

12 **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

21 Anmeldenummer: **86111086.4**

51 Int. Cl.4: **H01L 31/02**, **H01L 31/08**,  
**H01L 21/31**

22 Anmeldetag: **11.08.86**

30 Priorität: **23.08.85 DE 3530235**

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**25.03.87 Patentblatt 87/13**

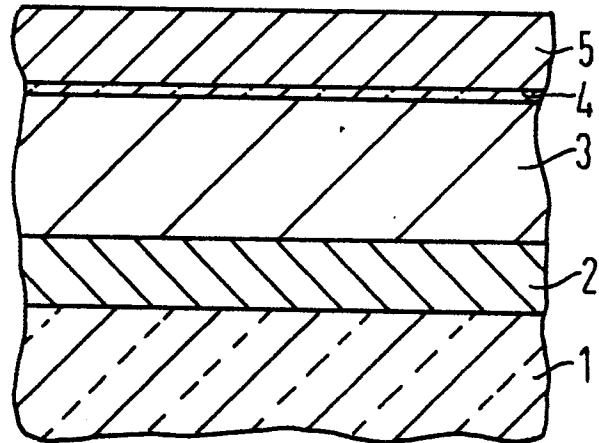
64 Benannte Vertragsstaaten:  
**DE FR GB NL**

71 Anmelder: **Siemens Aktiengesellschaft Berlin**  
**und München**  
**Wittelsbacherplatz 2**  
**D-8000 München 2(DE)**

72 Erfinder: **Hohelsel, Martin, Dr.**  
**Görzer Strasse 97**  
**D-8000 München 90(DE)**  
Erfinder: **Brunst, Gerhard, Dr.**  
**Hörwarthstrasse 25**  
**D-8000 München 40(DE)**  
Erfinder: **Holzenkämpfer, Enno, Dr.**  
**Bunsenstrasse 9**  
**D-8000 München 83(DE)**

54 **Hochsperrende Diodenanordnung auf der Basis von a-Si:H für Bildsensorzellen.**

57 Eine als Bildsensorzeilenelement ausgebildete Diode weist einen zwischen zwei leitenden Elektroden (2, 5) angeordneten, aus a-Si:H bestehenden Halbleiterkörper (3) auf. Die in Dünnschichtbauweise auf einem elektrisch isolierenden Substrat (1) aufgebaute Anordnung enthält zwischen der a-Si:H-Schicht (3) und der Elektrode (5) aus Indiumzinnoxid, Palladiumsilizid oder Palladium eine Blockierschicht (4) aus durch Umwandlung der a-Si:H-Oberfläche (3) erzeugtem SiO<sub>2</sub>. Die Blockierschicht (4) befindet sich auf der zum Substrat (1) entgegengesetzt liegenden Seite der a-Si:H-Schicht (3). Durch die Blockierschicht (4) wird das Sperrverhalten der Kontakte und die Stabilität der Grenzfläche zwischen a-Si:H (3) und dem transparenten Metalloxid (5) wesentlich verbessert. Die Prozeßfolge zum Aufbau der Anordnung ist einfacher als bei den bekannten Anordnungen. Die Diodenanordnung wird verwendet bei der Herstellung von Bildsensorzeilen, zum Beispiel in der Bürokommunikation.



**EP 0 215 289 A1**

### Hochsperrende Diodenanordnung auf der Basis von a-Si:H für Bildsensorzellen.

Die Erfindung betrifft eine hochsperrende Diodenanordnung auf der Basis von a-Si:H (= wasserstoffhaltiges amorphes Silizium) für Bildsensorzellen, bei der der Halbleiterkörper aus a-Si:H als Dünnschicht zwischen zwei leitenden Elektroden auf einem, aus elektrisch isolierendem Material bestehenden Substrat angeordnet ist und bei der eine, die Injektion von Ladungsträgern blockierende Schicht vorgesehen ist.

Die Herstellung und der Aufbau großflächiger, preisgünstiger Bildsensoren mittels der Dünnschichttechnik von a-Si:H zwischen zwei Elektroden wird beispielsweise in einem Bericht von E. Holzenkämpfer, K. Rosan und K. Kempter in den Proc. of the MRS Europe, Strasbourg, (1984) auf den Seiten 575 bis 579 beschrieben.

Die Anforderungen, die an Bildsensorzellen gestellt werden, sind neben einer hohen Fotoempfindlichkeit vor allem ein niedriger Dunkelstrom, eine große Homogenität der Elemente in einer Zeile in bezug auf Strom-Spannungskennlinien und eine große Stabilität auch nach längerer Beleuchtung. Ursachen für das Auftreten von Störungen in dieser Richtung sind unter anderem Vorgänge, die sich an den Kontaktgrenzflächen abspielen.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, das Sperrverhalten von Kontakten auf a-Si:H, insbesondere bei transparenten Kontakten, die aus leitfähigen Oxiden, dünnen Metallschichten oder Siliziden bestehen, zu verbessern.

Weitere Aufgabe der Erfindung ist es, eine Diodenanordnung anzugeben, die leicht herstellbar ist.

Aus dem Stand der Technik ist aus einem Aufsatz von S. Kaneko et. al. aus dem Journal of Non-Crystalline Solids 59/60 (1983), Seiten 1227 bis 1230, eine hochsperrende Diodenanordnung der eingangs genannten Art für die Anwendung in Sensorzellen bekannt, bei der zwischen der transparenten Indium-Zinnoxid-Elektrode und dem aus amorphem SiH bestehenden Halbleiterkörper eine Blockierschicht aus Siliziumnitrid vorhanden ist. Der a-Si:H Körper besteht dabei aus einer Doppelschicht aus i a-Si:H (2,5  $\mu\text{m}$ ) und p a-Si:H (200 nm). Die Blockierschicht aus Siliziumnitrid befindet sich auf der dem Glassubstrat zugewandten Seite des Halbleiterkörpers (i a-Si:H), von der aus der Lichteinfall erfolgt. Die Herstellung der bekannten Anordnung erfordert einen hohen technischen Aufwand, bedingt durch die Abscheidung mehrerer Schichten mit der Gefahr der Dotierungsverschleppung beim Niederschlag der bordotierten p<sup>+</sup>-Zwischenschicht aus amorphem Silizium.

Eine weitere Möglichkeit der Verbesserungen der Sperreigenschaften von Sensorelementen auf der Basis von a-Si:H als Fotoleiter ist aus einem Bericht von H. Yamamoto et. al. aus den Extended Abstracts of the 15th Conference on Solid State Devices and Materials, Tokyo, 1983, Seiten 205 bis 208, bekannt. Dabei enthält die Diodenanordnung neben der Fotodiode anstelle einer Blockierschicht eine integrierte Blockierdiode. Auch dieser Aufbau erfordert mehrere umständliche und zeitaufwendige Prozessschritte, da neben der a-Si:H-Schicht auch p<sup>+</sup>- und n<sup>+</sup>-a-Si:H-Schichten verwendet werden, die in verschiedenen Reaktoren erzeugt werden müssen. Ansonsten besteht auch hier, wie bei der Kaneko-Anordnung, die Gefahr der Dotierungsverschleppung.

Die Erfindung löst die gestellte Aufgabe auf eine andere Weise und erzielt damit eine erhebliche Vereinfachung und andere Verbesserungen gegenüber den bekannten Anordnungen. Sie betrifft eine hochsperrende Diodenanordnung der eingangs genannten Art, die dadurch gekennzeichnet ist, daß die Blockierschicht aus durch Umwandlung der a-Si:H-Oberfläche erzeugtem Siliziumoxid - (SiO<sub>x</sub>) besteht und sich auf der zum Substrat entgegengesetzten liegenden Seite der Halbleiterschicht befindet.

Im Rahmen der Erfindung soll es nun liegen, daß die Siliziumoxid-Blockierschicht durch Oxidation, vorzugsweise durch Temperung in Sauerstoff oder Luft, oder durch Einwirkung eines Sauerstoffplasmas auf die a-Si:H-Oberfläche erzeugt wird.

Die vorliegende Erfindung schafft somit die Möglichkeit, auf einfachste Weise großflächige Sensorzellen herzustellen, die in bezug auf elektrischen Eigenschaften, wie Sperrströme und Spannungsfestigkeit, den heutigen Anforderungen genügen. Die entstandene Siliziumoxidschicht führt außerdem zu einer Verbesserung der chemischen Stabilität der Grenzfläche zwischen a-Si und dem leitfähigen Oxid der transparenten Elektrode. Dies ermöglicht eine reproduzierbare Herstellung von Sensorzellen.

Weitere Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Die Erfindung wird im folgenden anhand der Figur, die im Schnittbild den Schichtaufbau eines Einzelsensors zeigt, noch näher erläutert.

Es gelten folgende Bezugszeichen:

- 1 = Substratkörper, zum Beispiel aus Glas,
- 2 = metallische Grundelektrode, zum Beispiel aus Titan, 300 nm,
- 3 = a-Si:H-Schicht undotiert, ca. 1000 nm dick,

4 = erfindungsgemäße SiO<sub>2</sub>-Blockierschicht, 1 nm dick,

5 = transparente Oberflächenelektrode, zum Beispiel aus ITO (= Indiumzinnoxid), 100 nm dick, Palladiumsilizid oder Palladium, 10 nm dick, welche die zu beleuchtende Seite der Anordnung kennzeichnet.

Die Bildung der erfindungsgemäßen SiO<sub>2</sub>-Blockierschicht (4) kann auf verschiedene Weise erfolgen:

1. durch Temperung in Sauerstoff bei 200°C, 1000 mbar Druck, 30 Minuten,
2. langsame Oxidation an Luft, Zimmertemperatur, 1000 mbar Druck, ca. 14 Tage,
3. Plasmaätzung in Sauerstoff bei 35°C Substrattemperatur, 0,4 mbar Druck, 10 Minuten (Fluß 100 sccm, Leistung 0,5 W/cm<sup>2</sup>),
4. Veraschung des bei der Strukturierung der Elektroden verwendeten Fotolackes im Sauerstoffplasma bei 35°C Substrattemperatur, 0,5 mbar Druck, 10 Minuten (Fluß 100 sccm, Leistung 0,7 W/cm<sup>2</sup>).

Folgende Resultate wurden erzielt:

- I. Spannungsfestigkeit
  - a) ohne SiO<sub>2</sub>-Blockierschicht; bei 50 Volt sind alle Zellen defekt;
  - b) mit SiO<sub>2</sub>-Blockierschicht; bei 50 Volt sind zwei Drittel der Zellen funktionsfähig.
- II. 1. Sperrstrom (bei 4 V) mit ITO-Elektrode
  - a) ohne SiO<sub>2</sub>-Blockierschicht  $3 \times 10^{-7}$  A/cm<sup>2</sup>,
  - b) mit SiO<sub>2</sub>-Blockierschicht  $5 \times 10^{-8}$  A/cm<sup>2</sup>,
2. Sperrstrom (bei 4 V) mit Palladium-Elektroden
  - a) ohne SiO<sub>2</sub>-Blockierschicht  $2 \times 10^{-9}$  A/cm<sup>2</sup>,
  - b) mit SiO<sub>2</sub>-Blockierschicht  $4 \times 10^{-11}$ ;sO A/cm<sup>2</sup>.

#### Bezugszeichenliste

- 1 Glassubstrat
- 2 Titanschicht
- 3 undotierte amorphe Si-Schicht
- 4 SiO<sub>2</sub>-Schicht
- 5 Indiumzinnoxid-, Palladiumsilizid-oder Palladiumschicht

#### Ansprüche

1. Hochsperrende Diodenanordnung auf der Basis von a-Si:H (= wasserstoffhaltiges, amorphes Silizium) für Bildsensorzeilen, bei der der Halblei-

terkörper aus a-Si:H als Dünnschicht zwischen zwei leitenden Elektroden, auf einem, aus einem elektrisch isolierenden Material bestehenden Substrat angeordnet ist und bei der eine, die Injektion von Ladungsträgern blockierende Schicht vorgesehen ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Blockierschicht (4) aus durch Umwandlung der a-Si:H-Oberfläche (3) erzeugtem Siliziumoxid (SiO<sub>2</sub>) besteht und sich auf der, zum Substrat (1) entgegengesetzt liegenden Seite der Halbleiterschicht - (3) befindet.

2. Hochsperrende Diodenanordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Siliziumoxid-Blockierschicht (4) durch Oxidation, vorzugsweise durch Temperung in Sauerstoff oder Luft, erzeugt ist.

3. Hochsperrende Diodenanordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Siliziumoxid-Blockierschicht (4) durch Einwirkung eines Sauerstoffplasmas auf die a-Si:H-Oberfläche (3) erzeugt ist.

4. Hochsperrende Diodenanordnung nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Dicke der Siliziumoxid-Blockierschicht (4) zwischen 0,5 und 10 nm beträgt.

5. Hochsperrende Diodenanordnung nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 4, **gekennzeichnet durch** folgenden Aufbau:

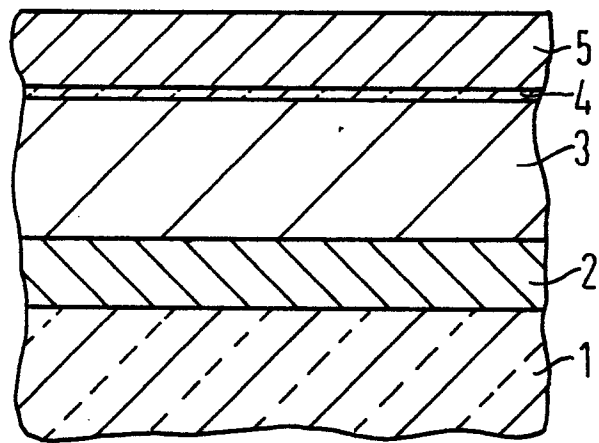
- a) einem elektrisch isolierenden Substrat (1),
- b) einer metallischen Grundlektrode (2),
- c) einem, aus undotiertem oder schwach dotiertem a-Si:H bestehenden Halbleiterkörper (3),
- d) einer SiO<sub>2</sub>-Blockierschicht (4) und
- e) einer, aus einem leitfähigen Oxid, einem Metallfilm oder einem Metallsilizid bestehenden, transparenten Oberflächenelektrode (5).

6. Hochsperrende Diodenanordnung nach Anspruch 5, **gekennzeichnet durch**

ein Glassubstrat (1),

eine 300 nm dicke Titanschicht (2) als Grundlektrode, eine 1000 nm dicke undotierte a-Si:H-Schicht (3) als Halbleiterschicht,

eine 1 nm dicke SiO<sub>2</sub>-Schicht (4) als Blockierschicht und eine 100 nm dicke Indiumzinnoxid-schicht oder eine 10 nm dicke Palladiumsilizid-oder Palladiumschicht (5) als transparente Elektrode.





EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. 4)
Y	EP-A-0 039 219 (SHIMOTO et al.) * Seite 12, Zeile 19 - Seite 14, Zeile 12; Figur 5 *	1-6	H 01 L 31/02 H 01 L 31/08 H 01 L 21/31
Y	--- EP-A-0 030 162 (EXXON)  * Anspruch 1 *	1, 2, 4- 6	
Y	--- JOURNAL OF THE ELECTROCHEMICAL SOCIETY, Band 132, Nr. 6, Juni 1985, Seiten 1460-1466, Manchester, New Hampshire, US; S.-I. KIMURA et al.: "Low temperature oxidation of silicon in a microwave-discharged oxygen plasma" * Insgesamt *	3	
A	--- JAPANESE JOURNAL OF APPLIED PHYSICS, "Supplements", Band 22, Nr. 22-1, 1983, Seiten 461-464, Tokyo, JP; S. ISHIOKA et al.: "Single-tube color imager using hydrogenated amorphous silicon" * Insgesamt *	1-6	
	--- -/-		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 01-12-1986	Prüfer GALLO G.G.
<p><b>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</b></p> <p>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet  Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer  anderen Veröffentlichung derselben Kategorie  A : technologischer Hintergrund  O : nichtschriftliche Offenbarung  P : Zwischenliteratur  T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze</p> <p>E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder  nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist  D : in der Anmeldung angeführtes Dokument  L : aus andern Gründen angeführtes Dokument</p> <p>&amp; : Mitglied der gleichen Patentfamilie, überein-  stimmendes Dokument</p>			



EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			Seite 2
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. 4)
A	INTERNATIONAL ELECTRON DEVICES MEETING, San Francisco, US, 13.-15. Dezember, Seiten 328-331, IEEE, New York, US; S. KANEKO et al.: "Amorphous Si:H contact linear image sensor with Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub> blocking layer" * Insgesamt *	1-6	
-----			
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl. 4)
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			
Recherchenort DEN HAAG		Abchlußdatum der Recherche 01-12-1986	Prüfer GALLO G.G.
<p>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</p> <p>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet  Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie  A : technologischer Hintergrund  O : nichtschriftliche Offenbarung  P : Zwischenliteratur  T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze</p> <p>E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist  D : in der Anmeldung angeführtes Dokument  L : aus andern Gründen angeführtes Dokument  &amp; : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</p>			