	US 3 459 944 A (SOL TRIEBWASSER) 5. August 1969 (1969-08-05) Abbildung 3 -----	1,3,5
	-/--	

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen  Siehe Anhang Patentfamilie

- |  |   |
|--|---|
| <p>* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :</p> <p>"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist</p> <p>"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)</p> <p>"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht</p> <p>"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist</p> | <p>"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist</p> <p>"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden</p> <p>"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist</p> <p>"&amp;" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist</p> |
|--|---|

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche <b>9. Juni 2006</b>	Absenddatum des internationalen Recherchenberichts <b>16/06/2006</b>
--	---

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter  <b>Le Meur, M-A</b>
---	--

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 012, Nr. 486 (E-695), 19. Dezember 1988 (1988-12-19) -& JP 63 202062 A (MATSUSHITA ELECTRONICS CORP), 22. August 1988 (1988-08-22) Zusammenfassung -----	1-14

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2006/000696

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 3601668	A	24-08-1971	KEINE	
US 4057819	A	08-11-1977	KEINE	
JP 51000285	A	05-01-1976	KEINE	
US 3459944	A	05-08-1969	KEINE	
JP 63202062	A	22-08-1988	KEINE	