



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 699 32 132 T2 2007.01.04

(12)

## Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) EP 0 996 164 B1

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

(21) Deutsches Aktenzeichen: **699 32 132.8**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **99 307 737.9**

(96) Europäischer Anmeldetag: **30.09.1999**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **26.04.2000**

(97) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung beim EPA: **28.06.2006**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **04.01.2007**

(30) Unionspriorität:  
**174718 19.10.1998 US**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**DE, FR, GB**

(73) Patentinhaber:  
**Agilent Technologies Inc., A Delaware Corp., Palo Alto, Calif., US**

(72) Erfinder:  
**Theil, Jeremy A., Mountain View, California 94040, US; Cao, Min, Mountain View, California 94040, US; Vook, Dietrich W., Menlo Park, California 94025, US; Perner, Frederick A., Palo Alto, California 94306, US; Sun, Xin, San Jose, California 95131, US; Ma, Shawming, Sunnyvale, California 94086, US; Ray, Gary W., Mountain View, California 94043, US**

(74) Vertreter:  
**Schoppe, Zimmermann, Stöckeler & Zinkler, 82049 Pullach**

(54) Bezeichnung: **Aktiver Bildsensor mit einer erhöhten pin-Diode und einer besonderen Verbindungsstruktur**

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 eingelebt, 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 vorliegende Erfindung ist verwandt mit der folgenden ebenfalls anhängigen US-Patentanmeldung mit dem Titel: "AN ELEVATED PIN DIODE ACTIVE PIXEL SENSOR WHICH INCLUDES A PATTERNED DOPED SEMICONDUCTOR ELECTRODE", eingereicht am 19. Oktober 1998 mit dem Anwaltsaktenzeichen 10970999-1.

**[0002]** Diese Erfindung bezieht sich allgemein auf einen Aktivpixelsensor, zum Beispiel einen erhöhten PIN-Diodensensor und eine eindeutige Verbindungsstruktur für integrierte Schaltungen.

**[0003]** Beispiele von Bildsensoren sind in den folgenden Dokumenten des Stands der Technik offenbart.

**[0004]** Die US-A-5,213,984 offenbart einen Bilderfassungssensor, bei dem ein Metallfilm und ein dotierter a-Si-Film an einem Glassubstrat aufgebracht und sukzessive durch Photolithographie unter Verwendung des gleichen Resistmusters geätzt werden, um eine Metallelektrode und dotierte a-Si-Schichten zu bilden. Die dotierten a-Si-Schichten, die so gebildet sind, werden dann wieder geätzt, um Abschnitte zu entfernen, die von der Metallelektrode vorstehen. Eine nicht dotierte a-Si-Schicht und eine transparente Elektrode werden dann sukzessive an der dotierten a-Si-Schicht gebildet. Ein Schutzfilm kann zusätzlich vor der Aufbringung des Metallfilms an dem Glassubstrat aufgebracht werden.

**[0005]** Die EP-A-0,494,694 offenbart eine photoelektrische Umwandlungsvorrichtung, die nichtmonokristalline Halbleiterschichten einer PIN-Struktur aufweist, die an gegenseitig getrennten, mehreren Pixel-elektroden aufgebracht sind. Die P- oder N-dotierte Schicht an der Pixeletektrode umfasst zumindest eine mikrokristalline Struktur. Die N- oder P-dotierte Schicht an dem Bereich außer der Pixeletektrode ist amorph.

**[0006]** Die JP-60/000,171 offenbart eine Struktur, die eine transparente Elektrodenregion aufweist, die vorgesehen ist, um eine photoelektrische Umwandlungsregion zu bedecken, die mit einer Elektrode auf einer Fläche S überlappt ist. Die Elektrode weist eine Drahtbondanschlussflächenregion auf, die eine Fläche gleich dieser einer Elektrode zusätzlich zu dem überlappten Teil aufweist. Die überlappte Fläche S ist eine Fläche, die ausreichend ist, um den ohmschen Kontakt zwischen der Elektrode und einem Teil der transparenten Elektrode zu erzielen. Die Gesamtfläche der Elektroden beträgt in etwa das Doppelte der Anschlussflächen-Elektrode, die herkömmlicherweise verwendet wird, und die Elektrode kann ohne weiteres an dem Randteil des Substratchips angeordnet werden.

**[0007]** Ein Array von Bildsensoren oder lichtempfindlichen Sensoren erfasst die Intensität von Licht, das durch die Bildsensoren empfangen wird. Die Bildsensoren erzeugen typischerweise elektronische Signale, die Amplituden aufweisen, die proportional zu der Intensität des Lichts sind, das durch die Bildsensoren empfangen wird. Die Bildsensoren können ein optisches Bild in einen Satz von elektronischen Signalen umwandeln. Die elektronischen Signale können konditioniert und abgetastet werden, um eine Bildverarbeitung zu ermöglichen.

**[0008]** Eine Integration der Bildsensoren mit einer Signalverarbeitungsschaltungsanordnung wird zunehmend bedeutsam, weil eine Integration eine Miniaturisierung und Vereinfachung von Bilderfassungssystemen ermöglicht. Eine Integration von Bildsensoren zusammen mit Analog- und Digitalsignalverarbeitungsschaltungsanordnungen ermöglicht, dass elektronische Bilderfassungssysteme kostengünstig und kompakt sind und einen niedrigen Leistungsverbrauch benötigen.

**[0009]** In der Vergangenheit waren Bildsensoren überwiegend ladungsgekoppelte Vorrichtungen (CCDs = Charged Coupled Devices). CCDs sind relativ klein und können einen hohen Füllfaktor liefern. CCDs sind jedoch sehr schwierig mit einer digitalen und analogen Schaltungsanordnung zu integrieren. Ferner dissipieren CCDs große Mengen an Leistung und leiden unter Bildverschmierungsproblemen.

**[0010]** Eine Alternative zu CCD-Sensoren sind Aktivpixelsensoren. Aktivpixelsensoren können unter Verwendung von Standard-CMOS-Prozessen gefertigt sein. Deshalb können Aktivpixelsensoren ohne weiteres mit einer Digital- und Analogsignalverarbeitungsschaltungsanordnung integriert werden. Ferner dissipieren CMOS-Schaltungen geringe Mengen an Leistung.

**[0011]** **Fig. 1** zeigt einen Querschnitt eines Arrays von Bildsensoren des Stands der Technik. Dieses Array von Bildsensoren umfasst PIN-Diodensensoren, die über einem Substrat **10** positioniert sind. Eine Verbindungsstruktur **12** verbindet eine N-Schicht **14** der PIN-Dioden elektrisch mit dem Substrat **10**. Eine I-Schicht **16** ist über der N-Schicht **14** gebildet. Eine P-Schicht **18** ist über der I-Schicht **16** gebildet. Die P-Schicht **18**, die I-Schicht **16** und die N-Schicht **14** bilden das Array von PIN-Diodensensoren. Eine erste leitfähige Durchkontaktierung **20** verbindet einen ersten Diodensensor elektrisch mit dem Substrat **10** und eine zweite leitfähige Durchkontaktierung **22** verbindet einen zweiten Diodensensor elektrisch mit dem Substrat **10**. Eine transparente leitfähige Schicht **24** ist über dem Array von Diodensensoren positioniert. Eine leitfähige Anschlussleitung **26** ist mit der transparenten leitfähigen Schicht **24** verbunden. Die leitfähige Anschlussleitung **26** ist mit einer Vorspan-

nungsspannung verbunden, die ein Vorspannen der P-Schicht **18** des Arrays von PIN-Diodensensoren auf ein ausgewähltes Spannungspotential ermöglicht.

**[0012]** Eine Einschränkung der Bildsensorstruktur von [Fig. 1](#) ist die elektrische Verbindung zwischen der leitfähigen Anschlussleitung **26** und der transparenten leitfähigen Schicht **24**. Die transparente leitfähige Schicht **24** muss elektrisch leitfähig sein, um ein Vorspannen der PIN-Dioden zu ermöglichen und muss transparent sein, um zu ermöglichen, dass die PIN-Dioden Licht empfangen. Im Allgemeinen ist es sehr schwierig, diese Typen von Materialien zu binden, die verwendet werden müssen, um die transparente leitfähige Schicht **24** zu bilden. Deshalb muss die leitfähige Anschlussleitung **26** mit der Hilfe eines bestimmten Typs einer Klemme oder einer Tragestruktur an der transparenten leitfähigen Schicht **24** angebracht sein. Das Ergebnis ist eine elektrische Verbindung, die nicht zuverlässig ist und die teuer herzustellen ist.

**[0013]** Die vorliegende Erfindung versucht, einen verbesserten Pixelsensor zu schaffen.

**[0014]** Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Aktivpixelsensor gemäß Anspruch 1 beansprucht.

**[0015]** Bei dem bevorzugten Ausführungsbeispiel ist der Aktivpixelsensor an einem Substrat gebildet, bei dem eine transparente leitfähige Schicht zuverlässig elektrisch mit einer Pixelsensorvorspannungsspannung verbunden ist, die von dem Substrat stammt. Das Substrat kann ein CMOS-Substrat sein, das eine Bilderfassungsschaltungsanordnung umfasst.

**[0016]** Ein erstes Ausführungsbeispiel dieser Erfindung umfasst einen Aktivpixelsensor. Der Aktivpixelsensor umfasst ein Substrat. Eine Verbindungsstruktur ist an dem Substrat gebildet. Zumindest ein Photosensor ist an der Verbindungsstruktur gebildet. Jeder Photosensor umfasst eine einzelne Pixelelektrode. Eine Halbleiterschicht vom intrinsischen Typ ist über der Pixelelektrode gebildet. Eine transparente Elektrode ist über der Halbleiterschicht vom intrinsischen Typ gebildet, so dass eine innere Oberfläche der transparenten Elektrode elektrisch mit der Halbleiterschicht vom intrinsischen Typ und der Verbindungsstruktur verbunden ist.

**[0017]** Ein zweites Ausführungsbeispiel dieser Erfindung ist dem ersten Ausführungsbeispiel ähnlich. Das zweite Ausführungsbeispiel umfasst die Pixelelektrode, die eine N-Typ-Halbleiterschicht umfasst.

**[0018]** Ein drittes Ausführungsbeispiel dieser Erfindung ist dem zweiten Ausführungsbeispiel ähnlich.

Das dritte Ausführungsbeispiel umfasst die Halbleiterschicht vom intrinsischen Typ und die Pixelelektronen sind jeweils aus amorphem Silizium gebildet.

**[0019]** Ein viertes Ausführungsbeispiel dieser Erfindung ist dem ersten Ausführungsbeispiel ähnlich, aber umfasst ferner eine P-Typ-Halbleiterschicht, die zwischen der Halbleiterschicht vom intrinsischen Typ und der transparenten Elektrode gebildet ist. Die innere Oberfläche der transparenten Elektrode ist elektrisch mit der P-Typ-Halbleiterschicht, der Halbleiterschicht vom intrinsischen Typ und der Verbindungsstruktur verbunden.

**[0020]** Ein fünftes Ausführungsbeispiel dieser Erfindung ist dem vierten Ausführungsbeispiel ähnlich, aber umfasst ferner die P-Typ-Halbleiterschicht, die aus amorphem Silizium gebildet ist.

**[0021]** Ein Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist unten lediglich durch ein Beispiel mit Bezug auf die zugehörigen Zeichnungen beschrieben, in denen:

**[0022]** [Fig. 1](#) einen Querschnitt eines Arrays von Bildsensoren des Stands der Technik zeigt.

**[0023]** [Fig. 2](#) ein Ausführungsbeispiel des Sensors gemäß der vorliegenden Erfindung zeigt.

**[0024]** [Fig. 3](#) ein Substrat mit einer Standardverbindungsstruktur und einer Pixelverbindung zeigt, die über einem Substrat gebildet ist.

**[0025]** [Fig. 4](#) Pixelelektronen zeigt, die an der Pixelverbindungsstruktur aufgebracht sind.

**[0026]** [Fig. 5](#) eine Halbleiterschicht vom intrinsischen Typ und eine P-Typ-Halbleiterschicht zeigt, die über einer Mehrzahl von Pixelelektronen aufgebracht sind.

**[0027]** [Fig. 6](#) die P-Typ-Halbleiterschicht und die Halbleiterschicht vom intrinsischen Typ zeigt, die selektiv geätzt sind, um einen Zugriff auf eine leitfähige Durchkontaktierung zu ermöglichen.

**[0028]** [Fig. 7](#) eine transparente leitfähige Schicht zeigt, die über der P-Typ-Halbleiterschicht aufgebracht ist und eine elektrische Verbindung zwischen der P-Typ-Halbleiterschicht, der Halbleiterschicht vom intrinsischen Typ und der Verbindungsstruktur liefert.

**[0029]** [Fig. 8](#) die transparente leitfähige Schicht und die Pixelverbindungsstruktur zeigt, die gemäß einem vorbestimmten Muster geätzt wurden.

**[0030]** Wie es in den Zeichnungen zu Darstellungs-zwecken gezeigt ist, ist die Erfindung in einem erhöh-

ten Pixelsensor an einem Substrat verkörpert, das eine zuverlässige und einfach herzustellende Verbindung zwischen dem Pixelsensor und dem Substrat liefert.

[0031] [Fig. 2](#) zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel der Erfindung. Dieses Ausführungsbeispiel umfasst ein Substrat **40**. Eine Verbindungsstruktur **42** ist an dem Substrat **40** gebildet. Eine Pixelverbindungsstruktur **43** ist an der Verbindungsstruktur **42** gebildet. Pixelelektroden **44** und ein innerer Metallabschnitt **45** sind an der Pixelverbindungsstruktur **43** gebildet. Jeder Pixelsensor eines Arrays von Pixelsensoren umfasst eine einzelne Pixelelektrode **44** und einen inneren Metallabschnitt **45**. Eine Halbleiterschicht **46** vom intrinsischen Typ ist an den Pixelelektroden **44** gebildet. Eine P-Typ-Halbleiterschicht **48** ist an der Halbleiterschicht **46** vom intrinsischen Typ gebildet. Ein transparenter Leiter **50** ist an der P-Typ-Halbleiterschicht **48** gebildet. Die Pixelelektrode **44** eines ersten Pixelsensors ist elektrisch mit dem Substrat **40** durch eine erste leitfähige Durchkontaktierung **52** verbunden. Die Pixelelektrode **44** eines zweiten Pixelsensors ist elektrisch mit dem Substrat **40** durch eine zweite leitfähige Durchkontaktierung **54** verbunden. Der transparente Leiter **50** ist elektrisch mit dem Substrat **40** durch eine dritte leitfähige Durchkontaktierung **56** verbunden.

[0032] Die Pixelsensoren leiten eine Ladung, wenn die Pixelsensoren Licht empfangen. Das Substrat **40** umfasst allgemein eine Erfassungsschaltungsanordnung und eine Signalverarbeitungsschaltungsanordnung. Die Erfassungsschaltungsanordnung erfasst, wie viel Ladung die Pixelsensoren geleitet haben. Die Menge an geleiteter Ladung stellt die Intensität von Licht dar, das durch die Pixelsensoren empfangen wird. Allgemein kann das Substrat unter Verwendung einer CMOS-(Complementary Metal Oxide Silicon = Komplementär-Metallocid-Silizium), BiCMOS- oder Bipolar-Technologie hergestellt sein. Das Substrat kann verschiedene Typen einer Substrattechnologie umfassen, einschließlich ladungsgekoppelter Vorrichtungen.

[0033] Typischerweise ist die Verbindungsstruktur **42** eine Standard-CMOS-Verbindungsstruktur. Die Struktur und die Verfahren zum Bilden dieser Verbindungsstruktur sind auf dem Gebiet einer Fertigung einer elektronischen integrierten Schaltung gut bekannt. Die Verbindungsstruktur **42** kann eine subtraktive Metallstruktur oder eine Einzel- oder Dual-Damascene-Struktur sein.

[0034] Die Pixelverbindungsstruktur **43** liefert eine Zuverlässigkeit und strukturelle Vorteile für die erhöhte Pixelsensorstruktur. Die Pixelverbindungsstruktur ermöglicht die Bildung von dünnen Pixelelektroden **44**, weil die Pixelelektroden **44** über Silizium anstelle einer Metallanschlussfläche gebildet sind, die an der

Verbindungsstruktur **42** positioniert ist. Die Pixelverbindungsstruktur **43** verbindet die Pixelelektroden **44** elektrisch mit der Verbindungsstruktur **42**. Die Pixelverbindungsstruktur **43** ist typischerweise aus einem Siliziumoxid oder einem Siliziumnitrid gebildet.

[0035] Die leitfähigen Durchkontaktierungen **52, 54** durchlaufen die Pixelverbindungsstruktur **43** und verbinden die Pixelelektroden **44** elektrisch mit dem Substrat **40**. Die dritte leitfähige Durchkontaktierung **56** durchläuft die Pixelverbindungsstruktur **43** und liefert eine zuverlässige elektrische Verbindung zwischen dem transparenten Leiter **50** und dem Substrat **40**. Typischerweise sind die leitfähigen Durchkontaktierungen **52, 54, 56** aus Wolfram gebildet. Wolfram wird im Allgemeinen während einer Fertigung verwendet, weil Wolfram Löcher mit hohem Seitenverhältnis füllen kann. Das heißt, Wolfram kann verwendet werden, um schmale und relativ lange Verbindungen zu bilden. Typischerweise werden die leitfähigen Durchkontaktierungen **52, 54, 56** unter Verwendung eines chemischen Dampfaufbringungsprozesses (CVD-Prozess; CVD = Chemical Vapor Deposition) gebildet. Andere Materialien, die verwendet werden können, um die leitfähigen Durchkontaktierungen **52, 54, 56** zu bilden, umfassen Kupfer, Aluminium oder irgendein anderes elektrisch leitfähiges Material.

[0036] Es gibt mehrere strukturelle Vorteile dabei, die Pixelverbindungsstruktur **43** zwischen den Pixelelektroden **44** und dem Substrat **40** aufzuweisen. Diese Struktur ermöglicht, dass die Verbindungs schaltungsanordnung dicht gepackt sein kann. Erstens wird ein lateraler Raum bewahrt, weil die Durchkontaktierungen **52, 54, 56** direkt unterhalb der Pixelelektroden positioniert sind. Zweitens ermöglicht die Struktur die Bildung der Durchkontaktierungen **52, 54, 56** mit einem minimalen Durchmesser. CVD-Prozesse sind im Allgemeinen das beste Verfahren zum Bilden der Durchkontaktierungen **52, 54, 56**. Ein Wolfram-CVD-Prozess ermöglicht die Bildung von Durchkontaktierungen mit kleinem Durchmesser. Jedoch sind die Temperaturen, die erforderlich sind, um Wolfram durchkontaktierungen mit einem CVD-Prozess zu bilden, größer als viele der Materialien (beispielsweise amorphes Silizium) zum Bilden der Pixelelektroden standhalten können. Durch ein Bilden der Pixelverbindungsstruktur **43** über dem Substrat **40** und der Pixelelektroden **44** über der Pixelverbindungsstruktur **43** können die Durchkontaktierungen **52, 54, 56** vor den Pixelelektroden **44** gebildet werden und unterliegen die Pixelelektroden **44** deshalb nicht den hohen Temperaturen, die für die Bildung der Durchkontaktierungen **52, 54, 56** erforderlich sind.

[0037] Der innere Metallabschnitt **45** sollte ein dünnes leitfähiges Material umfassen. Der innere Metallabschnitt **45** kann beispielsweise aus einer degenerativ dotierten Halbleiterschicht, Aluminium, Titan, Ti-

tannitrid, Kupfer oder Wolfram gebildet sein. Der innere Metallabschnitt **45** sollte dünn (näherungsweise 50 nm, 500 Angström) und glatt sein. Der innere Metallabschnitt **45** sollte glatt genug sein, dass irgendeine Oberflächenrauheit im Wesentlichen geringer als die Dicke der Pixelelektrode **44** ist, die über dem inneren Metallabschnitt **45** gebildet wird. Um die Glattheitsanforderung zu erfüllen, kann ein Polieren des inneren Metallabschnitts **45** erforderlich sein.

**[0038]** Der innere Metallabschnitt **45** kann optional sein. Jedoch weist der innere Metallabschnitt **45** einen niedrigeren Widerstandswert als die Materialien auf, die verwendet werden, um die Pixelelektroden **44** zu bilden. Deshalb liefert der innere Metallabschnitt **45** eine bessere Stromsammlung.

**[0039]** Die Pixelelektroden **44** sind allgemein aus einem dotierten Halbleiter gebildet. Der dotierte Halbleiter kann eine N-Typ-Halbleiterschicht aus amorphem Silizium sein. Die Pixelelektrode muss dick genug sein und stark genug dotiert sein, damit die Pixelelektroden **44** nicht vollständig verarmen, wenn dieselben während eines Betriebs vorgespannt sind. Die Pixelelektroden **44** sind typischerweise mit Phosphor dotiert.

**[0040]** Die Pixelelektroden **44** sind typischerweise unter Verwendung einer plasmagestützten chemischen Dampfaufbringung (PECVD = Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition) aufgebracht. Die PECVD wird mit einem Phosphor enthaltenden Gas durchgeführt. Das phosphorige Gas kann PH<sub>3</sub> sein. Ein Silizium enthaltendes Gas ist bei einem Bilden von Pixelelektroden aus amorphen Silizium enthalten.

**[0041]** Eine N-Typ-Halbleiterschicht aus amorphem Silizium wird typischerweise bei einem Bilden von PIN-Diodenaktivpixelsensoren verwendet. Jedoch können die Diodenaktivpixelsensoren eine NIP-Sensorkonfiguration umfassen. In diesem Fall sind die Pixelelektroden **44** aus einer P-Typ-Halbleiterschicht gebildet und die P-Typ-Halbleiterschicht **48** von [Fig. 2](#) ist mit einer N-Typ-Halbleiterschicht ersetzt.

**[0042]** Die Halbleiterschicht **46** vom intrinsischen Typ ist allgemein aus einem hydrierten amorphen Silizium gebildet. Die Halbleiterschicht **46** vom intrinsischen Typ kann unter Verwendung eines PECVD- oder eines reaktiven Sputterprozesses aufgebracht sein. Der PECVD-Prozess muss ein Silizium enthaltendes Gas umfassen. Die Aufbringung sollte bei einer genügend niedrigen Temperatur stattfinden, damit Wasserstoff innerhalb des Films gehalten ist. Die Halbleiterschicht **46** vom intrinsischen Typ ist näherungsweise einen Mikrometer dick.

**[0043]** Der Sensor umfasst die Halbleiterschicht **46** vom intrinsischen Typ, die elektrisch mit dem trans-

parenten Leiter **50** verbunden ist. Die Halbleiterschicht vom intrinsischen Typ umfasst einen Widerstandsweg zwischen den Elektroden **44** und dem transparenten Leiter **50**. Eine Kantenelektrode (die Elektrode **44**, die elektrisch mit der leitfähigen Durchkontaktierung **54** verbunden ist) sollte positioniert sein, so dass ein Abstand **47** zwischen einer Kante der Elektrode und dem transparenten Leiter **50** maximiert ist. Der Widerstand des Widerstandswegs zwischen der Kantenelektrode und dem transparenten Leiter **50** ist direkt von dem Abstand **47** abhängig. Ein Erhöhen des Widerstandswerts minimiert einen Leckstrom, der durch den Widerstandsweg fließt.

**[0044]** Die P-Typ-Halbleiterschicht **48** ist allgemein aus amorphem Silizium gebildet. Typischerweise ist die P-Typ-Halbleiterschicht **48** mit Bor dotiert. Die P-Schicht **48** kann unter Verwendung einer PECVD aufgebracht sein. Die PECVD wird mit einem Bor enthaltenden Gas durchgeführt. Das Bor enthaltende Gas kann B<sub>2</sub>H<sub>6</sub> sein. Ein Silizium enthaltendes Gas ist bei einem Bilden einer P-Typ-Halbleiterschicht **48** aus amorphem Silizium enthalten. Die Dicke der P-Typ-Halbleiterschicht **48** muss allgemein gesteuert sein, um sicherzustellen, dass die P-Typ-Halbleiterschicht **48** nicht zu viel kurzwelliges (blaues) Licht absorbiert.

**[0045]** Ein anderes Ausführungsbeispiel der Erfindung umfasst keine P-Typ-Halbleiterschicht **48**. Die P-Typ-Halbleiterschicht kann bei einer ordnungsgemäßen Auswahl der Zusammensetzung des Materials innerhalb des transparenten Leiters **50** und einer ordnungsgemäßen Auswahl der Dotierungspegel der Pixelelektroden **44** eliminiert sein. Bei diesem Ausführungsbeispiel liefert der transparente Leiter **50** eine leitfähige Verbindung zwischen einer oberen Oberfläche der Halbleiterschicht **46** vom intrinsischen Typ der Pixelsensoren und der Verbindungsstruktur **42**, anstatt lediglich zwischen einer Kantenoberfläche der Halbleiterschicht **46** vom intrinsischen Typ und der Verbindungsstruktur **42**.

**[0046]** Wie es vorhergehend beschrieben ist, sind die Pixelelektroden **44**, die Halbleiterschicht **46** vom intrinsischen Typ und die P-Typ-Halbleiterschicht **48** allgemein aus amorphem Silizium gebildet. Jedoch können die Pixelelektroden **44**, die Halbleiterschicht **46** vom intrinsischen Typ und die P-Typ-Halbleiterschicht **48** auch aus amorphem Kohlenstoff, amorphem Siliziumkarbid, amorphem Germanium oder amorphem Silizium-Germanium gebildet sein. Es ist klar, dass diese Liste nicht erschöpfend ist.

**[0047]** Der transparente Leiter **50** liefert eine leitfähige Verbindung zwischen der P-Typ-Halbleiterschicht **48** und der Halbleiterschicht **46** vom intrinsischen Typ der Pixelsensoren und der Verbindungsstruktur **42**. Licht muss den transparenten Leiter **50** durchlaufen, das durch die Pixelsensoren empfan-

gen wird. Im Allgemeinen ist der transparente Leiter **50** aus einem Indiumzinnoxid gebildet. Jedoch kann der transparente Leiter **50** auch aus Titannitrid, dünnem Silizid oder bestimmten Typen von Übergangsmetallnitriden oder -Oxiden gebildet sein.

**[0048]** Sowohl die Auswahl des Materialtyps, der innerhalb des transparenten Leiters **50** verwendet werden soll, als auch die Bestimmung der erwünschten Dicke des transparenten Leiters **50** basieren auf einem Minimieren der optischen Reflexion von Licht, das durch den Pixelsensor empfangen wird. Eine Minimierung der Reflexion von Licht, das durch den Pixelsensor empfangen wird, hilft die Menge an Licht zu optimieren, das durch den Pixelsensor erfasst wird.

**[0049]** Der transparente Leiter **50** kann durch einen Sputterprozess aufgebracht sein. Eine Aufbringung durch ein Sputtern ist auf dem Gebiet einer Fertigung einer integrierten Schaltung gut bekannt.

**[0050]** Eine Schutzschicht kann über dem transparenten Leiter **50** gebildet sein. Die Schutzschicht liefert einen mechanischen Schutz sowie eine elektrische Isolation und kann gewisse Antireflexionscharakteristika liefern.

**[0051]** Ein anderes Ausführungsbeispiel umfasst Schottky-Diodensensoren. Schottky-Diodensensoren umfassen mehrere unterschiedliche Konfigurationen. Eine erste Schottky-Diodenkonfiguration umfasst die Elektroden **44**, die aus einem leitfähigen Metall gebildet sind. Diese Konfiguration umfasst ferner die I-Schicht **46** und die P-Schicht **48**. Eine zweite Schottky-Diodenkonfiguration umfasst die Elektroden **44**, die aus einem leitfähigen Metall gebildet sind, und die P-Typ-Halbleiterschicht **48**, die mit einer transparenten leitfähigen Schicht oder einem transparenten Silizid ersetzt ist. Eine dritte Schottky-Diodenkonfiguration umfasst die Elektroden **44**, die aus einer N-Typ-Halbleiterschicht gebildet sind, und die P-Typ-Halbleiterschicht, die mit einer transparenten leitfähigen Schicht ersetzt ist. Die transparente leitfähige Schicht der dritten Konfiguration muss eine ordnungsgemäße Arbeitsfunktion zeigen. Leitfähige Metalle, die für die Schottky-Konfigurationen verwendet werden können, umfassen Chrom, Platin, Aluminium und Titan.

**[0052]** [Fig. 3–Fig. 8](#) zeigen Verarbeitungsschritte, die verwendet werden können, um das in [Fig. 2](#) gezeigte Ausführungsbeispiel zu fertigen.

**[0053]** [Fig. 3](#) zeigt ein Substrat **40** mit einer Standardverbindungsstruktur **42** und einer Pixelverbindungsstruktur **43**, die über dem Substrat **40** gebildet sind. Die Struktur und Verfahren zum Bilden dieser Verbindungsstruktur sind auf dem Gebiet einer Fertigung einer elektronischen integrierten Schaltung gut

bekannt. Die Verbindungsstruktur **42** kann eine subtraktive Metallstruktur oder eine Einzel- oder Dual-Damascene-Struktur sein. Die Pixelverbindungsstruktur **43** ist typischerweise aus einem Siliziumoxid oder einem Siliziumnitrid gebildet.

**[0054]** Die Pixelverbindungsstruktur **43** umfasst leitfähige Durchkontaktierungen **52, 54, 56**. Im Allgemeinen sind die leitfähigen Durchkontaktierungen **52, 54, 56** aus Wolfram gebildet. Wolfram wird im Allgemeinen verwendet, weil während einer Fertigung Wolfram Löcher mit hohem Seitenverhältnis füllen kann. Das heißt, Wolfram kann verwendet werden, um schmale und relativ lange Verbindungen zu bilden. Typischerweise werden die leitfähigen Durchkontaktierungen **52, 54, 56** unter Verwendung eines chemischen Dampfaufbringungsprozesses (CVD-Prozess) gebildet. Andere Materialien, die verwendet werden können, um die leitfähigen Durchkontaktierungen **52, 54, 56** zu bilden, umfassen Kupfer, Aluminium oder irgendein anderes elektrisch leitfähiges Material.

**[0055]** [Fig. 4](#) zeigt Pixelelektroden **44** und innere Metallabschnitte **45**, die an der Verbindungsstruktur **42** aufgebracht sind. Eine Pixelelektrodenschicht und eine innere Metallschicht werden zuerst über der Verbindungsstruktur **42** aufgebracht. Dann werden die Pixelelektrodenschicht und eine innere Metallschicht gemäß einem vorbestimmten Muster geätzt, wobei die Pixelelektroden **44** und die innere Metallschicht **45** gebildet werden. Es werden eine einzelne Pixelelektrode **44** und ein innerer Metallabschnitt **45** für jeden Pixelsensor gebildet.

**[0056]** Die Pixelelektroden **44** können mit N-Typ-Halbleiterschichtabschnitten implementiert sein. Alternativ können die Pixelelektroden **44** mit einem leitfähigen Nitrid, wie Titaniumnitrid, implementiert sein.

**[0057]** Die Pixelelektroden **44** werden typischerweise unter Verwendung einer PECVD aufgebracht. Die PECVD wird mit einem Phosphor enthaltenden Gas durchgeführt. Das Phosphor enthaltende Gas kann  $\text{PH}_3$  sein. Ein Silizium enthaltendes Gas, wie beispielsweise  $\text{Si}_2\text{H}_6$  oder  $\text{SiH}_4$  ist bei einem Bilden von Pixelelektroden **44** aus amorphem Silizium enthalten. Das vorbestimmte Pixelelektrodenmuster wird durch eine Nass- oder Trockenätzung des aufgebrachten Pixelelektrodenmaterials gebildet.

**[0058]** [Fig. 5](#) zeigt eine Halbleiterschicht **46** vom intrinsischen Typ und eine P-Typ-Halbleiterschicht **48**, die über der Mehrzahl von Pixelelektroden **44** aufgebracht sind. Die Halbleiterschicht **46** vom intrinsischen Typ wird im Allgemeinen unter Verwendung eines PECVD- oder reaktiven Sputterprozesses aufgebracht. Die PECVD muss ein Silizium enthaltendes Gas umfassen. Die Aufbringung sollte bei einer genügend niedrigen Temperatur stattfinden, damit Was-

serstoff innerhalb des Films gehalten ist. Die P-Typ-Halbleiterschicht **48** kann ebenfalls unter Verwendung einer PECVD aufgebracht werden. Die PECVD wird mit einem Bor enthaltenden Gas durchgeführt. Das Bor enthaltende Gas kann  $B_2H_6$  sein. Ein Silizium enthaltendes Gas ist einem Bilden einer P-Typ-Halbleiterschicht **48** aus amorphem Silizium enthalten.

**[0059]** [Fig. 6](#) zeigt die P-Typ-Halbleiterschicht **46** und die Halbleiterschicht **44** vom intrinsischen Typ, die geätzt wurden, um einen Zugriff auf die leitfähige Durchkontaktierung **56** zu liefern. Die leitfähige Durchkontaktierung **56** ist elektrisch mit einer Bezugsspannung an dem Substrat **40** verbunden, die verwendet wird, um das Array von Pixelsensoren vorzuspannen.

**[0060]** [Fig. 7](#) zeigt die transparente leitfähige Schicht **50**, die über der P-Typ-Halbleiterschicht **48** aufgebracht ist und die eine elektrische Verbindung zwischen der P-Typ-Halbleiterschicht **48**, der Halbleiterschicht **46** vom intrinsischen Typ und der leitfähigen Durchkontaktierung **56** liefert. Im Allgemeinen ist der transparente Leiter **50** aus einem Indiumzinnoxid gebildet. Jedoch kann der transparente Leiter **50** auch aus Titannitrid, dünnem Silizid oder bestimmten Typen von Übergangsmetallnitriden oder -Oxiden gebildet sein.

**[0061]** Die transparente leitfähige Schicht **50** wird allgemein durch ein reaktives Sputtern aufgebracht. Jedoch kann die transparente leitfähige Schicht **50** auch durch eine Verdampfung aufgewachsen werden. Falls die transparente leitfähige Schicht **50** aus Titannitrid gebildet ist, dann muss typischerweise ein CVD-Prozess oder ein Sputterprozess verwendet werden, um die transparente leitfähige Schicht **50** aufzubringen.

**[0062]** [Fig. 8](#) zeigt die transparente leitfähige Schicht **50** und die Pixelverbindungsstruktur **43**, die gemäß einem vorbestimmten Muster geätzt wurden. Dieses Ätzen ermöglicht einen Zugriff auf eine Bondanschlussfläche **65** der Verbindungsstruktur **40**.

**[0063]** Wie es vorhergehend dargelegt ist, kann eine Schutzschicht über dem transparenten Leiter **50** gebildet sein. Die Schutzschicht liefert einen mechanischen Schutz sowie eine elektrische Isolation und kann gewisse Antireflexionscharakteristika liefern.

**[0064]** Der Pixelsensor könnte ein Photodiodenaktivpixelsensor sein.

**[0065]** Obwohl spezifische Ausführungsbeispiele der Erfindung beschrieben und dargestellt wurden, ist die Erfindung nicht auf die so beschriebenen und dargestellten spezifischen Formen oder Anordnungen von Teilen begrenzt.

## Patentansprüche

1. Ein Aktivpixelsensor, der folgende Merkmale aufweist:  
 ein Substrat (**40**);  
 eine Verbindungsstruktur (**43**) an dem Substrat (**40**);  
 zumindet einen Photosensor direkt an der Verbindungsstruktur, wobei jeder Photosensor eine einzelne diskrete Pixelelektrode (**44**) aufweist;  
 eine Halbleiterschicht (**46**) vom intrinsischen Typ, die über der zumindet einen Pixelelektrode (**44**) gebildet ist und dieselbe einbettet; und  
 eine transparente Elektrode (**50**), die über der intrinsischen Schicht (**46**) gebildet ist; und  
 wobei die Halbleiterschicht (**46**) vom intrinsischen Typ strukturiert ist, um einen Abschnitt der Verbindungsstruktur (**43**) nicht durch einen Photosensor bedeckt zu lassen; und sich die transparente Elektrode (**50**) über dem unbedeckten Abschnitt der Verbindungsstruktur erstreckt, derart, dass eine Oberfläche der transparenten Elektrode (**50**) physisch und elektrisch mit der intrinsischen Schicht (**46**) an der strukturierten Kante derselben verbunden ist und elektrisch mit einer leitfähigen Durchkontaktierung (**56**) der Verbindungsstruktur (**43**) verbunden ist.

2. Ein Aktivpixelsensor gemäß Anspruch 1, bei dem jede Pixelelektrode (**44**) eine N-Typ-Halbleiterschicht aufweist.

3. Ein Aktivpixelsensor gemäß Anspruch 1, bei dem die Verbindungsstruktur (**43**) die Pixelelektroden (**44**) elektrisch mit dem Substrat (**40**) verbindet.

4. Ein Photodiodenaktivpixelsensor gemäß Anspruch 1, bei dem die intrinsische Schicht (**46**) und die Pixelelektroden (**44**) amorphes Silizium aufweisen.

5. Ein Aktivpixelsensor gemäß Anspruch 1, der eine P-Typ-Halbleiterschicht (**48**) aufweist, die zwischen der intrinsischen Schicht (**46**) und der transparenten Elektrode (**50**) gebildet ist, wobei die innere Oberfläche der transparenten Elektrode (**50**) elektrisch mit der P-Typ-Halbleiterschicht (**48**), der intrinsischen Schicht (**46**) und der Verbindungsstruktur (**43**) verbunden ist.

6. Ein Aktivpixelsensor gemäß Anspruch 5, bei dem die P-Typ-Halbleiterschicht (**48**) amorphes Silizium aufweist.

7. Ein Aktivpixelsensor gemäß Anspruch 1, bei dem die innere Oberfläche der transparenten Elektrode (**50**) durch einen Wolframstöpsel (**56**) elektrisch mit der Verbindungsstruktur (**43**) verbunden ist.

8. Ein Aktivpixelsensor gemäß Anspruch 1, bei dem die transparente Elektrode (**50**) Indiumzinnoxid aufweist.

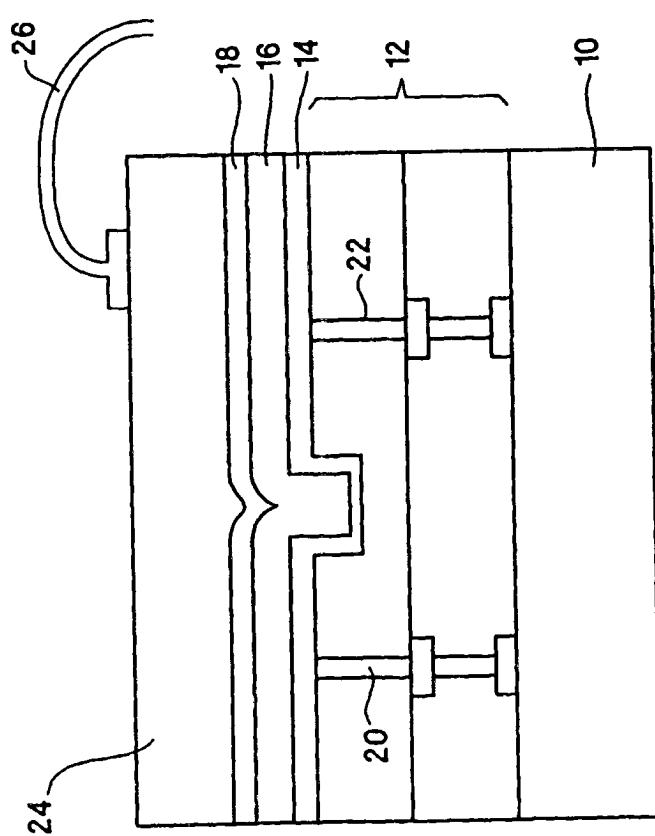
9. Ein Aktivpixelsensor gemäß Anspruch 1, bei dem das Substrat (40) eine CMOS-Struktur ist.

10. Ein Aktivpixelsensor gemäß Anspruch 1, bei dem das Substrat (40) aktive Schaltungen aufweist, die eine Ladung erfassen, die durch die Photosensoren aufgrund dessen angesammelt wird, dass die Photosensoren Licht empfangen.

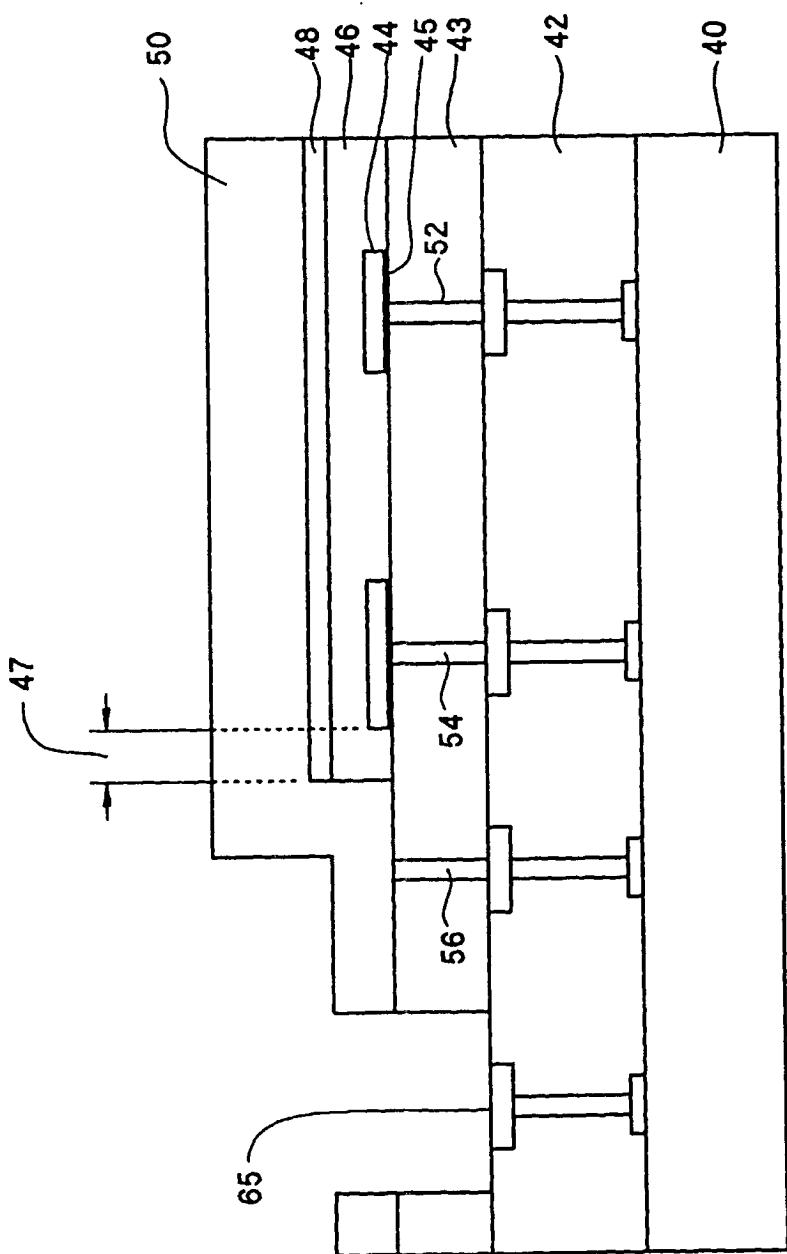
11. Ein Aktivpixelsensor gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem, wenn eine Mehrzahl von Pixelelektroden (44) vorgesehen sind, die Pixelelektroden (44) voneinander getrennt sind.

12. Ein Aktivpixelsensor gemäß Anspruch 11, der Metallabschnitte (45) umfasst, die den Pixelelektroden (44) zugeordnet sind und voneinander getrennt sind.

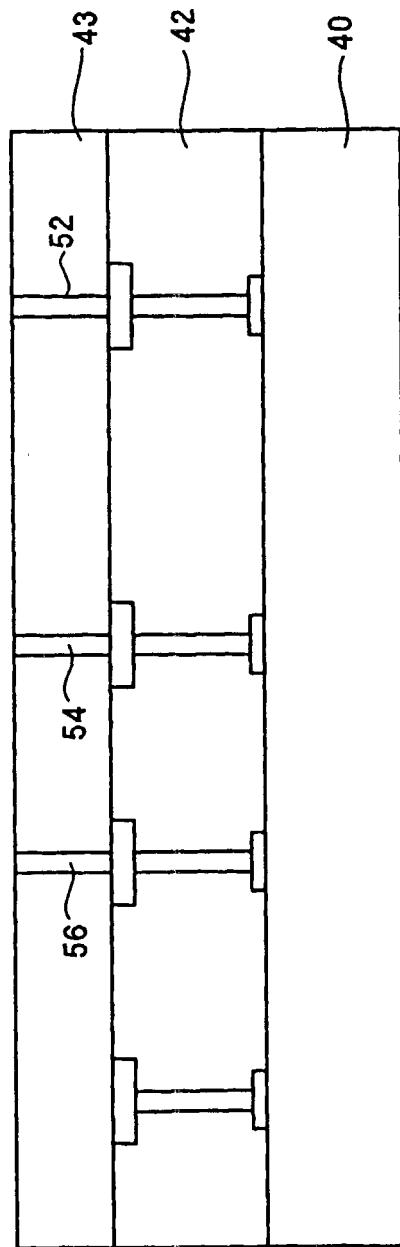
Es folgen 8 Blatt Zeichnungen



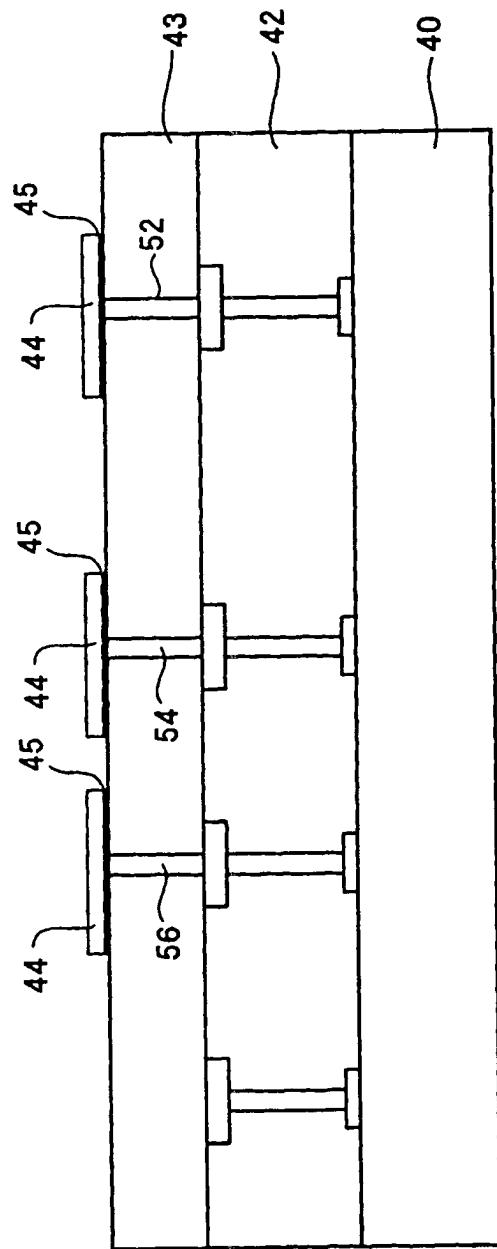
FIGUR 1  
(STAND DER TECHNIK)



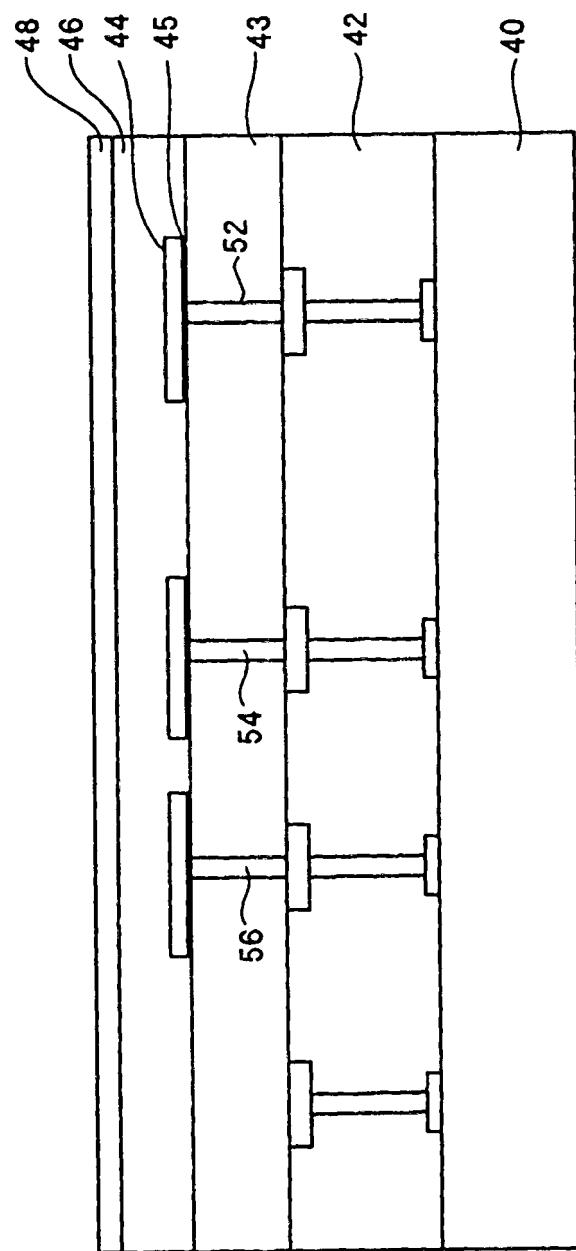
FIGUR 2



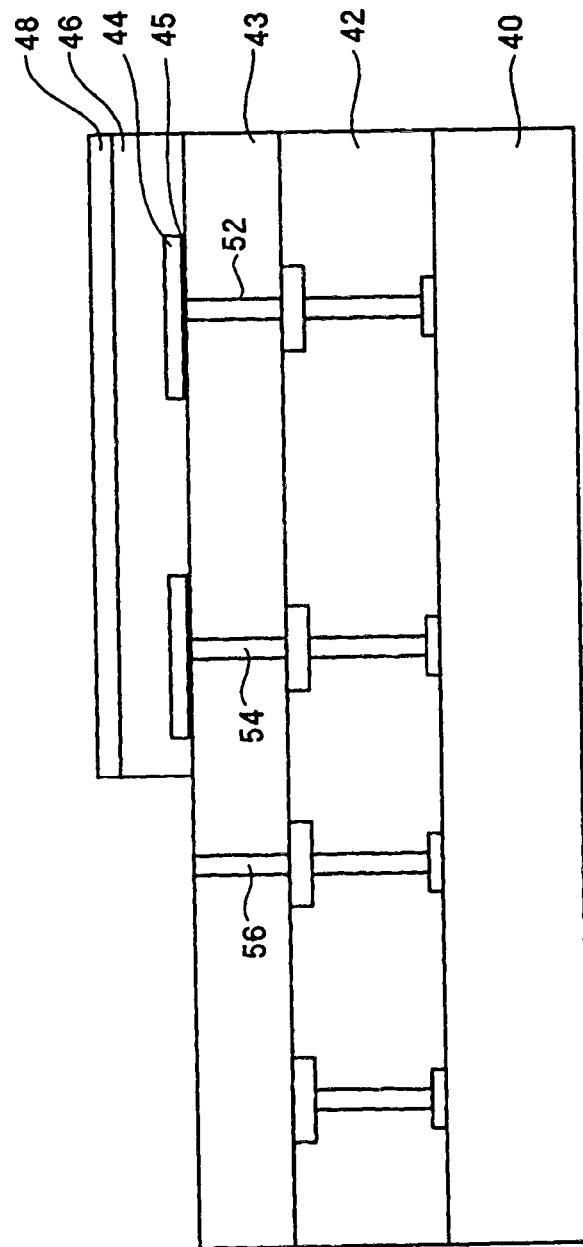
FIGUR 3



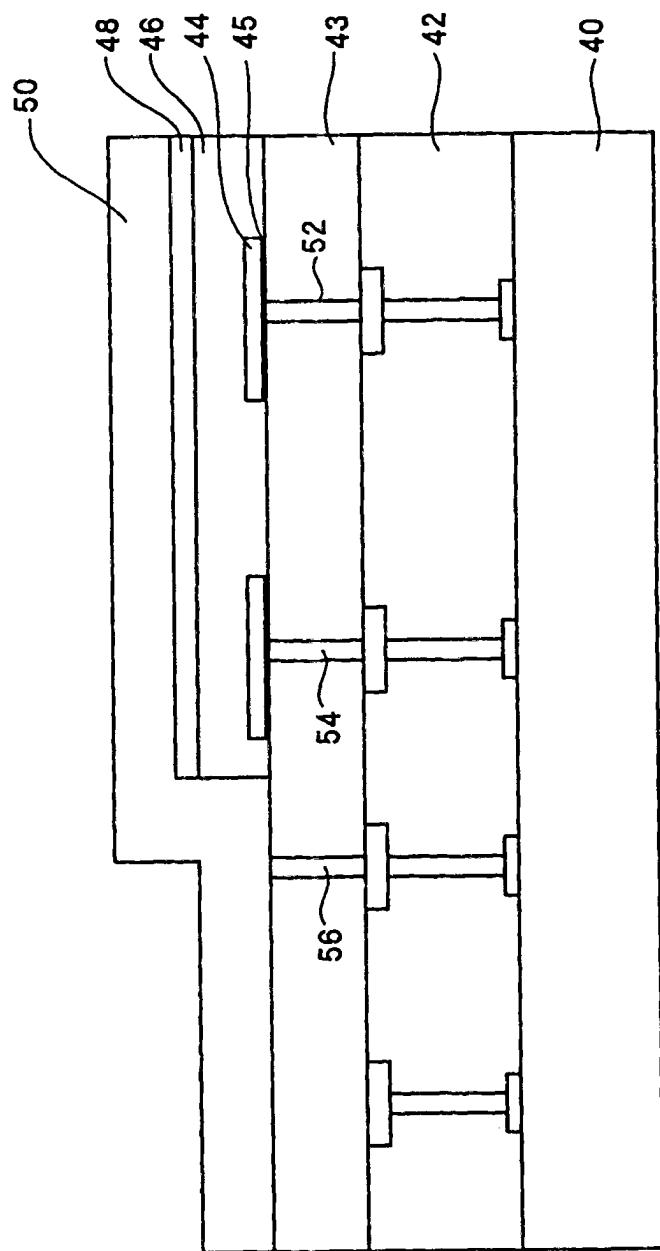
FIGUR 4



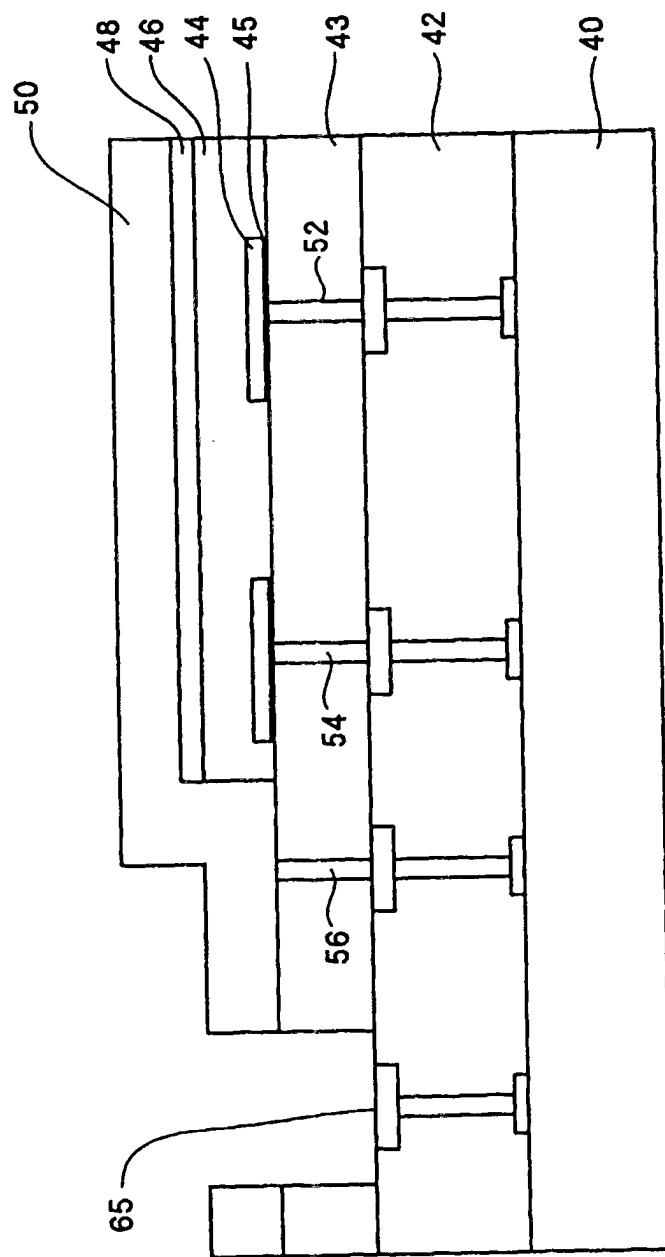
FIGUR 5



FIGUR 6



FIGUR 7



FIGUR 8