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

(10) **DE 694 33 993 T2** 2005.09.22

(12) # Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 0 660 421 B1**
(21) Deutsches Aktenzeichen: **694 33 993.8**
(96) Europäisches Aktenzeichen: **94 120 730.0**
(96) Europäischer Anmeldetag: **27.12.1994**
(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **28.06.1995**
(97) Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA: **15.09.2004**
(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **22.09.2005**

(51) Int Cl.[7]: **H01L 27/146**
H04N 1/031

(30) Unionspriorität:

33169093	**27.12.1993**	**JP**
19664094	**22.08.1994**	**JP**
19664194	**22.08.1994**	**JP**
19664294	**22.08.1994**	**JP**
19664394	**22.08.1994**	**JP**
19664494	**22.08.1994**	**JP**
19664594	**22.08.1994**	**JP**
19664894	**22.08.1994**	**JP**
19667094	**22.08.1994**	**JP**
31339294	**16.12.1994**	**JP**

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

(74) Vertreter:
TBK-Patent, 80336 München

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

(72) Erfinder:
Kaifu, Noriyuki, Ohta-ku, Tokyo 146, JP; Mizutani, Hidemasa, Ohta-ku, Tokyo 146, JP; Takeda, Shinichi, Ohta-ku, Tokyo 146, JP; Kobayashi, Isao, Ohta-ku, Tokyo 146, JP; Itabashi, Satoshi, Ohta-ku, Tokyo 146, JP

(54) Bezeichnung: **Photoelektrischer Umwandler, sein Steuerverfahren und System mit diesem photoelektrischen Umwandler**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET DER ERFINDUNG UND IN BETRACHT GEZOGENER

STAND DER TECHNIK

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf einen fotoelektrischen Wandler, dessen Ansteuerverfahren sowie auf ein diesen fotoelektrischen Wandler enthaltendes System und betrifft insbesondere einen eindimensionalen oder zweidimensionalen fotoelektrischen Wandler, dessen zugehöriges Ansteuerverfahren sowie ein mit einem solchen fotoelektrischen Wandler ausgestattetes System bzw. Gerät in Form z. B. eines Faksimilegerätes, eines digitalen Kopiergerätes oder einer Röntgenkamera, das das Lesen eines Originals bzw. Originalexemplars im gleichen Format ermöglicht.

[0002] Üblicherweise wird z. B. bei einem Faksimilegerät, einem digitalen Kopiergerät oder einer Röntgenkamera ein Lesesystem mit einem optischen Verkleinerungssystem und einem CCD-Sensor verwendet. In jüngerer Zeit hat jedoch die Entwicklung von Halbleitern zur fotoelektrischen Umsetzung in Form von hydriertem amorphem Silicium (das nachstehend auch als "a-Si" bezeichnet wird) zur Weiterentwicklung von sogenannten Kontaktsensoren beigetragen, bei denen ein fotoelektrisches Wandlerelement und ein Signalprozessor auf einem großformatigen Substrat ausgebildet sind, sodass Kopien in der gleichen Größe bzw. im gleichen Format wie die Informationsquelle unter Verwendung eines fotoelektrischen Systems gelesen werden können, wobei solche Kontaktsensoren bereits praktische Anwendung finden bzw. gefunden haben. Insbesondere kann a-Si nicht nur als Material zur fotoelektrischen Umsetzung sondern auch als Halbleitermaterial für Dünnschicht-Feldeffekttransistoren (die nachstehend auch als "TFT" bezeichnet sind) Verwendung finden, sodass sich eine Halbleiterschicht zur fotoelektrischen Umsetzung, d. h., eine fotoelektrische Wandler-Halbleiterschicht, und eine Halbleiterschicht für einen Dünnschicht-Feldeffekttransistor vorteilhafterweise gleichzeitig herstellen lassen.

[0003] Die Fig. 1A und Fig. 1B zeigen eine jeweilige Schnittansicht eines Beispiels für den Aufbau eines üblichen optischen Sensors, d. h., eines Beispiels für den Schichtaufbau eines solchen optischen Sensors, während Fig. 1C ein schematisches Schaltbild zur Veranschaulichung eines Ansteuerverfahrens darstellt, das ein Beispiel für ein typisches Ansteuerverfahren für den optischen Sensor gemäß Fig. 1A und Fig. 1B zeigt. In den Fig. 1A und Fig. 1B ist jeweils ein optischer Sensor eines Fotodiodentyps dargestellt, wobei Fig. 1A einen sogenannten PIN-Fotodiodenaufbau und Fig. 1B einen sogenannten Schottky-Fotodiodenaufbau veranschaulichen. In den Fig. 1A und Fig. 1B bezeichnen die Bezugszahl **1** ein Isoliersubstrat, die Bezugszahl **2** eine untere Elektrode, die Bezugszahl **3** eine p-Halbleiterschicht (die nachstehend auch als "p-Schicht" bezeichnet ist), die Bezugszahl **4** eine Eigenhalbleiterschicht (die nachstehend auch als "i-Schicht" bezeichnet ist), die Bezugszahl **5** eine n-Halbleiterschicht (die nachstehend auch als "n-Schicht" bezeichnet ist) und die Bezugszahl **6** eine transparente Elektrode. Bei dem Schottky-Aufbau gemäß Fig. 1B ist das Material für die untere Elektrode **2** in geeigneter Weise zur Bildung einer Schottky-Sperrschicht ausgewählt, sodass unnötige Elektronen nicht von der unteren Elektrode **2** in die i-Schicht **4** injiziert werden bzw. eindringen können.

[0004] In Fig. 1C bezeichnen die Bezugszahl **10** den vorstehend beschriebenen und in Form eines Symbols dargestellten optischen Sensor, die Bezugszahl **11** eine Strom- oder Spannungsquelle und die Bezugszahl **12** einen Detektor in Form eines Stromverstärkers oder dergleichen. Bei dem optischen Sensor **10** bezeichnet die durch C gekennzeichnete Richtung die Seite der transparenten Elektrode **6** gemäß den Fig. 1A und Fig. 1B, während die durch A gekennzeichnete Richtung die Seite der unteren Elektrode **2** bezeichnet, wobei die Spannungsquelle **11** derart eingestellt ist, dass an der Seite C in Bezug auf die Seite A eine positive Spannung anliegt. Nachstehend wird die grundsätzliche Wirkungsweise näher beschrieben.

[0005] Wie in den Fig. 1A und Fig. 1B veranschaulicht ist, fällt Licht in der durch einen Pfeil gekennzeichneten Richtung ein, das bei Erreichen der i-Schicht **4** absorbiert wird, wobei Elektronen und Defektelektronen erzeugt werden. Da durch die Spannungsquelle **11** ein elektrisches Feld an die i-Schicht **4** angelegt wird, bewegen sich die Elektronen zu der Seite C, d. h., sie bewegen sich nach Hindurchtreten durch die n-Schicht **5** zu der transparenten Elektrode **6**, während sich die Defektelektronen zu der Seite A, d. h., zu der unteren Elektrode **2** bewegen. Demzufolge fließt ein optischer Strom über den optischen Sensor **10**. Wenn dagegen kein Licht auf die Schicht fällt, werden in der i-Schicht **4** keine Elektronen und Defektelektronen erzeugt, da die n-Schicht **5** für die Defektelektronen in der transparenten Elektrode **6** als Defektelektronen-Injektionssperrschicht wirkt, während die p-Schicht **3** bei dem PIN-Aufbau gemäß Fig. 1A oder die Schottky-Sperrschicht bei dem Schottky-Aufbau gemäß Fig. 1B für die Elektronen in der unteren Elektrode **2** als Elektronen-Injektionssperrschicht wirkt, sodass sich sowohl die Elektronen als auch die Defektelektronen nicht bewegen können und kein Strom fließt. Wie vorstehend beschrieben, verändert sich somit in Abhängigkeit vom Vorhandensein oder Nichtvorhandensein von einfallendem Licht der einer Schaltungsanordnung zugeführte Strom. Wenn diese Änderung von dem Detektor **12**

gemäß Fig. 1C detektiert bzw. gemessen wird, wirken die Schichten als optischer Sensor.

[0006] Bei einem solchen üblichen optischen Sensor ist jedoch die Herstellung eines einen hohen Störabstand (ein hohes Signal-Rauschverhältnis) aufweisenden fotoelektrischen Wandlers bei geringen Herstellungskosten mit Schwierigkeiten verbunden, worauf nachstehend näher eingegangen wird.

[0007] Der erste Grund für diesen Umstand besteht darin, dass die Injektions-Sperrschicht sowohl bei dem PIN-Aufbau gemäß Fig. 1A als auch dem Schottky-Aufbau gemäß Fig. 1B in zwei Bereichen erforderlich ist.

[0008] Bei dem PIN-Aufbau gemäß Fig. 1A muss die als Injektions-Sperrschicht wirkende n-Schicht **5** Eigenschaften besitzen, die nicht nur die Zuführung von Elektronen zu der transparenten Elektrode **6**, sondern auch die Verhinderung des Eindringens von Defektelektronen in die i-Schicht **4** gewährleisten. Wenn die Schicht eine dieser Eigenschaften verliert, kann eine Verringerung oder Vergrößerung des optischen Stroms von einem auch ohne Einfallslicht erzeugten Strom (der nachstehend als "Dunkelstrom" bezeichnet ist) hervorgerufen werden, was zu einer Verringerung des Störabstands führt. Der Dunkelstrom selbst kann als Rauscherscheinung betrachtet werden und umfasst auch eine Signalschwankung, die als Schrotrauschen oder Quantisierungsrauschen bezeichnet wird, wobei dieses Quantisierungsrauschen im Dunkelstrom nicht verringert werden kann, auch wenn der Dunkelstrom von dem Detektor **12** unterdrückt wird.

[0009] Im allgemeinen ist zur Verbesserung dieser Eigenschaften eine Optimierung der Schichtbildungsbedingungen für die i-Schicht **4** und die n-Schicht **5** sowie der Temperungsbedingungen nach der Schichtbildung erforderlich. Obwohl bei der die andere Injektions-Sperrschicht bildenden p-Schicht **3** umgekehrte Bedingungen in Bezug auf Elektronen und Defektelektronen vorliegen, sind auch hier äquivalente Eigenschaften erforderlich, sodass die vorstehend beschriebenen beiden Bedingungen in der gleichen Weise optimiert werden müssen. Im allgemeinen liegen jedoch bei der n-Schicht nicht die gleichen Optimierungsbedingungen wie bei der p-Schicht vor, sodass die gleichzeitige Erfüllung von beiden Bedingungen mit Schwierigkeiten verbunden ist.

[0010] Wenn somit die Injektions-Sperrschicht in zwei Bereichen des gleichen optischen Sensors erforderlich ist, ist die Herstellung eines optischen Sensors mit einem hohen Störabstand (Signal-Rauschverhältnis) mit Schwierigkeiten verbunden.

[0011] Diese Ausführungen treffen auch auf den Schottky-Aufbau gemäß Fig. 1B zu, bei dem eine der Injektions-Sperrschichten von einer Schottky-Sperrschicht gebildet wird, die durch die Differenz zwischen der Austrittsarbeit der unteren Elektrode **2** und der Austrittsarbeit der i-Schicht **4** entsteht, sodass durch lokale Grenzflächenwerte Einschränkungen in Bezug auf das Material für die untere Elektrode **2** bestehen oder die Eigenschaften in erheblichem Maße beeinträchtigt werden und damit die Erfüllung dieser Bedingungen weiter erschwert ist.

[0012] Außerdem ist bereits vorgeschlagen worden, zur weiteren Verbesserung der Eigenschaften der Schottky-Sperrschicht zwischen der unteren Elektrode **2** und der i-Schicht **4** eine 100 Å (wobei 10 Å = 1 nm sind) betragende Dünnschicht aus Silicium, einem Metalloxid oder einer Nitridschicht auszubilden. Bei diesem Verfahren werden jedoch Defektelektronen unter Verwendung des Tunneleffektes in die untere Elektrode **2** geführt, um die Sperrwirkung bei der Verhinderung des Eindringens von Elektronen in die i-Schicht **4** zu vergrößern, wobei außerdem auch die Differenz zwischen der jeweiligen Austrittsarbeit Verwendung findet, sodass das für die untere Elektrode **2** verwendete Material Einschränkungen unterliegt. Da außerdem gegensätzliche Eigenschaften erforderlich sind, nämlich die Verhinderung des Eindringens von Elektronen und die von dem Tunneleffekt hervorgerufene Bewegung der Defektelektronen, muss die Oxid- oder Nitridschicht äußerst dünn sein, d. h., etwa 100 Å (wobei 10 Å = 1 nm sind) betragen. Die Steuerung einer solchen Dicke und der Schichteigenschaften ist jedoch bei der Herstellung mit Schwierigkeiten verbunden, wodurch sich die Produktivität bzw. Gutausbeute verringert.

[0013] Außerdem führt das Erfordernis, dass die Injektions-Sperrschicht in zwei Bereichen vorhanden sein muss, nicht nur zu einer Verringerung der Produktivität, sondern auch zu höheren Herstellungskosten, was darauf beruht, dass die gewünschten Eigenschaften eines optischen Sensors nicht erhalten werden können, wenn auch nur in einem einzigen Bereich der Injektions-Sperrschicht eine Störung durch Staub oder dergleichen verursacht wird, da die Injektions-Sperrschicht für die Eigenschaften des optischen Sensors von maßgeblicher Bedeutung ist.

[0014] Nachstehend wird unter Bezugnahme auf Fig. 2 näher auf einen zweiten Grund eingegangen. Fig. 2 zeigt den Schichtaufbau eines von dünnen Halbleiterschichten gebildeten Dünnschicht-Feldeffekttransistors (TFT). Ein solcher Dünnschicht-Feldeffekttransistor wird manchmal als Teil eines Steuerabschnitts zur Bildung eines fotoelektrischen Wandlers verwendet. In Fig. 2 sind gleiche Bauelemente wie in den Fig. 1A bis Fig. 1C mit entsprechenden Bezugszahlen bezeichnet. Die Bezugszahl **7** bezeichnet in Fig. 2 eine Gate-Isolierschicht, während die Bezugszahl **60** eine obere Elektrode bezeichnet.

Nachstehend wird auf den Ablauf der Herstellung dieser Elemente näher eingegangen. Zunächst werden eine als Gate-Elektrode (G) wirkende untere Elektrode **2**, eine Gate-Isolierschicht **7**, eine i-Schicht **4**, eine n-Schicht **5** sowie als Source- und Drain-Elektroden (S, D) wirkende obere Elektroden **60** in dieser Reihenfolge auf ein Isoliersubstrat **1** aufgebracht und ein Ätzvorgang für die oberen Elektroden **60** zur Ausbildung der Source- und Drain-Elektroden und sodann für die n-Schicht **5** zur Ausbildung eines Kanalabschnitts durchgeführt. Der Dünnschicht-Feldeffekttransistor ist in Bezug auf den Zustand der Grenzfläche zwischen der Gate-Isolierschicht **7** und der i-Schicht **4** empfindlich, die im allgemeinen nacheinander im gleichen Vakuum aufgebracht werden, um eine Verunreinigung dieser Schichten zu vermeiden.

[0015] Wenn ein üblicher optischer Sensor auf dem gleichen Substrat wie ein Dünnschicht-Feldeffekttransistor ausgebildet wird, entsteht durch diesen Schichtenaufbau ein Problem, das zu einem Anstieg der Herstellungskosten oder zu einer Verschlechterung seiner Eigenschaften führen kann. Dies beruht darauf, dass der in den Fig. 1A bis Fig. 1C dargestellte übliche optische Sensor bei dem PIN-Aufbau gemäß Fig. 1A eine Elektrode, eine p-Schicht, eine i-Schicht, eine n-Schicht und eine Elektrode und bei dem Schottky-Aufbau gemäß Fig. 1B eine Elektrode, eine i-Schicht, eine n-Schicht und eine Elektrode aufweist, während der Dünnschicht-Feldeffekttransistor einen Aufbau mit einer Elektrode, einer Isolierschicht, einer i-Schicht, einer n-Schicht und einer Elektrode aufweist, sodass kein identischer Schichtaufbau vorliegt. Somit ist zu befürchten, dass der optische Sensor und der Dünnschicht-Feldeffekttransistor nicht im gleichen Verfahren zur gleichen Zeit hergestellt werden können und dass ein kompliziertes Herstellungsverfahren zu einer geringeren Gutausbeute oder höheren Herstellungskosten führt, da fotolithografische Vorgänge mehrfach durchgeführt bzw. wiederholt werden müssen, bis eine erforderliche Schicht an einer geforderten Stelle ausgebildet ist. Außerdem ist zur Herstellung der i-Schicht und der n-Schicht, die in beiden Strukturen identisch sind, ein Ätzvorgang für die Gate-Isolierschicht **7** und die p-Schicht **3** erforderlich, was das Problem zur Folge haben kann, dass die Ausbildung der Injektions-Sperrschichten, der p-Schicht **3** und der i-Schicht **4**, die für den optischen Sensor in der vorstehend beschriebenen Weise von wesentlicher Bedeutung sind, im gleichen Vakuum nicht möglich ist, oder dass die Grenzfläche zwischen der wichtigen Gate-Isolierschicht **7** und der i-Schicht **4** des Dünnschicht-Feldeffekttransistors durch den Ätzvorgang für die Gate-Isolierschicht verunreinigt wird, was dann zu einer Verschlechterung der Eigenschaften oder zu einer Verringerung des Störabstands (Signal-Rauschverhältnisses) führt.

[0016] Obwohl die Reihenfolge der Schichtanordnung in Bezug auf den vorstehend beschriebenen Sensor identisch ist, bei dem eine Oxidschicht oder eine Nitridschicht zwischen der unteren Elektrode **2** und der i-Schicht **4** zur Verbesserung der Eigenschaften des Schottky-Aufbaus gemäß Fig. 1B angeordnet ist, muss diese Oxidschicht oder Nitridschicht in der vorstehend beschriebenen Weise eine Dicke von annähernd 100 Å aufweisen, sodass ihre Verwendung in Verbindung mit der Gate-Isolierschicht mit Schwierigkeiten verbunden ist. Fig. 3 zeigt das Ergebnis eines im Rahmen der Erfindung durchgeführten Versuchs in Bezug auf den TFT-Gutausbeuteprozentsatz in Abhängigkeit von der Dicke der Gate-Isolierschicht. Der Gutausbeuteprozentsatz verringerte sich schnell im Bereich einer Dicke der Gate-Isolierschicht von 1000 Å oder weniger, wobei er bei 800 Å ungefähr 30% und bei 500 Å ungefähr 0% betrug, während bei 250 Å kein Nachweis von TFT-Eigenschaften mehr erbracht werden konnte. Die Ergebnisse zeigen, dass eine Verwendung der Oxidschicht oder Nitridschicht des optischen Sensors, bei der der Tunneleffekt ausgenutzt wird, in Verbindung mit der Gate-Isolierschicht des Dünnschicht-Feldeffekttransistors, die sowohl eine Isolation in Bezug auf Elektronen als auch Defektelektronen erfordert, mit Schwierigkeiten verbunden ist.

[0017] Außerdem ist es schwierig, ein (nachstehend auch als "Kondensator" bezeichnetes) Kapazitätselement, das ein zur Bildung integrierter Werte einer elektrischen Ladung oder eines elektrischen Stroms erforderliches (nicht dargestelltes) Element mit guten Eigenschaften in Bezug auf einen möglichst geringen Leckstrom darstellt, in der gleichen Struktur wie der übliche optische Sensor auszubilden. Dies beruht auf dem Umstand, dass der Kondensator zur Speicherung von elektrischen Ladungen zwischen zwei Elektroden dient und demzufolge stets eine Schicht zur Verhinderung einer Bewegung von Elektronen und Defektelektronen in der zwischen den Elektroden befindlichen Mittelschicht erforderlich ist, während bei dem üblichen optischen Sensor nur eine Halbleiterschicht zwischen den Elektroden Verwendung findet, sodass die Bildung einer Mittelschicht mit guten Eigenschaften in Bezug auf einen möglichst geringen thermischen Leckstrom mit Schwierigkeiten verbunden ist.

[0018] Die mangelnde Übereinstimmung zwischen dem Dünnschicht-Feldeffekttransistor und dem Kondensator, die wesentliche Elemente bei der Ausbildung des fotoelektrischen Wandlers und in Bezug auf die bei einer eindimensionalen oder zweidimensionalen Anordnung einer Vielzahl von optischen Sensoren erforderlichen Eigenschaften darstellen, führt somit zu einer Vielzahl von komplizierten Vorgängen bei der Herstellung eines Gesamtsystems, dessen optische Signale aufeinanderfolgend detektiert werden, was eine äußerst niedrige Gutausbeute zur Folge hat. Die Herstellung eines Hochleistungsgerätes mit vielseitigen Funktionen unter geringen Kosten stellt

somit ein erhebliches Problem dar.

[0019] Aus der US-A-4 575 638 ist bereits eine fotoelektrische Wandlereinrichtung gemäß dem Oberbegriff der unabhängigen Patentansprüche bekannt.

[0020] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zu Grunde, einen fotoelektrischen Wandler mit einem hohen Störabstand (Signal-Rauschverhältnis) und stabilen Eigenschaften in Verbindung mit einem entsprechenden Ansteuerverfahren sowie ein diesen fotoelektrischen Wandler umfassendes System anzugeben, wie sie in den Patentansprüchen offenbart sind.

[0021] Darüber hinaus liegt der Erfindung die Aufgabe zu Grunde, einen fotoelektrischen Wandler, der einen hohen Gutausbeuteprozentsatz und eine hohe Produktivität gewährleistet, sowie ein diesen Wandler umfassendes System anzugeben.

[0022] Weiterhin liegt der Erfindung die Aufgabe zu Grunde, einen fotoelektrischen Wandler, der im gleichen Herstellungsvorgang wie die Dünnschicht-Feldeffekttransistoren hergestellt werden kann, die Herstellungsvorgänge nicht verkompliziert und mit geringen Kosten herstellbar ist, sowie dessen Ansteuerverfahren und ein diesen Wandler umfassendes System anzugeben.

[0023] Die Erfindung wird nachstehend anhand von bevorzugten Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die zugehörigen Zeichnungen näher beschrieben. Es zeigen:

[0024] Fig. 1A bis Fig. 1C Schnittansichten zur Veranschaulichung typischer Beispiele für den Aufbau eines optischen Sensors,

[0025] Fig. 2 eine Schnittansicht zur Veranschaulichung eines typischen Beispiels für den Aufbau eines Dünnschicht-Feldeffekttransistors (TFT),

[0026] Fig. 3 ein Beispiel für die Abhängigkeit des TFT-Gutausbeuteprozentsatzes von der Dicke einer Gate-Isolierschicht,

[0027] Fig. 4A eine Querschnittsansicht zur Veranschaulichung eines typischen Ausführungsbeispiels für den Aufbau eines erfindungsgemäßen fotoelektrischen Wandlerabschnitts, während Fig. 4B dessen schematisches Schaltbild zeigt,

[0028] Fig. 5A bis Fig. 5C, Fig. 26A bis Fig. 26C, Fig. 27A bis Fig. 27C und Fig. 30A bis Fig. 30C Energiebänderdarstellungen zur Veranschaulichung von Energieniveauzuständen des fotoelektrischen Wandlerabschnitts,

[0029] Fig. 6, Fig. 18, Fig. 21, Fig. 25, Fig. 29, Fig. 34, Fig. 38, Fig. 40 und Fig. 43 Steuerdiagramme zur Veranschaulichung von Ausführungsbeispielen für die Wirkungsweise des erfindungsgemäßen fotoelektrischen Wandlers,

[0030] Fig. 7A bis Fig. 7D schematische Schaltbilder von Ausführungsbeispielen für den Aufbau eines Detektorabschnitts,

[0031] Fig. 8, Fig. 12, Fig. 14, Fig. 16, Fig. 19, Fig. 24, Fig. 28, Fig. 31, Fig. 33, Fig. 35, Fig. 39, Fig. 41, Fig. 42, Fig. 44, Fig. 47 und Fig. 50 schematische Schaltbilder zur Veranschaulichung von Ausführungsbeispielen des erfindungsgemäßen fotoelektrischen Wandlers,

[0032] Fig. 9A bis Fig. 9C Schnittansichten zur Veranschaulichung von typischen Ausführungsbeispielen des erfindungsgemäßen fotoelektrischen Wandlerabschnitts,

[0033] Fig. 10A und Fig. 11A Schnittansichten zur Veranschaulichung von typischen Ausführungsbeispielen für den Aufbau des erfindungsgemäßen fotoelektrischen Wandlers mit den fotoelektrischen Wandlerabschnitten, während die Fig. 10B und Fig. 11B die zugehörigen schematischen Schaltbilder zeigen,

[0034] Fig. 13A, Fig. 15A, Fig. 17A, Fig. 20A, Fig. 32, Fig. 36, Fig. 45 und Fig. 48 Draufsichten zur Veranschaulichung von typischen Ausführungsbeispielen des erfindungsgemäßen fotoelektrischen Wandlers, während die Fig. 13B, Fig. 15B, Fig. 17B, Fig. 20B, Fig. 37, Fig. 46 und Fig. 49 die zugehörigen Schnittansichten zeigen,

[0035] Fig. 22 und Fig. 23 typische Ausführungsbeispiele für die Montageanordnung der fotoelektrischen Wandler,

[0036] Fig. 51 und Fig. 53 schematische Darstellungen von Ausführungsbeispielen für die Konfiguration eines den erfindungsgemäßen fotoelektrischen Wandler umfassenden Systems, und

[0037] Fig. 52A eine schematische Darstellung zur Veranschaulichung der Konfiguration eines Ausführungsbeispiels, bei dem die Erfindung in Verbindung mit einem Röntgengerät Verwendung findet, während Fig. 52B die zugehörige Schnittansicht zeigt.

Erstes Ausführungsbeispiel

[0038] Die Fig. 4A und Fig. 4B zeigen einen typischen Schichtaufbau zur Veranschaulichung eines optischen Wandlerabschnitts des fotoelektrischen Wandlers gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung sowie ein schematisches Schaltbild dieses fotoelektrischen Wandlers.

[0039] Bei der Schichtanordnung gemäß Fig. 4A besteht ein Isoliersubstrat **1** aus Glas oder dergleichen, während eine untere Elektrode **2** aus Al oder Cr besteht. Eine Isolierschicht **70** besteht aus Siliciumnitrid (SiN) und dient zur Verhinderung des Hindurchtretens von sowohl Elektronen als auch Defektelektronen durch die Schicht, wobei sie eine Dicke von zumindest 500 Å aufweist, bei der ein auf dem Tunneleffekt beruhendes Hindurchtreten von Elektronen und Defektelektronen durch die Schicht nicht mehr möglich ist. Eine fotoelektrische Wandler-Halbleiterschicht **4** wird von einer i-Eigenhalbleiterschicht aus hydriertem amorphem Silicium (a-Si:H) gebildet, während eine Injektions-Sperrschicht **5** von einer n+-Schicht gebildet wird und zur Verhinderung des Eindringens von Defektelektronen von der Seite einer transparenten Elektrode **6** her in die fotoelektrische Wandler-Halbleiterschicht dient. Die transparente Elektrode **6** besteht hierbei aus Indium oder Zinn und Oxide umfassenden chemischen Verbindungen wie z. B. ITO.

[0040] In Fig. 4B bezeichnet die Bezugszahl **100** den in Form eines Symbols dargestellten fotoelektrischen Wandlerabschnitt gemäß Fig. 4A, wobei mit D eine Elektrode auf der Seite der transparenten Elektrode **6** und mit G eine Elektrode auf der Seite der unteren Elektrode **2** bezeichnet sind. Die Bezugszahl **120** bezeichnet einen Detektorabschnitt, während die Bezugszahl **110** einen Stromversorgungsabschnitt bezeichnet, der einen Schalter **113** zur Umschaltung zwischen einer positiven Spannungsquelle **111** zum Anlegen eines positiven elektrischen Potentials an die Elektrode D und einer negativen Spannungsquelle **112** zum Anlegen eines negativen elektrischen Potentials aufweist. Der Schalter **113** wird hierbei derart gesteuert, dass er bei einer Auffrischungsbetriebsart auf eine Auffrischungsseite und bei einer fotoelektrischen Umsetzungsbetriebsart auf eine Leseseite geschaltet wird.

[0041] Nachstehend wird auf die Arbeitsweise des bei diesem Ausführungsbeispiel verwendeten fotoelektrischen Wandlerabschnitts **100** näher eingegangen. Die Fig. 5A und Fig. 5B zeigen Energiebänderdarstellungen des fotoelektrischen Wandlerabschnitts, die die Arbeitsweise in der Auffrischungsbetriebsart und der fotoelektrischen Umsetzungsbetriebsart bei diesem Ausführungsbeispiel veranschaulichen, wobei der Zustand der Schichten des fotoelektrischen Wandlerabschnitts in der Dickenrichtung dargestellt ist.

[0042] In der Auffrischungsbetriebsart (a) besitzt die Elektrode D in Bezug auf die Elektrode G ein negatives Potential, sodass die durch schwarze Punkte dargestellten Defektelektronen in der i-Schicht **4** durch das elektrische Feld zur Elektrode D geführt werden, während die durch kleine Kreise gekennzeichneten Elektronen in die i-Schicht 4 eindringen. Hierbei findet eine Rekombination eines Teils der Defektelektronen und Elektronen in der n-Schicht **5** und der i-Schicht **4** statt, woraufhin sie verschwinden. Wenn dieser Zustand für eine längere Zeit andauert, werden die in der i-Schicht **4** befindlichen Defektelektronen aus der i-Schicht entfernt (Fig. 5A).

[0043] Wenn die fotoelektrische Umsetzungsbetriebsart (b) in diesem Zustand einsetzt, besitzt die Elektrode D in Bezug auf die Elektrode G ein positives Potential, sodass in der i-Schicht **4** befindliche Elektronen kurzzeitig zu der Elektrode D geführt werden. Die Defektelektronen werden jedoch nicht zu der i-Schicht **4** geführt, da die n-Schicht **5** als Injektions-Sperrschicht wirkt. Wenn in diesem Zustand Licht auf die i-Schicht **4** fällt, wird dieses Licht absorbiert, wobei Elektronen-Defektelektronenpaare erzeugt werden. Die Elektronen werden durch das elektrische Feld zu der Elektrode D geführt, während die Defektelektronen sich in der i-Schicht **4** zu der Grenzfläche mit der Isolierschicht **70** bewegen. Die Defektelektronen können jedoch nicht in die Isolierschicht **70** eindringen, sondern verbleiben in der i-Schicht **4**. Hierbei bewegen sich somit in der i-Schicht **4** die Elektronen zu der Elektrode D und die Defektelektronen zu der Grenzfläche mit der Isolierschicht **70**, sodass ein Strom von der Elektrode G zu dem Detektorabschnitt **120** fließt, um einen elektrisch neutralen Zustand in den Elementen herzustellen bzw. aufrecht zu erhalten. Da dieser Strom den von dem Licht erzeugten Elektronen-Defektelektronenpaaren entspricht, ist er dem einfallenden Licht proportional (Fig. 5B).

[0044] Wenn nach Ablauf einer gewissen Zeitdauer der fotoelektrischen Umsetzungsbetriebsart (b) wieder die Auffrischungsbetriebsart (a) einsetzt, werden die in der i-Schicht **4** verbliebenen Defektelektronen in der vorstehend beschriebenen Weise zu der Elektrode D geführt, sodass diesen Defektelektronen entsprechende elektrische Ladungen zum Detektorabschnitt **120** fließen. Die Menge der Defektelektronen entspricht der Gesamtmenge des während der fotoelektrischen Umsetzungsbetriebsart einfallenden Lichts, sodass die Menge der zum Detektorabschnitt **120** fließenden Ladungen der Gesamtmenge des Lichts entspricht. Obwohl in dieser Zeit auch Ladungen fließen, die der Menge der in die i-Schicht **4** eingedrungenen bzw. injizierten Elektronen entsprechen, stellt diese Menge einen annähernd festen Wert dar, sodass die gewünschten Ladungen durch Subtraktion dieser Menge von der Gesamtmenge der Ladungen erhalten bzw. detektiert werden können.

[0045] Der fotoelektrische Wandlerabschnitt **100** gemäß diesem Ausführungsbeispiel kann somit ein der Echtzeitmenge des einfallenden Lichts entsprechendes Ausgangssignal und außerdem auch ein der Gesamtmenge des während einer bestimmten Zeitdauer einfallenden Lichtes entsprechendes Aus-

gangssignal abgeben. Dies stellt ein wichtiges Merkmal dieses Ausführungsbeispiels dar, wobei der Detektorabschnitt **120** in Abhängigkeit vom jeweiligen Verwendungszweck eines der beiden Signale oder beide Signale detektieren kann.

[0046] Nachstehend wird unter Bezugnahme auf Fig. 6 die Wirkungsweise dieses Ausführungsbeispiels näher beschrieben.

[0047] Fig. 6 zeigt den zeitlichen Verlauf von Steuervorgängen bei dem fotoelektrischen Wandler gemäß den Fig. 4A und Fig. 4B. Hierbei ist mit V_{dg} das elektrische Potential der Elektrode D in Bezug auf die Elektrode G des fotoelektrischen Wandlerabschnitts bezeichnet, während mit P ein Lichteinfallszustand bezeichnet ist, bei dem EIN einen Zustand kennzeichnet, bei dem Licht einfällt, während AUS einen Zustand kennzeichnet, bei dem kein Licht einfällt, d. h., einen Dunkelzustand. Mit I_S ist ein in den Detektorabschnitt **120** fließender Strom bezeichnet, wobei die Horizontalrichtung die Zeitachse darstellt.

[0048] Wenn zunächst der Schalter **113** in die Auffrischungsrichtung geschaltet wird und die Auffrischungsbetriebsart einsetzt, wird V_{dg} zu einer negativen Spannung, die Defektelektronen werden in der in Fig. 5A dargestellten Weise abgeführt, und der in Fig. 6 mit E bezeichnete negative Einschaltspitzenstrom E fließt zum Detektorabschnitt **120**, während Elektronen in die i-Schicht **4** eindringen bzw. injiziert werden. Wenn sodann nach Beendigung der Auffrischungsbetriebsart der Schalter **113** in die Leserichtung geschaltet wird, werden in der i-Schicht **4** befindliche Elektronen abgeführt, sodass zu Beginn der fotoelektrischen Umsetzungsbetriebsart ein positiver Einschaltspitzenstrom E' fließt. Wenn zu diesem Zeitpunkt Licht einfällt, fließt der mit A bezeichnete optische Strom A. Bei einem Dunkelzustand fließt hierbei kein Strom, wie dies durch A' veranschaulicht ist. Wenn somit der optische Strom A direkt oder für eine bestimmte Zeitdauer integriert wird, lässt sich der Lichteinfall ermitteln.

[0049] Wenn der Schalter **113** nach dem A-Zustand in die Auffrischungsrichtung geschaltet wird, fließt der Einschaltspitzenstrom B. Der Betrag dieses Stroms ergibt sich aus der Gesamtmenge des während der Zeitdauer der vorherigen fotoelektrischen Umsetzungsbetriebsart eingefallenen Lichts und lässt sich durch Integration des Einschaltspitzenstroms B oder durch Bildung seines Äquivalentwertes ermitteln. Wenn bei der vorherigen fotoelektrischen Umsetzungsbetriebsart kein Licht eingefallen ist, nimmt der Einschaltspitzenstrom einen geringeren Wert an, der hier durch B' veranschaulicht ist, sodass der Lichteinfall durch Ermittlung der bestehenden Differenz detektiert werden kann. Andernfalls kann auch der vorstehend beschriebene Einschaltspitzenstrom E' oder E" von dem Einschaltspitzenstrom B subtrahiert werden, da er dem Einschaltspitzenstrom B' weitgehend entspricht.

[0050] Bei einer Änderung des Lichteinfallszustands ändert sich I_S auch während der gleichen fotoelektrischen Umsetzungsbetriebsperiode in der durch C und C' veranschaulichten Weise. Der Lichteinfallszustand kann somit auch durch Ermittlung dieser Änderung festgestellt werden, was beinhaltet, dass es nicht erforderlich ist, nach jeder Messzeit einen Auffrischungsbetrieb vorzusehen.

[0051] Wenn sich jedoch aus gewissen Gründen die Dauer der fotoelektrischen Umsetzungsbetriebsart verlängert oder die Beleuchtung durch das einfallende Licht verstärkt, fließt manchmal in der unter D veranschaulichten Weise auch dann kein Strom, wenn tatsächlich ein Lichteinfall vorhanden ist. Dies beruht auf dem Umstand, dass viele Defektelektronen in der i-Schicht **4** verblieben sind, das elektrische Feld in der i-Schicht **4** auf Grund dieser Defektelektronen kleiner geworden ist und die erzeugten Elektronen nicht zu der Elektrode D geführt werden, sodass dann eine Rekombination der Elektronen mit den Defektelektronen in der i-Schicht **4** erfolgt. Auch wenn ein instabiler Strom auftreten kann, wenn sich der Lichteinfallszustand hierbei verändert, werden die Defektelektronen in der i-Schicht **4** beim Wiedereinsetzen der Auffrischungsbetriebsart abgeführt, sodass bei der folgenden fotoelektrischen Umsetzungsbetriebsart ein dem Strom A entsprechender Strom A" erhalten werden kann.

[0052] Obwohl die vorstehende Beschreibung in der Annahme erfolgt ist, dass das einfallende Licht einen festen Wert aufweist, ist ersichtlich, dass der durch A, B und C gekennzeichnete Strom sich in Abhängigkeit von der Intensität des einfallenden Lichts kontinuierlich verändert und dass auch sowohl die Intensität quantitativ ermittelt als auch das Vorhandensein oder Nichtvorhandensein von einfallendem Licht erfasst werden kann.

[0053] Obwohl gemäß der vorstehenden Beschreibung in der Auffrischungsbetriebsart bei der Abführung der Defektelektronen aus der i-Schicht **4** die Abführung sämtlicher Defektelektronen angestrebt wird, besteht diesbezüglich kein Problem, da bereits die Abführung eines Teils der Defektelektronen ebenfalls effektiv ist und für den optischen Strom A oder C der gleiche Wert wie bei der Abführung sämtlicher Defektelektronen erhalten werden kann. Wenn bei der Abführung der Defektelektronen stets eine feste Menge der Defektelektronen verbleibt, kann ebenfalls die Lichtmenge quantitativ durch den Strom B ermittelt werden. Somit sollte nur der durch den Stromwert D bei der Messung in der nächsten fotoelektrischen Umsetzungsbetriebsart gekennzeichnete Zustand, d. h., ein in Fig. 5C veranschaulichter Zustand, vermieden werden, wozu es lediglich erforder-

lich ist, entsprechende Kennwerte der Spannung V_{dg} in der Auffrischungsbetriebsart, der Periode bzw. Zeitdauer der Auffrischungsbetriebsart sowie der Injektions-Sperrschicht der n-Schicht **5** festzulegen.

[0054] Im übrigen stellt in der Auffrischungsbetriebsart das Eindringen bzw. die Injektion von Elektronen in die i-Schicht **4** kein unumgängliches Erfordernis dar, und auch die Spannung V_{dg} ist nicht auf eine negative Spannung beschränkt. Es ist lediglich erforderlich, dass ein Teil der Defektelektronen aus der i-Schicht **4** abgeführt wird, was auf den Umstand zurückzuführen ist, dass auf Grund der Richtung des elektrischen Feldes in der i-Schicht **4** Defektelektronen auch bei einer positiven Spannung V_{dg} zu der Elektrode D geführt werden, wenn viele Defektelektronen in der i-Schicht **4** verbleiben. Weiterhin ist es bezüglich der Eigenschaften der Injektions-Sperrschicht der n-Schicht **5** nicht erforderlich, dass Elektronen in die i-Schicht **4** eindringen bzw. injiziert werden können.

[0055] Nachstehend werden unter Bezugnahme auf die Fig. 7A, Fig. 7B, Fig. 7C und Fig. 7D Ausführungsbeispiele für eine Konfiguration des Detektorabschnitts bzw. Messabschnitts näher beschrieben. Hierbei sind mit der Bezugszahl **121** ein in Form eines Amperemeters dargestelltes Strommessgerät, mit der Bezugszahl **122** ein Voltmeter, mit der Bezugszahl **123** ein Widerstand, mit der Bezugszahl **124** ein Kondensator, mit der Bezugszahl **125** ein Schaltelement und mit der Bezugszahl **126** ein Operationsverstärker bezeichnet.

[0056] Fig. 7A veranschaulicht eine Konfiguration zur direkten Strommessung, wobei das Ausgangssignal des Strommessgeräts **121** von einer Spannung oder einem verstärkten Strom gebildet wird. Bei der Schaltungsanordnung gemäß Fig. 7B wird dem Widerstand **123** ein Strom zugeführt und der Spannungsabfall von dem Voltmeter **122** gemessen. Bei der Schaltungsanordnung gemäß Fig. 7C wird in dem Kondensator **124** eine elektrische Ladung gespeichert und die Spannung sodann von dem Voltmeter **122** gemessen. Bei der Schaltungsanordnung gemäß Fig. 7D wird ein integrierter Wert des Stroms in Form einer Spannung von dem Operationsverstärker **126** gemessen. Bei den Schaltungsanordnungen gemäß den Fig. 7C und Fig. 7D hat das Schaltelement **125** die Funktion, bei jedem Messvorgang einen Anfangswert festzulegen, wobei es jedoch in Abhängigkeit von dem jeweiligen Messverfahren auch durch einen Widerstand mit einem hohen Widerstandswert ersetzt werden kann.

[0057] Das Strommessgerät oder das Voltmeter umfasst einen Transistor, einen aus Transistoren bestehenden Operationsverstärker, einen Widerstand sowie einen Kondensator, wobei diese Bauelemente mit einer hohen Geschwindigkeit angesteuert werden können. Der Detektorabschnitt bzw. Messabschnitt ist jedoch nicht auf diese vier Bauelemente beschränkt, sondern es ist lediglich erforderlich, dass mit seiner Hilfe Ströme oder elektrische Ladungen direkt gemessen oder ihre integrierten Werte ermittelt werden können. Außerdem kann auch eine Konfiguration in Betracht gezogen werden, bei der durch Kombination eines Detektors zur Messung von Strom- oder Spannungswerten, eines Widerstands, eines Kondensators und eines Schaltelements eine Vielzahl von fotoelektrischen Wandlerabschnitten gleichzeitig oder aufeinanderfolgend Ausgangssignalwerte abgeben können.

[0058] Bei einem Zeilensensor oder einem Flächensensor findet eine Steuerung und Messung des Potentials des fotoelektrischen Wandlerabschnitts an 1000 oder mehr Punkten in einer Matrix in Kombination mit Leitungen des Stromversorgungsabschnitts oder von Schaltelementen statt. Hierbei ist es unter Berücksichtigung des Störabstands (Signal-Rauschverhältnisses) und der Herstellungskosten von Vorteil, die Schaltelemente, einen Kondensator und einen Teil der Widerstände auf dem gleichen Substrat auszubilden, das für den fotoelektrischen Wandlerabschnitt Verwendung findet. Hierbei besitzt der fotoelektrische Wandlerabschnitt gemäß diesem Ausführungsbeispiel die gleiche Schichtanordnung wie ein ein typisches Schaltelement darstellender Dünnschicht-Feldeffekttransistor (TFT), sodass sie gleichzeitig in einem identischen Herstellungsvorgang ausgebildet werden können und bei geringen Herstellungskosten ein fotoelektrischer Wandler mit einem hohen Störabstand erhalten werden kann.

Zweites Ausführungsbeispiel

[0059] Fig. 8 zeigt ein Schaltbild eines zweiten Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen fotoelektrischen Wandlers, wobei gleiche Bezugszahlen die gleichen Bauelemente wie in den vorstehend beschriebenen Figuren bezeichnen. Der Schichtaufbau des fotoelektrischen Wandlerabschnitts **100** entspricht dem Schichtaufbau gemäß Fig. 4A. über eine Spannungsquelle **114** wird ein positives Potential an eine Elektrode D angelegt, während über eine Spannungsquelle **115** in der Auffrischungsbetriebsart des fotoelektrischen Wandlerabschnitts ein positives Potential an eine Elektrode G angelegt wird, wobei über ein Schaltelement **116** eine Umschaltung zwischen verschiedenen Betriebsarten erfolgt. Hierbei ist die Spannungsquelle **115** auf eine Spannung eingestellt, die derjenigen der Spannungsquelle **114** entspricht oder höher ist.

[0060] Bei diesem Ausführungsbeispiel sind vier Betriebsarten vorgesehen: (1) eine Wandlerabschnitts-Auffrischungsbetriebsart, (2) eine G-Elektroden-Initialisierungsbetriebsart, (3) eine Speicherbetriebsart und (4) eine Messbetriebsart. In der Wand-

lerabschnitts-Auffrischungsbetriebsart (**1**) wird ein elektrisches Feld an jede Schicht des fotoelektrischen Wandlerabschnitts **100** in der gleichen Richtung wie in der Auffrischungsbetriebsart des vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispiels angelegt, während in der G-Elektroden-Initialisierungsbetriebsart (**2**), der Speicherbetriebsart (**3**) und der Messbetriebsart (**4**) jeweils ein Feld in der gleichen Richtung wie in der fotoelektrischen Umsetzungsbetriebsart des vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispiels angelegt wird, sodass die Arbeitsweise des fotoelektrischen Wandlerabschnitts **100** im wesentlichen identisch ist. Nachstehend wird auf diese Betriebsarten näher eingegangen.

[0061] In der Wandlerabschnitts-Auffrischungsbetriebsart (**1**) ist das Schaltelement **116** in die in der Figur mit "Auffrischung" bezeichnete Stellung geschaltet, sodass der Elektrode G über die Spannungsquelle **115** ein positives Potential zugeführt wird. Da der Elektrode D durch die Spannungsquelle **114** ebenfalls ein positives Potential zugeführt wird, entspricht das Potential V_{dg} der Elektrode D in Abhängigkeit von dem Potential der Elektrode G im wesentlichen einem Nullpotential oder einer negativen Spannung. Hierdurch werden die Defektelektronen in dem fotoelektrischen Wandlerabschnitt **100** zur Auffrischung abgeführt.

[0062] Sodann wird das Schaltelement **116** zum Übergang auf die G-Elektroden-Initialisierungsbetriebsart (**2**) in die mit "Masse" bezeichnete Stellung geschaltet, bei der die Elektrode G an Massepotential gelegt ist. Hierbei stellt das Potential V_{dg} eine positive Spannung dar, sodass ein Einschaltspitzenstrom in den fotoelektrischen Wandlerabschnitt **100** fließt, bevor die fotoelektrische Umsetzungsbetriebsart einsetzt.

[0063] Sodann wird das Schaltelement **116** zum Übergang auf die Speicherbetriebsart (**3**) in die mit "Offen" bezeichnete Stellung geschaltet, sodass sich die Elektrode G gleichstrommäßig im Leerlauf befindet bzw. potentialfrei ist. In der Praxis wird jedoch das Potential durch eine äquivalente kapazitive Komponente C_s oder eine Streukapazität C_o des fotoelektrischen Wandlerabschnitts **100** aufrecht erhalten, die in der Figur durch gestrichelte Linien gekennzeichnet sind. Wenn auf den fotoelektrischen Wandlerabschnitt **100** Licht fällt, führt dies zum Fließen eines entsprechenden Stroms aus der Elektrode G, sodass das Potential der Elektrode G ansteigt, d. h., die Lichteinfallsinformation wird in den Kapazitäten C_s und C_o in Form von elektrischen Ladungen gespeichert. Wenn das Schaltelement **116** nach einer bestimmten Zeitdauer der Speicherung in die mit "Abtasten" bezeichnete Stellung geschaltet wird, erfolgt ein Übergang in die Messbetriebsart (**4**), und das Potential der Elektrode G wird auf Massepotential zurückgeführt. Gleichzeitig fließen die in den Kapazitäten C_s und C_o gespeicherten elektrischen Ladungen zum Detektorabschnitt **120**, wobei ihre Menge dem Integrationswert des aus dem fotoelektrischen Wandlerabschnitt **100** in der Speicherbetriebsart fließenden Stroms entspricht und sie somit als Gesamtmenge des einfallenden Lichts gemessen werden.

[0064] Anschließend wird das Schaltelement **116** zur Wiederholung dieser Vorgänge wieder in die Stellung "Auffrischen" geschaltet.

[0065] Dieses Ausführungsbeispiel ist somit in der vorstehend beschriebenen Weise dadurch gekennzeichnet, dass in der Messbetriebsart der Integrationswert eines während einer bestimmten längeren Speicherzeit fließenden Stroms unter Verwendung einer Kombination von einfachen Bauelementen in kurzer Zeit erhalten werden kann, sodass sich dieses Ausführungsbeispiel in Bezug auf die Herstellung eines einen hohen Störabstand aufweisenden fotoelektrischen Wandlers mit einer Vielzahl von fotoelektrischen Wandlerabschnitten bei geringen Herstellungskosten als sehr effektiv erweist.

[0066] Die Arbeitsweise der fotoelektrischen Wandlerabschnitte entspricht bei diesem Ausführungsbeispiel im wesentlichen der Arbeitsweise des ersten Ausführungsbeispiels, mit der Ausnahme, dass das Potential der Elektrode G in der fotoelektrischen Umsetzungsbetriebsart ansteigt und sich das Potential V_{dg} verringert. Es könnte somit eintreten, dass der Zustand gemäß **Fig. 5C** bereits bei einer geringen Einfallslichtmenge leicht erreicht wird, was zu einer Einschränkung des Einfallslichtvolumens im Normalbetrieb führen könnte. Dieses Problem lässt sich jedoch auf einfache Weise durch bewusste Parallelschaltung eines großen Speicherkondensators mit der Streukapazität C_o lösen.

[0067] Der einen Kondensator **124**, ein Schaltelement **125** und einen Operationsverstärker **126** umfassende Detektorabschnitt **120** akkumuliert die in der Messbetriebsart dem Kondensator **124** zugeführten elektrischen Ladungen, setzt sie in eine Spannung um und gibt diese Spannung über einen Pufferverstärker ab. Die Elektrode G liegt daher in der Messbetriebsart nicht vollständig an Massepotential, jedoch wird hierdurch die grundsätzliche Wirkungsweise nicht beeinträchtigt. Der Kondensator **124** wird in anderen Betriebsarten durch das Schaltelement **125** initialisiert. Das Schaltelement **116** muss nicht mehrpolig sein, sondern kann z. B. von drei Schaltelementen wie Dünnschicht-Feldeffekttransistoren gebildet werden.

Drittes Ausführungsbeispiel

[0068] Die **Fig. 9A**, **Fig. 9B** und **Fig. 9C** zeigen Schichtanordnungen eines weiteren Ausführungsbeispiels des fotoelektrischen Wandlerabschnitts **100**,

wobei gleiche Bezugszahlen die gleichen Elemente wie in den vorstehend beschriebenen Figuren bezeichnen.

[0069] In Fig. 9A bezeichnen die Bezugszahlen **101** und **21** ein transparentes Isoliersubstrat und eine untere transparente Elektrode, die jeweils transparente leitende Schichten umfassen. Eine obere Elektrode **61** muss nicht zwangsläufig transparent sein, sondern kann von einem Metall wie Al oder dergleichen gebildet werden. Einfallendes Licht tritt durch das transparente Isoliersubstrat **101**, die transparente Elektrode **21** und eine Isolierschicht **70** hindurch und fällt auf eine i-Schicht **4**.

[0070] Gemäß Fig. 9B bedeckt eine obere Elektrode **62** eine n-Schicht **5** nur unvollständig, sodass Licht nach Hindurchtreten durch die n-Schicht auf die i-Schicht **4** fallen kann, d. h., die Elektrode **62** kann aus einem Metall wie Al oder dergleichen bestehen und muss nicht transparent sein. In den Außenbereich abgegebene Ladungsträger treten durch die obere Elektrode hindurch.

[0071] Gemäß Fig. 9C ist die Elektrode **61** direkt auf der i-Schicht 4 angeordnet. Bei dieser Anordnung wird das Eindringen von Defektelektronen aus der Elektrode **61** in die i-Schicht **4** durch eine von der Differenz der Austrittsarbeit zwischen der Elektrode **61** und der i-Schicht **4** gebildete Schottky-Sperrschicht verhindert. Demzufolge ist die vorstehend beschriebene n-Schicht **5** nicht erforderlich, was eine weitere Kostensenkung bei der Herstellung des fotoelektrischen Wandlers ermöglicht.

[0072] Wie aus der vorstehenden Beschreibung ersichtlich ist, sind die fotoelektrischen Wandlerabschnitte nicht auf die beschriebenen Ausführungsbeispiele beschränkt, sondern es ist lediglich erforderlich, dass eine erste Elektrodenschicht, eine die Bewegung von Defektelektronen und Elektronen verhindernde Isolierschicht, eine fotoelektrische Wandler-Halbleiterschicht und eine zweite Elektrodenschicht zusätzlich zu einer zwischen der zweiten Elektrodenschicht und der fotoelektrischen Wandler-Halbleiterschicht befindlichen Injektions-Sperrschicht zur Verhinderung des Eindringens von Defektelektronen in die fotoelektrische Wandler-Halbleiterleiterschicht vorgesehen sind.

[0073] Außerdem kann auch eine Konfiguration in Betracht gezogen werden, bei der die vorstehende beschriebene Beziehung der von Defektelektronen und Elektronen gebildeten Ladungsträger umgekehrt ist. So kann z. B. die Injektions-Sperrschicht als p-Schicht ausgebildet sein. Wenn dies der Fall ist, kann die gleiche Wirkungsweise erhalten werden, indem das Anlegen der Spannung und des elektrischen Feldes umgekehrt wird, sodass sich in Bezug auf die vorstehende Beschreibung entsprechend modifizierte Konfigurationen ergeben.

[0074] Darüber hinaus ist die fotoelektrische Wandler-Halbleiterleiterschicht nicht auf die i-Schicht beschränkt, sondern es ist lediglich erforderlich, dass sie eine fotoelektrische Umsetzungsfunktion zur Erzeugung von Elektronen-Defektelektronenpaaren bei einfallendem Licht besitzt. In Bezug auf den Schichtaufbau kann nicht nur die Verwendung einer einzigen Schicht sondern auch die Verwendung mehrerer Schichten in Betracht gezogen werden, wobei sich ihre Eigenschaften durch wiederholte Änderung der Zusammensetzung in der Schicht-Dickenrichtung verändern lassen.

[0075] Weiterhin muss das Isoliersubstrat nicht zwangsläufig aus einem Isolator bestehen, sondern kann auch einen Leiter oder einen Halbleiter umfassen, auf dem ein Isolator angeordnet ist. Die Anordnungsreihenfolge der Schichten auf dem Isoliersubstrat ist nicht auf die durch die erste Elektrode, die Isolierschicht, die fotoelektrische Wandler-Halbleiterleiterschicht und die zweite Elektrodenschicht gegebene Reihenfolge beschränkt, sondern kann auch eine von der zweiten Elektrode, der Injektions-Sperrschicht, der fotoelektrischen Wandler-Halbleiterleiterschicht und der ersten Elektrodenschicht gebildete Reihenfolge, d. h., die umgekehrte Reihenfolge, sein.

[0076] Es liegt außerdem auf der Hand, dass das vorstehend beschriebene Ansteuerverfahren auch bei einem fotoelektrischen Wandler mit fotoelektrischen Wandlerabschnitten Anwendung finden kann, die die in Verbindung mit den Fig. 9A, Fig. 9B und Fig. 9C vorstehend beschriebene Konfiguration aufweisen.

Viertes Ausführungsbeispiel

[0077] Fig. 10A zeigt eine typische Schichtanordnung eines fotoelektrischen Wandlerelements **100**, eines TFT-Schaltelements **200** und einer Leitungsführungsschicht **400** bei einem fotoelektrischen Wandler gemäß einem vierten Ausführungsbeispiel, während Fig. 10B ein schematisches Schaltbild dieses fotoelektrischen Wandlers zeigt. In Fig. 10A bezeichnen gleiche Bezugszahlen wie in **Fig.** 4 entsprechende Bauelemente.

[0078] Bei diesem Ausführungsbeispiel werden eine untere Elektrode **2** und eine obere Elektrode **6** von lichtundurchlässigen Elektroden gebildet, wobei das Licht über eine Injektions-Sperrschicht **5** von der Oberseite her auf Grund einer Struktur einfallen kann, bei der die obere Elektrode **6** die Injektions-Sperrschicht **5** nicht vollständig bedeckt. Wenn jedoch die obere oder die untere Elektrode z. B. von einer transparenten Elektrode wie einer Indium-Zinnoxid-Elektrode (ITO-Elektrode) gebildet wird, kann der Lichteinfall auch bei einer Struktur erfolgen, bei

der die obere Elektrode **6** die Injektions-Sperrschicht **5** vollständig bedeckt.

[0079] Eine Gate-Elektrode **202** besteht aus Al oder Cr, während eine Gate-Isolierschicht **207** aus Siliciumnitrid (SiN) besteht, eine Halbleiterschicht **204** von einer i-Eigenhalbleiterschicht aus hydriertem amorphem Silicium (a-Si) gebildet wird, und eine Ohm'sche Kontaktschicht **205** von der Halbleiterschicht **204** und einer n-Schicht aus a-Si gebildet wird, um Elektronen zwischen einer Source-Elektrode **206** und einer Drain-Elektrode **208** zu bewegen.

[0080] Die Source-Elektrode **206** und die Drain-Elektrode **208** bestehen aus einem Metall wie Al oder Cr oder aus Polysilicium. Die obere Elektrode **106** des fotoelektrischen Wandlerelements **100** ist mit der Source-Elektrode **206** des Dünnschicht-Feldeffekttransistors **200** über eine Leitung **406** aus Al oder Cr verbunden.

[0081] Wie aus der Figur ersichtlich ist, entspricht die Schichtanordnung des fotoelektrischen Wandlerabschnitts der Schichtanordnung des Dünnschicht-Feldeffekttransistors, sodass die gleichen Materialien zur Laminierung der Schichten auf dem gleichen Isoliersubstrat **1** gleichzeitig verwendet werden können und auch die Leitungsführungsschicht gleichzeitig mit den Elektroden des fotoelektrischen Wandlerabschnitts und des Dünnschicht-Feldeffekttransistors ausgebildet werden kann, sodass sich der fotoelektrische Wandler in einem einfachen Vorgang unter Verwendung gleichartiger Schichten für den Schichtaufbau herstellen lässt.

[0082] Obwohl gemäß Fig. 10A nur ein einziger Dünnschicht-Feldeffekttransistor **200** als Schaltelement dargestellt ist, liegt auf der Hand, dass dieses Ausführungsbeispiel nicht auf einen einzigen Dünnschicht-Feldeffekttransistor beschränkt ist.

[0083] In Fig. 10B bezeichnet die Bezugszahl **100** das in Form eines Symbols dargestellte fotoelektrische Wandlerelement gemäß Fig. 10A, wobei mit D eine Elektrode auf der Seite der oberen Elektrode **6** und mit G eine Elektrode auf der Seite der unteren Elektrode **2** bezeichnet sind. Die Bezugszahl **120** bezeichnet einen Detektorabschnitt, während die Bezugszahl **110** einen Stromversorgungsabschnitt bezeichnet, der eine positive Spannungsquelle **111** zum Anlegen eines positiven Potentials und eine negative Spannungsquelle **112** zum Anlegen eines negativen Potentials an die Elektrode D umfasst. Die Bezugszahlen **210** und **211** bezeichnen in Form eines Symbols dargestellte Dünnschicht-Feldeffekttransistoren gemäß Fig. 10A, wobei mit g die Gate-Elektrode **202**, mit s die Source-Elektrode **206** und mit d die Drain-Elektrode **208** bezeichnet sind. Obwohl in Fig. 10A in der vorstehend beschriebenen Weise nur ein einziger Dünnschicht-Feldeffekttransistor **200** veranschaulicht ist, sind in der Praxis beide Dünnschicht-Feldeffekttransistoren **210** und **211** auf dem gleichen Isoliersubstrat in der in Fig. 10B dargestellten Weise ausgebildet. Die Gate-Elektroden sind hierbei mit einem Steuerabschnitt **130** verbunden, über den die Ansteuerung derart erfolgt, dass in der Auffrischungsbetriebsart ein Auffrischungs-TFT **210** und in der fotoelektrischen Umsetzungsbetriebsart ein Lese-TFT **211** durchgeschaltet werden.

[0084] Bei diesem Ausführungsbeispiel wird der in Verbindung mit dem ersten Ausführungsbeispiel beschriebene Schalter **113** von dem Lese-TFT **211** und dem Auffrischungs-TFT **210** gebildet, wobei in Fig. 10B veranschaulicht ist, dass die Auswahl zwischen Lesen und Auffrischen gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel nunmehr zwar über ein Signal des Steuerabschnitts **130** erfolgt, jedoch die Beschreibung des ersten Ausführungsbeispiels auch auf dieses Ansteuerverfahren des fotoelektrischen Wandlerabschnitts zutrifft.

[0085] Gemäß diesem Ausführungsbeispiel können der fotoelektrische Wandlerabschnitt und ein typisches Schaltelement, nämlich der Dünnschicht-Feldeffekttransistor (TFT), zumindest teilweise mit der gleichen Schichtstruktur ausgebildet werden, sodass die erforderlichen Schichten gleichzeitig in dem gleichen Vorgang angeordnet und ausgebildet werden können, wodurch sich ein einen hohen Störabstand aufweisender exzellenter fotoelektrischer Wandler mit einem hohen Gutausbeuteprozentsatz bei geringen Herstellungskosten fertigen lässt.

Fünftes Ausführungsbeispiel

[0086] Fig. 11A veranschaulicht eine typische Schichtanordnung eines fotoelektrischen Wandlerabschnitts **100**, eines TFT-Schaltelements **200**, eines ein kapazitives Bauelement darstellenden Kondensators **300** und einer Leitungsführungsschicht **400** bei einem fotoelektrischen Wandler gemäß einem fünften Ausführungsbeispiel der Erfindung, während Fig. 11B ein schematisches Schaltbild des fotoelektrischen Wandlers gemäß Fig. 11A zeigt. In den Fig. 11A und Fig. 11B bezeichnen gleiche Bezugszahlen wie in den Fig. 10A und Fig. 10B entsprechende Bauelemente, sodass sich deren Beschreibung erübrigt.

[0087] Bei der Schichtanordnung gemäß Fig. 11A besteht eine untere Elektrode des Kondensators **302** aus Al oder Cr, während eine Isolierschicht **307** aus Siliciumnitrid SiN besteht, eine Halbleiterschicht **304** von einer i-Eigenhalbleiterschicht aus hydriertem amorphem Silicium (a-Si) gebildet wird, und eine Ohm'sche Kontaktschicht **305** von einer n-Schicht aus a-Si gebildet wird, um Elektronen zwischen der Halbleiterschicht **304** und einer oberen Kondensatorelektrode **306** zu bewegen, die aus Al oder Cr be-

steht. Die mittleren Schichten des Kondensators **300** werden von der Isolierschicht **307**, der Halbleiterschicht **304** und der Ohm'schen Kontaktschicht **305** gebildet, wodurch ein guter Kondensator erhalten wird, der auf Grund der Isolierschicht **307** leckstromarm ist. Eine untere Elektrode **102** des fotoelektrischen Wandlerelements **100** ist mit der unteren Elektrode **302** des Kondensators über eine Leiterbahn **402** aus Al oder Cr verbunden.

[0088] Wie aus der Figur ersichtlich ist, ist der Schichtaufbau bei den jeweiligen Elementen identisch, sodass die gleichen Materialien zur gleichzeitigen Anordnung der Schichten auf dem gleichen Isoliersubstrat **1** verwendet werden können und auch die Leitungsführungsschicht gleichzeitig mit den Elektroden der Elemente ausgebildet werden kann, sodass sich der fotoelektrische Wandler in einem einfachen Vorgang unter Verwendung gleichartiger Schichten für den Schichtaufbau herstellen lässt.

[0089] Die Schaltungsanordnung gemäß Fig. 11B unterscheidet sich von der Schaltungsanordnung gemäß Fig. 10B durch einen zwischen dem fotoelektrischen Wandlerabschnitt **100** und dem Detektorabschnitt **120** angeordneten und von einem Signal des Steuerabschnitts **130** angesteuerten Mess-TFT **212** (einen zur Messung vorgesehenen Dünnschicht-Feldeffekttransistor), sowie dadurch, dass eine Elektrode des fotoelektrischen Wandlerabschnitts **100** über den Kondensator **300** an Masse liegt.

[0090] Obwohl dieses Ausführungsbeispiel unter Bezugnahme auf Fig. 11A in Verbindung mit einem einzigen Dünnschicht-Feldeffekttransistor beschrieben worden ist, ist ersichtlich, dass ein typisches Ausführungsbeispiel in der gleichen Form wie im Falle des vierten Ausführungsbeispiels erhalten werden kann, sodass die Konfiguration des vorliegenden bevorzugten Ausführungsbeispiels dahingehend modifiziert werden kann, dass ein Lese-TFT **211**, ein Auffrischungs-TFT **210** und der Mess-TFT **212** auf dem gleichen Substrat ausgebildet sein können.

[0091] Gemäß Fig. 11B sind somit die Dünnschicht-Feldeffekttransistoren **210**, **211** und **212** auf dem gleichen Isoliersubstrat ausgebildet. Hierbei sind die Gate-Elektroden mit dem Steuerabschnitt **130** verbunden, über den die Ansteuerung derart erfolgt, dass der Auffrischungs-TFT **210** in der Auffrischungsbetriebsart und der Lese-TFT **211** in der fotoelektrischen Umsetzungsbetriebsart durchgeschaltet werden. Der Mess-TFT **212** wird derart gesteuert, dass er in geeigneter Weise zur Ermittlung des Integrationswertes des in dem Kondensator **300** gespeicherten Ausgangssignals eines fotoelektrischen Elements durchgeschaltet oder gesperrt wird.

[0092] Das in Verbindung mit dem ersten Ausführungsbeispiel beschriebene Ansteuerverfahren kann auch zur Ansteuerung des fotoelektrischen Wandlers gemäß diesem Ausführungsbeispiel in der gleichen Weise wie bei dem vierten Ausführungsbeispiel Anwendung finden. Es wird jedoch nachstehend unter Bezugnahme auf die Fig. 5A bis Fig. 5C und Fig. 6 erneut beschrieben, da bei diesem Ausführungsbeispiel elektrischer Ladungen in dem Kondensator **300** gespeichert werden.

[0093] Die nachstehende Beschreibung erfolgt unter der Annahme, dass das Potential an der Elektrode D stets gleich dem Potential an der n-Schicht ist, weil sich die Elektronen frei zwischen der Elektrode D und der n-Schicht bewegen, obwohl die Elektrode D bei diesem Ausführungsbeispiel die n-Schicht nicht vollständig bedeckt. Das Massepotential wird an die Elektrode G von dem Detektorabschnitt während einer Messperiode angelegt, wobei das Potential der Elektrode G auch während einer Speicherperiode durch den Kondensator **300** im wesentlichen auf dem gleichen Pegel gehalten wird.

[0094] In der Auffrischungsbetriebsart gemäß Fig. 5A besitzt die Elektrode D in Bezug auf die Elektrode G ein negatives Potential, sodass die durch schwarze Punkte dargestellten Defektelektronen in der i-Schicht **4** durch das elektrische Feld zur Elektrode D geführt werden, während die durch kleine Kreise gekennzeichneten Elektronen in die i-Schicht **4** eindringen. Hierbei findet eine Rekombination eines Teils der Defektelektronen und Elektronen in der n-Schicht **5** und der i-Schicht **4** statt, woraufhin sie verschwinden. Wenn dieser Zustand für eine ausreichend lange Zeit andauert, werden die in der i-Schicht **4** befindlichen Defektelektronen aus der i-Schicht entfernt (Fig. 5A).

[0095] Wenn die fotoelektrische Umsetzungsbetriebsart gemäß Fig. 5B in diesem Zustand einsetzt, besitzt die Elektrode D in Bezug auf die Elektrode G ein positives Potential, sodass in der i-Schicht **4** befindliche Elektronen kurzzeitig zu der Elektrode D geführt werden. Die Defektelektronen werden jedoch nicht zu der i-Schicht **4** geführt, da die n-Schicht **5** als Injektions-Sperrschicht wirkt. Wenn in diesem Zustand Licht auf die i-Schicht **4** fällt, wird dieses Licht absorbiert, wobei Elektronen-Defektelektronenpaare erzeugt werden. Die Elektronen werden durch das elektrische Feld zu der Elektrode D geführt, während die Defektelektronen sich in der i-Schicht **4** zu der Grenzfläche zwischen der i-Schicht **4** und der Isolierschicht **70** bewegen. Die Defektelektronen können jedoch nicht in die Isolierschicht **70** eindringen, sondern verbleiben in der i-Schicht **4**.

[0096] Hierbei bewegen sich somit in der i-Schicht **4** die Elektronen zu der Elektrode D und die Defektelektronen zu der Grenzfläche mit der Isolierschicht **70**, sodass ein Strom von der Elektrode G zu dem

Kondensator **300** fließt, um einen elektrisch neutralen Zustand in den Elementen herzustellen bzw. aufrecht zu erhalten. Da dieser Strom den von dem Licht erzeugten Elektronen-Defektelektronenpaaren entspricht, ist er dem einfallenden Licht proportional.

[0097] Wenn nach Ablauf einer gewissen Zeitdauer der fotoelektrischen Umsetzungsbetriebsart gemäß Fig. 5B wieder die Auffrischungsbetriebsart gemäß Fig. 5A einsetzt, werden die in der i-Schicht **4** verbliebenen Defektelektronen in der vorstehend beschriebenen Weise zu der Elektrode D geführt, sodass ein diesen Defektelektronen entsprechender elektrischer Strom zum Kondensator **300** fließt. Die Menge der Defektelektronen entspricht der Gesamtmenge des während der fotoelektrischen Umsetzungsbetriebsart einfallenden Lichts, sodass der Betrag des zum Kondensator **300** fließenden Stroms der Gesamtmenge des Lichts entspricht. Obwohl in dieser Zeit auch ein Strom fließt, der der Menge der in die i-Schicht **4** eingedrungenen bzw. injizierten Elektronen entspricht, stellt diese Menge einen annähernd festen Wert dar, sodass der gewünschte Strom durch Subtraktion dieser Menge von dem Gesamtbetrag des Stroms erhalten bzw. detektiert werden kann.

[0098] Der fotoelektrische Wandlerabschnitt **100** gemäß diesem Ausführungsbeispiel kann somit ein der Echtzeitmenge des einfallenden Lichts entsprechendes Ausgangssignal und außerdem auch ein der Gesamtmenge des während einer bestimmten Zeitdauer einfallenden Lichtes entsprechendes Ausgangssignal abgeben. Dies stellt ein wichtiges Merkmal dieses Ausführungsbeispiels dar. Der Kondensator **300** kann hierbei über den Detektorabschnitt **120** durch entsprechendes Durchschalten des Mess-Dünnschicht-Feldeffekttransistors ein gewünschtes Ausgangssignal zur Messung des Integrationswertes dieser Ausgangssignale akkumulieren.

[0099] Nachstehend wird unter Bezugnahme auf Fig. 6 die Wirkungsweise dieses Ausführungsbeispiels näher beschrieben.

[0100] Fig. 6 zeigt den zeitlichen Verlauf von Steuervorgängen bei dem fotoelektrischen Wandler gemäß Fig. 11A. Hierbei ist mit V_{dg} das elektrische Potential der Elektrode D in Bezug auf die Elektrode G des fotoelektrischen Wandlerelementes bezeichnet, während mit P ein Lichteinfallszustand bezeichnet ist, bei dem EIN einen Zustand kennzeichnet, bei dem Licht einfällt, während AUS einen Zustand kennzeichnet, bei dem kein Licht einfällt, d. h., einen Dunkelzustand. Mit I_s ist ein in den Kondensator **300** fließender Strom bezeichnet, wobei die Horizontalrichtung die Zeitachse darstellt.

[0101] Wenn zunächst der Auffrischungs-TFT **210** vom Steuerabschnitt **130** durchgeschaltet wird und die Auffrischungsbetriebsart einsetzt, wird V_{dg} zu einer negativen Spannung, die Defektelektronen werden in der in Fig. 5A dargestellten Weise abgeführt, und der in Fig. 6 mit E bezeichnete negative Einschaltspitzenstrom E fließt zum Kondensator **300**, während Elektronen in die i-Schicht **4** eindringen bzw. injiziert werden. Wenn sodann nach Beendigung der Auffrischungsbetriebsart der Auffrischungs-TFT **210** gesperrt und der Lese-TFT **211** durchgeschaltet werden, wird V_{dg} zu einer positiven Spannung und in der i-Schicht **4** befindliche Elektronen werden abgeführt, sodass zu Beginn der fotoelektrischen Umsetzungsbetriebsart ein positiver Einschaltspitzenstrom E' fließt. Wenn zu diesem Zeitpunkt Licht einfällt, fließt der mit A bezeichnete optische Strom A. Bei einem Dunkelzustand fließt hierbei kein Strom, wie dies durch A' veranschaulicht ist. Wenn somit der optische Strom A direkt oder für eine bestimmte Zeitdauer integriert wird, lässt sich der Lichteinfall ermitteln.

[0102] Wenn der Auffrischungs-TFT **210** nach dem A-Zustand durchgeschaltet wird, fließt der Einschaltspitzenstrom B. Der Betrag dieses Stroms ergibt sich aus der Gesamtmenge des während der Zeitdauer der vorherigen fotoelektrischen Umsetzungsbetriebsart eingefallenen Lichts und lässt sich durch Integration des Einschaltspitzenstroms B ermitteln. Wenn bei der vorherigen fotoelektrischen Umsetzungsbetriebsart kein Licht eingefallen ist, nimmt der Einschaltspitzenstrom einen geringeren Wert an, der hier durch B' veranschaulicht ist, sodass der Lichteinfall durch Ermittlung der bestehenden Differenz detektiert werden kann. Andernfalls kann zur Bildung des Wertes auch der vorstehend beschriebene Einschaltspitzenstrom E' oder E'' von dem Einschaltspitzenstrom B subtrahiert werden, da er dem Einschaltspitzenstrom B' weitgehend entspricht, d. h., über den Kondensator **300** sollte ein integrierter Wert von dem Zeitpunkt direkt vor dem Einschaltspitzenstrom B bis zu dem Zeitpunkt direkt nach dem Einschaltspitzenstrom E'' erhalten werden. Dies stellt ein wesentliches Merkmal dieses Ausführungsbeispiels dar, wobei der folgende Wert ohne eine spezielle Recheneinrichtung für die Subtraktion gebildet werden kann:
(Einschaltspitzenstrom B – Einschaltspitzenstrom E'')

[0103] Bei einer Änderung des Lichteinfallszustands ändert sich I_s auch während der gleichen fotoelektrischen Umsetzungsbetriebsperiode in der durch C und C' veranschaulichten Weise. Der Lichteinfallszustand kann somit auch durch Integration dieses Änderungswertes festgestellt werden, was beinhaltet, dass es nicht erforderlich ist, nach jeder Messzeit einen Auffrischungsbetrieb vorzusehen.

[0104] Wenn sich jedoch aus gewissen Gründen die Dauer der fotoelektrischen Umsetzungsbetriebsart verlängert oder die Beleuchtung durch das einfallende Licht verstärkt, fließt manchmal in der unter D ver-

anschaulichten Weise auch dann kein Strom, wenn tatsächlich ein Lichteinfall vorhanden ist. Dies beruht auf dem Umstand, dass viele Defektelektronen in der i-Schicht **4** verblieben sind, das elektrische Feld in der i-Schicht **4** auf Grund dieser Defektelektronen kleiner geworden ist und die erzeugten Elektronen nicht zu der Elektrode D geführt werden, sodass dann eine Rekombination der Elektronen mit den Defektelektronen in der i-Schicht **4** erfolgt. Auch wenn ein instabiler Strom auftreten kann, wenn sich der Lichteinfallszustand hierbei verändert, werden die Defektelektronen in der i-Schicht **4** beim Wiedereinsetzen der Auffrischungsbetriebsart abgeführt, sodass bei der folgenden fotoelektrischen Umsetzungsbetriebsart ein dem Strom A entsprechender Strom A" erhalten werden kann.

[0105] Nachstehend wird auf die Bildung eines Integrationswertes mit Hilfe des Kondensators **300** näher eingegangen. Zunächst wird der Mess-TFT **212** von dem Steuerabschnitt **130** durchgeschaltet und über den Detektorabschnitt Massepotential an den Kondensator **300** angelegt. Zu diesem Zeitpunkt ist die Messung des Fließens elektrischer Ladungen durch den Detektorabschnitt **120** nicht erforderlich. Sodann wird der Mess-TFT **212** gesperrt, um die Integration einzuleiten. Während der Integrationsdauer wird der in den Kondensator **300** fließende Strom im Kondensator **300** in Form von elektrischen Ladungen gespeichert. Das Potential des Kondensators **300** steigt zu diesem Zeitpunkt zwar leicht an, was jedoch zu keiner nennenswerten Beeinträchtigung der Wirkungsweise des fotoelektrischen Wandlerelements **100** führt. Wenn dann der Mess-TFT **212** nach einer über eine gewisse Zeitdauer erfolgten Integration durchgeschaltet wird, fließen die in dem Kondensator **300** gespeicherten elektrischen Ladungen über den Mess-TFT **212** in den Detektorabschnitt **120**. Dieser Strom entspricht somit einem durch Integration über eine bestimmte Zeitdauer erhaltenen Integrationswert und kann mit Hilfe des Detektorabschnitts **120** gemessen werden.

[0106] Obwohl die vorstehende Beschreibung in der Annahme erfolgt ist, dass das einfallende Licht einen festen Wert aufweist, ist ersichtlich, dass der durch A, B und C gekennzeichnete Strom sich in Abhängigkeit von der Intensität des einfallenden Lichts kontinuierlich verändert und dass auch sowohl die Intensität quantitativ ermittelt als auch das Vorhandensein oder Nichtvorhandensein von einfallendem Licht erfasst werden kann.

[0107] Obwohl gemäß der vorstehenden Beschreibung in der Auffrischungsbetriebsart bei der Abführung der Defektelektronen aus der i-Schicht **4** die Abführung sämtlicher Defektelektronen angestrebt wird, besteht diesbezüglich kein Problem, da bereits die Abführung eines Teils der Defektelektronen ebenfalls effektiv ist und für den optischen Strom A oder C der gleiche Wert wie bei der Abführung sämtlicher Defektelektronen erhalten werden kann. Wenn bei der Abführung der Defektelektronen stets eine feste Menge der Defektelektronen verbleibt, kann ebenfalls die Lichtmenge quantitativ durch den Strom B ermittelt werden. Somit sollte nur der durch den Stromwert D bei der Messung in der nächsten fotoelektrischen Umsetzungsbetriebsart gekennzeichnete Zustand, d. h., ein in Fig. 5C veranschaulichter Zustand, vermieden werden, wozu es lediglich erforderlich ist, entsprechende Kennwerte der Spannung V_{dg} in der Auffrischungsbetriebsart, der Periode bzw. Zeitdauer der Auffrischungsbetriebsart sowie der Injektions-Sperrschicht der n-Schicht **5** festzulegen.

[0108] Im übrigen stellt in der Auffrischungsbetriebsart das Eindringen bzw. die Injektion von Elektronen in die i-Schicht **4** kein unumgängliches Erfordernis dar, und auch die Spannung V_{dg} ist nicht auf eine negative Spannung beschränkt, was auf den Umstand zurückzuführen ist, dass auf Grund der Richtung des elektrischen Feldes in der i-Schicht **4** Defektelektronen auch bei einer positiven Spannung V_{dg} zu der Elektrode D geführt werden, wenn viele Defektelektronen in der i-Schicht **4** verbleiben. Weiterhin ist es bezüglich der Eigenschaften der Injektions-Sperrschicht der n-Schicht **5** nicht erforderlich, dass Elektronen in die i-Schicht **4** eindringen bzw. injiziert werden können.

[0109] In Bezug auf den Detektorabschnitt kann eine Vielzahl von Ausführungsformen in Betracht gezogen werden, von denen einige Ausführungsbeispiele vorstehend unter Bezugnahme auf die Fig. 7A bis Fig. 7C beschrieben worden sind.

[0110] Da der fotoelektrische Wandler bei diesem Ausführungsbeispiel den Kondensator **300** umfasst, können fotoelektrisch umgesetzte Signale für eine gewünschte Zeitdauer gespeichert und auf diese Weise eine weitere Steigerung einer hohen Empfindlichkeit und eines hohen Störabstands erzielt werden.

Sechstes Ausführungsbeispiel

[0111] Fig. 12 zeigt ein Schaltbild eines sechsten Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen fotoelektrischen Wandlers. Hierbei sind mit gleichen Bezugszahlen die gleichen Bauelemente wie in den vorstehend beschriebenen Figuren bezeichnet. Die Schichtstruktur des fotoelektrischen Wandlerabschnitts **100** und des Dünnschicht-Feldeffekttransistors **200** gemäß Fig. 10A kann auch bei einem fotoelektrischen Wandlerelement **100** und Schaltelemente darstellenden Dünnschicht-Feldeffekttransistoren **220** bis **222** Verwendung finden. Die Bezugszahl **114** bezeichnet eine Spannungsquelle, über die an eine Elektrode D ein positives Potential V_d angelegt wird, während die Bezugszahl **115** eine Spannungsquelle

bezeichnet, über die in einer Auffrischungsbetriebsart des fotoelektrischen Wandlerelements an eine Elektrode G ein positives Potential V_g angelegt wird. Hierbei ist die Spannungsquelle **115** auf eine Spannung eingestellt, die der Spannung der Spannungsquelle **114** entspricht oder höher ist. Die Gate-Elektroden der Dünnschicht-Feldeffekttransistoren **220**, **221** und **222** werden von Steuerabschnitten **131**, **132** und **133** zum Durchschalten oder Sperren der Transistoren angesteuert. Der von einer gestrichelten Linie umgebene Abschnitt **120** stellt einen Detektorabschnitt dar, über den das auf den fotoelektrischen Wandlerabschnitt **100** fallende Licht in der vorstehend beschriebenen Weise ermittelt bzw. gemessen wird.

[0112] Bei diesem Ausführungsbeispiel sind vier Betriebsarten vorgesehen: (1) eine Wandlerelement-Auffrischungsbetriebsart, (2) eine G-Elektroden-Initialisierungsbetriebsart, (3) eine Speicherbetriebsart und (4) eine Messbetriebsart. Die Wandlerelement-Auffrischungsbetriebsart (**1**) entspricht der Auffrischungsbetriebsart des vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispiels, während die G-Elektroden-Initialisierungsbetriebsart (**2**), die Speicherbetriebsart (**3**) und die Messbetriebsart (**4**) der fotoelektrischen Umsetzungsbetriebsart des vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispiels entsprechen und auch an jede Schicht des fotoelektrischen Wandlerelements **100** ein elektrisches Feld in der gleichen Richtung angelegt wird, sodass Betrieb und Arbeitsweise des fotoelektrischen Wandlerabschnitts **100** im wesentlichen identisch sind. Nachstehend wird auf diese Betriebsarten näher eingegangen. Im Sperrzustand der Dünnschicht-Feldeffekttransistoren **220**, **221** und **222** wird zunächst in der Wandlerelement-Auffrischungsbetriebsart der Dünnschicht-Feldeffekttransistor **220** von dem Steuerabschnitt **131** durchgeschaltet und über die Spannungsquelle **115** ein positives Potential V_g an die Elektrode G angelegt. Über die Spannungsquelle **114** liegt an der Elektrode D ein positives Potential V_d an, d. h., die Elektrode D besitzt in Bezug auf das Potential der Elektrode G das Potential $V_{dg} = (V_d - V_g)$. Hierdurch werden die Defektelektronen in dem fotoelektrischen Wandlerelement **100** zur Wiederauffrischung abgeführt. Sodann wird nach dem Sperren des Dünnschicht-Feldeffekttransistors **220** der Dünnschicht-Feldeffekttransistor **221** zum Übergang auf die G-Elektroden-Initialisierungsbetriebsart (**2**) von dem Steuerabschnitt **132** durchgeschaltet, sodass an die Elektrode G Massepotential angelegt wird. Zu diesem Zeitpunkt stellt das Potential V_{dg} eine positive Spannung dar, sodass bei dem fotoelektrischen Wandlerelement **100** die fotoelektrische Umsetzungsbetriebsart nach dem Fließen eines Einschaltspitzenstroms einsetzt. Sodann wird der Dünnschicht-Feldeffekttransistor **221** gesperrt, sodass sich die Elektrode G gleichstrommäßig im Leerlauf befindet, d. h., potentialfrei ist. In der Praxis wird jedoch das Potential durch eine äquivalente kapazitive Komponente C_s oder durch eine Streukapazität C_o des fotoelektrischen Wandlerabschnitts **100** aufrecht erhalten, die in der Figur gestrichelt dargestellt sind. Wenn Licht auf den fotoelektrischen Wandlerabschnitt **100** fällt, fließt ein entsprechender Strom aus der Elektrode G ab, sodass das Potential der Elektrode G ansteigt, d. h., die Lichteinfallsinformation wird in den Kapazitäten C_s und C_o in Form von elektrischen Ladungen gespeichert. Nach Ablauf einer bestimmten Zeitdauer für diese Speicherung wird der Dünnschicht-Feldeffekttransistor **222** von dem Steuerabschnitt **133** zum Übergang auf den Messbetrieb (**4**) durchgeschaltet. Hierdurch fließen die in den Kapazitäten C_s und C_o gespeicherten elektrischen Ladungen über den Dünnschicht-Feldeffekttransistor **222** in Richtung des Operationsverstärkers **126**, wobei die Ladungsmenge dem Integrationswert des aus dem fotoelektrischen Wandlerabschnitt **100** in der Speicherbetriebsart abfließenden Stroms entspricht, d. h., die Ladungsmenge bzw. der Strom wird als Gesamtmenge des einfallenden Lichts durch einen Integrator gemessen, der den Operationsverstärker, einen Kondensator **124** und ein Schaltelement **125** umfasst. Dieser Integrator sollte vor dem Übergang auf die Messbetriebsart (**4**) durch Einschalten des Schaltelements **125** über einen nicht dargestellten Steuerabschnitt rückgestellt werden, sodass der Kondensator **124** entladen wird. Sodann wird nach dem Sperren des Dünnschicht-Feldeffekttransistors **222** der Dünnschicht-Feldeffekttransistor **220** durch den Steuerabschnitt **131** zur Wiederholung dieses Ablaufs wieder durchgeschaltet.

[0113] Dieses Ausführungsbeispiel ist somit in der vorstehend beschriebenen Weise dadurch gekennzeichnet, dass in der Messbetriebsart der Integrationswert eines während einer bestimmten längeren Speicherzeit fließenden Stroms unter Verwendung einer Kombination von Bauelementen in kurzer Zeit erhalten werden kann, sodass sich dieses Ausführungsbeispiel in Bezug auf die Herstellung eines einen hohen Störabstand aufweisenden fotoelektrischen Wandlers mit einem empfindlichen, teuren Operationsverstärker in Verbindung mit einer Vielzahl von kostengünstigen fotoelektrischen Wandlerelementen als sehr effektiv erweist.

[0114] Die Arbeitsweise der fotoelektrischen Wandlerelemente entspricht bei diesem Ausführungsbeispiel im wesentlichen der Arbeitsweise des ersten Ausführungsbeispiels, mit der Ausnahme, dass das Potential der Elektrode G in der fotoelektrischen Umsetzungsbetriebsart ansteigt und sich das Potential V_{dg} verringert. Es könnte somit eintreten, dass der Zustand gemäß Fig. 5C bereits bei einer geringen Einfallslichtmenge leicht erreicht wird, was zu einer Einschränkung des Einfallslichtvolumens im Normalbetrieb führen könnte. Dieses Problem lässt sich jedoch auf einfache Weise durch bewusste Parallelschaltung eines großen Speicherkondensators mit

der Streukapazität Co lösen.

[0115] Fig. 13A veranschaulicht eine typische Draufsicht auf den fotoelektrischen Wandler gemäß Fig. 12, während Fig. 13B eine Schnittansicht entlang der Linie A-B gemäß Fig. 13A zeigt. Die Teile, die in Fig. 13A nicht im einzelnen dargestellt werden können, sind mit den gleichen Bezugszahlen bzw. Symbolen wie in Fig. 12 bezeichnet. Das fotoelektrische Wandlerelement **100** und die Dünnschicht-Feldeffekttransistoren **220** bis **222** sind mit Leiterbahnen **402** und **406** verbunden, durch die diese Elemente über eine Kontaktöffnung **408** elektrisch miteinander verbunden sind. Die in Fig. 13B dargestellten Leitungen **412** und **416** dienen zur Verbindung anderer Bauelemente. Nachstehend wird unter Bezugnahme auf die Fig. 13A und Fig. 13B die Art der Ausbildung der Elemente näher beschrieben.

[0116] Zunächst wird Cr in einer Dicke von annähernd 500 Å als untere Metallschicht **2** auf einem ein Isoliermaterial darstellenden Glassubstrat **1** durch Aufdampfen (Sputtern) oder dergleichen aufgebracht, woraufhin im Rahmen eines fotolithografischen Verfahrens eine Musterbildung erfolgt und nicht erforderliche Bereiche durch Ätzen entfernt werden. Auf diese Weise werden eine untere Elektrode des fotoelektrischen Wandlerelements **100**, Gate-Elektroden der Dünnschicht-Feldeffekttransistoren **220** bis **222** sowie die unteren Leiterbahnen **402** und **412** ausgebildet.

[0117] Sodann werden in einem identischen Vakuum durch chemische Beschichtung aus dem dampfförmigen Zustand, d. h., durch ein sogenannten CVD-Verfahren, eine SiN-Schicht **70** mit einer Dicke von annähernd 2000 Å, eine i-Schicht **4** mit einer Dicke von annähernd 5000 Å sowie eine n-Schicht **5** mit einer Dicke von annähernd 500 Å aufgebracht. Diese Schichten bilden eine Isolierschicht, eine fotoelektrische Wandlerhalbleiterschicht und eine Defektelektronen-Injektionssperrschicht des fotoelektrischen Wandlerelements **100** sowie eine Gate-Isolierschicht, eine Halbleiterschicht und eine Ohm'sche Kontaktschicht der Dünnschicht-Feldeffekttransistoren **220** bis **222**. Außerdem dienen sie als Querschnitts-Isolierschichten für obere und untere Leiterbahnen. Obwohl die Dicke einer jeden Schicht nicht auf die vorstehend beschriebenen Werte beschränkt ist, sondern in Abhängigkeit von einer Spannung, einem Strom, elektrischen Ladungen, dem einfallenden Lichtvolumen oder anderen für den fotoelektrischen Wandler maßgebenden Bedingungen optimiert werden kann, besitzt vorzugsweise zumindest die SiN-Schicht eine Dicke von 500 Å oder mehr, sodass sie als Gate-Isolierschicht für die Dünnschicht-Feldeffekttransistoren dienen kann und das Hindurchtreten von Elektronen und Defektelektronen durch diese Schicht verhindert wird.

[0118] Nach der Laminierung der Schichten wird ein für die Kontaktöffnung **408** vorgesehener Bereich durch Ätzen ausgebildet und sodann Al mit einer Schichtdicke von annähernd 10000 Å als obere Metallschicht **6** durch Aufsprühen oder dergleichen aufgebracht. Außerdem erfolgt im Rahmen eines fotolithografischen Verfahrens eine Musterbildung, wobei nicht erforderliche Bereiche durch Ätzen entfernt und eine obere Elektrode des fotoelektrischen Wandlerelements **100**, eine Source-Elektrode und eine Drain-Elektrode, d. h., die Hauptelektroden der Dünnschicht-Feldeffekttransistoren **220** bis **222**, sowie obere Leiterbahnen **406** und **416** ausgebildet werden. In der Kontaktöffnung **408** werden das untere Leiterbahnmuster **402** und das obere Leiterbahnmuster **406** miteinander verbunden.

[0119] Außerdem wird die n-Schicht durch reaktives Ionenstrahlätzen (RIE-Verfahren) nur für die Kanalabschnitte der Dünnschicht-Feldeffekttransistoren **220** bis **222** ausgebildet, woraufhin nicht erforderliche Teile der SiN-Schicht **70**, der i-Schicht **4** und der n-Schicht **5** zur Trennung der Elemente voneinander durch Ätzen entfernt werden. Hiermit ist die Ausbildung des fotoelektrischen Wandlerelements **100**, der Dünnschicht-Feldeffekttransistoren **220** bis **222**, der unteren Leiterbahnen **402** und **412**, der oberen Leiterbahnen **406** und **416** sowie der Kontaktöffnung **408** abgeschlossen. Normalerweise wird die Oberseite eines jeden Elements mit einer (nicht dargestellten) Passivierungsschicht aus SiN oder dergleichen zur Verbesserung ihrer Beständigkeit überzogen.

[0120] Bei diesem Ausführungsbeispiel kann somit in der vorstehend beschriebenen Weise der fotoelektrische Wandler lediglich unter Verwendung der unteren Metallschicht **2**, auf der das fotoelektrische Wandlerelement **100**, die Dünnschicht-Feldeffekttransistoren **220** bis **222** und ein Leiterbahnabschnitt **400** gleichzeitig aufgebracht werden, der SiN-Schicht **70**, der i-Schicht **4**, der n-Schicht **5** sowie der oberen Metallschicht **6** und entsprechende Ätzbehandlung von Teilen dieser Schichten gebildet werden, wobei nur ein einziger Bereich der Injektions-Sperrschicht in dem fotoelektrischen Wandlerelement **100** vorhanden ist, der in einem identischen Vakuum ausgebildet werden kann, und wobei die Gate-Isolierschicht oder eine i-Grenzschicht, die für die Eigenschaften eines Dünnschicht-Feldeffekttransistors von maßgeblicher Bedeutung ist, ebenfalls in einem identischen Vakuum ausgebildet werden kann, was die Herstellung eines fotoelektrischen Hochleistungswandlers mit einem generell hohen Gutausbeuteprozentsatz bei niedrigen Herstellungskosten ermöglicht.

Siebtes Ausführungsbeispiel

[0121] Fig. 14 zeigt ein Schaltbild eines siebten Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen fotoelektrischen Wandlers. Hierbei sind mit gleichen Be-

zugszahlen die gleichen Bauelemente bzw. Merkmale wie in den vorstehend beschriebenen Figuren bezeichnet. Die Schichtstruktur des fotoelektrischen Wandlerabschnitts **100** und des Dünnschicht-Feldeffekttransistors **200** gemäß Fig. 11A kann auch bei einem fotoelektrischen Wandlerelement **100**, Dünnschicht-Feldeffekttransistoren **220** bis **222** und einem Kondensator **300** Verwendung finden. Die Bezugszahl **114** bezeichnet eine Spannungsquelle, über die an eine Elektrode D ein positives Potential V_d angelegt wird, während die Bezugszahl **115** eine Spannungsquelle bezeichnet, über die in einer Auffrischungsbetriebsart des fotoelektrischen Wandlerelements an eine Elektrode G ein positives Potential V_g angelegt wird. Hierbei ist die Spannungsquelle **115** auf eine Spannung eingestellt, die der Spannung der Spannungsquelle **114** entspricht oder höher ist. Die Gate-Elektroden der Dünnschicht-Feldeffekttransistoren **220**, **221** und **222** werden von Steuerabschnitten **131**, **132** und **133** zum Durchschalten oder Sperren der Transistoren angesteuert. Der von einer gestrichelten Linie umgebene Abschnitt **120** stellt einen Detektorabschnitt dar, über den das auf den fotoelektrischen Wandlerabschnitt **100** fallende Licht in der vorstehend beschriebenen Weise ermittelt bzw. gemessen wird.

[0122] Bei diesem Ausführungsbeispiel sind vier Betriebsarten vorgesehen: (1) eine Wandlerelement-Auffrischungsbetriebsart, (2) eine G-Elektroden-Initialisierungsbetriebsart, (3) eine Speicherbetriebsart und (4) eine Messbetriebsart. Die Wandlerelement-Auffrischungsbetriebsart (**1**) entspricht der Auffrischungsbetriebsart des vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispiels, während die G-Elektroden-Initialisierungsbetriebsart (**2**), die Speicherbetriebsart (**3**) und die Messbetriebsart (**4**) der fotoelektrischen Umsetzungsbetriebsart des vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispiels entsprechen und auch an jede Schicht des fotoelektrischen Wandlerelements **100** ein elektrisches Feld in der gleichen Richtung angelegt wird, sodass Betrieb und Arbeitsweise des fotoelektrischen Wandlerabschnitts **100** im wesentlichen identisch sind. Nachstehend wird auf diese Betriebsarten näher eingegangen. Im Sperrzustand der Dünnschicht-Feldeffekttransistoren **220**, **221** und **222** wird zunächst in der Wandlerelement-Auffrischungsbetriebsart der Dünnschicht-Feldeffekttransistor **220** von dem Steuerabschnitt **131** durchgeschaltet und über die Spannungsquelle **115** ein positives Potential V_g an die Elektrode G angelegt. Über die Spannungsquelle **114** liegt an der Elektrode D ein positives Potential V_d an, d. h., die Elektrode D besitzt in Bezug auf das Potential der Elektrode G das Potential $V_{dg} = (V_d - V_g)$. Hierdurch werden die Defektelektronen in dem fotoelektrischen Wandlerelement **100** zur Wiederauffrischung abgeführt. Sodann wird nach dem Sperren des Dünnschicht-Feldeffekttransistors **220** der Dünnschicht-Feldeffekttransistor **221** zum Übergang auf die G-Elektroden-Initialisierungsbetriebsart (**2**) von dem Steuerabschnitt **132** durchgeschaltet, sodass an die Elektrode G Massepotential angelegt wird. Zu diesem Zeitpunkt stellt das Potential V_{dg} eine positive Spannung dar, sodass bei dem fotoelektrischen Wandlerelement **100** die fotoelektrische Umsetzungsbetriebsart nach dem Fließen eines Einschaltspitzenstroms einsetzt. Sodann wird der Dünnschicht-Feldeffekttransistor **221** gesperrt, sodass sich die Elektrode G gleichstrommäßig im Leerlauf befindet, d. h., potentialfrei ist. Das Potential wird jedoch durch den Kondensator **300** aufrecht erhalten. Wenn Licht auf den fotoelektrischen Wandlerabschnitt **100** fällt, fließt ein entsprechender Strom aus der Elektrode G ab, sodass das Potential der Elektrode G ansteigt, d. h., die Lichteinfallsinformation wird in dem Kondensator **300** in Form von elektrischen Ladungen gespeichert. Nach Ablauf einer bestimmten Zeitdauer für diese Speicherung wird der Dünnschicht-Feldeffekttransistor **222** von dem Steuerabschnitt **133** zum Übergang auf den Messbetrieb (**4**) durchgeschaltet. Hierdurch fließen die in dem Kondensator **300** gespeicherten elektrischen Ladungen über den Dünnschicht-Feldeffekttransistor **222** in Richtung des Operationsverstärkers **126**, wobei die Ladungsmenge dem Integrationswert des aus dem fotoelektrischen Wandlerabschnitt **100** in der Speicherbetriebsart abfließenden Stroms entspricht, d. h., die Ladungsmenge bzw. der Strom wird als Gesamtmenge des einfallenden Lichts durch einen Integrator gemessen, der den Operationsverstärker, einen Kondensator **124** und ein Schaltelement **125** umfasst. Dieser Integrator sollte vor dem Übergang auf die Messbetriebsart (**4**) durch Einschalten des Schaltelements **125** über einen nicht dargestellten Steuerabschnitt rückgestellt werden, sodass der Kondensator **124** entladen wird. Sodann wird nach dem Sperren des Dünnschicht-Feldeffekttransistors **222** der Dünnschicht-Feldeffekttransistor **220** durch den Steuerabschnitt **131** zur Wiederholung dieses Ablaufs wieder durchgeschaltet.

[0123] Dieses Ausführungsbeispiel ist somit in der vorstehend beschriebenen Weise dadurch gekennzeichnet, dass in der Messbetriebsart der Integrationswert eines während einer bestimmten längeren Speicherzeit fließenden Stroms unter Verwendung einer einfachen Kombination von Bauelementen in kurzer Zeit erhalten werden kann, sodass sich dieses Ausführungsbeispiel in Bezug auf die Herstellung eines einen hohen Störabstand aufweisenden fotoelektrischen Wandlers mit einem empfindlichen, teuren Operationsverstärker in Verbindung mit einer Vielzahl von kostengünstigen fotoelektrischen Wandlerabschnitten bei geringen Herstellungskosten als sehr effektiv erweist.

[0124] Die Arbeitsweise des fotoelektrischen Wandlers entspricht bei diesem Ausführungsbeispiel im wesentlichen der Arbeitsweise des sechsten Ausfüh-

rungsbeispiels, indem das Potential der Elektrode G in der fotoelektrischen Umsetzungsbetriebsart ansteigt und sich das Potential V_{dg} verringert. Es könnte somit eintreten, dass der Zustand gemäß Fig. 5C bereits bei einer geringen Einfallslichtmenge leicht erreicht wird, was zu einer Einschränkung des Einfallslichtvolumens im Normalbetrieb führen könnte. Dieses Problem lässt sich jedoch auf einfache Weise durch Einfügen des ausreichend großen Kondensators **300** lösen. Wenn dagegen kleine Lichtmengen gemessen werden, dient eine gestrichelt dargestellte Streukapazität C_s des fotoelektrischen Wandlerelements **100** als kapazitives Element, sodass der Wandler ohne Einfügung des Kondensators **300** als erforderliches Kapazitätselement betrieben werden kann. Hierbei kann die Streukapazität C_s über den Bereich bzw. die Fläche der oberen Elektrode **106** des fotoelektrischen Wandlerelements **100** eingestellt werden.

[0125] Fig. 15A veranschaulicht eine Draufsicht auf den fotoelektrischen Wandler gemäß Fig. 14, während Fig. 15B eine Schnittansicht entlang der Linie A-B gemäß Fig. 15A zeigt. Die Teile, die in Fig. 15A nicht im einzelnen dargestellt werden können, sind mit den gleichen Bezugszahlen bzw. Symbolen wie in Fig. 14 bezeichnet. Das fotoelektrische Wandlerelement **100**, der Kondensator **300** und die Dünnschicht-Feldeffekttransistoren **220** bis **222** sind mit Leiterbahnen **402** und **406** verbunden, durch die diese Elemente über eine Kontaktöffnung **408** elektrisch miteinander verbunden sind. Die in Fig. 13B dargestellten Leitungen **412** und **416** dienen zur Verbindung anderer Bauelemente. Nachstehend wird unter Bezugnahme auf die Fig. 15A und Fig. 15B die Art der Ausbildung der Elemente näher beschrieben.

[0126] Zunächst wird Cr in einer Dicke von annähernd 500 Å als untere Metallschicht **2** auf einem ein Isoliermaterial darstellenden Glassubstrat **1** durch Aufdampfen (Sputtern) aufgebracht, woraufhin im Rahmen eines fotolithografischen Verfahrens eine Musterbildung erfolgt und nicht erforderliche Bereiche durch Ätzen entfernt werden. Auf diese Weise werden eine untere Elektrode des fotoelektrischen Wandlerelements **100**, Gate-Elektroden der Dünnschicht-Feldeffekttransistoren **220** bis **222**, eine untere Elektrode für den Kondensator **300** sowie die unteren Leiterbahnen **402** und **412** ausgebildet.

[0127] Sodann werden in einem identischen Vakuum durch chemische Beschichtung aus dem dampfförmigen Zustand, d. h., durch ein sogenannten CVD-Verfahren, eine SiN-Schicht **70** mit einer Dicke von annähernd 2000 Å, eine i-Schicht **4** mit einer Dicke von annähernd 5000 Å sowie eine n-Schicht **5** mit einer Dicke von annähernd 500 Å aufgebracht. Diese Schichten bilden eine Isolierschicht, eine fotoelektrische Wandlerhalbleiterschicht und eine Defektelektronen-Injektionssperrschicht des fotoelektrischen Wandlerelements **100** sowie eine Gate-Isolierschicht, eine Halbleiterschicht und eine Ohm'sche Kontaktschicht der Dünnschicht-Feldeffekttransistoren **220** bis **222** und ferner eine Mittelschicht des Kondensators **300**. Außerdem dienen sie als Querschnitts-Isolierschichten für obere und untere Leiterbahnen. Obwohl die Dicke einer jeden Schicht nicht auf die vorstehend beschriebenen Werte beschränkt ist, sondern in Abhängigkeit von einer Spannung, einem Strom, elektrischen Ladungen, dem einfallenden Lichtvolumen oder anderen für den fotoelektrischen Wandler maßgebenden Bedingungen optimiert werden kann, besitzt vorzugsweise zumindest die SiN-Schicht eine Dicke von 500 Å oder mehr, sodass sie als Gate-Isolierschicht für die Dünnschicht-Feldeffekttransistoren dienen kann und das Hindurchtreten von Elektronen und Defektelektronen durch diese Schicht verhindert wird.

[0128] Nach der Laminierung der Schichten wird ein für die Kontaktöffnung **408** vorgesehener Bereich durch Ätzen ausgebildet und sodann Al mit einer Schichtdicke von annähernd 10000 Å als obere Metallschicht **6** durch Aufsprühen oder dergleichen aufgebracht. Außerdem erfolgt im Rahmen eines fotolithografischen Verfahrens eine Musterbildung, wobei nicht erforderliche Bereiche durch Ätzen entfernt und eine obere Elektrode des fotoelektrischen Wandlerelements **100**, eine Source-Elektrode und eine Drain-Elektrode, d. h., die Hauptelektroden der Dünnschicht-Feldeffekttransistoren **220** bis **222** eine obere Elektrode für den Kondensator **300**, sowie obere Leiterbahnen **406** und **416** ausgebildet werden. In der Kontaktöffnung **408** werden das untere Leiterbahnmuster **402** und das obere Leiterbahnmuster **406** miteinander verbunden.

[0129] Außerdem wird die n-Schicht durch reaktives Ionenstrahlätzen (RIE-Verfahren) nur für die Kanalabschnitte der Dünnschicht-Feldeffekttransistoren **220** bis **222** ausgebildet, woraufhin nicht erforderliche Teile der SiN-Schicht **70**, der i-Schicht **4** und der n-Schicht **5** zur Trennung der Elemente voneinander durch Ätzen entfernt werden. Hiermit ist die Ausbildung des fotoelektrischen Wandlerelements **100**, der Dünnschicht-Feldeffekttransistoren **220** bis **222** des Kondensators **300**, der unteren Leiterbahnen **402** und **412**, der oberen Leiterbahnen **406** und **416** sowie der Kontaktöffnung **408** abgeschlossen.

[0130] Normalerweise wird die Oberseite eines jeden Elements mit einer (nicht dargestellten) Passivierungsschicht aus SiN oder dergleichen zur Verbesserung ihrer Beständigkeit überzogen.

[0131] Bei diesem Ausführungsbeispiel kann somit in der vorstehend beschriebenen Weise der fotoelektrische Wandler lediglich unter Verwendung der unteren Metallschicht **2**, auf der das fotoelektrische Wandlerelement **100**, die Dünnschicht-Feldeffekt-

transistoren **220** bis **222**, der Kondensator **300** und ein Leiterbahnabschnitt **400** gleichzeitig aufgebracht werden, der SiN-Schicht **70**, der i-Schicht **4**, der n-Schicht 5 sowie der oberen Metallschicht **6** und entsprechende Ätzbehandlung von Teilen dieser Schichten gebildet werden, wobei nur ein einziger Bereich der Injektions-Sperrschicht in dem fotoelektrischen Wandlerelement **100** vorhanden ist, der in einem identischen Vakuum ausgebildet werden kann und wobei die Gate-Isolierschicht oder eine i-Grenzschicht, die für die Eigenschaften eines Dünnschicht-Feldeffekttransistors von maßgeblicher Bedeutung ist, ebenfalls in einem identischen Vakuum ausgebildet werden kann. Außerdem umfasst die Mittelschicht des Kondensators **300** eine Isolierschicht, die in bezug auf erwärmungsbedingte Leckströme weitgehend unempfindlich ist und somit die Ausbildung eines Kondensators mit guten Eigenschaften bzw. Kennwerten erleichtert. Dieses Ausführungsbeispiel ermöglicht somit die Herstellung eines fotoelektrischen Hochleistungswandlers bei niedrigen Herstellungskosten.

Achtes Ausführungsbeispiel

[0132] Fig. 16 zeigt ein schematisches Gesamtschaltbild eines fotoelektrischen Wandlers gemäß einem achten Ausführungsbeispiel der Erfindung, während Fig. 17A eine typische Draufsicht auf jeweilige Komponenten eines ersten Bildelements dieses Ausführungsbeispiels und Fig. 17B eine Schnittansicht entlang der Linie A-B gemäß Fig. 17A zeigen. In Fig. 16 sind mit S11 bis S33 fotoelektrische Wandlerelemente bezeichnet, wobei mit G eine untere Elektrodenseite und mit D eine obere Elektrodenseite bezeichnet sind.

[0133] Die neun fotoelektrischen Wandlerelemente S11 bis S33 sind eindimensional, d. h., in einer Linie bzw. Zeile auf dem gleichen Isoliersubstrat in Form eines Glassubstrats als Sensorabschnitt eines Zeilensensors angeordnet. Mit C11 bis C33 sind kapazitive Elemente in Form von Speicherkondensatoren bezeichnet, während mit Re11 bis Re33 Initialisierungs-Dünnschicht-Feldeffekttransistoren, mit Rf11 bis Rf33 Auffrischungs-Dünnschicht-Feldeffekttransistoren und mit T11 bis T33 Übertragungs-Dünnschicht-Feldeffekttransistoren bezeichnet sind. Bei dem Übertragungs-Dünnschicht-Feldeffekttransistor T11 sind mit g eine Gate-Elektrode, mit d eine Drain-Elektrode und mit s eine Source-Elektrode bezeichnet. Wenn ein niedriges Potential (das nachstehend als "L"-Potential bezeichnet ist) an die Gate-Elektrode angelegt wird, wird zwischen der Drain-Elektrode und der Source-Elektrode ein nichtleitender Zustand (Sperrzustand) herbeigeführt, während bei Anlegen eines (nachstehend als "H"-Potential bezeichneten) hohen Potentials an die Gate-Elektrode zwischen der Drain-Elektrode und der Source-Elektrode ein leitender Zustand (Durchschaltzustand) herbeigeführt wird. Die Elektrode dient somit als Schaltelement, was auch für die anderen Dünnschicht-Feldeffekttransistoren dieser Schaltungsanordnung zutrifft.

[0134] Mit g1 bis g5 sind Steuerleitungen der Dünnschicht-Feldeffekttransistoren bezeichnet, deren Steuerung mit Hilfe von Steuerimpulsen H/L erfolgt, die von einem Schieberegister SR1 erzeugt werden. Eine Lesespannungsquelle V_d ist gemeinsam mit jeweiligen Elektroden D der fotoelektrischen Wandlerelemente S11 bis S33 verbunden, während eine Auffrischungsspannungsquelle V_g gemeinsam mit jeweiligen Drain-Elektroden der Auffrischungs-Dünnschicht-Feldeffekttransistoren Rf11 bis Rf33 verbunden ist. Ein einzelnes Bildelement umfasst ein fotoelektrisches Wandlerelement, einen Kondensator und drei Dünnschicht-Feldeffekttransistoren, wobei sein Ausgangssignal über eine Matrix-Signalleitung MTX einem integrierten Messschaltkreis IC zugeführt wird. Bei diesem Ausführungsbeispiel des fotoelektrischen Wandlers sind die insgesamt neun Bildelemente in drei Blöcke unterteilt, deren Ausgangssignale (drei Bildelemente je Block) gleichzeitig übertragen und über die Matrix-Signalleitung MTX von dem integrierten Messschaltkreis IC aufeinanderfolgend in abzugebende Ausgangssignale umgesetzt werden. In dem integrierten Messschaltkreis IC angeordnete Leseschalter M1 bis M3 werden über Steuerleitungen sg1 bis sg3 von in einem Schieberegister SR2 erzeugten Steuerimpulsen H/L gesteuert, wobei ihre Ausgänge mit einem Integrierdetektor Amp verbunden sind, der die über die Leseschalter M1 bis M3 zugeführten Ladungen integriert und sie als Ausgangssignal Vout abgibt.

[0135] Der von einer strichpunktierten Linie umgebene Bereich ist auf dem gleichen großformatigen Glassubstrat ausgebildet. Fig. 17A zeigt eine Draufsicht auf einen Abschnitt, der einem ersten Bildelement in diesem Bereich entspricht, während Fig. 17B eine Schnittansicht eines Abschnitts darstellt, der in Fig. 17A durch eine strichpunktierte Linie zwischen A und B gekennzeichnet ist. Hierbei bezeichnen gleiche Symbole die gleichen Elemente wie in Fig. 16.

[0136] In den Fig. 17A und Fig. 17B sind mit S11 ein fotoelektrisches Wandlerelement, mit Re11, Rf11 und T11 Dünnschicht-Feldeffekttransistoren, mit C11 ein Kondensator und mit MTX eine Matrix-Signalleitung bezeichnet. Nachstehend wird unter Bezugnahme auf die Fig. 17A und Fig. 17B die Ausbildung dieser Elemente in der entsprechenden Reihenfolge beschrieben.

[0137] Zunächst wird Cr in einer Dicke von annähernd 500 Å als untere Metallschicht **2** auf einem ein Isoliermaterial darstellenden Glassubstrat **1** durch Aufdampfen (Sputtern) aufgebracht, woraufhin im Rahmen eines fotolithografischen Verfahrens eine

Musterbildung erfolgt und nicht erforderliche Bereiche durch Ätzen entfernt werden. Auf diese Weise werden eine untere Elektrode des fotoelektrischen Wandlerelements S11, Gate-Elektroden der Dünnschicht-Feldeffekttransistoren Re11, Rf11 und T11, eine untere Elektrode für den Kondensator C11 sowie die unteren Leiterbahnen der Matrix-Signalleitung MTX ausgebildet.

[0138] Sodann werden in einem identischen Vakuum durch chemische Beschichtung aus dem dampfförmigen Zustand, d. h., durch ein sogenannten CVD-Verfahren, eine SiN-Schicht **70** mit einer Dicke von annähernd 2000 Å, eine i-Schicht **4** mit einer Dicke von annähernd 5000 Å sowie eine n-Schicht **5** mit einer Dicke von annähernd 500 Å aufgebracht. Diese Schichten bilden eine Isolierschicht, eine fotoelektrische Wandlerhalbleiterschicht und eine Defektelektronen-Injektionssperrschicht des fotoelektrischen Wandlerelements S11 sowie eine Gate-Isolierschicht, eine Halbleiterschicht und eine Ohm'sche Kontaktschicht der Dünnschicht-Feldeffekttransistoren Re11, Rf11 und T11 und ferner eine Mittelschicht des Kondensators C11. Außerdem dienen sie als Querschnitts-Isolierschichten für die Matrix-Signalleitung MTX. Obwohl die Dicke einer jeden Schicht nicht auf die vorstehend beschriebenen Werte beschränkt ist, sondern in Abhängigkeit von einer Spannung, einem Strom, elektrischen Ladungen, dem einfallenden Lichtvolumen oder anderen für den fotoelektrischen Wandler maßgebenden Bedingungen optimiert werden kann, besitzt vorzugsweise zumindest die SiN-Schicht eine Dicke von 500 Å oder mehr, sodass sie als Gate-Isolierschicht für die Dünnschicht-Feldeffekttransistoren dienen kann und das Hindurchtreten von Elektronen und Defektelektronen durch diese Schicht verhindert wird.

[0139] Nach der Laminierung der Schichten wird ein für die Kontaktöffnung **408** vorgesehener Bereich durch Ätzen ausgebildet und sodann Al mit einer Schichtdicke von annähernd 10000 Å als obere Metallschicht **6** durch Aufsprühen oder dergleichen aufgebracht. Außerdem erfolgt im Rahmen eines fotolithografischen Verfahrens eine Musterbildung, wobei nicht erforderliche Bereiche durch Ätzen entfernt und eine obere Elektrode des fotoelektrischen Wandlerelements S11, eine Source-Elektrode und eine Drain-Elektrode, d. h., die Hauptelektroden der Dünnschicht-Feldeffekttransistoren Re11, Rf11 und T11, eine obere Elektrode für den Kondensator C11 sowie obere Leiterbahnen der Matrix-Signalleitung MTX ausgebildet werden. In der Kontaktöffnung werden das untere Leiterbahnmuster und das obere Leiterbahnmuster miteinander verbunden.

[0140] Außerdem wird die n-Schicht durch reaktives Ionenstrahlätzen (RIE-Verfahren) nur für die Kanalabschnitte der Dünnschicht-Feldeffekttransistoren Re11, Rf11 und T11 ausgebildet, woraufhin nicht erforderliche Teile der SiN-Schicht **70**, der i-Schicht **4** und der n-Schicht **5** zur Trennung der Elemente voneinander durch Ätzen entfernt werden. Hiermit ist die Ausbildung des fotoelektrischen Wandlerelements S11, der Dünnschicht-Feldeffekttransistoren Re11, Rf11 und T11, der Matrix-Signalleitung MTX sowie der Kontaktöffnung abgeschlossen. Obwohl vorstehend nur die Ausbildung des ersten Bildelements beschrieben worden ist, ist ersichtlich, dass gleichzeitig die Ausbildung weiterer Bildelemente erfolgt.

[0141] Normalerweise wird die Oberseite eines jeden Elements mit einer (nicht dargestellten) Passivierungsschicht aus SiN oder dergleichen zur Verbesserung ihrer Beständigkeit überzogen, wobei außerdem eine dünne Glasschicht mit einer Stärke von 50 µm in Form einer Klebverbindung aufgebracht wird.

[0142] Bei diesem Ausführungsbeispiel kann somit in der vorstehend beschriebenen Weise der fotoelektrische Wandler lediglich unter Verwendung der unteren Metallschicht **2**, auf der das fotoelektrische Wandlerelement, die Dünnschicht-Feldeffekttransistoren, der Kondensator und die Matrix-Signalleitung gleichzeitig aufgebracht werden, der SiN-Schicht **70**, der i-Schicht **4**, der n-Schicht **5** sowie der oberen Metallschicht **6** und entsprechende Ätzbehandlung von Teilen dieser Schichten gebildet werden, wobei nur ein einziger Bereich der Injektions-Sperrschicht in dem fotoelektrischen Wandlerelement vorhanden ist, der in einem identischen Vakuum ausgebildet werden kann, und wobei die Gate-Isolierschicht oder eine i-Grenzschicht, die für die Eigenschaften eines Dünnschicht-Feldeffekttransistors von maßgeblicher Bedeutung ist, ebenfalls in einem identischen Vakuum ausgebildet werden kann. Zusätzlich umfasst die Mittelschicht des Kondensators eine Isolierschicht, die auch bei Erwärmung leckstromarm ist, sodass ein Kondensator mit guten Eigenschaften ausgebildet werden kann.

[0143] Nachstehend wird unter Bezugnahme auf die Fig. 16 und Fig. 18 die Arbeitsweise dieses Ausführungsbeispiels des fotoelektrischen Wandlers näher beschrieben. Fig. 18 zeigt zeitabhängige Signalverläufe, die die Arbeitsweise dieses Ausführungsbeispiels veranschaulichen. Wie vorstehend beschrieben, dienen die fotoelektrischen Wandlerelemente dieses Ausführungsbeispiels als Fotosensor, der in der fotoelektrischen Umsetzungsbetriebsart einen dem einfallenden Licht proportionalen optischen Strom abgibt, wenn er regelmäßig wieder aufgefrischt wird. Die Beschreibung beginnt mit der Ansteuerung der Bildelemente in dem ersten Block des fotoelektrischen Wandlers.

[0144] Wenn angenommen wird, dass nach der Auffrischung der fotoelektrischen Wandlerelemente S11 bis S13 gemäß Fig. 16 eine bestimmte Zeitdauer für die Speicherung vergangen ist, so haben die Kon-

densatoren C11 bis C13 elektrische Ladungen gespeichert, deren Menge dem Integrationswert der Lichteinfallsinformation während dieser Zeitdauer proportional ist. Wie durch das Signal g1 in Fig. 18 veranschaulicht ist, wird zu diesem Zeitpunkt von dem Schieberegister SR1 ein H-Steuerimpuls zugeführt. Hierdurch werden die Übertragungs-Dünnschicht-Feldeffekttransistoren T11 bis T13 durchgeschaltet und damit leitend. Wenn hierbei den Steuerleitungen s1 bis s3 von dem Schieberegister SR2 Steuerimpulse aufeinanderfolgend zugeführt werden, werden die Ladungen der Kondensatoren C11 bis C13 über die Übertragungs-Dünnschicht-Feldeffekttransistoren T11 bis T13, die Matrix-Signalleitung MTX und die Leseschalter M1 bis M3 dem Integrierdetektor Amp zugeführt und aufeinanderfolgend als Impulse v1 bis v3 des Ausgangssignals Vout abgegeben (der Integrierdetektor Amp wird in nicht dargestellter Weise vor der Übertragung der Ladungen rückgestellt). Dieses Ausgangssignal ist dem Integrationswert der dem auf die fotoelektrischen Wandlerelemente S11 bis S13 während einer bestimmten Speicherzeit fallenden Licht entsprechenden Information proportional. Wie in Fig. 18 veranschaulicht ist, werden beim Anlegen eines Steuerimpulses an eine Leitung g2 die Auffrischungs-Dünnschicht-Feldeffekttransistoren Rf11 bis Rf13 durchgeschaltet und die Auffrischungsspannung Vg an die Elektroden G der fotoelektrischen Wandlerelemente S11 bis S13 angelegt. Hierdurch werden die in den fotoelektrischen Wandlerelementen befindlichen Defektelektronen zur Auffrischung abgeführt. Wenn danach ein Steuerimpuls an eine Leitung g3 angelegt wird, werden die Initialisierungs-Dünnschicht-Feldeffekttransistoren Re11 bis Re13 zur Beendigung der Auffrischung der fotoelektrischen Wandlerelemente S11 bis S13 und zur Initialisierung der Kondensatoren C11 bis C13 durchgeschaltet. Wenn das Signal der Leitung g3 den Wert "L" annimmt, ist die Elektrode G der fotoelektrischen Wandlerelemente S11 bis S13 gleichstrommäßig im Leerlauf bzw. potentialfrei, jedoch wird das Potential von den Kondensatoren C11 bis C13 aufrecht erhalten. Sodann setzt die Speicherperiode für den nächsten Zyklus ein, bei der die das auf die fotoelektrischen Wandlerelemente S11 bis S13 fallende Licht betreffende Information in den Kondensatoren C11 bis C13 gespeichert wird, bis ein Steuerimpuls an die Leitung g1 angelegt und der Ablauf wiederholt wird.

[0145] Während die Ansteuerung des ersten Blocks in dieser Weise abläuft, besitzt der zweite Block jedoch die Steuerleitungen g2 bis g4, während der dritte Block die Steuerleitung g3 bis g5 besitzt, sodass die Steuerimpulse in der in Fig. 18 dargestellten Weise mit einer gleichzeitigen Zeitverschiebung angelegt werden. Da bei diesem Ablauf jeder Impuls eine Zeitverschiebung aufweist, werden die Signale von mehreren Blöcken der Matrix-Signalleitung MTX nicht gleichzeitig zugeführt, sodass die das auf die fotoelektrischen Wandlerelemente S11 bis S33 fallende Licht betreffende Information in Form der in der Figur dargestellten optischen Signale v1 bis v9 des Ausgangssignals Vout abgegeben wird.

[0146] In Fig. 17B bezeichnen die gestrichelt dargestellten Teile einen (durch einen Pfeil gekennzeichneten) Lichtstrahlengang sowie ein unter Verwendung dieses Ausführungsbeispiels des fotoelektrischen Wandlers auszulesendes Original **1000**. Das Original wird durch ein seitlich der fotoelektrischen Wandlerelemente angeordnetes Fenster von der Rückseite des Glassubstrats **1** her durch Leuchtdioden oder dergleichen beleuchtet. Ein reflektierter Lichtstrahl, der Informationen über die auf dem Original **1000** befindlichen Zeichen oder Bilder enthält, fällt dann auf die in einer Zeile angeordneten fotoelektrischen Wandlerelemente S11 bis S33, woraufhin der fotoelektrische Wandler aufeinanderfolgend Ausgangssignale abgibt. Nach der Abgabe der Ausgangssignale für eine jeweilige einzelne Zeile verschiebt der fotoelektrische Wandler das Original um einen entsprechenden Betrag zum Auslesen einer weiteren bzw. der nächsten Zeile. Durch Wiederholung dieses Ablaufs wird die gesamte Bildinformation in elektrische Signale umgesetzt. Obwohl bei diesem Ausführungsbeispiel eine einzelne Zeile neun Bildelemente umfasst, ist die Anzahl der Bildelemente nicht hierauf beschränkt, sondern es können z. B. acht Bildelemente je mm und damit 1728 Bildelemente in einer Zeile angeordnet und sodann eine Unterteilung in 36 Blöcke vorgenommen werden, sodass sie in Einheiten von 48 Bildelementen verarbeitet werden können, wodurch sich ein fotoelektrischer Wandler für ein Faksimilegerät im DIN-A4-Format erhalten lässt.

[0147] Dieses Ausführungsbeispiel des fotoelektrischen Wandlers ermöglicht somit die Abgabe von optischen bzw. fotoelektrisch umgesetzten Signalen mit einer geringen Anzahl von Steuerleitungen und Messschaltungen, indem eine Vielzahl von fotoelektrischen Wandlerelementen in n Blöcke unterteilt und m Dünnschicht-Feldeffekttransistoren für jeden Block unter Verwendung einer einzigen Steuerleitung gleichzeitig zur Zuführung der optischen Signale der (n × m) fotoelektrischen Wandlerelemente zu der Matrix-Signalleitung angesteuert werden. Darüber hinaus kann eine Konfiguration erhalten werden, bei der die Anzahl der Steuerleitungen weiter verringert ist, indem die Steuerung der Gate-Elektroden von m Dünnschicht-Feldeffekttransistoren in einem Block mittels einer einzigen Steuerleitung gleichzeitig mit der Steuerung der Gate-Elektroden von m Dünnschicht-Feldeffekttransistoren für andere Funktionen in anderen Blöcken durchgeführt wird.

[0148] Bei diesem Ausführungsbeispiel kann der fotoelektrische Wandler in der vorstehend beschriebenen Weise lediglich von der unteren Metallschicht **2**,

auf der das fotoelektrische Wandlerelement, die Dünnschicht-Feldeffekttransistoren, die Kondensatoren und die Matrix-Signalleitung gleichzeitig aufgebracht werden, der SiN-Schicht **70**, der i-Schicht **4**, der n-Schicht **5** sowie der oberen Metallschicht **6** gebildet und durch Ätzverarbeitung dieser Schichten ausgestaltet werden. Eine solche Verringerung der Schichtbildungsvorgänge führt gleichzeitig auch zu einer Verringerung von defekten Elementen bei diesen Vorgängen, sodass insbesondere bei Herstellung eines fotoelektrischen Wandlers mit der vorstehend beschriebenen hohen Anzahl von Bildelementen der Gutausbeuteprozentsatz maßgeblich erhöht werden kann. Somit ermöglicht dieses Ausführungsbeispiel die Herstellung eines großformatigen fotoelektrischen Hochleistungswandlers bei geringen Herstellungskosten.

Neuntes Ausführungsbeispiel

[0149] Fig. 19 zeigt ein Gesamtschaltbild eines neunten Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen fotoelektrischen Wandlers, während Fig. 20A eine Draufsicht auf die jeweiligen Komponenten eines Bildelements bei diesem Ausführungsbeispiel darstellt und Fig. 20B eine Schnittansicht entlang der Linie A-B gemäß Fig. 20A zeigt. Hierbei bezeichnen gleiche Bezugszahlen in diesen Figuren die gleichen Elemente wie in den Fig. 16 bis Fig. 17B. In Fig. 19 sind mit S11 bis S33 fotoelektrische Wandlerelemente bezeichnet, bei denen mit G jeweils eine untere Elektrodenseite und mit D eine obere Elektrodenseite bezeichnet sind. Mit C11 bis C33 sind Speicherkondensatoren bezeichnet, während mit T11 bis T33 Übertragungs-Dünnschicht-Feldeffekttransistoren bezeichnet sind. Eine Lesespannungsquelle Vs und eine Auffrischungsspannungsquelle Vg sind über einen jeweiligen Schalter SWs bzw. SWg mit den Elektroden G sämtlicher fotoelektrischer Wandlerelemente S11 bis S33 verbunden. Die Schalter SWs und SWg sind mit einer Auffrischungssteuerschaltung RF über einen Inverter bzw. direkt verbunden, von der sie derart gesteuert werden, dass der Schalter SWg während einer Auffrischungsperiode und der Schalter SWs während anderer Perioden durchgeschaltet sind. Ein Bildelement umfasst ein fotoelektrisches Wandlerelement, einen Kondensator und Dünnschicht-Feldeffekttransistoren, wobei sein Ausgangssignal über eine Signalleitung SIG einem integrierten Messschaltkreis IC zugeführt wird. Bei diesem Ausführungsbeispiel des fotoelektrischen Wandlers sind die insgesamt neun Bildelemente in drei Blöcke unterteilt, deren Ausgangssignale (drei Bildelemente je Block) gleichzeitig übertragen und über die Signalleitung SIG von dem integrierten Messschaltkreis IC aufeinanderfolgend in abzugebende Ausgangssignale (Vout) umgesetzt werden. Die Bildelemente sind hierbei zweidimensional angeordnet, wobei drei Bildelemente in jedem Block horizontal und drei Blöcke vertikal angeordnet sind.

[0150] Der von einer strichpunktierten Linie umgebene Bereich ist auf dem gleichen großformatigen Isoliersubstrat ausgebildet. Fig. 20A zeigt eine Draufsicht auf einen Abschnitt, der einem ersten Bildelement in diesem Bereich entspricht, während Fig. 20B eine Schnittansicht des durch eine strichpunktierte Linie zwischen A und B in Fig. 20A gekennzeichneten Abschnitts zeigt. Hierbei sind mit S11 ein fotoelektrisches Wandlerelement, mit T11 ein Dünnschicht-Feldeffekttransistor, mit C11 ein Kondensator und mit SIG eine Signalleitung bezeichnet. Bei diesem Ausführungsbeispiel ist der Kondensator C11 nicht getrennt von dem fotoelektrischen Wandlerelement S11 ausgebildet, sondern die Ausbildung des Kondensators C11 erfolgt in diesem Fall durch Vergrößerung der Elektrodenfläche des fotoelektrischen Wandlerelements S11. Dies ist auf Grund einer identischen Schichtstruktur des fotoelektrischen Wandlerelements und des Kondensators möglich und stellt ein wesentliches Merkmal dieses Ausführungsbeispiels dar. Das Verfahren zur Ausbildung der Schichten entspricht im wesentlichen dem ersten Ausführungsbeispiel, mit der Ausnahme, dass kein Ätzvorgang zur Ausbildung einer Kontaktöffnung durchgeführt wird, da bei diesem Ausführungsbeispiel keine Kontaktöffnung vorgesehen ist. Außerdem ist die Oberseite eines jeden Bildelements mit einer Siliciumnitridschicht (SiN) und einem Leuchtstoff aus Cäsiumiodit (CsI) zur Passivierung überzogen. Wenn Röntgenstrahlen auf die Oberseite fallen, werden sie von dem Leuchtstoff CsI in (durch gestrichelt dargestellte Pfeile gekennzeichnetes) Licht umgesetzt, das dann auf das fotoelektrische Element fällt.

[0151] Nachstehend wird unter Bezugnahme auf die Fig. 19 und Fig. 21 die Wirkungsweise dieses Ausführungsbeispiels des fotoelektrischen Wandlers näher beschrieben. Fig. 21 zeigt zeitabhängige Signalverläufe, die die Arbeitsweise dieses Ausführungsbeispiels veranschaulichen.

[0152] Zunächst wird von den Schieberegistern SR1 und SR2 ein H-Steuerimpuls an Steuerleitungen g1 bis g3 und sg1 bis sg3 angelegt. Hierdurch werden die Übertragungs-Dünnschicht-Feldeffekttransistoren T11 bis T33 sowie die Schalter M1 bis M3 durchgeschaltet und Massepotential an die Elektroden D sämtlicher fotoelektrischer Wandlerelemente S11 bis S33 angelegt (da ein Eingang eines Integrierdetektors Amp an Massepotential liegt). Gleichzeitig gibt die Auffrischungssteuerschaltung RF einen H-Steuerimpuls ab, sodass der Schalter SWg durchgeschaltet und über die Auffrischungsspannungsquelle Vg ein positives Potential an die Elektroden G sämtlicher fotoelektrischer Wandlerelemente S11 bis S33 angelegt wird. Sodann werden sämtliche fotoelektrischen Wandlerelemente S11 bis S33 zur Wiederauffrischung einem Auffrischungsvorgang unterzogen. Danach gibt die Auffrischungssteuerschal-

tung RF einen L-Steuerimpuls ab, wodurch der Schalter SWs durchgeschaltet und über die Lesespannungsquelle Vs ein negatives Potential an die Elektroden G sämtlicher fotoelektrischer Wandlerelemente S11 bis S33 angelegt wird. Hierdurch setzt bei sämtlichen fotoelektrischen Wandlerelementen S11 bis S33 der fotoelektrische Umsetzungsvorgang ein und die Kondensatoren C11 bis C33 werden initialisiert. In diesem Zustand wird von den Schieberegistern SR1 und SR2 ein L-Steuerimpuls an die Steuerleitungen g1 bis g3 und sg1 bis sg3 angelegt. Hierdurch werden die Schalter M1 bis M3 der Übertragungs-Dünnschicht-Feldeffekttransistoren T11 bis T33 abgeschaltet und die Elektroden D sämtlicher fotoelektrischer Wandlerelemente S11 bis S33 gleichstrommäßig in den Leerlauf bzw. potentialfrei geschaltet, jedoch wird das Potential von den Kondensatoren C11 bis C33 aufrecht erhalten. Hierbei fällt jedoch kein Röntgenstrahl ein, sodass auch kein Licht auf die fotoelektrischen Wandlerelemente S11 bis S33 fällt und kein optischer Strom fließt. Wenn dann ein pulsierender Röntgenstrahl erzeugt wird, durch einen Körper hindurchtritt und sodann auf den Leuchtstoff CsI trifft, wird er in Licht umgesetzt, das sodann auf die fotoelektrischen Wandlerelemente S11 bis S33 fällt. Dieses Licht enthält Informationen bezüglich des inneren Aufbaus des Körpers. Der auf Grund dieses Lichts fließende optische Strom wird in Form von elektrischen Ladungen in den Kondensatoren C11 bis C33 gespeichert und auch nach Beendigung des Röntgenstrahl-Einfalls aufrecht erhalten. Sodann wird von dem Schieberegister SR1 ein H-Steuerimpuls an die Steuerleitung g1 angelegt, woraufhin die Impulse v1 bis v3 aufeinanderfolgend über die Übertragungs-Dünnschicht-Feldeffekttransistoren T11 bis T13 und die Schalter M1 bis M3 abgegeben werden, wenn das Schieberegister SR2 einen Steuerimpuls an die Steuerleitung sg1 bis sg3 anlegt. In der gleichen Weise werden auch die anderen optischen Signale aufeinanderfolgend durch die über die Schieberegister SR1 und SR2 erfolgende Steuerung abgegeben. Auf diese Weise wird eine zweidimensionale Information bezüglich des inneren Aufbaus des Körpers in Form der Signale v1 bis v9 erhalten. Zur Erzeugung eines statischen Bildes ist nur einer der vorstehend beschriebenen Vorgänge erforderlich, während zur Erzeugung eines dynamischen Bildes der Ablauf wiederholt wird.

[0153] Bei diesem Ausführungsbeispiel sind die Elektroden G der fotoelektrischen Wandlerelemente mit einer gemeinsamen Leitung verbunden, deren Potential über die Schalter SWg und SWs in Bezug auf das Potential der Auffrischungsspannungsquelle Vg und der Lesespannungsquelle Vs gesteuert wird, sodass sämtliche fotoelektrische Wandlerelemente gleichzeitig zwischen der Auffrischungsbetriebsart und der fotoelektrischen Umsetzungsbetriebsart umgeschaltet werden können. Demzufolge kann ein optisches Ausgangssignal unter Verwendung eines einzigen Dünnschicht-Feldeffekttransistors je Bildelement ohne komplizierte Steuervorgänge erhalten werden.

[0154] Obwohl gemäß vorstehender Beschreibung neun Bildelemente in einer zweidimensionalen Anordnung (3 × 3) zur gleichzeitigen Übertragung und Abgabe der Ausgangssignale von drei Bildelementen durch Unterteilung der Bildelemente in drei Gruppen vorgesehen sind, besteht natürlich keine Beschränkung auf eine solche Anordnung, sondern wenn z. B. horizontal und vertikal je mm 5 × 5 Bildelemente in Form einer zweidimensionalen Anordnung von 2000 × 2000 Bildelementen vorgesehen sind, kann ein Röntgensensor in einem Format von 40 cm × 40 cm erhalten werden. Wenn ferner dieser Röntgensensor bei einem Röntgengerät nicht in Verbindung mit einem Röntgenfilm, sondern in Verbindung mit einem Röntgengenerator eingesetzt wird, kann ein solches Röntgengerät zur Röntgenuntersuchung des Brustraumes oder zur Brustkrebsuntersuchung Verwendung finden. Hierbei kann das erhaltene Ausgangssignal anders als bei Verwendung eines Röntgenfilms direkt auf einem Sichtgerät bzw. Bildschirm dargestellt und darüber hinaus digital umgesetzt werden, um eine Bildverarbeitung mit Hilfe eines Computers und damit eine Umsetzung in eine für vielfältige Anwendungszwecke geeignete Form zu ermöglichen. Weiterhin kann das erhaltene Ausgangssignal auf einer magnetooptischen Platte gespeichert werden, sodass direkt auf bereits vorhandene frühere Bilder zugegriffen werden kann. Die Empfindlichkeit eines solchen Röntgengeräts übertrifft die Empfindlichkeit eines mit einem Röntgenfilm arbeitenden Röntgengeräts, wobei sich darüber hinaus deutlichere Bilder unter Verwendung eines schwachen Röntgenstrahls erhalten lassen, dessen Einwirkung auf den Körper wesentlich geringer ist.

[0155] Die Fig. 22 und Fig. 23 zeigen Konzeptdarstellungen zur Veranschaulichung des Aufbaus eines Sensors mit 2000 × 2000 Bildelementen. Für den Aufbau dieses aus 2000 × 2000 Bildelementen bestehenden Sensors ist eine entsprechende Vergrößerung der Anzahl der in Fig. 19 von der strichpunktierten Linie umgebenen Bildelemente in Vertikalrichtung und Horizontalrichtung in Verbindung mit einer Vergrößerung der Steuerleitungen g1 bis g2000 (2000 Leitungen) und der Signalleitungen SIG auf Signalleitungen sig1 bis sig2000 (2000 Leitungen) erforderlich. Außerdem müssen das Schieberegister SR1 und der integrierte Messschaltkreis IC in der Lage sein, diese 2000 Leitungen zu steuern oder die Signale der 2000 Leitungen im Rahmen eines großen Formats zu verarbeiten. Wenn diese Vorgänge unter Verwendung eines einzigen Bauelements in Form eines Chips durchgeführt werden sollen, müsste dieser Chip in erheblichem Maße vergrößert werden, was in Bezug auf den Gutausbeuteprozentsatz bei der Herstellung und die Herstellungskosten von Nachteil ist.

Das Schieberegister SR1 wird daher z. B. von einzelnen Chips für jeweils 100 Abschnitte gebildet, sodass 20 Einheiten (SR1-1 bis SR1-20) des Schieberegisters Verwendung finden. Auch der integrierte Messschaltkreis wird von einzelnen Chips für jeweils 100 Verarbeitungsschaltungen gebildet, sodass auch hier 20 Einheiten (IC1 bis IC20) Verwendung finden.

[0156] Bei der Anordnung gemäß Fig. 22 sind 20 Chips (SR1-1 bis SR1-20) jeweils auf der linken Seite (L) angeordnet, während auf der Unterseite (D) 100 Steuerleitungen und Signalleitungen je Chip mit einem jeweiligen Chip durch ein Leitungskontaktierungsverfahren (Bonden) verbunden sind. Der in Fig. 22 von einer gestrichelten Linie umgebene Bereich entspricht dem in Fig. 19 von einer strichpunktierten Linie umgebenen Bereich, wobei Verbindungen zu externen Bereichen bzw. Bauelementen nicht dargestellt sind, d. h., die Elemente SWg, SWs, Vg, Vs und RF sind in der Figur nicht enthalten. Die integrierten Messschaltkreise IC1 bis IC20 geben 20 Ausgangssignale (Vout) ab, die über Schalter zusammen über eine Leitung geführt oder direkt für eine Parallelverarbeitung abgegeben werden können.

[0157] Darüber hinaus können auch in Form der in Fig. 23 dargestellten Konfiguration jeweils 10 Chips (SR1-1 bis SR1-10) auf der linken Seite (L) und jeweils 10 Chips (SR1-11 bis SR1-20) auf der rechten Seite (R) sowie jeweils 10 integrierte Messschaltkreise (IC1 bis IC10) auf der Oberseite (U) und jeweils 10 integrierte Messschaltkreise (IC11 bis IC20) auf der Unterseite (D) angeordnet sein. Bei dieser Konfiguration verteilen sich die Leitungen auf jeweils 1000 Leitungen für die Oberseite (U), die Unterseite (D), die linke Seite (L) und die rechte Seite (R), sodass die Leitungsdichte und damit auch die Leitungskontaktierungsdichte auf jeder Seite geringer sind, wodurch sich ein höherer Gutausbeuteprozentsatz erzielen lässt. Hierbei sind die Leitungen g1, g3, g5, ..., und 81999 auf der linken Seite (L) angeordnet, während die Leitungen g2, g4, g6, ..., g2000 auf der rechten Seite (R) angeordnet sind, d. h., die ungradzahligen Steuerleitungen sind auf der linken Seite (L) angeordnet, während die gradzahligen Steuerleitungen auf der rechten Seite (R) angeordnet sind. Hierdurch lässt sich der Gutausbeuteprozentsatz weiter verbessern, da die Leitungen in gleichen Abständen geführt und auf diese Weise ohne Steigerung der Konzentrationsdichte kontaktiert werden können. Hierbei können die Leitungen in der gleichen Weise auf die Oberseite (U) und die Unterseite (D) verteilt sein. Außerdem kann ein weiteres, nicht dargestelltes Ausführungsbeispiel in Betracht gezogen werden, bei dem die Steuerleitungen g1 bis g100, g201 bis g300, ... und g1801 bis g1900 auf die linke Seite (L) und die Steuerleitungen g101 bis g200, g301 bis g400, ..., g1901 bis g2000 auf die rechte Seite (R) verteilt sind, was beinhaltet, dass die Steuerleitungen in Einheiten von zugehörigen Steuerleitungen für jeden Chip unterteilt bzw. zusammengefasst sind und sodann abwechselnd auf die linke Seite (L) und die rechte Seite (R) verteilt werden. Dies ermöglicht eine kontinuierliche Steuerung der Leitungen in einem Chip, was durch die hierdurch gegebene einfache Ansteuerung einen einfachen Schaltungsaufbau und damit die Verwendung kostengünstigerer Schaltungsanordnungen bzw. Bauelemente ermöglicht. Da hierbei die Anordnung der Oberseite (U) und der Unterseite (D) in der gleichen Weise ausgestaltet ist, kann eine kontinuierliche Signalverarbeitung erfolgen, was ebenfalls die Verwendung von kostengünstigen Schaltungsanordnungen bzw. Bauelementen ermöglicht.

[0158] Bei den Ausführungsbeispielen gemäß den Fig. 22 und Fig. 23 wird die von der gestrichelten Linie umgebene Schaltungsanordnung auf dem Substrat ausgebildet, woraufhin die Chips angebracht werden können, oder die Leiterplatte und die von der gestrichelten Linie umgebenen Chips können auf einem anderen großen Substrat angeordnet werden. Darüber hinaus können die Chips auf einem flexiblen Substrat angeordnet werden, das sodann an einer durch die gestrichelte Linie gekennzeichneten Leiterplatte vor der Leitungsverbindung angebracht wird.

[0159] Es ist bisher unmöglich gewesen, diesen großformatigen fotoelektrischen Wandler mit einer äußerst hohen Anzahl von Bildelementen in den bei Verwendung eines üblichen Fotosensors erforderlichen komplizierten Verfahrensschritten herzustellen. Der erfindungsgemäße fotoelektrische Wandler lässt sich jedoch im Rahmen einer geringen Anzahl von einfachen Vorgängen herstellen, da die Elemente gleichzeitig unter Verwendung gemeinsamer Schichten ausgebildet werden, sodass sich ein großformatiger fotoelektrischer Hochleistungswandler mit geringen Kosten herstellen lässt. Außerdem können die Kondensatoren und die fotoelektrischen Wandlerelemente im gleichen Bauelement ausgebildet werden, wodurch sich die Anzahl der Bauelemente auf die Hälfte verringern und damit der Gutausbeuteprozentsatz verbessern lässt.

[0160] Nachstehend wird zum besseren Verständnis der Erfindung erneut auf den Einschaltspitzenstrom und den Auffrischungsvorgang bei Verwendung von Dünnschicht-Feldeffekttransistoren eingegangen. Fig. 24 zeigt ein Ersatzschaltbild einer einzelnen Bitstelle eines fotoelektrischen Wandlers mit einem Dünnschicht-Feldeffekttransistor **1700** und einer Spannungsquelle **1115**, während Fig. 25 die zugehörigen Signalverläufe zur Veranschaulichung von Betrieb und Wirkungsweise der Schaltungsanordnung gemäß Fig. 24 zeigt.

[0161] Zur Vereinfachung der Beschreibung erfolgt diese unter Bezugnahme auf das Ersatzschaltbild gemäß Fig. 24 einer Einzelbitstelle des fotoelektrischen Wandlers, bei der ein positives Potential an

eine Elektrode G von fotoelektrischen Wandlerelementen über den Dünnschicht-Feldeffekttransistor **1700** angelegt wird. Hierbei wird angenommen, dass von einer Spannungsquelle **114** das Potential V_D an eine Elektrode D der fotoelektrischen Wandlerelemente angelegt wird, während von der Spannungsquelle **1115** das Potential V_{rG} bei einem Auffrischungsvorgang an die Elektrode G angelegt wird.

[0162] Ein fotoelektrisches Wandlerelement **100** besitzt den gleichen Aufbau wie das vorstehend in Verbindung mit dem ersten Ausführungsbeispiel beschriebene fotoelektrische Wandlerelement **100** und wird somit nachstehend unter Bezugnahme auf Fig. 4A beschrieben. Wenn bei der Anordnung gemäß Fig. 4A das Potential (V_o) der Elektrode G des fotoelektrischen Wandlerelements **100** auf einen höheren Wert als das Potential (V_D) der Elektrode D ($V_o = V_{rG} \geq V_D$) aufgefrischt wird, werden die in der i-Schicht **4** des fotoelektrischen Wandlerelements **100** verbliebenen und die in Grenzflächendefekten an der Grenzfläche zwischen der i-Schicht **4** und der Isolierschicht **70** festgehaltenen Defektelektronen vollständig zu der Elektrode D geführt. Dagegen werden die Elektronen hierbei von der Elektrode D in die i-Schicht **4** injiziert, wobei ein Teil der Elektronen in Grenzflächendefekten an der Grenzfläche zwischen der i-Schicht **4** und der Isolierschicht **70** festgehalten wird. Dieser Strom wird nachstehend als negativer Einschaltspitzenstrom bezeichnet. Wenn sodann das Potential der Elektrode G des fotoelektrischen Wandlerelements **100** nach Beendigung des Auffrischungsvorgangs auf Massepotential oder dergleichen zurückgestellt wird, werden die in der i-Schicht **4** enthaltenen und in den Grenzflächendefekten festgehaltenen Elektronen vollständig zu der Elektrode D geführt. Dieser Strom wird nachstehend als positiver Einschaltspitzenstrom bezeichnet. Da ein Grenzflächendefekt an der Grenzfläche zwischen der i-Schicht **4** und der Isolierschicht **70** im allgemeinen eine tiefe Energiemulde aufweist, ist ein relativ hoher Energieaufwand zur Bewegung von Elektronen und Defektelektronen aus den Grenzflächendefekten und zur Verschiebung von Elektronen und Defektelektronen aus anderen Bereichen zu diesen Grenzflächendefektstellen erforderlich, was sich in einer geringeren Ladungsträgerbeweglichkeit bemerkbar macht. Somit ist eine Zeit von einigen 10 µs bis zu einigen 10 s erforderlich, bis der positive Einschaltspitzenstrom auf 0 abfällt, d. h., bis sämtliche in den Grenzflächendefekten festgehaltene. Elektronen zu der Elektrode D abgeführt sind, sodass ein hoher Einschaltspitzenstrom auch nach der Beendigung eines Rückstellvorgangs für die Elektrode D fließt. Dies hat zur Folge, dass die in einer Kapazität der Elektrode G gespeicherten elektrischen Ladungen auch Ladungen enthalten, die durch den Einschaltspitzenstrom erzeugt worden sind und somit Störelemente bzw. Rauschanteile darstellen, wodurch sich der Störabstand bzw. das Signal-Rauschverhältnis der elektrischen Ladungen verringert.

[0163] Nachstehend wird auf diese Umstände unter Bezugnahme auf die Fig. 24 und Fig. 25 im einzelnen eingegangen.

[0164] Fig. 25 veranschaulicht die Ansteuerung eines Schaltelements **1125**, eines Übertragungs-Dünnschicht-Feldeffekttransistors **1300**, eines Auffrischungs-Dünnschicht-Feldeffekttransistors **1700** sowie eines Rückstell-Dünnschicht-Feldeffekttransistors **1400** gemäß Fig. 24 durch einen einen hohen Pegel aufweisenden jeweiligen Impuls Ba, Bb, Bc bzw. Bd, wobei mit H ein zum Durchschalten des jeweils angesteuerten Bauelements dienender hoher Pegel bezeichnet ist, der bei einem Halbleiter-Schaltelement aus kristallinem Silicium üblicherweise einen Wert von annähernd + 5 bis + 12 V oder bei einem aus a-Si bestehenden Dünnschicht-Feldeffekttransistor einen Wert von annähernd + 8 bis + 15 V aufweist, während ein niedriger Pegel L meist von dem Spannungswert 0 V gebildet wird. Mit I_s und V_o sind ein Strom und ein Potential der Elektrode G bezeichnet, die in der durch die Pfeile in Fig. 24 gekennzeichneten Richtung verlaufen, wenn ein bestimmtes Lichtsignal auf das fotoelektrische Wandlerelement **100** fällt. In Fig. 25 ist der Verlauf von I_s und V_o im Betrieb bei einer 20 µs betragenden Impulsdauer der Impulse Pa, Pb, Pc und Pd dargestellt.

[0165] Gemäß Fig. 25 wird ein festes hohes Potential für V_o vom Impulsanstieg für die Auffrischung bei dem Impuls Pc bis zu dem Impulsanstieg für die Rückstellung bei dem Impuls Pd aufrecht erhalten. Demzufolge wird während dieser Zeitdauer kein positiver Einschaltspitzenstrom erzeugt, sondern der erste positive Einschaltspitzenstrom tritt beim Impulsanstieg des Impulses Pd auf Grund der vorstehend beschriebenen Abführung von in den Grenzflächendefekten festgehaltenen Elektronen auf. Da bei diesem fotoelektrischen Wandler annähernd 80 bis 100 µs bis zur Dämpfung dieses positiven Einschaltspitzenstroms auf im wesentlichen Null erforderlich sind, tritt ein hoher positiver Einschaltspitzenstrom beim Impulsabfall des Impulses Pd auf, wenn die Speicherung von Signalladungen in der Kapazität der Elektrode G einsetzt, wobei die in Fig. 25 durch den gestrichelten Bereich veranschaulichten Ladungen und Spannungswerte als Stör- oder Rauschsignalanteile gespeichert werden. Durch diese Speicherung verringert sich somit der Störabstand bzw. das Signal-Rauschverhältnis. Obwohl die Impulsdauer für die Rückstellung bei dem Impuls Pd zur Verringerung des positiven Einschaltspitzenstroms vergrößert werden kann, besteht diesbezüglich eine zeitliche Begrenzung, wobei sich hierdurch außerdem die zum vollständigen Auslesen der Signale des Geräts erforderliche Zeit verlängert, was zu einer Verringerung der Arbeitsgeschwindigkeit des Geräts und damit seiner Leistung führt.

[0166] Nachstehend werden unter Bezugnahme auf die Fig. 26A bis Fig. 26C die Bedingungen für eine zur Auffrischung des fotoelektrischen Wandlerelements **100** anzulegende Spannung näher beschrieben.

[0167] Die Fig. 26A bis Fig. 26C zeigen Energiebänderzustände des fotoelektrischen Wandlerelements **100**, wobei sich die Elektroden an jedem Ende (die Elektroden D und G) im Leerlaufzustand befinden. Das fotoelektrische Wandlerelement **100** besitzt im allgemeinen einen MIS-Aufbau (Metall-Isolator-Halbleiter-Aufbau), bei dem in Abhängigkeit von den jeweiligen Spannungsbedingungen an den Elektroden ein Zustand mit einer relativ geringen Gesamtkapazität (ein Entladungszustand) oder ein Zustand mit einer relativ hohen Gesamtkapazität (ein Speicherzustand) auftritt.

[0168] Obwohl sich die Elektroden am Ende des in den Fig. 26A bis Fig. 26C veranschaulichten Bauelementes im Leerlaufzustand befinden, zeigt Fig. 26B einen Energiebänderzustand, der dem vorstehend beschriebenen Entladungszustand entspricht, während Fig. 26C einen Energiebänderzustand veranschaulicht, der dem vorstehend beschriebenen Speicherzustand entspricht.

[0169] Im allgemeinen befindet sich ein MIS-Kondensator meist in dem in Fig. 26A dargestellten Zustand, bei dem das Band der i-Schicht flach ausgebildet ist (Flachbandspannung V_{FB} = 0 V), oder in dem in Fig. 26B dargestellten Zustand, bei dem unmittelbar nach der Herstellung ein gewisser Entladungszustand vorliegt (3 V ≥ V_{FB} > 0 V). Außerdem besteht die Möglichkeit, durch Anlegen einer Spannung an den MIS-Kondensator in einem gewissen Ausmaß einen beliebigen positiven oder negativen Spannungswert für V_{FB} einzustellen.

[0170] Die Bedingungen für Spannungswerte zur Herbeiführung eines positiven Einschaltspitzenstroms (lange Abfallzeit und hoher Stromwert) lassen sich daher folgendermaßen zusammenfassen:

[0171] Bei einer auf den Wert Null eingestellten Flachbandspannung V_{FB} der i-Schicht des fotoelektrischen Wandlerelements **100** fließt ein positiver Einschaltspitzenstrom, wenn das Potential (V_{rG}) an der Elektrode G bei der Auffrischung höher als das Potential (V_D) der Elektrode D ist, d. h., wenn $V_{rG} > V_D$ ist.

[0172] Bei einer nicht auf den Wert Null eingestellten Flachbandspannung V_{FB} der i-Schicht des fotoelektrischen Wandlerelements **100** fließt ein positiver Einschaltspitzenstrom nur dann, wenn das Potential (V_{rG}) der Elektrode G bei der Auffrischung gleich einem oder größer als ein Spannungswert ist, der sich durch Subtraktion von V_{FB} von dem Potential (V_D) der Elektrode D ergibt, d. h., wenn $V_{rG} \geq V_D - V_{FB}$ gilt.

[0173] Nachstehend werden diese Zusammenhänge unter Bezugnahme auf die Fig. 27A bis Fig. 27C im einzelnen beschrieben.

[0174] Die Fig. 27A bis Fig. 27C zeigen Energiebänderzustände des fotoelektrischen Wandlerelements **100** für $V_{rG} \geq V_D - V_{FB}$, wobei in Fig. 27A der Zustand in der Dickenrichtung (Querrichtung) der Schichten von der unteren Elektrodenschicht **2** zu der transparenten Elektrodenschicht **6** veranschaulicht ist. Bei dem in Fig. 27A veranschaulichten Auffrischungsvorgang besitzt die Elektrode D in Bezug auf die Elektrode G ein negatives Potential, sodass die durch schwarze Punkte dargestellten Defektelektronen in der i-Schicht **4** durch ein elektrisches Feld zur Elektrode D geführt werden. Gleichzeitig dringen die durch kleine Kreise dargestellten Elektronen in die i-Schicht **4** ein. Hierbei werden Defektelektronen, die in Grenzflächendefekten an der Grenzfläche zwischen der i-Schicht **4** und der Isolierschicht **70** festgehalten werden, erst nach einer gewissen Zeit zu der Elektrode D geführt, während umgekehrt auch ein Teil der in die i-Schicht **4** injizierten Elektronen nach einer gewissen Zeit in den Grenzflächendefekten an der Grenzfläche zwischen der i-Schicht **4** und der Isolierschicht **70** festgehalten werden. Hierbei tritt eine Rekombination eines Teils der Defektelektronen und Elektronen in der n-Schicht **5** und der i-Schicht **4** auf, wodurch sie verschwinden. Wenn dieser Zustand ausreichend lange andauert, sind die in der i-Schicht befindlichen Defektelektronen aus der i-Schicht entfernt. Wenn der in Fig. 27B veranschaulichte fotoelektrische Umsetzungsvorgang in diesem Zustand beginnt, besitzt die Elektrode D in Bezug auf die Elektrode G ein positives Potential, sodass die in der i-Schicht **4** befindlichen Elektronen sofort zu der Elektrode D geführt werden. Die in den Defektstellen an der Grenzfläche zwischen der i-Schicht **4** und der Isolierschicht **70** festgehaltenen Elektronen werden erst nach einer gewissen Zeit zu der Elektrode D geführt. Diese in den Grenzflächendefektstellen festgehaltenen Elektronen führen zu dem vorstehend beschriebenen Einschaltspitzenstrom. Die Defektelektronen werden nicht zu der i-Schicht **4** geführt, da die n-Schicht **5** als Injektions-Sperrschicht dient. Wenn in diesem Zustand Licht auf die i-Schicht **4** fällt, wird dieses Licht absorbiert wobei Elektronen-Defektelektronenpaare erzeugt werden. Die Elektronen werden durch das elektrische Feld zu der Elektrode D geführt, während sich die Defektelektronen in der i-Schicht **4** zu der Grenzfläche zwischen der i-Schicht **4** und der Isolierschicht **70** bewegen. Da die Defektelektronen jedoch nicht in die Isolierschicht **70** eindringen können, verbleiben sie in der i-Schicht **4**. Ein Teil der Defektelektronen wird hierbei in Grenzflächendefektstellen festgehalten. In Fig. 27C ist der nach Ablauf einer gewissen Zeitdauer nach dem in Fig. 27B veranschaulichten fotoelektrischen Umsetzungsvorgang erhaltene Zustand dargestellt.

[0175] Nachstehend werden weitere Ausführungsbeispiele der Erfindung unter Bezugnahme auf die zugehörigen Zeichnungen im einzelnen beschrieben.

Zehntes Ausführungsbeispiel

[0176] Fig. 28 zeigt ein Ersatzschaltbild für eine einzelne Bitstelle eines fotoelektrischen Wandlers gemäß einem zehnten Ausführungsbeispiel der Erfindung, während Fig. 29 zeitabhängige Signalverläufe bei der Ansteuerung des fotoelektrischen Wandlers gemäß Fig. 28 veranschaulicht.

[0177] Da in Fig. 28 gleiche Bezugszahlen die gleichen Teile und Bauelemente wie in Fig. 24 bezeichnen, erübrigt sich deren erneute Beschreibung. Dieses Ausführungsbeispiel unterscheidet sich von dem Ersatzschaltbild gemäß Fig. 24 in Bezug auf die Größe der mit dem Dünnschicht-Feldeffekttransistor **1700** verbundenen Spannungsquelle.

[0178] Da der fotoelektrische Wandlerabschnitt **100** den gleichen Aufbau wie der fotoelektrische Wandlerabschnitt **100** gemäß Fig. 4A aufweist, besteht die Injektions-Sperrschicht zwischen der i-Schicht und der zweiten Elektrodenschicht aus einer n-Halbleiterschicht, sodass die Ladungsträger, deren Eindringen verhindert wird, von Defektelektronen gebildet werden. Wenn somit angenommen wird, dass ein einzelner Ladungsträger, dessen Eindringen verhindert wird, die Ladung q besitzt, gilt in diesem Zustand $q > 0$.

[0179] Bei diesem Ausführungsbeispiel umfasst ein Signal-Messabschnitt eine in Fig. 28 von einer gestrichelten Linie umgebene Messeinrichtung, einen Dünnschicht-Feldeffekttransistor **1300** sowie eine Einrichtung zum Anlegen eines Impulses Pb mit hohem Pegel.

[0180] Die Schaltungsanordnung gemäß Fig. 28 unterscheidet sich von der Schaltungsanordnung gemäß Fig. 24 lediglich darin, dass die Spannungsquelle **1115**, über die bei einem Auffrischungsvorgang des fotoelektrischen Wandlerelements **100** ein positives Potential an die Elektrode G angelegt wird, ein geringeres Potential V_{rG} als das Potential V_D der Spannungsquelle **114** aufweist, über die ein positives Potential an die Elektrode D angelegt wird. Da an der Elektrode G eine dem flachen Energieband der i-Schicht des fotoelektrischen Wandlerabschnitts **100** entsprechende Flachbandspannung (V_{FB}) anliegt, wird der fotoelektrische Wandler somit in dem Zustand $V_{rG} < V_D - V_{FB}$ angesteuert, während er bei der Schaltungsanordnung gemäß Fig. 24 in dem Zustand $V_{rG} \geq V_D - V_{FB}$ angesteuert wird.

[0181] Nachstehend wird die Arbeitsweise dieses Ausführungsbeispiels des fotoelektrischen Wandlers unter Bezugnahme auf Fig. 29 näher beschrieben.

[0182] Fig. 29 unterscheidet sich von Fig. 25 in Bezug auf den Verlauf des Stroms I_s des fotoelektrischen Wandlerelements **100** sowie in Bezug auf den Verlauf des von dem Strom I_s hervorgerufenen Potentials V_o der Elektrode G.

[0183] Wenn der Auffrischungsimpuls Pc gemäß Fig. 29 ansteigt und die Spannung V_{rG} ($V_{rG} < V_D - V_{FB}$) an die Elektrode G des fotoelektrischen Wandlerabschnitts **100** angelegt wird, wird ein Teil der in der i-Schicht verbliebenen Defektelektronen zu der Elektrode D geführt. Hierbei kann angenommen werden, dass fast sämtliche Defektelektronen, die in Defektstellen an der Grenzfläche zwischen der i-Schicht und der Isolierschicht festgehalten werden, in diesem Zustand verbleiben. Obwohl Elektronen, deren Menge dem zu der Elektrode D geführten Anteil der Defektelektronen entspricht oder geringer ist, von der Elektrode D in die i-Schicht injiziert werden, kann weiterhin angenommen werden, dass im wesentlichen keine Elektronen in den Defektstellen an der Grenzfläche zwischen der i-Schicht und der Isolierschicht festgehalten werden, da das Potential auf der Seite der Elektrode G in dem elektrischen Feld niedriger ist. Somit tritt beim Anstieg des Auffrischungsimpulses Pc gemäß Fig. 29 nur ein geringer negativer Einschaltspitzenstrom mit einer kurzen Abfallzeit auf. In Fig. 29 ist veranschaulicht, dass die Spannung V_o an der Elektrode G während der Zeit vom Anstieg des Auffrischungsimpulses bis zum Anstieg des Rückstellimpulses Pd für die Elektrode G annähernd gleich der Spannung V_{rG} ist und dass ihr Potential unter $V_D - V_{FB}$ liegt.

[0184] Wenn sodann beim Anstieg des G-Elektroden-Rückstellimpulses die Elektrode G des fotoelektrischen Wandlerabschnitts **100** an Massepotential gelegt wird, werden sämtliche in der i-Schicht verbliebenen Elektronen zu der Elektrode D abgeführt. Hierbei kann davon ausgegangen werden, dass zu diesem Zeitpunkt nur eine geringe Menge an Elektronen unmittelbar fließt, da sich in den Defektstellen an der Grenzfläche zwischen der i-Schicht und der Isolierschicht keine Elektronen befinden. Weiterhin findet auch im wesentlichen keine Bewegung der in den Defektstellen an der Grenzfläche befindlichen Defektelektronen statt. Somit tritt beim Anstieg des G-Elektroden-Rückstellimpulses Pd nur ein geringer positiver Einschaltspitzenstrom I_s mit einer kurzen Abfallzeit auf. Wenn der fotoelektrische Wandler mit einer Ansteuergeschwindigkeit von etwa 20 µs vom Anstieg bis zum Abfallen des G-Elektroden-Rückstellimpulses Pd betrieben wird, ist der Einschaltspitzenstrom in der in Fig. 29 dargestellten Weise beim Abfallen des Impulses Pd zu Beginn des fotoelektrischen Umsetzungsvorgangs im wesentlichen auf den Wert Null abgeklungen. Die nach dem Abfallen des Impulses Pd gespeicherten elektrischen Ladungen stellen somit fast vollständig elektrische Ladungen dar, die von dem auf den fotoelektrischen Wand-

lerabschnitt **100** fallenden Licht erzeugt werden, sodass durch Lesen der Signalspannung eine Information mit einem hohen Störabstand bzw. Signal-Rauschverhältnis erhalten werden kann. Die in dem in Fig. 28 von einer gestrichelten Linie umgebenen Bereich angeordneten Signal-Messelemente sind nicht auf den dargestellten Aufbau beschränkt, sondern es ist lediglich erforderlich, dass mit ihrer Hilfe ein Strom oder Ladungen direkt oder in Form von integrierten Werten gemessen werden können. Wenn ferner Signalladungen mit Hilfe eines Strommessgeräts oder dergleichen ausgelesen werden, ohne in einem Lesekondensator **1124** gespeichert zu werden, können der Lesekondensator **1124** und ein zugehöriges Schaltelement **1125** zur Potentialinitialisierung in der vorstehend bereits beschriebenen Weise entfallen.

[0185] Die grundsätzliche Wirkungsweise dieses Ausführungsbeispiels der Erfindung wird nachstehend unter Bezugnahme auf die zugehörigen Figuren in weiteren Einzelheiten beschrieben.

[0186] Die Fig. 30A bis Fig. 30C zeigen Energiebänderdarstellungen, die Vorgänge bei dem fotoelektrischen Wandlerabschnitt **100** für den Zustand $V_{rG} < V_D - V_{FB}$ veranschaulichen, wobei sie den Energiebänderdarstellungen gemäß den Fig. 27A bis Fig. 27C entsprechen.

[0187] Bei dem in Fig. 30A dargestellten Auffrischungsvorgang besitzt die Elektrode D in Bezug auf die Elektrode G ein positives Potential, sodass die in der i-Schicht **4** befindlichen und durch schwarze Punkte dargestellten Defektelektronen durch das elektrische Feld zu der Elektrode D geführt werden. Gleichzeitig dringen durch kleine Kreise dargestellte Elektronen in die i-Schicht **4** ein. Hierbei erfolgt im wesentlichen keine Bewegung der in den Defektstellen an der Grenzfläche zwischen der i-Schicht 4 und der Isolierschicht **70** festgehaltenen Defektelektronen, wobei in den Defektstellen an der Grenzfläche keine Elektronen festgehalten werden.

[0188] Wenn der in Fig. 30B dargestellte fotoelektrische Umsetzungsvorgang in diesem Zustand einsetzt, wird an die Elektrode G ein höheres, in Bezug auf die Elektrode D negatives Potential angelegt, sodass in der i-Schicht **4** befindliche Elektronen sofort zu der Elektrode D geführt werden. Hierbei tritt jedoch im wesentlichen kein Einschaltspitzenstrom auf, was bei dem vorstehend beschriebenen fotoelektrischen Wandler gemäß Fig. 24 ein Problem darstellt, da im wesentlichen überhaupt keine in den Grenzflächendefektstellen festgehaltene Elektronen vorhanden sind.

[0189] Fig. 30C zeigt einen Zustand, der nach einer gewissen Zeitdauer nach dem in Fig. 30B veranschaulichten fotoelektrischen Umsetzungsvorgang vorliegt.

[0190] Da bei diesem Ausführungsbeispiel in der vorstehend beschriebenen Weise keine lange Zeitdauer für die Abführung oder Injektion von Ladungsträgern erforderlich ist, da fast keine Elektronen in den Defektstellen an der Grenzfläche zwischen der i-Schicht **4** und der Isolierschicht **70** vorhanden sind, kann der einen Störsignalanteil darstellende Einschaltspitzenstrom in erheblichem Maße verringert werden.

Elftes Ausführungsbeispiel

[0191] Nachstehend wird unter Bezugnahme auf die Fig. 31 und Fig. 32 ein elftes Ausführungsbeispiel der Erfindung näher beschrieben. Fig. 31 zeigt ein Ersatzschaltbild eines fotoelektrischen Wandlers gemäß diesem elften Ausführungsbeispiel der Erfindung. Die Beschreibung erfolgt hierbei anhand eines Ausführungsbeispiels für eine Anordnung aus fotoelektrischen Wandlerelementen, bei der 9 fotoelektrische Wandlerelemente in eindimensionaler Anordnung vorgesehen sind.

[0192] Fig. 32 zeigt eine typische Draufsicht, die einen fotoelektrischen Wandlerabschnitt **100** mit einer Vielzahl von Bildelementen in Längsrichtung, einen Auffrischungs-Dünnschicht-Feldeffekttransistorabschnitt **1700**, einen Übertragungs-Dünnschicht-Feldeffekttransistorabschnitt **1300**, einen Rückstell-Dünnschicht-Feldeffekttransistorabschnitt **1400** und einen Leiterbahnabschnitt **1500** für ein einzelnes Bildelement veranschaulicht.

[0193] Der fotoelektrische Wandlerabschnitt **100** gemäß Fig. 32 umfasst eine untere Elektrode **2**, die auch als Lichtabschirmschicht gegen Licht von der Substratseite her dient. Licht von der Substratseite wird an der Oberfläche eines in der Figur senkrecht in Aufwärtsrichtung angeordneten (nicht dargestellten) Originals über ein Lichtfenster **17** reflektiert, sodass das reflektierte Licht auf den fotoelektrischen Wandlerabschnitt **100** fällt. Der von den hierbei erzeugten Ladungsträgern hervorgerufene Fotostrom wird in äquivalenten kapazitiven Komponenten des fotoelektrischen Wandlerelements **100** und einer weiteren Streukapazität gespeichert. Die gespeicherten Ladungen werden sodann durch den Übertragungs-Dünnschicht-Feldeffekttransistorabschnitt **1300** zu dem Matrix-Signalleitungsabschnitt **1500** übertragen und von einem (nicht dargestellten) Signalverarbeitungsabschnitt als Spannung ausgelesen.

[0194] Eine zweite Elektrodenschicht ist nicht spezifisch transparent ausgebildet. Bei diesem Ausführungsbeispiel findet eine n-Injektions-Sperrschicht zwischen einer i-Schicht und der zweiten Elektrodenschicht Verwendung, wobei die Ladungsträger, deren Injektion bzw. Eindringen verhindert wird, von Defekt-

elektronen gebildet werden. Wenn somit angenommen wird, dass q die Ladung eines Ladungsträgers darstellt, dessen Eindringen verhindert wird, ist auch hier in diesem Zustand die Bedingung q > 0 erfüllt.

[0195] Nachstehend wird die Ansteuerung dieses elften Ausführungsbeispiels des fotoelektrischen Wandlers unter Bezugnahme auf das Schaltbild gemäß Fig. 31 näher beschrieben.

[0196] Gemäß Fig. 31 bilden fotoelektrische Wandlerelemente S1 bis S9 eine aus drei Blöcken bestehende Anordnung, bei denen jeder Block von drei fotoelektrischen Wandlerelementen gebildet wird. Diese Konfiguration findet auch bei Auffrischungs-Dünnschicht-Feldeffekttransistoren F1 bis F9, die jeweils entsprechend mit den fotoelektrischen Wandlerelementen S1 bis S9 verbunden sind, Dünnschicht-Feldeffekttransistoren R1 bis R9 zur Initialisierung des Potentials der Elektroden G der fotoelektrischen Wandlerelemente S1 bis S9 sowie Dünnschicht-Feldeffekttransistoren T1 bis T9 zur Übertragung von Signalladungen Verwendung.

[0197] Eine jeweilige Elektrode mit einer identischen Reihenfolge in jedem Block der fotoelektrischen Wandlerelemente S1 bis S9 ist über die Übertragungs-Dünnschicht-Feldeffekttransistoren T1 bis T9 mit einer Leitung von gemeinsamen Leitungen **1102** bis **1104** verbunden. Im einzelnen sind die einer Gruppe eines jeden Blocks zugeordneten Übertragungs-Dünnschicht-Feldeffekttransistoren T1, T4 und T7 mit der gemeinsamen Leitung **1102** verbunden, während die einer zweiten Gruppe eines jeden Blocks zugeordneten Übertragungs-Dünnschicht-Feldeffekttransistoren T2, T5 und T8 mit der gemeinsamen Leitung **1103** und die einer dritten Gruppe eines jeden Blocks zugeordneten Übertragungs-Dünnschicht-Feldeffekttransistoren T3, T6 und T9 mit der gemeinsamen Leitung **1104** verbunden sind. Die gemeinsamen Leitungen **1102** bis **1104** sind über Schalttransistoren T100 bis T120 jeweils mit einem Verstärker **1126** verbunden.

[0198] Gemäß Fig. 31 liegen die gemeinsamen Leitungen **1102** bis **1104** über gemeinsame Kondensatoren C100 bis C120 jeweils an Masse und werden außerdem über Schalttransistoren CT1 bis CT3 an Massepotential gelegt. Jede Gate-Elektrode der Schalttransistoren CT1 bis CT3 ist mit einer jeweiligen gemeinsamen Leitung verbunden, um bei der durch den Impuls Pa gemäß Fig. 29 erfolgenden Durchschaltung zur Potentialinitialisierung verbleibende Ladungen der gemeinsamen Leitungen **1102** bis **1104** zu Masse abzuführen. Bei diesem Ausführungsbeispiel umfasst die Auffrischungseinrichtung die Dünnschicht-Feldeffekttransistoren F1 bis F9, ein Schieberegister **1108**, eine Spannungsquelle **1115** sowie eine Spannungsquelle **114**, während der Signalmessabschnitt eine in Fig. 31 von einer gestrichelten Linie umgebene Messeinrichtung, die Dünnschicht-Feldeffekttransistoren T1 bis T9 sowie ein Schieberegister **1106** umfasst.

[0199] Nachstehend wird die Arbeitsweise dieses elften Ausführungsbeispiels des fotoelektrischen Wandlers in zeitlicher Abfolge näher beschrieben.

[0200] Wenn auf die fotoelektrischen Wandlerelemente S1 bis S9 Signallicht fällt, werden in Abhängigkeit von dessen Intensität elektrische Ladungen in den äquivalenten kapazitiven Komponenten des fotoelektrischen Wandlerabschnitts **100** und seiner Streukapazität gespeichert. Wenn sodann über einen ersten Parallelausgang des Schieberegister **1106** ein Signal hohen Pegels abgegeben wird und die Übertragungs-Dünnschicht-Feldeffekttransistoren T1 bis T3 durchgeschaltet werden, werden die in den kapazitiven Komponenten und der Streukapazität gespeicherten Ladungen den gemeinsamen Kondensatoren C100 bis C120 zugeführt. Sodann wird ein Ausgangssignal hohen Pegels des Schieberegisters **1107** verschoben und die Schalttransistoren T100 bis T120 hierdurch aufeinanderfolgend durchgeschaltet. Auf diese Weise erfolgt ein aufeinanderfolgendes Auslesen der den gemeinsamen Kondensatoren C100 bis C120 zugeführten Lichtsignale des ersten Blocks über den Verstärker **1126**.

[0201] Nach dem Sperren der Übertragungs-Dünnschicht-Feldeffekttransistoren T1 bis T3 wird über einen ersten Parallelausgang des Schieberegisters **1108** ein Signal hohen Pegels abgegeben, wodurch die Auffrischungs-Dünnschicht-Feldeffekttransistoren F1 bis F3 durchgeschaltet werden und das Potential an der Elektrode G der fotoelektrischen Wandlerelemente S1 bis S3 angehoben wird. Hierbei ist das Potential V_{rG} der Spannungsquelle **1115** entsprechend der Bedingung $V_{rG} < V_D - V_{FB}$ eingestellt, wobei V_D das Potential der Spannungsquelle **114** und V_{FB} die maximale Flachbandspannung von allen fotoelektrischen Wandlerelementen S1 bis S9 sind. Hierdurch wird ein Teil der in den fotoelektrischen Wandlerelementen S1 bis S3 befindlichen Defektelektronen zu einer gemeinsamen Spannungsversorgungsleitung **1403** geführt.

[0202] Sodann wird über einen ersten Parallelausgang eines Schieberegisters **1109** ein Ausgangssignal hohen Pegels abgegeben, wodurch die Rückstell-Dünnschicht-Feldeffekttransistoren R1 bis R3 durchgeschaltet werden, sodass das Potential der Elektroden G der fotoelektrischen Wandlerelemente S1 bis S3 auf Massepotential zurückgestellt wird. Sodann erfolgt durch einen Impuls Pa eine Initialisierung des Potentials der gemeinsamen Kondensatoren C100 bis C120. Wenn das Potential der gemeinsamen Kondensatoren C100 bis C120 vollständig initialisiert ist, verschiebt das Schieberegister **1106** die Daten, sodass über einen zweiten Parallelausgang

ein Ausgangssignal hohen Pegels abgegeben wird. Hierdurch werden die Übertragungs-Dünnschicht-Feldeffekttransistoren T4 bis T6 durchgeschaltet, wodurch die Übertragung der in den äquivalenten kapazitiven Komponenten der fotoelektrischen Wandlerelemente S4 bis S6 und der Streukapazität gespeicherten Signalladungen des zweiten Blocks zu den gemeinsamen Kondensatoren C100 bis C120 erfolgt. Danach werden die Schalttransistoren T100 bis T120 in der gleichen Weise wie bei dem ersten Block durch eine Verschiebung des Schieberegisters **1107** aufeinanderfolgend durchgeschaltet, wodurch ein aufeinanderfolgendes Auslesen der in den gemeinsamen Kondensatoren C100 bis C120 gespeicherten Lichtsignale des zweiten Blocks erfolgt.

[0203] Bei dem dritten Block erfolgen der Ladungsübertragungsvorgang und der Lichtsignal-Lesevorgang in der gleichen Weise.

[0204] Wie vorstehend beschrieben, erfolgt das Auslesen der Signale einer Zeile in einer horizontalen Abtastrichtung auf dem Original durch eine Folge von Vorgängen von dem ersten Block bis zu dem dritten Block, woraufhin die ausgelesenen Signale in analoger Form entsprechend dem Reflexionsgrad des Originals, d. h., in Abhängigkeit von dem Betrag der einfallenden Lichtmenge, abgegeben werden.

[0205] Gemäß der vorstehenden Beschreibung des zehnten und elften Ausführungsbeispiels ermöglicht die Konfiguration auch eine umgekehrte Beziehung zwischen Defektelektronen und Elektronen. So kann z. B. die Injektions-Sperrschicht auch eine p-Schicht sein. Wenn dies der Fall ist, lässt sich bei den vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispielen das gleiche Ergebnis erzielen, indem die Richtung der angelegten Spannungen und des elektrischen Feldes umgekehrt und die anderen Bauelemente des zehnten und elften Ausführungsbeispiels in der gleichen Weise angeordnet werden, wobei für die elektrische Ladung q der Ladungsträger, deren Eindringen durch die Injektions-Sperrschicht verhindert wird, $q < 0$ gilt.

[0206] Obwohl in Verbindung mit dem elften Ausführungsbeispiel vorstehend ein eindimensionaler Zeilensensor beschrieben worden ist, liegt weiterhin auf der Hand, dass bei Verwendung einer Vielzahl von Zeilensensoren auch ein zweidimensionaler Flächensensor in Betracht gezogen werden kann und dass diese Konfiguration unter Verwendung des in Verbindung mit dem vorstehenden Ausführungsbeispiel beschriebenen Block-Ansteuerverfahrens es ermöglicht, einen fotoelektrischen Wandler zum Auslesen von Kopien im gleichen Format wie die z. B. von einer Röntgenkamera gebildete Informationsquelle auszugestalten.

[0207] Da ferner bei dem elften Ausführungsbeispiel außer den Merkmalen des zehnten Ausführungsbeispiels in der vorstehend beschriebenen Weise eine identische Schichtanordnung für die fotoelektrischen Wandlerelemente, die Dünnschicht-Feldeffekttransistoren und den Matrix-Signalleitungsabschnitt Verwendung findet, können die Schichten gleichzeitig im Rahmen eines identischen Herstellungsablaufs ausgebildet werden, sodass sich eine Miniaturisierung und ein hoher Gutausbeuteprozentsatz erzielen lässt, was die Herstellung eines einen hohen Störabstand aufweisenden fotoelektrischen Wandlers bei geringen Herstellungskosten ermöglicht.

Zwölftes Ausführungsbeispiel

[0208] Fig. 33 zeigt ein Ersatzschaltbild einer einzelnen Bitstelle eines fotoelektrischen Wandlers gemäß einem zwölften Ausführungsbeispiel der Erfindung, während Fig. 34 zeitliche Signalverläufe zur Veranschaulichung eines Beispiels für die Ansteuerung des fotoelektrischen Wandlers gemäß Fig. 33 zeigt.

[0209] In Fig. 33 bezeichnen gleiche Bezugszahlen die gleichen Bauelemente wie in Fig. 28. Bei der Schaltungsanordnung gemäß Fig. 33 ist eine Elektrode eines Kondensators **1200** nicht mit dem Dünnschicht-Feldeffekttransistor **1700** gemäß Fig. 28, sondern mit einem fotoelektrischen Wandlerabschnitt **100** verbunden, wobei die andere Elektrode des Kondensators **1200** mit einer Auffrischungsimpuls-Generatoreinrichtung Pc verbunden ist.

[0210] Der Kondensator **1200** dient hierbei als ein pulsierendes kapazitives Element, durch das bei einem Auffrischungsvorgang des fotoelektrischen Wandlerabschnitts **100** ein positives Potential an eine Elektrode G angelegt wird.

[0211] Ein Dünnschicht-Feldeffekttransistor **1300** überträgt Signalladungen bei einem Messvorgang, während ein Initialisierungs-Dünnschicht-Feldeffekttransistor **1400** das Potential der Elektrode G initialisiert. Der von einer gestrichelten Linie umgebene Bereich stellt einen Signalmessabschnitt dar, der im allgemeinen einen integrierten Schaltkreis oder andere Bauelemente umfasst und in Form eines Ausführungsbeispiels in Fig. 33 dargestellt ist. Hierbei sind mit der Bezugszahl **1124** ein Lesekondensator, mit der Bezugszahl **1125** ein Schaltelement zur Initialisierung des Lesekondensators **1124** und mit der Bezugszahl **1126** ein Operationsverstärker bezeichnet. Der Signal-Messabschnitt ist nicht auf dieses Ausführungsbeispiel beschränkt, sondern es ist lediglich erforderlich, dass mit seiner Hilfe ein Strom oder Ladungen direkt oder in Form von integrierten Werten gemessen werden können. Wenn z. B. Signalladungen nicht in dem Lesekondensator **1124** gespeichert, sondern mit Hilfe eines Strommessgeräts ausgelesen werden, können der Lesekondensator **1124** und

das zur Potentialinitialisierung dienende Schaltelement **1125** entfallen.

[0212] Nachstehend wird unter Bezugnahme auf Fig. 34 die Arbeitsweise dieser Ausführungsform des fotoelektrischen Wandlers anhand eines Beispiels näher beschrieben.

[0213] In dieser Konfiguration wird bei einem Auffrischungsvorgang des fotoelektrischen Wandlerabschnitts das Potential der Elektrode G nur bei Erzeugung eines Impulses Pc hohen Pegels angehoben, indem dieser Auffrischungsimpuls Pc hohen Pegels einer der Elektrode G gegenüberliegenden Elektrode des Kondensators **1200** in der in Fig. 34 veranschaulichten Weise zugeführt wird. Hierdurch werden die in dem fotoelektrischen Wandlerabschnitt **100** verbliebenen Defektelektronen zu der Elektrode D abgeführt, wodurch der fotoelektrische Wandlerabschnitt **100** aufgefrischt wird. Anschließend fällt das Potential an der dem Kondensator **1200** gegenüberliegenden Elektrode G gleichzeitig mit dem Abfallen des Auffrischungsimpulses Pc sofort ab, womit die Abführung der in dem fotoelektrischen Wandlerabschnitt **100** verbliebenen Defektelektronen zu der Elektrode D beendet ist und ein fotoelektrischer Umsetzungsvorgang einsetzen kann. Da der in Fig. 34 dargestellte positive Einschaltspitzenstrom in dem fotoelektrischen Wandlerabschnitt **100** auftritt und sodann allmählich abklingt, beginnt der fotoelektrische Umsetzungsvorgang nach dem Fließen des Einschaltspitzenstroms. Sodann wird der Dünnschicht-Feldeffekttransistor **1400** durch einen Impuls Pd niedrigen Potentials (das auch als "niedriger Pegel" bezeichnet wird) gesperrt und die Elektrode G damit gleichstrommäßig in den Leerlaufzustand versetzt bzw. potentialfrei gehalten. In der Praxis wird jedoch das Potential durch die Kapazität des Kondensators **1200** und die äquivalenten kapazitiven Komponenten des fotoelektrischen Wandlerabschnitts **100** oder dessen Streukapazität aufrecht erhalten. Wenn zu diesem Zeitpunkt ein Lichtsignal auf den fotoelektrischen Wandlerabschnitt **100** fällt, fließt ein entsprechender Strom aus der Elektrode G ab, wodurch sich das Potential der Elektrode G erhöht, d. h., die einfallende Lichtinformation wird in einer Kapazität der Elektrode G in Form von elektrischen Ladungen gespeichert. Nach einer bestimmten Speicherzeit wird der Übertragungs-Dünnschicht-Feldeffekttransistor **1300** durch einen Impuls Pb hohen Pegels aus dem Sperrzustand in den durchgeschalteten Zustand versetzt, sodass die gespeicherten Ladungen zum Kondensator **1124** fließen. Die Menge dieser Ladungen ist dem Integrationswert des bei dem fotoelektrischen Umsetzungsvorgang aus dem fotoelektrischen Wandlerabschnitt **100** abfließenden Stroms proportional, d. h., die Ladungsmenge wird von dem Messabschnitt mit Hilfe des Operationsverstärkers **1126** als Gesamtmenge des einfallenden Lichts gemessen. Vorzugsweise wird das Potential des Kondensators **1124** vor diesem Übertragungsvorgang durch einen von dem Dünnschicht-Feldeffekttransistor **1125** zugeführten Impuls Pa hohen Pegels auf Massepotential zurückgestellt. Wenn der Übertragungs-Dünnschicht-Feldeffekttransistor **1300** gesperrt wird, wird der Auffrischungs-Dünnschicht-Feldeffekttransistor **1700** durch einen Impuls Pc hohen Pegels durchgeschaltet, woraufhin sich der beschriebene Ablauf wiederholt. Bei diesem Ausführungsbeispiel umfasst die Auffrischungseinrichtung den Kondensator **1200**, die Einrichtung zur Zuführung des Impulses Pc hohen Pegels und die Spannungsquelle **114**, während der Signalmessabschnitt die in Fig. 33 von der gestrichelten Linie umgebene Messeinrichtung, den Dünnschicht-Feldeffekttransistor **1300** sowie die Einrichtung zur Zuführung des Impulses Pb hohen Pegels umfasst.

[0214] Bei diesem Ausführungsbeispiel wird das Auftreten eines positiven Einschaltspitzenstroms bei der Speicherung von Signalladungen verhindert, indem der jeweiligen Elektrode G der fotoelektrischen Wandlerelemente über den Kondensator **1200** während des Auffrischungsvorgangs ein positives Potential zugeführt wird.

[0215] Als Maßnahme zur Verringerung des positiven Einschaltspitzenstroms kann zwar auch eine Verlängerung der Dauer des Initialisierungsimpulses Pd in Betracht gezogen werden, jedoch sind einerseits einer Verlängerung der Zeitdauer Grenzen gesetzt und andererseits verlängert sich hierdurch auch die gesamte Signal-Lesezeit des Geräts, was zu einer Verringerung der Arbeitsgeschwindigkeit und damit zu einer geringeren Leistung des Geräts führt.

[0216] Wenn somit gemäß diesem Ausführungsbeispiel der Auffrischungsvorgang über den Kondensator erfolgt und die zeitliche Steuerung in geeigneter Weise vorgenommen wird, d. h., wenn z. B. der fotoelektrische Wandler derart angesteuert wird, dass die Zeitdauer vom Abfall des Impulses Pc bis zum Abfall des die G-Elektroden-Potentialinitialisierung herbeiführenden Impulses Pd annähernd 100 µs beträgt, verringert sich der in Form von V_o gespeicherte Einschaltspitzenstrom in der in Fig. 34 dargestellten Weise im wesentlichen auf Null. Somit werden die nach dem Abfallen des Impulses Pd gespeicherten elektrischen Ladungen fast ausschließlich von Ladungen gebildet, die von dem auf den fotoelektrischen Wandlerabschnitt **100** fallenden Signallicht erzeugt werden, sodass durch das Auslesen von dessen Signalspannung Informationen mit einem hohen Störabstand bzw. Signal-Rauschverhältnis erhalten werden können. Außerdem wird durch einen Rechenvorgang das Potential $V_{o(refresh)}$ der Elektrode G ermittelt, wenn der Impuls Pc hohen Pegels V_{res}) an die Elektrode angelegt wird. Wenn hierbei angenommen wird, dass C_o die Summe der mit der Elektrode G gekoppelten Streukapazität und der äquivalenten

kapazitiven Komponenten des fotoelektrischen Wandlerabschnitts **100** darstellt und C_x die Kapazität des Kondensators **1200** bezeichnet, lässt sich $V_{o(refresh)}$ folgendermaßen ausdrücken:

$$V_{o(refresh)} = \{Cx/(C_o + C_x)\} \times V_{res}$$

[0217] Somit kann $V_{o(refresh)}$ in Abhängigkeit von der Kapazität C_x des verwendeten Kondensators beliebig verändert werden, wodurch sich die Gestaltungsmöglichkeiten vergrößern.

[0218] Wie aus der vorstehenden Beschreibung ersichtlich ist, können somit Signalladungen in einem Zustand gespeichert werden, bei dem der positive Einschaltspitzenstrom annähernd Null ist, indem über den Kondensator **1200** ein positives Potential an die Elektrode G des fotoelektrischen Wandlerabschnitts angelegt wird.

[0219] Bei diesem Ausführungsbeispiel ist die zweite Elektrodenschicht nicht spezifisch transparent ausgestaltet. Darüber hinaus findet eine n-Injektions-Sperrschicht zwischen der i-Schicht und der zweiten Elektrodenschicht Verwendung, wobei die Ladungsträger, deren Eindringen verhindert wird, von Defektelektronen gebildet werden. Wenn somit q die Ladung eines Ladungsträgers darstellt, dessen Eindringen verhindert wird, ist in diesem Zustand $q > 0$ erfüllt.

[0220] Die Konfiguration des vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispiels erlaubt eine Umkehrung der Beziehung zwischen Defektelektronen und Elektronen. So kann z. B. die Injektions-Sperrschicht auch eine p-Schicht sein. Wenn dies der Fall ist, lässt sich das gleiche Ergebnis wie bei dem vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispiel erzielen, indem die Richtung der angelegten Spannungen und elektrischen Felder umgekehrt und die anderen Bauelemente in der gleichen Weise wie bei diesem Ausführungsbeispiel angeordnet werden, wobei für die elektrische Ladung q eines Ladungsträgers, dessen Eindringen von der Injektions-Sperrschicht verhindert wird, $q < 0$ erfüllt ist.

Dreizehntes Ausführungsbeispiel

[0221] Nachstehend wird ein dreizehntes Ausführungsbeispiel der Erfindung unter Bezugnahme auf die Fig. 35 bis Fig. 37 näher beschrieben.

[0222] Fig. 35 zeigt ein schematisches Ersatzschaltbild, das den fotoelektrischen Wandler gemäß diesem dreizehnten Ausführungsbeispiel der Erfindung veranschaulicht. Hierbei erfolgt die Beschreibung anhand eines Ausführungsbeispiels für eine eindimensionale Anordnung von neun fotoelektrischen Wandlerelementen. Fig. 36 zeigt eine typische Draufsicht eines fotoelektrischen Wandlerabschnitts mit einer Vielzahl von in Längsrichtung angeordneten Bildelementen, eines Auffrischungskondensatorabschnitts, eines Auffrischungs-Dünnschicht-Feldeffekttransistorabschnitts, eines Rückstell-Dünnschicht-Feldeffekttransistorabschnitts und eines Leiterbahnabschnitts für ein einzelnes Bildelement.

[0223] Fig. 37 zeigt eine Querschnittsansicht eines einzelnen Bildelements, wobei Fig. 37 lediglich eine anschauliche Darstellung zeigt und die Position des Leiterbahnabschnitts nicht vollständig mit der Position gemäß Fig. 36 übereinstimmt. Außerdem ist der Rückstell-Dünnschicht-Feldeffekttransistorabschnitt **1400** nicht dargestellt. In den Fig. 35 bis Fig. 37 bezeichnen gleiche Bezugszahlen die gleichen Bauelemente wie in Fig. 33.

[0224] Der fotoelektrische Wandlerabschnitt **100** gemäß Fig. 36 umfasst eine untere Elektrode **2**, die auch als Lichtabschirmschicht gegen Licht von der Substratseite her dient. Licht von der Substratseite wird an der Oberfläche eines in der Figur senkrecht in Aufwärtsrichtung angeordneten (nicht dargestellten) Originals über ein Lichtfenster **17** reflektiert, sodass das reflektierte Licht auf den fotoelektrischen Wandlerabschnitt **100** fällt. Der von den hierbei erzeugten Ladungsträgern hervorgerufene Fotostrom wird in äquivalenten kapazitiven Komponenten des fotoelektrischen Wandlerelements **100** und einer weiteren Streukapazität gespeichert. Die gespeicherten Ladungen werden sodann durch den Übertragungs-Dünnschicht-Feldeffekttransistorabschnitt **1300** zu einem Matrix-Signalleitungsabschnitt **1500** übertragen und von einem (nicht dargestellten) Signalverarbeitungsabschnitt als Spannung ausgelesen.

[0225] Nachstehend wird der Schichtaufbau dieser Abschnitte unter Bezugnahme auf Fig. 37 näher beschrieben.

[0226] Gemäß Fig. 37 besitzen der fotoelektrische Wandlerabschnitt **100**, der Auffrischungskondensator **1200**, der Übertragungs-Dünnschicht-Feldeffekttransistor **1300** und der Leiterbahnabschnitt **1500** einen identischen Schichtaufbau, der aus fünf Schichten besteht, nämlich einer ersten Elektrodenschicht, die mit **2-1**, **2-2**, **2-3** und **2-4** bezeichnet ist, einer Isolierschicht **70**, einer i-Schicht **4**, einer n-Schicht **5** und einer zweiten Elektrodenschicht, die mit **6-1**, **6-2**, **6-3** und **6-4** bezeichnet ist. Die zweite Elektrodenschicht ist hierbei nicht spezifisch transparent ausgebildet.

[0227] Da der fotoelektrische Wandlerabschnitt **100** bei diesem Ausführungsbeispiel den gleichen Aufbau wie bei dem ersten Ausführungsbeispiel aufweist, wird eine n-Injektions-Sperrschicht zwischen der i-Schicht **4** und der zweiten Elektrodenschicht **6-1** verwendet, wobei die Ladungsträger, deren Eindringen verhindert wird, von Defektelektronen gebildet werden. Wenn somit angenommen wird, dass q die

Ladung eines Ladungsträgers darstellt, dessen Eindringen verhindert wird, ist in diesem Zustand auch hier q > 0 erfüllt.

[0228] Nachstehend wird die bei diesem Ausführungsbeispiel erfolgende Ansteuerung des fotoelektrischen Wandlers unter Bezugnahme auf Fig. 35 näher beschrieben.

[0229] Gemäß Fig. 35 bilden fotoelektrische Wandlerelemente S1 bis S9 eine aus drei Blöcken bestehende Anordnung, bei denen jeder Block von drei fotoelektrischen Wandlerelementen gebildet wird. Diese Konfiguration findet auch bei Auffrischungskondensatoren C1 bis C9, die jeweils entsprechend mit den fotoelektrischen Wandlerelementen S1 bis S9 verbunden sind, Dünnschicht-Feldeffekttransistoren R1 bis R9 zur Initialisierung des Potentials der Elektroden G der fotoelektrischen Wandlerelemente S1 bis S9 sowie Dünnschicht-Feldeffekttransistoren T1 bis T9 zur Übertragung von Signalladungen Verwendung.

[0230] Eine jeweilige Elektrode mit einer identischen Reihenfolge in jedem Block der fotoelektrischen Wandlerelemente S1 bis S9 ist über die Übertragungs-Dünnschicht-Feldeffekttransistoren T1 bis T9 mit einer Leitung von gemeinsamen Leitungen **1102** bis **1104** verbunden. Im einzelnen sind die einer Gruppe eines jeden Blocks zugeordneten Übertragungs-Dünnschicht-Feldeffekttransistoren T1, T4 und T7 mit der gemeinsamen Leitung **1102** verbunden, während die einer zweiten Gruppe eines jeden Blocks zugeordneten Übertragungs-Dünnschicht-Feldeffekttransistoren T2, T5 und T8 mit der gemeinsamen Leitung **1103** und die einer dritten Gruppe eines jeden Blocks zugeordneten Übertragungs-Dünnschicht-Feldeffekttransistoren T3, T6 und T9 mit der gemeinsamen Leitung **1104** verbunden sind. Die gemeinsamen Leitungen **1102** bis **1104** sind über Schalttransistoren T100 bis T120 jeweils mit einem Verstärker **1126** verbunden.

[0231] Gemäß Fig. 35 liegen die gemeinsamen Leitungen **1102** bis **1104** über gemeinsame Kondensatoren C100 bis C120 jeweils an Masse und werden außerdem über Schalttransistoren CT1 bis CT3 an Massepotential gelegt. Jede Gate-Elektrode der Schalttransistoren CT1 bis CT3 ist mit einer jeweiligen gemeinsamen Leitung verbunden, um bei der durch den Impuls Pa gemäß Fig. 34 erfolgenden Durchschaltung zur Potentialinitialisierung verbleibende Ladungen der gemeinsamen Leitungen **1102** bis **1104** zu Masse abzuführen.

[0232] Bei diesem Ausführungsbeispiel umfasst die Auffrischungseinrichtung die Kondensatoren C1 bis C9, ein Schieberegister **1108** sowie eine Spannungsquelle **114**, während der Signalmessabschnitt eine in Fig. 35 von einer gestrichelten Linie umgebene Messeinrichtung, die Dünnschicht-Feldeffekttransistoren T1 bis T9 sowie ein Schieberegister **1106** umfasst.

[0233] Nachstehend wird die Arbeitsweise dieses Ausführungsbeispiels des fotoelektrischen Wandlers in zeitlicher Abfolge näher beschrieben.

[0234] Wenn auf die fotoelektrischen Wandlerelemente S1 bis S9 Signallicht fällt, werden in Abhängigkeit von dessen Intensität elektrische Ladungen von der Spannungsquelle **114** in den Auffrischungskondensatoren C1 bis C9, den äquivalenten kapazitiven Komponenten des fotoelektrischen Wandlerabschnitts **100** und seiner Streukapazität gespeichert. Wenn sodann über einen ersten Parallelausgang des Schieberegister **1106** ein Signal hohen Pegels abgegeben wird und die Übertragungs-Dünnschicht-Feldeffekttransistoren T1 bis T3 durchgeschaltet werden, werden die in den Auffrischungskondensatoren C1 bis C9, den kapazitiven Komponenten und der Streukapazität gespeicherten Ladungen den gemeinsamen Kondensatoren C100 bis C120 zugeführt. Sodann wird ein Ausgangssignal hohen Pegels des Schieberegisters **1107** verschoben und die Schalttransistoren T100 bis T120 hierdurch aufeinanderfolgend durchgeschaltet. Auf diese Weise beginnt ein aufeinanderfolgendes Auslesen der den gemeinsamen Kondensatoren C100 bis C120 zugeführten Lichtsignale des ersten Blocks über den Verstärker **1126**.

[0235] Nach dem Sperren der Übertragungs-Dünnschicht-Feldeffekttransistoren T1 bis T3 wird über einen ersten Parallelausgang des Schieberegisters **1108** ein Signal hohen Pegels abgegeben, wodurch das Potential an den Auffrischungskondensatoren C1 bis C3 angehoben wird. Hierdurch werden in den fotoelektrischen Wandlerelementen S1 bis S3 befindlichen Defektelektronen zu einer gemeinsamen Spannungsversorgungsleitung **1403** geführt.

[0236] Sodann wird über einen ersten Parallelausgang eines Schieberegisters **1109** ein Ausgangssignal hohen Pegels abgegeben, wodurch die Rückstell-Dünnschicht-Feldeffekttransistoren R1 bis R3 durchgeschaltet werden, sodass das Potential der Elektroden G der fotoelektrischen Wandlerelemente S1 bis S3 auf Massepotential zurückgestellt wird. Sodann erfolgt durch einen Impuls Pa eine Initialisierung des Potentials der gemeinsamen Kondensatoren C100 bis C120. Wenn das Potential der gemeinsamen Kondensatoren C100 bis C120 vollständig initialisiert ist, verschiebt das Schieberegister **1106** die Daten, sodass über einen zweiten Parallelausgang ein Ausgangssignal hohen Pegels abgegeben wird. Hierdurch werden die Übertragungs-Dünnschicht-Feldeffekttransistoren T4 bis T6 durchgeschaltet, wodurch die Übertragung der in den Auffrischungkondensatoren C4 bis C6, den äquivalenten kapazitiven Komponenten der fotoelektrischen

Wandlerelemente S4 bis S6 und deren Streukapazität gespeicherten Signalladungen des zweiten Blocks zu den gemeinsamen Kondensatoren C100 bis C120 erfolgt. Danach werden die Schalttransistoren T100 bis T120 in der gleichen Weise wie bei dem ersten Block durch eine Verschiebung des Schieberegisters **1107** aufeinanderfolgend durchgeschaltet, wodurch ein aufeinanderfolgendes Auslesen der in den gemeinsamen Kondensatoren C100 bis C120 gespeicherten Lichtsignale des zweiten Blocks erfolgt.

[0237] Bei dem dritten Block erfolgen der Ladungsübertragungsvorgang und der Lichtsignal-Lesevorgang in der gleichen Weise.

[0238] In dieser Form erfolgt das Auslesen der Signale einer Zeile in einer horizontalen Abtastrichtung auf dem Original durch eine Folge von Vorgängen von dem ersten Block bis zu dem dritten Block, woraufhin die ausgelesenen Signale in analoger Form entsprechend dem Reflexionsgrad des Originals abgegeben werden.

[0239] Wie vorstehend unter Bezugnahme auf Fig. 37 beschrieben ist, besitzen bei diesem Ausführungsbeispiel die fotoelektrischen Wandlerelemente, die Auffrischungskondensatoren, die Übertragungs-Dünnschicht-Feldeffekttransistoren, die Rückstell-Dünnschicht-Feldeffekttransistoren und der Matrix-Signalleitungsabschnitt einen identischen Schichtaufbau, der aus fünf Schichten besteht, nämlich der ersten Elektrodenschicht, der Isolierschicht, der i-Schicht, der n-Schicht und der zweiten Elektrodenschicht, wobei jedoch nicht sämtliche Elemente zwangsläufig den gleichen Schichtaufbau aufweisen müssen. Erforderlich ist lediglich, dass zumindest die fotoelektrischen Wandlerelemente diesen Aufbau (MIS-Aufbau) aufweisen und dass die anderen Elemente jeweils einen Schichtaufbau besitzen, der die Funktion des jeweiligen Bauelements ermöglicht. Wenn diese Elemente jedoch einen identischen Schichtaufbau aufweisen, ist dies in Bezug auf einen höheren Gutausbeuteprozentsatz und geringere Herstellungskosten effektiver.

[0240] Gemäß der vorstehenden Beschreibung dieses Ausführungsbeispiels ermöglicht die Konfiguration auch eine umgekehrte Beziehung zwischen Defektelektronen und Elektronen. So kann z. B. die Injektions-Sperrschicht auch eine p-Schicht sein. Wenn dies der Fall ist, lässt sich bei diesem Ausführungsbeispiel das gleiche Ergebnis wie im Falle des ersten Ausführungsbeispiels erzielen, indem die Richtung der angelegten Spannungen und des elektrischen Feldes umgekehrt und die anderen Bauelemente in der gleichen Weise angeordnet werden, wobei für die elektrische Ladung q der Ladungsträger, deren Eindringen durch die Injektions-Sperrschicht verhindert wird, $q < 0$ gilt.

[0241] Obwohl in Verbindung mit diesem Ausführungsbeispiel ein eindimensionaler Zeilensensor beschrieben worden ist, liegt weiterhin auf der Hand, dass bei Verwendung einer Vielzahl von Zeilensensoren auch ein zweidimensionaler Flächensensor in Betracht gezogen werden kann und dass diese Konfiguration unter Verwendung des in Verbindung mit dem vorstehenden Ausführungsbeispiel beschriebenen Block-Ansteuerverfahrens es ermöglicht, einen fotoelektrischen Wandler zum Auslesen von Kopien im gleichen Format wie die z. B. von einer Röntgenkamera gebildete Informationsquelle auszugestalten.

[0242] Da ferner bei diesem Ausführungsbeispiel in der vorstehend beschriebenen Weise eine identische Schichtanordnung für die fotoelektrischen Wandlerelemente, die Dünnschicht-Feldeffekttransistoren und den Matrix-Signalleitungsabschnitt Verwendung findet, können die Schichten gleichzeitig im Rahmen eines identischen Herstellungsablaufs ausgebildet werden, sodass sich eine Miniaturisierung und ein hoher Gutausbeuteprozentsatz erzielen lässt, was die Herstellung eines einen hohen Störabstand aufweisenden fotoelektrischen Wandlers bei geringen Herstellungskosten ermöglicht.

[0243] Wie aus der vorstehenden Beschreibung ersichtlich ist, sind die fotoelektrischen Wandlerelemente nicht auf die in Verbindung mit diesem Ausführungsbeispiel beschriebenen Wandlerelemente beschränkt, sondern es ist lediglich erforderlich, dass bei ihnen die erste Elektrodenschicht, die Isolierschicht zur Verhinderung der Bewegung von Defektelektronen und Elektronen, die fotoelektrische Wandler-Halbleiterschicht und die zweite Elektrodenschicht in Verbindung mit der zwischen der zweiten Elektrodenschicht und der fotoelektrischen Wandler-Halbleiterschicht befindlichen Injektions-Sperrschicht zur Verhinderung des Eindringens von Defektelektronen in die fotoelektrische Wandler-Halbleiterschicht vorgesehen sind. Darüber hinaus muss die fotoelektrische Wandler-Halbleiterschicht nur eine fotoelektrische Umsetzungsfunktion in Bezug auf die Erzeugung von Elektronen-Defektelektronenpaaren bei einfallendem Licht besitzen. Bezüglich der Schichtanordnung kann nicht nur ein Einzelschichtaufbau in Betracht gezogen werden, sondern es kann auch eine Schichtanordnung aus einer Vielzahl von Schichten Verwendung finden, deren Eigenschaften sich abwechselnd bzw. wiederholt ändern.

[0244] Gleichermaßen müssen die Dünnschicht-Feldeffekttransistoren jeweils nur eine Gate-Elektrode, eine Gate-Isolierschicht, eine Halbleiterschicht, in der Kanäle ausgebildet werden können, eine ohm'sche Kontaktschicht sowie eine Hauptelektrode aufweisen. Die ohm'sche Kontaktschicht kann z. B. von einer p-Schicht gebildet werden. Wenn dies der Fall ist, können Defektelektronen als Ladungsträger dienen, indem die Steuerspannung der

Gate-Elektrode umgekehrt wird.

[0245] In ähnlicher Weise müssen die Kondensatoren z. B. jeweils lediglich eine untere Elektrodenschicht, eine mittlere Schicht mit einer Isolierschicht und eine obere Elektrodenschicht aufweisen, wobei sie nicht in besonderer Weise von den fotoelektrischen Wandlerelementen oder den Dünnschicht-Feldeffekttransistoren getrennt sein müssen und eine Konfiguration möglich ist, bei der sie auch als Elektrodenabschnitt für die fotoelektrischen Wandlerelemente dienen.

[0246] Außerdem muss das Isoliersubstrat nicht nur ein Isolator sein, sondern es kann auch von einem Leiter oder einem Halbleiter gebildet werden, auf dem ein Isolator aufgebracht ist.

[0247] Da das fotoelektrische Wandlerelement selbst die Funktion besitzt, elektrische Ladungen zu akkumulieren, kann weiterhin ein integrierter Wert der Lichtinformation über eine bestimmte Zeitdauer ohne Verwendung spezifischer Kondensatoren gebildet werden.

Vierzehntes Ausführungsbeispiel

[0248] Der in dem Ersatzschaltbild gemäß Fig. 33 veranschaulichte fotoelektrische Wandler gemäß dem dreizehnten Ausführungsbeispiel kann auch in der in Fig. 38 veranschaulichten Weise angesteuert werden.

[0249] Unter Bezugnahme auf die zeitabhängigen Signalverläufe gemäß Fig. 38 wird nachstehend die Arbeitsweise des fotoelektrischen Wandlers gemäß diesem Ausführungsbeispiel näher beschrieben.

[0250] In dieser Konfiguration wird bei einem Auffrischungsvorgang von fotoelektrischen Wandlerelementen das Potential der Elektrode G nur bei Erzeugung eines Impulses Pc hohen Pegels angehoben, indem dieser Auffrischungsimpuls Pc hohen Pegels einer der Elektrode G gegenüberliegenden Elektrode des Kondensators **1200** in der in Fig. 38 veranschaulichten Weise zugeführt wird. Hierdurch werden die in dem fotoelektrischen Wandlerabschnitt **100** verbliebenen Defektelektronen zu der Elektrode D abgeführt, wodurch der fotoelektrische Wandlerabschnitt **100** aufgefrischt wird.

[0251] Anschließend fällt das Potential an der dem Kondensator **1200** gegenüberliegenden Elektrode G gleichzeitig mit dem Abfallen des Auffrischungsimpulses Pc sofort ab, womit die Abführung der in dem fotoelektrischen Wandlerabschnitt **100** verbliebenen Defektelektronen zu der Elektrode D beendet ist und ein fotoelektrischer Umsetzungsvorgang einsetzen kann. Da der in Fig. 38 dargestellte positive Einschaltspitzenstrom in dem fotoelektrischen Wandlerabschnitt **100** auftritt und sodann allmählich abklingt, beginnt der fotoelektrische Umsetzungsvorgang nach dem Fließen des Einschaltspitzenstroms.

[0252] Sodann wird der Dünnschicht-Feldeffekttransistor **1400** durch einen Impuls Pd niedrigen Potentials (das auch als "niedriger Pegel" bezeichnet wird) gesperrt und die Elektrode G damit gleichstrommäßig in den Leerlaufzustand versetzt bzw. potentialfrei gehalten. In der Praxis wird jedoch das Potential durch die Kapazität des Kondensators **1200** und die äquivalenten kapazitiven Komponenten des fotoelektrischen Wandlerabschnitts **100** oder dessen Streukapazität aufrecht erhalten. Wenn zu diesem Zeitpunkt ein Lichtsignal auf den fotoelektrischen Wandlerabschnitt **100** fällt, fließt ein entsprechender Strom aus der Elektrode G ab, wodurch sich das Potential der Elektrode G erhöht, d. h., die einfallende Lichtinformation wird in einer Kapazität der Elektrode G in Form von elektrischen Ladungen gespeichert. Nach einer bestimmten Speicherzeit wird der Übertragungs-Dünnschicht-Feldeffekttransistor **1300** durch einen Impuls Pb hohen Pegels aus dem Sperrzustand in den durchgeschalteten Zustand versetzt, sodass die gespeicherten Ladungen zum Kondensator **1124** fließen. Die Menge dieser Ladungen ist dem Integrationswert des aus dem fotoelektrischen Wandlerabschnitt **100** abfließenden Stroms proportional, d. h., die Ladungsmenge wird von dem Messabschnitt mit Hilfe des Operationsverstärkers **1126** als Gesamtmenge des einfallenden Lichts gemessen. Vorzugsweise wird das Potential des Kondensators **1124** vor diesem Übertragungsvorgang durch einen von dem Dünnschicht-Feldeffekttransistor **1125** zugeführten Impuls Pa hohen Pegels auf Massepotential zurückgestellt.

[0253] Wenn der Übertragungs-Dünnschicht-Feldeffekttransistor **1300** gesperrt wird, wird der Auffrischungs-Dünnschicht-Feldeffekttransistor **1700** durch einen Impuls Pc hohen Pegels durchgeschaltet, woraufhin sich der beschriebene Ablauf wiederholt. Bei diesem Ausführungsbeispiel umfasst die Auffrischungseinrichtung den Kondensator **1200**, die Einrichtung zur Zuführung des Impulses Pc hohen Pegels und die Spannungsquelle **114**, während der Signalmessabschnitt die in Fig. 33 von der gestrichelten Linie umgebene Messeinrichtung, den Dünnschicht-Feldeffekttransistor **1300** sowie die Einrichtung zur Zuführung des Impulses Pb hohen Pegels umfasst.

[0254] Bei diesem Ausführungsbeispiel wird das Auftreten eines positiven Einschaltspitzenstroms (der nicht den in Fig. 38 in Form einer durchgezogenen Linie dargestellten Verlauf von I_s aufweist) bei der Speicherung von Signalladungen verhindert, indem der jeweiligen Elektrode G der fotoelektrischen Wandlerelemente über den Kondensator **1200** während des Auffrischungsvorgangs ein positives Poten-

tial zugeführt wird, das kleiner als ein festes Potential ist. (Wenn das Potential größer als das feste Potential ist, zeigt der Strom den gestrichelt dargestellten Verlauf.)

[0255] Als Maßnahme zur Verringerung des positiven Einschaltspitzenstroms kann zwar auch eine Verlängerung der Dauer des Initialisierungsimpulses Pd in Betracht gezogen werden, jedoch sind einerseits einer Verlängerung der Zeitdauer Grenzen gesetzt und andererseits verlängert sich hierdurch auch die gesamte Signal-Lesezeit des Geräts, was zu einer Verringerung der Arbeitsgeschwindigkeit und damit zu einer geringeren Leistung des Geräts führt.

[0256] Wenn somit gemäß diesem Ausführungsbeispiel der Auffrischungsvorgang über den Kondensator erfolgt und die zeitliche Steuerung in geeigneter Weise vorgenommen wird, d. h., wenn z. B. der fotoelektrische Wandler derart angesteuert wird, dass die Zeitdauer vom Abfall des Impulses Pc bis zum Abfall des die G-Elektroden-Potentialinitialisierung herbeiführenden Impulses Pd annähernd 100 μs beträgt, verringert sich der in Form von V_o gespeicherte Einschaltspitzenstrom in der in Fig. 38 dargestellten Weise im wesentlichen auf Null. Somit werden die nach dem Abfallen des Impulses Pd gespeicherten elektrischen Ladungen fast ausschließlich von Ladungen gebildet, die von dem auf den fotoelektrischen Wandlerabschnitt **100** fallenden Signallicht erzeugt werden, sodass durch das Auslesen von dessen Signalspannung Informationen mit einem hohen Störabstand bzw. Signal-Rauschverhältnis erhalten werden können. Außerdem wird durch einen Rechenvorgang das Potential $V_{o(refresh)}$ der Elektrode G ermittelt, wenn der Impuls Pc hohen Pegels V_{res}) an die Elektrode angelegt wird. Wenn hierbei angenommen wird, dass C_o die Summe der mit der Elektrode G gekoppelten Streukapazität und der äquivalenten kapazitiven Komponenten des fotoelektrischen Wandlerabschnitts **100** darstellt und C_x die Kapazität des Kondensators **1200** bezeichnet, lässt sich $V_{o(refresh)}$ folgendermaßen ausdrücken:

$$V_{o(refresh)} = \{C_x/(C_o + C_x)\} \times V_{res}$$

[0257] Somit kann $V_{o(refresh)}$ in Abhängigkeit von der Kapazität C_x des verwendeten Kondensators beliebig verändert werden, wodurch sich die Gestaltungsmöglichkeiten vergrößern.

[0258] Wie aus der vorstehenden Beschreibung ersichtlich ist, können somit Signalladungen in einem Zustand gespeichert werden, bei dem der positive Einschaltspitzenstrom annähernd Null ist, indem über den Kondensator **1200** ein positives Potential an die Elektrode G des fotoelektrischen Wandlerabschnitts angelegt wird.

[0259] Außerdem kann die Abklingzeit durch Einstellung des an die Elektrode G über den Kondensator **1200** angelegten Potentials zur Verringerung des Betrags des positiven Einschaltspitzenstroms reduziert werden.

[0260] Das an die Elektroden D und die Elektroden G der fotoelektrischen Wandlerelemente beim Auffrischungsvorgang angelegte Potential ist bereits vorstehend in Verbindung mit dem neunten Ausführungsbeispiel unter Bezugnahme auf die Fig. 24 und Fig. 27A bis Fig. 27C im einzelnen beschrieben worden, sodass sich eine erneute Beschreibung erübrigt.

[0261] Bei diesem Ausführungsbeispiel können überlegene Eigenschaften erhalten werden, indem der fotoelektrische Wandler in der nachstehend näher beschriebenen Weise angesteuert wird.

[0262] Beim Auffrischungsvorgang des fotoelektrischen Wandlerabschnitts **100** ist das Potential V_{rG} der ein positives Potential an die Elektrode G anlegenden Spannungsquelle **1115** niedriger als das Potential V_D der ein positives Potential an die Elektrode D anlegenden Spannungsquelle **114**. Da nämlich bei dem fotoelektrischen Wandlerabschnitt **100** eine dem flachen Energieband der i-Schicht entsprechende Flachbandspannung (V_{FB}) an der Elektrode G anliegt, wird der fotoelektrische Wandler praktisch unter der Bedingung $V_{rG} < V_D - V_{FB}$ angesteuert. Da dieser Vorgang bereits im einzelnen in Verbindung mit dem zehnten Ausführungsbeispiel unter Bezugnahme auf die Fig. 29 und 30 beschrieben worden ist, erübrigt sich hier eine erneute Beschreibung.

[0263] Da bei diesem Ausführungsbeispiel nur sehr wenige Elektronen in Defektstellen an der Grenzfläche zwischen der i-Schicht **4** und der Isolierschicht **70** vorhanden sind, erfordert das Injizieren oder Abführen von Elektronen keine längere Zeit, was zu einer beträchtlichen Verringerung des einen Störsignalanteil darstellenden Einschaltspitzenstroms führt.

[0264] Wenn angenommen wird, dass mit C_x die Kapazität des Kondensators **1200**, mit C_o die Summe der mit der Elektrode G gekoppelten Streukapazität und der äquivalenten kapazitiven Komponenten des fotoelektrischen Wandlerabschnitts **100**, und mit V_{res} der hohe Pegel des Impulses Pc bezeichnet sind, lässt sich das G-Elektrodenpotential V_{rG} bei dem Auffrischungsvorgang folgendermaßen ausdrücken:

$$V_{rG} = V_{o(refresh)} = \{C_x/(C_o + C_x)\} \times V_{res}$$

[0265] Wenn der fotoelektrische Wandler unter der Bedingung angesteuert wird, dass der Wert von $\{C_x/(C_o + C_x)\} \times V_{res}$ kleiner als $V_D - V_{FB}$ ist, lässt sich die vorstehend beschriebene Wirkung in Verbindung mit der in Fig. 38 veranschaulichten weiteren Verringerung des akkumulierten Einschaltspitzenstroms im Vergleich zu V_o unter der Bedingung $V_{rG} = V_{o(refresh)} \geq$

($V_D - V_{FB}$) erzielen.

[0266] Bei diesem Ausführungsbeispiel ist die zweite Elektrodenschicht nicht spezifisch transparent ausgestaltet. Darüber hinaus findet eine n-Injektions-Sperrschicht zwischen der i-Schicht und der zweiten Elektrodenschicht des fotoelektrischen Wandlerabschnitts **100** Verwendung, wobei die Ladungsträger, deren Eindringen verhindert wird, von Defektelektronen gebildet werden. Wenn somit q die Ladung eines Ladungsträgers darstellt, dessen Eindringen verhindert wird, ist in diesem Zustand $q > 0$ erfüllt.

[0267] Die Konfiguration des vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispiels erlaubt eine Umkehrung der Beziehung zwischen Defektelektronen und Elektronen. So kann z. B. die Injektions-Sperrschicht auch eine p-Schicht sein. Wenn dies der Fall ist, lässt sich das gleiche Ergebnis wie bei dem vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispiel erzielen, indem die Richtung der angelegten Spannungen und elektrischen Felder umgekehrt und die anderen Bauelemente in der gleichen Weise wie bei diesem Ausführungsbeispiel angeordnet werden, wobei für die elektrische Ladung q eines Ladungsträgers, dessen Eindringen von der Injektions-Sperrschicht verhindert wird, $q < 0$ erfüllt ist.

Fünfzehntes Ausführungsbeispiel

[0268] Nachstehend wird ein Ausführungsbeispiel für ein weiteres Ansteuerverfahren in Verbindung mit dem dreizehnten Ausführungsbeispiel des fotoelektrischen Wandlers näher beschrieben, wobei auf Betrieb und Arbeitsweise dieses Ausführungsbeispiels in zeitlicher Reihenfolge eingegangen wird.

[0269] Wenn auf die fotoelektrischen Wandlerelemente S1 bis S9 Signallicht fällt, werden in Abhängigkeit von dessen Intensität elektrische Ladungen von der Spannungsquelle **114** in den Auffrischungskondensatoren C1 bis C9, den äquivalenten kapazitiven Komponenten des fotoelektrischen Wandlerabschnitts **100** und seiner Streukapazität gespeichert. Wenn sodann über einen ersten Parallelausgang des Schieberegister **1106** ein Signal hohen Pegels abgegeben wird und die Übertragungs-Dünnschicht-Feldeffekttransistoren T1 bis T3 durchgeschaltet werden, werden die in den Auffrischungskondensatoren C1 bis C9, den kapazitiven Komponenten und der Streukapazität gespeicherten Ladungen den gemeinsamen Kondensatoren C100 bis C120 zugeführt. Sodann wird ein Ausgangssignal hohen Pegels des Schieberegisters **1107** verschoben und die Schalttransistoren T100 bis T120 hierdurch aufeinanderfolgend durchgeschaltet. Auf diese Weise beginnt ein aufeinanderfolgendes Auslesen der den gemeinsamen Kondensatoren C100 bis C120 zugeführten Lichtsignale des ersten Blocks über den Verstärker **1126**.

[0270] Nach dem Sperren der Übertragungs-Dünnschicht-Feldeffekttransistoren T1 bis T3 wird über einen ersten Parallelausgang des Schieberegisters **1108** ein Signal hohen Pegels abgegeben, wodurch das Potential an den Auffrischungskondensatoren C1 bis C3 angehoben wird. Bezüglich des Potentials an den Elektroden D und G der fotoelektrischen Wandlerelemente S1 bis S3 gelten zu diesem Zeitpunkt die in Verbindung mit dem ersten Ausführungsbeispiel beschriebenen Bedingungen. Wenn somit die Potentiale der Elektrode D durch V_{D1} bis V_{D3} und der Elektrode G durch V_{rG1} bis V_{rG3} gegeben und mit v_{FB1} bis V_{FB3} die Flachbandspannungen der fotoelektrischen Wandlerelemente beim Auffrischungsvorgang bezeichnet sind, sind folgende Bedingungen erfüllt:

$$V_{rG1} < V_{D1} - V_{FB1},\ V_{rG2} < V_{D2} - V_{FB2},\ V_{rG3} < V_{D3} - V_{FB3}.$$

[0271] Hierdurch werden die in den fotoelektrischen Wandlerelementen S1 bis S3 befindlichen Defektelektronen zu einer gemeinsamen Spannungsversorgungsleitung **1403** geführt.

[0272] Sodann wird über einen ersten Parallelausgang eines Schieberegisters **1109** ein Ausgangssignal hohen Pegels abgegeben, wodurch die Rückstell-Dünnschicht-Feldeffekttransistoren R1 bis R3 durchgeschaltet werden, sodass das Potential der Elektroden G der fotoelektrischen Wandlerelemente S1 bis S3 auf Massepotential zurückgestellt wird. Sodann erfolgt durch einen Impuls Pa eine Initialisierung des Potentials der gemeinsamen Kondensatoren C100 bis C120. Wenn das Potential der gemeinsamen Kondensatoren C100 bis C120 vollständig initialisiert ist, verschiebt das Schieberegister **1106** die Daten, sodass über einen zweiten Parallelausgang ein Ausgangssignal hohen Pegels abgegeben wird. Hierdurch werden die Übertragungs-Dünnschicht-Feldeffekttransistoren T4 bis T6 durchgeschaltet, wodurch die Übertragung der in den Auffrischungskondensatoren C4 bis C6, den äquivalenten kapazitiven Komponenten der fotoelektrischen Wandlerelemente S4 bis S6 und der Streukapazität gespeicherten Signalladungen des zweiten Blocks zu den gemeinsamen Kondensatoren C100 bis C120 erfolgt. Danach werden die Schalttransistoren T100 bis T120 in der gleichen Weise wie bei dem ersten Block durch eine Verschiebung des Schieberegisters **1107** aufeinanderfolgend durchgeschaltet, wodurch ein aufeinanderfolgendes Auslesen der in den gemeinsamen Kondensatoren C100 bis C120 gespeicherten Lichtsignale des zweiten Blocks erfolgt. Hierbei entspricht der Potentialzustand an den beiden Elektroden der fotoelektrischen Wandlerelemente S4 bis S6 beim Auffrischungsvorgang demjenigen der fotoelektrischen Wandlerelemente S1 bis S3.

[0273] Bei dem dritten Block erfolgen der Ladungsübertragungsvorgang und der Lichtsignal-Lesevorgang in der gleichen Weise.

[0274] In dieser Form erfolgt das Auslesen der Signale einer Zeile in einer horizontalen Abtastrichtung auf dem Original durch eine Folge von Vorgängen von dem ersten Block bis zu dem dritten Block, woraufhin die ausgelesenen Signale in analoger Form entsprechend dem Reflexionsgrad des Originals abgegeben werden.

[0275] Wie vorstehend unter Bezugnahme auf Fig. 37 beschrieben ist, besitzen bei diesem Ausführungsbeispiel die fotoelektrischen Wandlerelemente, die Auffrischungskondensatoren, die Übertragungs-Dünnschicht-Feldeffekttransistoren, die Rückstell-Dünnschicht-Feldeffekttransistoren und der Matrix-Signalleitungsabschnitt einen identischen Schichtaufbau, der aus fünf Schichten besteht, nämlich der ersten Elektrodenschicht, der Isolierschicht, der i-Schicht, der n-Schicht und der zweiten Elektrodenschicht, wobei jedoch nicht sämtliche Elemente zwangsläufig den gleichen Schichtaufbau aufweisen müssen. Erforderlich ist lediglich, dass zumindest die fotoelektrischen Wandlerelemente diesen Aufbau (MIS-Aufbau) aufweisen und dass die anderen Elemente jeweils einen Schichtaufbau besitzen, der die Funktion des jeweiligen Bauelements ermöglicht. Wenn diese Elemente jedoch einen identischen Schichtaufbau aufweisen, ist dies in Bezug auf einen höheren Gutausbeuteprozentsatz und geringere Herstellungskosten effektiver.

[0276] Gemäß der vorstehenden Beschreibung dieses Ausführungsbeispiels ermöglicht die Konfiguration auch eine umgekehrte Beziehung zwischen Defektelektronen und Elektronen. So kann z. B. die Injektions-Sperrschicht auch eine p-Schicht sein. Wenn dies der Fall ist, lässt sich bei diesem Ausführungsbeispiel das gleiche Ergebnis wie im Falle des ersten Ausführungsbeispiels erzielen, indem die Richtung der angelegten Spannungen und des elektrischen Feldes umgekehrt und die anderen Bauelemente in der gleichen Weise angeordnet werden, wobei für die elektrische Ladung q der Ladungsträger, deren Eindringen durch die Injektions-Sperrschicht verhindert wird, $q < 0$ gilt.

[0277] Obwohl in Verbindung mit diesem Ausführungsbeispiel vorstehend ein eindimensionaler Zeilensensor beschrieben worden ist, liegt weiterhin auf der Hand, dass bei Verwendung einer Vielzahl von Zeilensensoren auch ein zweidimensionaler Flächensensor in Betracht gezogen werden kann und dass diese Konfiguration unter Verwendung des in Verbindung mit dem vorstehenden Ausführungsbeispiel beschriebenen Block-Ansteuerverfahrens es ermöglicht, einen fotoelektrischen Wandler zum Auslesen von Kopien im gleichen Format wie die z. B. von einer Röntgenkamera gebildete Informationsquelle auszugestalten.

[0278] Da ferner bei diesem Ausführungsbeispiel in der vorstehend beschriebenen Weise eine identische Schichtanordnung für die fotoelektrischen Wandlerelemente, die Dünnschicht-Feldeffekttransistoren und den Matrix-Signalleitungsabschnitt Verwendung findet, können die Schichten gleichzeitig im Rahmen eines identischen Herstellungsablaufs ausgebildet werden, sodass sich eine Miniaturisierung und ein hoher Gutausbeuteprozentsatz erzielen lässt, was die Herstellung eines einen hohen Störabstand aufweisenden fotoelektrischen Wandlers bei geringen Herstellungskosten ermöglicht.

[0279] Wie aus der vorstehenden Beschreibung ersichtlich ist, sind die fotoelektrischen Wandlerelemente nicht auf die in Verbindung mit diesem Ausführungsbeispiel beschriebenen Wandlerelemente beschränkt, sondern es ist lediglich erforderlich, dass bei ihnen die erste Elektrodenschicht, die Isolierschicht zur Verhinderung der Bewegung von Defektelektronen und Elektronen, die fotoelektrische Wandler-Halbleiterschicht und die zweite Elektrodenschicht in Verbindung mit der zwischen der zweiten Elektrodenschicht und der fotoelektrischen Wandler-Halbleiterschicht befindlichen Injektions-Sperrschicht zur Verhinderung des Eindringens von Defektelektronen in die fotoelektrische Wandler-Halbleiterschicht vorgesehen sind. Darüber hinaus muss die fotoelektrische Wandler-Halbleiterschicht nur eine fotoelektrische Umsetzungsfunktion in Bezug auf die Erzeugung von Elektronen-Defektelektronenpaaren bei einfallendem Licht besitzen. Bezüglich der Schichtanordnung kann nicht nur ein Einzelschichtaufbau in Betracht gezogen werden, sondern es kann auch eine Schichtanordnung aus einer Vielzahl von Schichten Verwendung finden, deren Eigenschaften sich abwechselnd bzw. wiederholt ändern.

[0280] Gleichermaßen müssen die Dünnschicht-Feldeffekttransistoren jeweils nur eine Gate-Elektrode, eine Gate-Isolierschicht, eine Halbleiterschicht, in der Kanäle ausgebildet werden können, eine ohm'sche Kontaktschicht sowie eine Hauptelektrode aufweisen. Die ohm'sche Kontaktschicht kann z. B. von einer p-Schicht gebildet werden. Wenn dies der Fall ist, können Defektelektronen als Ladungsträger dienen, indem die Steuerspannung der Gate-Elektrode umgekehrt wird.

[0281] In ähnlicher Weise müssen die Kondensatoren z. B. jeweils lediglich eine untere Elektrodenschicht, eine mittlere Schicht mit einer Isolierschicht und eine obere Elektrodenschicht aufweisen, wobei sie nicht in besonderer Weise von den fotoelektrischen Wandlerelementen oder den Dünnschicht-Feldeffekttransistoren getrennt sein müssen und eine Konfiguration möglich ist, bei der sie auch

als Elektrodenabschnitt für die fotoelektrischen Wandlerelemente dienen.

[0282] Außerdem muss das Isoliersubstrat nicht nur ein Isolator sein, sondern es kann auch von einem Leiter oder einem Halbleiter gebildet werden, auf dem ein Isolator aufgebracht ist.

[0283] Da das fotoelektrische Wandlerelement selbst die Funktion besitzt, elektrische Ladungen zu akkumulieren, kann weiterhin ein integrierter Wert der Lichtinformation über eine bestimmte Zeitdauer ohne Verwendung spezifischer Kondensatoren gebildet werden.

Sechzehntes Ausführungsbeispiel

[0284] Fig. 39 zeigt ein schematisches Ersatzschaltbild eines fotoelektrischen Wandlers gemäß einem sechzehnten Ausführungsbeispiel der Erfindung. Die Beschreibung erfolgt hierbei anhand eines Ausführungsbeispiels für eine eindimensionale Anordnung aus 9 fotoelektrischen Wandlerelementen. Fig. 40 zeigt zeitabhängige Signalverläufe, die die Arbeitsweise der Schaltungsanordnung gemäß Fig. 39 veranschaulichen.

[0285] In Bezug auf die Konfiguration des fotoelektrischen Wandlerabschnitts kann die Konfiguration gemäß den Fig. 36 und Fig. 37 in Betracht gezogen werden.

[0286] Nachstehend wird unter Bezugnahme auf die Fig. 39 und Fig. 40 näher auf die bei diesem Ausführungsbeispiel des fotoelektrischen Wandlers erfolgende Ansteuerung eingegangen. Gemäß Fig. 39 bilden fotoelektrische Wandlerelemente S1 bis S9, mit den jeweiligen fotoelektrischen Wandlerelementen S1 bis S9 gekoppelte Auffrischungskondensatoren C1 bis C9, Dünnschicht-Feldeffekttransistoren R1 bis R9 zur Initialisierung des Potentials an jeweiligen Elektroden G der fotoelektrischen Wandlerelemente S1 bis S9 (die nachstehend auch als "G-Elektroden-Rückstell-Dünnschicht-Feldeffekttransistoren" bezeichnet sind) sowie Signalladungsübertragungs-Dünnschicht-Feldeffekttransistoren T1 bis T9 eine aus drei Blöcken bestehende Anordnung, die jeweils aus drei Bauelementen besteht.

[0287] Eine jeweilige Elektrode mit einer identischen Reihenfolge in jedem Block der fotoelektrischen Wandlerelemente S1 bis S9 ist über die Übertragungs-Dünnschicht-Feldeffekttransistoren T1 bis T9 mit einer Leitung von gemeinsamen Leitungen **1102** bis **1104** verbunden. Im einzelnen sind die einer Gruppe eines jeden Blocks zugeordneten Übertragungs-Dünnschicht-Feldeffekttransistoren T1, T4 und T7 mit der gemeinsamen Leitung **1102** verbunden, während die einer zweiten Gruppe eines jeden Blocks zugeordneten Übertragungs-Dünnschicht-Feldeffekttransistoren T2, T5 und T8 mit der gemeinsamen Leitung **1103** und die einer dritten Gruppe eines jeden Blocks zugeordneten Übertragungs-Dünnschicht-Feldeffekttransistoren T3, T6 und T9 mit der gemeinsamen Leitung **1104** verbunden sind. Die gemeinsamen Leitungen **1102** bis **1104** sind über Schalttransistoren T100 bis T120 jeweils mit einem Verstärker **1126** verbunden.

[0288] Weiterhin liegen bei der Schaltungsanordnung gemäß Fig. 39 die gemeinsamen Leitungen **1102** bis **1104** über gemeinsame Kondensatoren C100 bis C120 jeweils an Masse und werden außerdem über Schalttransistoren CT1 bis CT3 an Massepotential gelegt.

[0289] Die Gate-Elektroden der Schalttransistoren CT1 bis CT3 sind über eine gemeinsame Leitung mit dem Anschluss **1116** verbunden. Durch Anlegen eines Signals hohen Pegels an den Anschluss **1116** zum Durchschalten der Schalttransistoren CT1 bis CT3 werden somit verbleibende Ladungen an den gemeinsamen Leitungen **1102** bis **1104** zur Aufladungsinitialisierung zu Masse abgeführt. Weiterhin sind bei der Schaltungsanordnung gemäß Fig. 39 die der Elektrode G gegenüberliegenden (entgegengesetzten) jeweiligen Elektroden der Auffrischungskondensatoren C1 bis C3 des ersten Blocks über eine gemeinsame Leitung mit einer gemeinsamen Gate-Elektrode der Übertragungs-Dünnschicht-Feldeffekttransistoren T4 bis T6 des zweiten Blocks verbunden, während die der Elektrode G gegenüberliegenden (entgegengesetzten) jeweiligen Elektroden der Auffrischungskondensatoren C4 bis C6 des zweiten Blocks über eine gemeinsame Leitung mit einer gemeinsamen Gate-Elektrode der Übertragungs-Dünnschicht-Feldeffekttransistoren T7 bis T9 des dritten Blocks und einer gemeinsamen Gate-Elektrode der Rückstell-Dünnschicht-Feldeffekttransistoren R1 bis R3 des ersten Blocks verbunden sind. In der gleichen Weise sind die der Elektrode G gegenüberliegenden (entgegengesetzten) jeweiligen Elektroden der Auffrischungskondensatoren C7 bis C9 des dritten Blocks über eine gemeinsame Leitung mit einer gemeinsamen Gate-Elektrode der Rückstell-Dünnschicht-Feldeffekttransistoren R4 bis R6 des zweiten Blocks verbunden. Bei diesem Ausführungsbeispiel kann die Auffrischungseinrichtung Kondensatoren C1 bis C9, ein Schieberegister **1106** sowie eine Spannungsquelle **1114** umfassen, während der Signalmessabschnitt eine in Fig. 39 von einer gestrichelten Linie umgebene Messeinrichtung, die Dünnschicht-Feldeffekttransistoren T1 bis T9 und ein Schieberegister **1106** umfassen kann.

[0290] Nachstehend wird auf Betrieb und Wirkungsweise dieses Ausführungsbeispiels in zeitlicher Reihenfolge näher eingegangen.

[0291] Wenn Signallicht auf die fotoelektrischen

Wandlerelemente S1 bis S9 fällt, werden in Abhängigkeit von dessen Intensität elektrische Ladungen in ihrer Streukapazität und in den Auffrischungskondensatoren C1 bis C9 gespeichert. Wenn sodann ein Signal hohen Pegels über einen ersten Parallelausgang des Schieberegisters **1106** abgegeben [(a) gemäß Fig. 40] und die Übertragungs-Dünnschicht-Feldeffekttransistoren T1 bis T3 durchgeschaltet werden, werden die in der Streukapazität und gespeicherten Ladungen den gemeinsamen Kondensatoren C100 bis C120 zugeführt. Nach dem Durchschalten der Übertragungs-Dünnschicht-Feldeffekttransistoren T1 bis T3 wird das vom Schieberegister **1107** abgegebene Signal hohen Pegels verschoben, wodurch die Schalttransistoren T100 bis T120 aufeinanderfolgend durchgeschaltet werden [(j) bis (1) gemäß Fig. 40]. Hierdurch setzt ein aufeinanderfolgendes Auslesen der den gemeinsamen Kondensatoren C100 bis C120 zugeführten Lichtsignale des ersten Blocks über den Verstärker **1126** ein. Sodann geht das Signal am Anschluss **1116** auf einen hohen Pegel über [(m) gemäß Fig. 40], wodurch die Schalttransistoren CT1 bis CT3 zur Initialisierung des Potentials der gemeinsamen Kondensatoren C100 bis C120 durchgeschaltet werden. Wenn das Potential der gemeinsamen Kondensatoren C100 bis C120 vollständig initialisiert ist, wird über einen zweiten Parallelausgang des Schieberegisters **1106** ein Ausgangssignal hohen Pegels abgegeben [(d) gemäß Fig. 40], wodurch das Potential an den Auffrischungskondensatoren C1 bis C3 angehoben wird. Hierdurch werden die Defektelektronen in den fotoelektrischen Wandlerelementen S1 bis S3 der Stromversorgungsleitung **1403** zugeführt. Gleichzeitig werden die Übertragungs-Dünnschicht-Feldeffekttransistoren T4 bis T6 des zweiten Blocks durchgeschaltet [(b) gemäß Fig. 40], um die in den Auffrischungskondensatoren C4 bis C6 und der Streukapazität des zweiten Blocks gespeicherten Signalladungen den gemeinsamen Kondensatoren C100 bis C120 zuzuführen. In der gleichen Weise wie im Falle des ersten Blocks werden dann die Schalttransistoren C100 bis C120 durch eine Verschiebung des Schieberegisters **1107** aufeinanderfolgend durchgeschaltet [(j) bis (1) gemäß Fig. 40] und die in den gemeinsamen Kondensatoren C100 bis C120 gespeicherten Lichtsignale des zweiten Blocks aufeinanderfolgend ausgelesen, woraufhin das Potential der gemeinsamen Kondensatoren C100 bis C120 durch die Schalttransistoren CT1 bis CT3 wieder initialisiert wird [(m) gemäß Fig. 40].

[0292] Nachdem sodann das Potential der gemeinsamen Elektrode für die Auffrischungskondensatoren C1 bis C3 des ersten Blocks einen niedrigen Pegel angenommen hat, wird über einen dritten Parallelausgang des Schieberegisters **1106** ein Ausgangssignal hohen Pegels abgegeben [(g) gemäß Fig. 40], wodurch die G-Elektroden-Rückstell-Dünnschicht-Feldeffekttransistoren R1 bis R3 zur Rückstellung des Potentials der Elektroden G der fotoelektrischen Wandlerelemente S1 bis S3 auf Massepotential durchgeschaltet werden. Gleichzeitig wird das Potential an den Auffrischungskondensatoren C4 bis C6 des zweiten Blocks angehoben [(e) gemäß Fig. 40]. Außerdem werden zu diesem Zeitpunkt auch die Übertragungs-Dünnschicht-Feldeffekttransistoren T7 bis T9 des dritten Blocks durchgeschaltet [(c) gemäß Fig. 40], sodass die Übertragung der in den Auffrischungskondensatoren C7 bis C9 des dritten Blocks und der Streukapazität gespeicherten Signalladungen zu den gemeinsamen Kondensatoren C100 bis C120 einsetzt. Sodann werden die Schalttransistoren T100 bis T120 in der gleichen Weise wie im Falle des ersten und zweiten Blocks durch eine Verschiebung des Schieberegisters **107** aufeinanderfolgend durchgeschaltet [(j) bis (1) gemäß Fig. 40], wodurch die in den gemeinsamen Kondensatoren C100 bis C120 gespeicherten Lichtsignale des dritten Blocks aufeinanderfolgend ausgelesen werden. Sodann wird das Potential der gemeinsamen Kondensatoren C100 bis C120 durch die Schalttransistoren CT1 bis CT3 initialisiert bzw. zurückgestellt [(m) gemäß Fig. 40].

[0293] Sodann werden in der gleichen Weise die G-Elektroden-Rückstell-Dünnschicht-Feldeffekttransistoren R4 bis R6 des zweiten Blocks durch ein über einen vierten Parallelausgang des Schieberegisters **1106** abgegebenes Ausgangssignal hohen Pegels durchgeschaltet [(h) gemäß Fig. 40]. Gleichzeitig wird das Potential an den Auffrischungskondensatoren C7 bis C9 des dritten Blocks angehoben [(f) gemäß Fig. 40]. Sodann wird über einen fünften Parallelausgang des Schieberegisters **1106** ein Ausgangssignal hohen Pegels abgegeben, wodurch die G-Elektroden-Rückstell-Dünnschicht-Feldeffekttransistoren R7 bis R9 des dritten Blocks durchgeschaltet werden [(i) gemäß Fig. 40].

[0294] Auf diese Weise werden die Signale einer Zeile in einer horizontalen Abtastrichtung auf dem Original durch eine Folge von Vorgängen vom ersten Block bis zu dem dritten Block ausgelesen, woraufhin die ausgelesenen Signale in analoger Form entsprechend dem Reflexionsgrad des Originals abgegeben werden.

[0295] Die vorstehende Beschreibung bezieht sich auf die Ansteuerung eines fotoelektrischen Wandlers mit 9 fotoelektrischen Wandlerelementen, die eine in drei Blöcke unterteilte Sensoranordnung für eine einzelne Zeile bilden. Zum Auslesen weiterer Zeilen werden der Ladungsübertragungsvorgang und der Lichtsignal-Auslesevorgang in der gleichen Weise wiederholt durchgeführt.

[0296] Wie vorstehend unter Bezugnahme auf Fig. 37 beschrieben ist, besitzen bei diesem Ausführungsbeispiel die fotoelektrischen Wandlerelemente,

die Auffrischungskondensatoren, die Übertragungs-Dünnschicht-Feldeffekttransistoren, die Rückstell-Dünnschicht-Feldeffekttransistoren und der Matrix-Signalleitungsabschnitt einen identischen Schichtaufbau, der aus fünf Schichten besteht, nämlich der ersten Elektrodenschicht, der Isolierschicht, der Halbleiterschicht, der n-Schicht und der zweiten Elektrodenschicht, wobei jedoch nicht sämtliche Elemente zwangsläufig den gleichen Schichtaufbau aufweisen müssen. Erforderlich ist lediglich, dass zumindest die fotoelektrischen Wandlerelemente diesen Aufbau (MIS-Aufbau) aufweisen und dass die anderen Elemente jeweils einen Schichtaufbau besitzen, der die Funktion des jeweiligen Bauelements ermöglicht. Wenn diese Elemente jedoch einen identischen Schichtaufbau aufweisen, ist dies in Bezug auf einen höheren Gutausbeuteprozentsatz und geringere Herstellungskosten effektiver.

[0297] Gemäß der vorstehenden Beschreibung dieses Ausführungsbeispiels ermöglicht die Konfiguration auch eine umgekehrte Beziehung zwischen Defektelektronen und Elektronen. So kann z. B. die Injektions-Sperrschicht auch eine p-Schicht sein. Wenn dies der Fall ist, lässt sich bei diesem Ausführungsbeispiel das gleiche Ergebnis wie im Falle des ersten Ausführungsbeispiels erzielen, indem die Richtung der angelegten Spannungen und des elektrischen Feldes umgekehrt und die anderen Bauelemente in der gleichen Weise angeordnet werden.

[0298] Obwohl in Verbindung mit diesem Ausführungsbeispiel vorstehend ein eindimensionaler Zeilensensor beschrieben worden ist, liegt weiterhin auf der Hand, dass bei Verwendung einer Vielzahl von Zeilensensoren auch ein zweidimensionaler Flächensensor in Betracht gezogen werden kann und dass diese Konfiguration unter Verwendung des in Verbindung mit dem vorstehenden Ausführungsbeispiel beschriebenen Block-Ansteuerverfahrens es ermöglicht, einen fotoelektrischen Wandler zum Auslesen von Kopien im gleichen Format wie die z. B. von einer Röntgenkamera gebildete Informationsquelle auszugestalten.

[0299] Da ferner bei diesem Ausführungsbeispiel in der vorstehend beschriebenen Weise eine identische Schichtanordnung für die fotoelektrischen Wandlerelemente, die Kondensatoren, die Dünnschicht-Feldeffekttransistoren und den Matrix-Signalleitungsabschnitt Verwendung findet, können die Schichten gleichzeitig im Rahmen eines identischen Herstellungsablaufs ausgebildet werden, sodass sich eine Miniaturisierung und ein hoher Gutausbeuteprozentsatz erzielen lässt, was die Herstellung eines einen hohen Störabstand aufweisenden fotoelektrischen Wandlers bei geringen Herstellungskosten ermöglicht. Außerdem kann eine üblicherweise verwendete Auffrischungsspannungsquelle eingespart werden, was in Bezug auf die Herstellung eines einen hohen Störabstand aufweisenden kostengünstigen fotoelektrischen Wandlers von Vorteil ist. Darüber hinaus ist eine Vielzahl von fotoelektrischen Wandlerelementen in Blöcke unterteilt, wobei zwei oder mehr Vorgänge bei anderen Blöcken (z. B. ein Signalübertragungsvorgang, ein Sensor-Auffrischungsvorgang und ein Potential-Rückstellvorgang) gleichzeitig über eine identische Ansteuerleitung erfolgen können, was eine weitere Verbesserung des Gutausbeuteprozentsatzes und eine weitere Verringerung der Herstellungskosten des fotoelektrischen Wandlers auf Grund der hierdurch erzielbaren Beschleunigung der Vorgänge und Miniaturisierung des Geräts ermöglicht.

Siebzehntes Ausführungsbeispiel

[0300] Fig. 41 zeigt ein Ersatzschaltbild einer einzelnen Bitstelle eines fotoelektrischen Wandlers gemäß einem siebzehnten Ausführungsbeispiel der Erfindung.

[0301] In Fig. 41 bezeichnet die Bezugszahl **100** einen fotoelektrischen Wandlerabschnitt, dessen Schichtaufbau der Schichtanordnung gemäß Fig. 4A entspricht, sodass D eine Elektrode auf der Seite der transparenten Elektrode **6** und G eine Elektrode auf der Seite der unteren Elektrode **1** darstellen. Die Bezugszahl **114** bezeichnet eine Spannungsquelle zum Anlegen eines positiven Potentials (V_D) an die Elektrode D, während die Bezugszahl **1115** eine Spannungsquelle zum Anlegen eines positiven Potentials (V_{rG}) an die Elektrode G bei einem Auffrischungsvorgang des fotoelektrischen Wandlerabschnitts **100** und die Bezugszahl **1700** einen Auffrischungs-Dünnschicht-Feldeffekttransistor bezeichnen. Die Spannungsquelle **1115** ist hierbei vorzugsweise auf eine niedrigere Spannung als die Spannungsquelle **114** eingestellt. Die Bezugszahl **1800** bezeichnet einen Signalladungs-Speicherkondensator, der den gleichen Schichtaufbau wie der fotoelektrische Wandlerabschnitt **100** aufweist. Die Elektrode G des Speicherkondensators liegt hierbei an Masse, während eine Elektrode D mit der Elektrode G des fotoelektrischen Wandlerabschnitts **100** verbunden ist. Weiterhin erfolgt über einen Dünnschicht-Feldeffekttransistor **1300** in einem Messvorgang die Übertragung von Signalladungen, während das Potential an der Elektrode G über einen G-Elektroden-Initialisierungs-Dünnschicht-Feldeffekttransistor **1400** (der nachstehend auch als "G-Elektroden-Rückstell-Dünnschicht-Feldeffekttransistor" bezeichnet ist) initialisiert bzw. zurückgestellt wird. Der von einer gestrichelten Linie umgebene Bereich stellt eine Messeinrichtung dar, die üblicherweise einen integrierten Schaltkreis und andere Bauelemente umfasst und in Fig. 41 lediglich in Form eines Ausführungsbeispiels dargestellt ist. Hierbei bezeichnet die Bezugszahl **1124** einen Lesekondensator, während die Bezugszahl **1125** ein Schaltelement zur Initialisie-

rung des Lesekondensators und die Bezugszahl **1126** einen Operationsverstärker bezeichnen. Die Messeinrichtung ist nicht auf dieses Ausführungsbeispiel beschränkt, sondern es ist lediglich erforderlich, dass ein Strom oder Ladungen direkt oder in Form von integrierten Werten gemessen werden können. Wenn z. B. Signalladungen nicht in dem Lesekondensator **1124** gespeichert, sondern mit Hilfe eines Strommessgeräts ausgelesen werden, können der Lesekondensator **1124** und das zur Potentialinitialisierung vorgesehene Schaltelement **1125** entfallen.

[0302] Nachstehend wird unter Bezugnahme auf Fig. 41 die Arbeitsweise dieses Ausführungsbeispiels des fotoelektrischen Wandlers näher beschrieben.

[0303] Bei einem Auffrischungsvorgang des fotoelektrischen Wandlerabschnitts wird der Dünnschicht-Feldeffekttransistor **1700** durch einen Impuls Pc hohen Potentials (das nachstehend auch als "hoher Pegel" bezeichnet wird) vom Sperrzustand in den durchgeschalteten Zustand versetzt, sodass über die Spannungsquelle **1115** ein positives Potential an die Elektrode G angelegt wird. Da über die Spannungsquelle **114** auch an die Elektrode D ein positives Potential angelegt wird, liegt in Bezug auf das Potential V_{DG} der Elektrode D gegenüber der Elektrode G ein positives Potential vor. Hierdurch wird ein Teil der Defektelektronen in dem fotoelektrischen Wandlerabschnitt **100** zur Wiederauffrischung zu der Elektrode D geführt. Sodann wird der Dünnschicht-Feldeffekttransistor **1400** durch einen Impuls Pd hohen Pegels vom Sperrzustand in den durchgeschalteten Zustand versetzt, sodass an die Elektrode G Massepotential angelegt wird. Zu diesem Zeitpunkt erhöht sich das positive Potential V_{DG}, wobei nach dem Fließen eines Einschaltspitzenstroms ein fotoelektrischer Umsetzungsvorgang des fotoelektrischen Wandlerabschnitts **100** beginnt. Der Dünnschicht-Feldeffekttransistor **1400** wird sodann durch einen Impuls Pd niedrigen Potentials (das nachstehend auch als "niedriger Pegel" bezeichnet ist) gesperrt, sodass die Elektrode G über den Ladungsspeicherkondensator **1800** an Masse liegt. Wenn nun Signallicht auf den fotoelektrischen Wandlerabschnitt **100** fällt, fließt ein entsprechender Strom aus der Elektrode G ab, wodurch sich das Potential der Elektrode G erhöht, d. h., die einfallende Lichtinformation wird in einer Kapazität der Elektrode G in Form von elektrischen Ladungen gespeichert. Nach einer bestimmten Speicherzeit wird der Übertragungs-Dünnschicht-Feldeffekttransistor **1300** durch einen Impuls Pb hohen Pegels vom Sperrzustand in den durchgeschalteten Zustand versetzt, sodass die gespeicherten Ladungen zu dem Kondensator **1124** fließen. Die Menge der Ladungen ist hierbei dem Integrationswert des aus dem fotoelektrischen Wandlerabschnitt **100** bei dem fotoelektrischen Umsetzungsvorgang abfließenden Stroms proportional, d. h., die Ladungsmenge wird von der Messeinrichtung über den Operationsverstärker **1126** als Gesamtmenge des einfallenden Lichts gemessen. Vorzugsweise wird das Potential des Kondensators **1124** vor diesem Übertragungsvorgang durch einen von dem Dünnschicht-Feldeffekttransistor **1125** abgegebenen Impuls Pa hohen Pegels auf Massepotential zurückgestellt. Wenn der Übertragungs-Dünnschicht-Feldeffekttransistor **1300** gesperrt ist, wird der Auffrischungs-Dünnschicht-Feldeffekttransistor **1700** durch einen Impuls Pc hohen Pegels durchgeschaltet, woraufhin dieser Ablauf wiederholt wird.

[0304] Die fotoelektrische Umsetzung kann auf diese Weise mit einem hohen Störabstand (Signal-Rauschverhältnis) und überlegenen Kennwerten erfolgen.

Achtzehntes Ausführungsbeispiel

[0305] Fig. 42 zeigt ein Ersatzschaltbild einer einzelnen Bitstelle eines fotoelektrischen Wandlers gemäß einem achtzehnten Ausführungsbeispiel der Erfindung, während Fig. 43 Signalverläufe zeigt, die ein praktisches Ausführungsbeispiel für die Ansteuerung des fotoelektrischen Wandlers gemäß Fig. 42 veranschaulichen.

[0306] Die Schaltungsanordnung gemäß Fig. 42 entspricht weitgehend der Schaltungsanordnung gemäß Fig. 41, wobei gleiche Bezugszahlen gleiche oder entsprechende Bauelemente bezeichnen, sodass die Beschreibung der gleichen Bauelemente wie bei der Schaltungsanordnung gemäß Fig. 41 nachstehend vereinfacht oder entfallen ist.

[0307] Bei diesem Ausführungsbeispiel kann die Auffrischungseinrichtung einen Dünnschicht-Feldeffekttransistor **1700**, eine Einrichtung zum Anlegen eines Impulses Pc hohen Pegels, eine Spannungsquelle **1115** sowie eine Spannungsquelle **1114** umfassen.

[0308] Weiterhin kann der Signalmessabschnitt die in Fig. 42 von einer gestrichelten Linie umgebene Messeinrichtung, einen Dünnschicht-Feldeffekttransistor **1300**, eine Einrichtung zum Anlegen eines Impulses Pb hohen Pegels sowie einen Speicherkondensator **1800** umfassen.

[0309] Die Schaltungsanordnung gemäß Fig. 42 unterscheidet sich von der Schaltungsanordnung gemäß Fig. 41 dadurch, dass der mit der Elektrode G des fotoelektrischen Wandlerabschnitts **100** verbundene Anschluss des Speicherkondensators **1800** nicht seine Elektrode D, sondern seine Elektrode G ist.

[0310] Nachstehend wird unter Bezugnahme auf Fig. 43 näher auf die Arbeitsweise dieses Ausfüh-

rungsbeispiels des fotoelektrischen Wandlers eingegangen. Fig. 43 ist im wesentlichen auf den Strom I_s des fotoelektrischen Wandlerabschnitts **100** und das von diesem Strom I_s hervorgerufene Verhalten des Potentials V_o an der Elektrode G gerichtet.

[0311] Wenn ein Auffrischungsimpuls P_c gemäß Fig. 43 ansteigt und eine Spannung an die Elektrode G des fotoelektrischen Wandlerabschnitts **100** angelegt wird, wird ein Teil der in der i-Schicht verbliebenen Defektelektronen zu der Elektrode D geführt.

[0312] Sodann steigt ein G-Elektroden-Rückstellimpuls Pd an, wodurch die Elektrode G des fotoelektrischen Wandlerabschnitts **100** an Massepotential gelegt wird und sämtliche in der i-Schicht verbliebenen Elektronen zu der Elektrode D fließen. Sodann beginnt der G-Elektroden-Rückstellimpuls Pd abzufallen und die Speicherung von Signalladungen setzt ein, wobei die Ladungsspeicherelektrode des Speicherkondensators **1800** von der Elektrode G und die an Masse zu legende Elektrode von der Elektrode D gebildet werden, sodass das Energieband der i-Schicht **4** in dem Speicherkondensator **1800** ziemlich flach ist und einen sogenannten Flachbandzustand zeigt. Im allgemeinen wird ein Nullpotential oder eine geringe positive Spannung an eine Seite der Isolierschicht angelegt, um einen Flachbandzustand eines MIS-Kondensators als sogenannte Flachbandspannung zu erhalten. Wenn diese Flachbandspannung Null ist, wird der Kondensator **1800** vom Beginn der Ladungsspeicherung bis zu deren Beendigung in der vorstehend beschriebenen Weise nicht in einen Entladungszustand versetzt. Wenn die Flachbandspannung von einer kleinen positiven Spannung gebildet wird, kann der Speicherkondensator **1800** vom Beginn der Ladungsspeicherung bis zu deren Beendigung nicht im Entladungszustand, sondern in einem Akkumulationszustand verwendet werden, indem eine Spannungsquelle mit einer der positiven Flachbandspannung entsprechenden oder größeren Spannung bei der Schaltungsanordnung gemäß Fig. 42 zwischen den G-Elektroden-Rückstell-Dünnschicht-Feldeffekttransistor **1400** und Masse geschaltet wird, d. h., es fließt kein Leckstrom über einen Speicherkondensator **1800** wie er bei dem fotoelektrischen Wandler gemäß Fig. 41 verwendet wird. Somit werden fast sämtliche elektrischen Ladungen, die in den Speicherkondensatoren und der Streukapazität gespeichert werden, von dem auf den fotoelektrischen Wandlerabschnitt **100** fallenden Signallicht gebildet, sodass durch Auslesen seiner Signalspannung eine Information mit einem hohen Störabstand erhalten werden kann. Die in Fig. 42 in dem von einer gestrichelten Linie umgebenen rechteckigen Bereich angeordnete Signalmesseinrichtung ist nicht auf die dargestellte Ausgestaltung beschränkt, sondern es ist lediglich erforderlich, dass mit ihrer Hilfe ein Strom oder Ladungen direkt oder in Form integrierter Werte gemessen werden können. Wenn die Signalladungen mit Hilfe eines Strommessgeräts oder dergleichen ohne Speicherung im Lesekondensator **1124** ausgelesen werden, können der Lesekondensator **1124** sowie ein zur Potentialinitialisierung dienendes Schaltelement **1125** entfallen, wie dies vorstehend in Verbindung mit dem fotoelektrischen Wandler gemäß Fig. 41 bereits beschrieben worden ist.

[0313] Bei diesem Ausführungsbeispiel kann somit der Signalspeicherkondensator in der vorstehend beschriebenen Weise stets im Akkumulationszustand zur Speicherung von Signalladungen an der Elektrode G in der Isolierschicht **70** des Signalspeicherkondensators verwendet werden, sodass annähernd kein von Leckverlusten der Signalladungen über den Signalladungs-Speicherkondensator verursachter Leckstrom auftritt, wodurch sich der Störabstand des fotoelektrischen Wandlers weiter verbessern lässt.

Neunzehntes Ausführungsbeispiel

[0314] Nachstehend wird ein neunzehntes Ausführungsbeispiel der Erfindung unter Bezugnahme auf die Fig. 44 bis Fig. 46 näher beschrieben.

[0315] Fig. 44 zeigt ein schematisches Ersatzschaltbild, das den fotoelektrischen Wandler gemäß diesem Ausführungsbeispiel der Erfindung veranschaulicht. Hierbei erfolgt die Beschreibung anhand eines Ausführungsbeispiels für eine eindimensionale Anordnung von neun fotoelektrischen Wandlerelementen. Fig. 45 zeigt eine typische Draufsicht eines fotoelektrischen Wandlerabschnitts mit einer Vielzahl von in Längsrichtung angeordneten Bildelementen, eines Speicherkondensatorabschnitts, eines Auffrischungs-Dünnschicht-Feldeffekttransistorabschnitts, eines Übertragungs-Dünnschicht-Feldeffekttransistorabschnitts, eines Rückstell-Dünnschicht-Feldeffekttransistorabschnitts und eines Leiterbahnabschnitts für ein einzelnes Bildelement. Fig. 46 zeigt eine Querschnittsansicht eines einzelnen Bildelements, wobei Fig. 46 lediglich eine anschauliche Darstellung zeigt und die Position des Leiterbahnabschnitts nicht vollständig mit der Position gemäß Fig. 45 übereinstimmt. Außerdem ist der Rückstell-Dünnschicht-Feldeffekttransistorabschnitt **1400** in Fig. 46 nicht dargestellt. In den Fig. 44 bis Fig. 46 bezeichnen gleiche Bezugszahlen die gleichen Bauelemente wie in Fig. 42.

[0316] Der fotoelektrische Wandlerabschnitt **100** gemäß Fig. 45 umfasst eine untere Elektrode **2**, die auch als Lichtabschirmschicht gegen Licht von der Substratseite her dient. Licht von der Substratseite wird an der Oberfläche eines in der Figur senkrecht in Aufwärtsrichtung angeordneten (nicht dargestellten) Originals über ein Lichtfenster **17** reflektiert, sodass das reflektierte Licht auf den fotoelektrischen Wandlerabschnitt **100** fällt. Der von den hierbei er-

zeugten Ladungsträgern hervorgerufene Fotostrom wird in äquivalenten kapazitiven Komponenten eines Speicherkondensators **1800** und des fotoelektrischen Wandlerelements **100** sowie einer weiteren Streukapazität gespeichert. Die gespeicherten Ladungen werden sodann durch den Übertragungs-Dünnschicht-Feldeffekttransistorabschnitt **1300** zu dem Matrix-Signalleitungsabschnitt **1500** übertragen und von einem (nicht dargestellten) Signalverarbeitungsabschnitt als Spannung ausgelesen.

[0317] Nachstehend wird der Schichtaufbau dieser Elemente unter Bezugnahme auf Fig. 46 näher beschrieben.

[0318] Gemäß Fig. 46 besitzen der fotoelektrische Wandlerabschnitt **100**, der Speicherkondensator **1800**, der Auffrischungs-Dünnschicht-Feldeffekttransistor **1700**, der Übertragungs-Dünnschicht-Feldeffekttransistor **1300** und der Leiterbahnabschnitt **1500** einen identischen Schichtaufbau, der aus fünf Schichten besteht, nämlich einer ersten Elektrodenschicht, die mit **2-1**, **2-2** und **2-3** bezeichnet ist, einer Isolierschicht **70**, einer i-Schicht **4**, einer n-Schicht **5** und einer zweiten Elektrodenschicht, die mit **6-1**, **6-2**, **6-3**, **6-4** und **6-5** bezeichnet ist. Die zweite Elektrodenschicht ist hierbei nicht spezifisch transparent ausgebildet.

[0319] Nachstehend wird die bei diesem neunzehnten Ausführungsbeispiel erfolgende Ansteuerung des fotoelektrischen Wandlers unter Bezugnahme auf das Schaltbild näher beschrieben.

[0320] Gemäß Fig. 44 bilden fotoelektrische Wandlerelemente S1 bis S9 eine aus drei Blöcken bestehende Anordnung, bei denen jeder Block von drei fotoelektrischen Wandlerelementen gebildet wird. Diese Konfiguration findet auch bei Speicherkondensatoren D1 bis D9, die jeweils entsprechend mit den fotoelektrischen Wandlerelementen S1 bis S9 verbunden sind, Auffrischungs-Dünnschicht-Feldeffekttransistoren F1 bis F9, Dünnschicht-Feldeffekttransistoren R1 bis R9 zur Initialisierung des Potentials der Elektroden G der fotoelektrischen Wandlerelemente S1 bis S9 sowie Dünnschicht-Feldeffekttransistoren T1 bis T9 zur Übertragung von Signalladungen Verwendung.

[0321] Eine jeweilige Elektrode mit einer identischen Reihenfolge in jedem Block der fotoelektrischen Wandlerelemente S1 bis S9 ist über die Übertragungs-Dünnschicht-Feldeffekttransistoren T1 bis T9 mit einer Leitung von gemeinsamen Leitungen **1102** bis **1104** verbunden. Im einzelnen sind die einer Gruppe eines jeden Blocks zugeordneten Übertragungs-Dünnschicht-Feldeffekttransistoren T1, T4 und T7 mit der gemeinsamen Leitung **1102** verbunden, während die einer zweiten Gruppe eines jeden Blocks zugeordneten Übertragungs-Dünnschicht-Feldeffekttransistoren T2, T5 und T8 mit der gemeinsamen Leitung **1103** und die einer dritten Gruppe eines jeden Blocks zugeordneten Übertragungs-Dünnschicht-Feldeffekttransistoren T3, T6 und T9 mit der gemeinsamen Leitung **1104** verbunden sind. Die gemeinsamen Leitungen **1102** bis **1104** sind über Schalttransistoren T100 bis T120 jeweils mit einem Verstärker **1126** verbunden.

[0322] Gemäß Fig. 44 liegen die gemeinsamen Leitungen **1102** bis **1104** über gemeinsame Kondensatoren C100 bis C120 jeweils an Masse und werden außerdem über Schalttransistoren CT1 bis CT3 an Massepotential gelegt. Jede Gate-Elektrode der Schalttransistoren CT1 bis CT3 ist mit einer jeweiligen gemeinsamen Leitung verbunden, um bei der durch den Impuls Pa gemäß Fig. 43 erfolgenden Durchschaltung zur Potentialinitialisierung verbleibende Ladungen der gemeinsamen Leitungen **1102** bis **1104** zu Masse abzuführen. Bei diesem Ausführungsbeispiel umfasst die fotoelektrische Wandlereinrichtung die Dünnschicht-Feldeffekttransistoren R1 bis R9, ein Schieberegister **1109** und eine Spannungsquelle **114**, während die Auffrischungseinrichtung die Dünnschicht-Feldeffekttransistoren F1 bis F9, ein Schieberegister **1108**, eine Spannungsquelle **1115** sowie die Spannungsquelle **114**, und der Signalmessabschnitt eine in Fig. 44 von einer gestrichelten Linie umgebene Messeinrichtung, die Dünnschicht-Feldeffekttransistoren T1 bis T9, ein Schieberegister **1106** sowie die Speicherkondensatoren D1 bis D9 umfassen.

[0323] Nachstehend wird die Arbeitsweise dieses neunzehnten Ausführungsbeispiels des fotoelektrischen Wandlers in zeitlicher Abfolge näher beschrieben.

[0324] Wenn auf die fotoelektrischen Wandlerelemente S1 bis S9 Signallicht fällt, werden zunächst in Abhängigkeit von dessen Intensität elektrische Ladungen in den Speicherkondensatoren D1 bis D9, den äquivalenten kapazitiven Komponenten des fotoelektrischen Wandlerabschnitts **100** und seiner Streukapazität gespeichert. Wie im Falle des achtzehnten Ausführungsbeispiels fließen hierbei Elektronen und Defektelektronen in den jeweiligen i-Schichten der Speicherkondensatoren D1 bis D9 nicht zur Elektrode G ab, da die Elektrode G auf der Seite der Isolierschicht eine Ladungsspeicherelektrode darstellt, so dass bei den Speicherkondensatoren D1 bis D9 kein nennenswerter Leckstrom auftritt. Wenn sodann über einen Parallelausgang des Schieberegister **1106** ein Signal hohen Pegels abgegeben wird und die Übertragungs-Dünnschicht-Feldeffekttransistoren T1 bis T3 durchgeschaltet werden, werden die in den Speicherkondensatoren D1 bis D9, den kapazitiven Komponenten und der Streukapazität gespeicherten Ladungen den gemeinsamen Kondensatoren C100 bis C120 zugeführt. Sodann wird

ein Ausgangssignal hohen Pegels des Schieberegisters **1107** verschoben und die Schalttransistoren T100 bis T120 hierdurch aufeinanderfolgend durchgeschaltet. Auf diese Weise beginnt ein aufeinanderfolgendes Auslesen der den gemeinsamen Kondensatoren C100 bis C120 zugeführten Lichtsignale des ersten Blocks über den Verstärker **1126**.

[0325] Nach dem Sperren der Übertragungs-Dünnschicht-Feldeffekttransistoren T1 bis T3 wird über einen ersten Parallelausgang des Schieberegisters **1108** ein Signal hohen Pegels abgegeben, wodurch die Auffrischungs-Dünnschicht-Feldeffekttransistoren F1 bis F3 durchgeschaltet und das Potential an der Elektrode G der fotoelektrischen Wandlerelemente S1 bis S3 angehoben werden. Hierdurch wird ein Teil der in den fotoelektrischen Wandlerelementen S1 bis S3 befindlichen Defektelektronen zu einer gemeinsamen Spannungsversorgungsleitung **1403** geführt.

[0326] Sodann wird über einen ersten Parallelausgang eines Schieberegisters **1109** ein Ausgangssignal hohen Pegels abgegeben, wodurch die Rückstell-Dünnschicht-Feldeffekttransistoren R1 bis R3 durchgeschaltet werden, sodass das Potential der Elektroden G der fotoelektrischen Wandlerelemente S1 bis S3 auf Massepotential zurückgestellt wird. Sodann erfolgt durch einen Impuls Pa eine Initialisierung des Potentials der gemeinsamen Kondensatoren C100 bis C120. Wenn das Potential der gemeinsamen Kondensatoren C100 bis C120 vollständig initialisiert ist, verschiebt das Schieberegister **1106** die Daten, sodass über einen zweiten Parallelausgang ein Ausgangssignal hohen Pegels abgegeben wird. Hierdurch werden die Übertragungs-Dünnschicht-Feldeffekttransistoren T4 bis T6 durchgeschaltet, wodurch die Übertragung der in den Speicherkondensatoren D4 bis D6, den äquivalenten kapazitiven Komponenten der fotoelektrischen Wandlerelemente S4 bis S6 und deren Streukapazität gespeicherten Signalladungen des zweiten Blocks zu den gemeinsamen Kondensatoren C100 bis C120 erfolgt. Danach werden die Schalttransistoren T100 bis T120 in der gleichen Weise wie bei dem ersten Block durch eine Verschiebung des Schieberegisters **1107** aufeinanderfolgend durchgeschaltet, wodurch ein aufeinanderfolgendes Auslesen der in den gemeinsamen Kondensatoren C100 bis C120 gespeicherten Lichtsignale des zweiten Blocks erfolgt.

[0327] Bei dem dritten Block erfolgen der Ladungsübertragungsvorgang und der Lichtsignal-Lesevorgang in der gleichen Weise.

[0328] Auf diese Weise erfolgt das Auslesen der Signale einer Zeile in einer horizontalen Abtastrichtung auf dem Original durch eine Folge von Vorgängen von dem ersten Block bis zu dem dritten Block, woraufhin die ausgelesenen Signale in analoger Form entsprechend dem Reflexionsgrad des Originals abgegeben werden.

[0329] Wie vorstehend unter Bezugnahme auf Fig. 46 beschrieben ist, besitzen bei diesem Ausführungsbeispiel die fotoelektrischen Wandlerelemente, die Speicherkondensatoren, die Auffrischungs-Dünnschicht-Feldeffekttransistoren, die Übertragungs-Dünnschicht-Feldeffekttransistoren, die Rückstell-Dünnschicht-Feldeffekttransistoren und der Matrix-Signalleitungsabschnitt einen identischen Schichtaufbau, der aus fünf Schichten besteht, nämlich der ersten Elektrodenschicht, der Isolierschicht, der i-Schicht, der n-Schicht und der zweiten Elektrodenschicht, wobei jedoch nicht sämtliche Elemente zwangsläufig den gleichen Schichtaufbau aufweisen müssen. Erforderlich ist lediglich, dass zumindest die fotoelektrischen Wandlerelemente und die Speicherkondensatoren diesen Aufbau (MIS-Aufbau) aufweisen und dass die anderen Elemente jeweils einen Schichtaufbau besitzen, der die Funktion des jeweiligen Bauelements ermöglicht. Wenn diese Elemente jedoch einen identischen Schichtaufbau aufweisen, ist dies in Bezug auf einen höheren Gutausbeuteprozentsatz und geringere Herstellungskosten effektiver.

[0330] Gemäß der vorstehenden Beschreibung des achtzehnten und neunzehnten Ausführungsbeispiels ermöglicht die Konfiguration auch eine umgekehrte Beziehung zwischen Defektelektronen und Elektronen. So kann z. B. die Injektions-Sperrschicht auch eine p-Schicht sein. Wenn dies der Fall ist, lässt sich bei dem vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispiel das gleiche Ergebnis erzielen, indem die Richtung der angelegten Spannungen und des elektrischen Feldes umgekehrt und die anderen Bauelemente in der gleichen Weise wie bei dem achtzehnten oder neunzehnten Ausführungsbeispiel angeordnet werden.

[0331] Obwohl in Verbindung mit dem neunzehnten Ausführungsbeispiel vorstehend ein eindimensionaler Zeilensensor beschrieben worden ist, liegt weiterhin auf der Hand, dass bei Verwendung einer Vielzahl von Zeilensensoren auch ein zweidimensionaler Flächensensor in Betracht gezogen werden kann und dass diese Konfiguration unter Verwendung des in Verbindung mit dem vorstehenden Ausführungsbeispiel beschriebenen Block-Ansteuerverfahrens es ermöglicht, einen fotoelektrischen Wandler zum Auslesen von Kopien im gleichen Format wie die z. B. von einer Röntgenkamera gebildete Informationsquelle auszugestalten.

[0332] Da ferner bei dem neunzehnten Ausführungsbeispiel außer den Merkmalen des achtzehnten Ausführungsbeispiels in der vorstehend beschriebenen Weise eine identische Schichtanordnung für die fotoelektrischen Wandlerelemente, die Speicherkondensatoren, die Dünnschicht-Feldeffekttransistoren

und den Matrix-Signalleitungsabschnitt Verwendung findet, können die Schichten gleichzeitig im Rahmen eines identischen Herstellungsablaufs ausgebildet werden, sodass sich eine Miniaturisierung und ein hoher Gutausbeuteprozentsatz erzielen lässt, was die Herstellung eines einen hohen Störabstand aufweisenden fotoelektrischen Wandlers bei geringen Herstellungskosten ermöglicht.

Zwanzigstes Ausführungsbeispiel

[0333] Nachstehend wird ein zwanzigstes Ausführungsbeispiel der Erfindung unter Bezugnahme auf die Fig. 47 bis Fig. 49 näher beschrieben.

[0334] Fig. 47 zeigt ein schematisches Ersatzschaltbild, das den fotoelektrischen Wandler gemäß diesem zwanzigsten Ausführungsbeispiel der Erfindung veranschaulicht. Wie im Falle des neunzehnten Ausführungsbeispiels erfolgt die Beschreibung anhand eines Ausführungsbeispiels für eine eindimensionale Anordnung von neun fotoelektrischen Wandlerelementen.

[0335] Fig. 48 zeigt eine Draufsicht eines fotoelektrischen Wandlerabschnitts mit einer Vielzahl von in Längsrichtung angeordneten Bildelementen, eines Speicherkondensator/Auffrischungskondensatorabschnitts, eines Übertragungs-Dünnschicht-Feldeffekttransistorabschnitts, eines Rückstell-Dünnschicht-Feldeffekttransistorabschnitts und eines Leiterbahnabschnitts für ein einzelnes Bildelement.

[0336] Fig. 49 zeigt eine Querschnittsansicht eines einzelnen Bildelements, wobei Fig. 49 lediglich eine anschauliche Darstellung zeigt und die Position des Leiterbahnabschnitts nicht vollständig mit der Position gemäß Fig. 48 übereinstimmt. Außerdem ist der Rückstell-Dünnschicht-Feldeffekttransistorabschnitt **1400** in Fig. 49 nicht dargestellt. In den Fig. 47 bis Fig. 49 bezeichnen gleiche Bezugszahlen die gleichen Bauelemente wie in den Fig. 42 und Fig. 44 bis Fig. 46.

[0337] Der fotoelektrische Wandlerabschnitt **100** gemäß Fig. 48 umfasst eine untere Elektrode **2**, die auch als Lichtabschirmschicht gegen Licht von der Substratseite her dient. Licht von der Substratseite wird an der Oberfläche eines in der Figur senkrecht in Aufwärtsrichtung angeordneten (nicht dargestellten) Originals über ein Lichtfenster **17** reflektiert, sodass das reflektierte Licht auf den fotoelektrischen Wandlerabschnitt **100** fällt. Der von den hierbei erzeugten Ladungsträgern hervorgerufene Fotostrom wird in einem Speicher/Auffrischungskondensator 1200, äquivalenten kapazitiven Komponenten des fotoelektrischen Wandlerelements **100** und einer weiteren Streukapazität gespeichert. Die gespeicherten Ladungen werden sodann durch den Übertragungs-Dünnschicht-Feldeffekttransistorabschnitt **1300** zu dem Matrix-Signalleitungsabschnitt **1500** übertragen und von einem (nicht dargestellten) Signalverarbeitungsabschnitt als Spannung ausgelesen.

[0338] Nachstehend wird der Schichtaufbau dieser Abschnitte unter Bezugnahme auf Fig. 49 näher beschrieben.

[0339] Gemäß Fig. 49 besitzen der fotoelektrische Wandlerabschnitt **100**, der Speicher/Auffrischungskondensator **1200**, der Übertragungs-Dünnschicht-Feldeffekttransistor **1300** und der Leiterbahnabschnitt **1500** einen identischen Schichtaufbau, der aus fünf Schichten besteht, nämlich einer ersten Elektrodenschicht, die mit **2-1**, **2-2**, und **2-3** bezeichnet ist, einer Isolierschicht **70**, einer i-Schicht **4**, einer n-Schicht **5** und einer zweiten Elektrodenschicht, die mit **6-1**, **6-2**, **6-3** und **6-4** bezeichnet ist. Wie im Falle des neunzehnten Ausführungsbeispiels ist die zweite Elektrodenschicht hierbei nicht spezifisch transparent ausgebildet.

[0340] Nachstehend wird die bei diesem Ausführungsbeispiel erfolgende Ansteuerung des fotoelektrischen Wandlers unter Bezugnahme auf das Schaltbild näher beschrieben.

[0341] Gemäß Fig. 47 bilden fotoelektrische Wandlerelemente S1 bis S9 eine aus drei Blöcken bestehende Anordnung, bei denen jeder Block von drei fotoelektrischen Wandlerelementen gebildet wird. Diese Konfiguration findet auch bei Speicher/Auffrischungskondensatoren C1 bis C9, die jeweils entsprechend mit den fotoelektrischen Wandlerelementen S1 bis S9 verbunden sind, Dünnschicht-Feldeffekttransistoren R1 bis R9 zur Initialisierung des Potentials der Elektroden G der fotoelektrischen Wandlerelemente S1 bis S9 sowie Dünnschicht-Feldeffekttransistoren T1 bis T9 zur Übertragung von Signalladungen Verwendung.

[0342] Eine jeweilige Elektrode mit einer identischen Reihenfolge in jedem Block der fotoelektrischen Wandlerelemente S1 bis S9 ist über die Übertragungs-Dünnschicht-Feldeffekttransistoren T1 bis T9 mit einer Leitung von gemeinsamen Leitungen **1102** bis **1104** verbunden. Im einzelnen sind die einer Gruppe eines jeden Blocks zugeordneten Übertragungs-Dünnschicht-Feldeffekttransistoren T1, T4 und T7 mit der gemeinsamen Leitung **1102** verbunden, während die einer zweiten Gruppe eines jeden Blocks zugeordneten Übertragungs-Dünnschicht-Feldeffekttransistoren T2, T5 und T8 mit der gemeinsamen Leitung **1103** und die einer dritten Gruppe eines jeden Blocks zugeordneten Übertragungs-Dünnschicht-Feldeffekttransistoren T3, T6 und T9 mit der gemeinsamen Leitung **1104** verbunden sind. Die gemeinsamen Leitungen **1102** bis **1104** sind über Schalttransistoren T100 bis T120 jeweils mit einem Verstärker **1126** verbunden.

[0343] Gemäß Fig. 47 liegen die gemeinsamen Leitungen **1102** bis **1104** über gemeinsame Kondensatoren C100 bis C120 jeweils an Masse und werden außerdem über Schalttransistoren CT1 bis CT3 an Massepotential gelegt. Jede Gate-Elektrode der Schalttransistoren CT1 bis CT3 ist mit einer jeweiligen gemeinsamen Leitung verbunden, um bei der durch den Impuls Pa gemäß Fig. 43 erfolgenden Durchschaltung zur Potentialinitialisierung verbleibende Ladungen der gemeinsamen Leitungen **1102** bis **1104** zu Masse abzuführen.

[0344] Bei diesem Ausführungsbeispiel umfasst die fotoelektrische Wandlereinrichtung die Dünnschicht-Feldeffekttransistoren R1 bis R9, ein Schieberegister **1109** und eine Spannungsquelle **114**, während die Auffrischungseinrichtung die Kondensatoren C1 bis C9, ein Schieberegister **1108**, sowie die Spannungsquelle **114**, und der Signalmessabschnitt eine in Fig. 47 von einer gestrichelten Linie umgebene Messeinrichtung, die Dünnschicht-Feldeffekttransistoren T1 bis T9, ein Schieberegister **1106** sowie die Kondensatoren C1 bis C9 umfassen, d. h. die Kondensatoren C1 bis C9 akkumulieren Signalladungen und bilden auch einen Teil der Auffrischungseinrichtung.

[0345] Nachstehend wird die Arbeitsweise dieses Ausführungsbeispiels des fotoelektrischen Wandlers in zeitlicher Abfolge näher beschrieben.

[0346] Wenn auf die fotoelektrischen Wandlerelemente S1 bis S9 Signallicht fällt, werden zunächst in Abhängigkeit von dessen Intensität elektrische Ladungen in den Speicher/Auffrischungskondensatoren C1 bis C9, den äquivalenten kapazitiven Komponenten des fotoelektrischen Wandlerabschnitts **100** und seiner Streukapazität gespeichert. Wie im Falle des achtzehnten Ausführungsbeispiels fließen hierbei Elektronen und Defektelektronen in den jeweiligen i-Schichten der Speicher/Auffrischungskondensatoren C1 bis C9 nicht zur Elektrode G ab, da die Elektrode G auf der Seite der Isolierschicht eine Ladungsspeicherelektrode darstellt, so dass bei den Speicher/Auffrischungskondensatoren C1 bis C9 kein nennenswerter Leckstrom auftritt. Wenn sodann über einen ersten Parallelausgang des Schieberegisters **1106** ein Signal hohen Pegels abgegeben wird und die Übertragungs-Dünnschicht-Feldeffekttransistoren T1 bis T3 durchgeschaltet werden, werden die in den Speicher/Auffrischungskondensatoren C1 bis C3, den kapazitiven Komponenten und der Streukapazität gespeicherten Ladungen den gemeinsamen Kondensatoren C100 bis C120 zugeführt. Sodann werden ein Ausgangssignal hohen Pegels des Schieberegisters **1107** verschoben und die Schalttransistoren T100 bis T120 hierdurch aufeinanderfolgend durchgeschaltet. Auf diese Weise beginnt ein aufeinanderfolgendes Auslesen der den gemeinsamen Kondensatoren C100 bis C120 zugeführten Lichtsignale des ersten Blocks über den Verstärker **1126**.

[0347] Nach dem Sperren der Übertragungs-Dünnschicht-Feldeffekttransistoren T1 bis T3 wird über einen ersten Parallelausgang des Schieberegisters **1108** ein Signal hohen Pegels abgegeben, wodurch das Potential an den Speicher/Auffrischungskondensatoren C1 bis C3 oder das Potential an der Elektrode G der fotoelektrischen Wandlerelemente S1 bis S3 angehoben wird. Hierdurch werden in den fotoelektrischen Wandlerelementen S1 bis S3 befindliche Defektelektronen zu einer gemeinsamen Spannungsversorgungsleitung **1403** geführt.

[0348] Sodann wird über einen ersten Parallelausgang eines Schieberegisters **1109** ein Ausgangssignal hohen Pegels abgegeben, wodurch die Rückstell-Dünnschicht-Feldeffekttransistoren R1 bis R3 durchgeschaltet werden, sodass das Potential der Elektroden G der fotoelektrischen Wandlerelemente S1 bis S3 auf Massepotential zurückgestellt wird. Sodann erfolgt durch einen Impuls Pa eine Initialisierung des Potentials der gemeinsamen Kondensatoren C100 bis C120. Wenn das Potential der gemeinsamen Kondensatoren C100 bis C120 vollständig initialisiert ist, verschiebt das Schieberegister **1106** die Daten, sodass über einen zweiten Parallelausgang ein Ausgangssignal hohen Pegels abgegeben wird. Hierdurch werden die Übertragungs-Dünnschicht-Feldeffekttransistoren T4 bis T6 durchgeschaltet, wodurch die Übertragung der in den Speicher/Auffrischungskondensatoren C4 bis C6, den äquivalenten kapazitiven Komponenten der fotoelektrischen Wandlerelemente S4 bis S6 und der Streukapazität gespeicherten Signalladungen des zweiten Blocks zu den gemeinsamen Kondensatoren C100 bis C120 erfolgt. Danach werden die Schalttransistoren T100 bis T120 in der gleichen Weise wie bei dem ersten Block durch eine Verschiebung des Schieberegisters **1107** aufeinanderfolgend durchgeschaltet, wodurch ein aufeinanderfolgendes Auslesen der in den gemeinsamen Kondensatoren C100 bis C120 gespeicherten Lichtsignale des zweiten Blocks erfolgt.

[0349] Bei dem dritten Block erfolgen der Ladungsübertragungsvorgang und der Lichtsignal-Lesevorgang in der gleichen Weise.

[0350] Wie vorstehend beschrieben, erfolgt das Auslesen der Signale einer Zeile in einer horizontalen Abtastrichtung auf dem Original durch eine Folge von Vorgängen von dem ersten Block bis zu dem dritten Block, woraufhin die ausgelesenen Signale in analoger Form entsprechend dem Reflexionsgrad des Originals abgegeben werden.

[0351] Bei diesem Ausführungsbeispiel besitzen die fotoelektrischen Wandlerelemente, die Speicher/Auf-

frischungskondensatoren, die Übertragungs-Dünnschicht-Feldeffekttransistoren, die Rückstell-Dünnschicht-Feldeffekttransistoren und der Matrix-Signalleitungsabschnitt einen identischen Schichtaufbau, der aus fünf Schichten besteht, nämlich der ersten Elektrodenschicht, der Isolierschicht, der i-Schicht, der n-Schicht und der zweiten Elektrodenschicht, wobei jedoch nicht sämtliche Elemente zwangsläufig den gleichen Schichtaufbau aufweisen müssen. Erforderlich ist lediglich, dass zumindest die fotoelektrischen Wandlerelemente und die Speicher/Auffrischungskondensatoren diesen Aufbau (MIS-Aufbau) aufweisen und dass die anderen Elemente jeweils einen Schichtaufbau besitzen, der die Funktion des jeweiligen Bauelements ermöglicht. Wenn diese Elemente jedoch einen identischen Schichtaufbau aufweisen, ist dies in Bezug auf einen höheren Gutausbeuteprozentsatz und geringere Herstellungskosten effektiver.

[0352] Obwohl in Verbindung mit diesem Ausführungsbeispiel vorstehend ein eindimensionaler Zeilensensor beschrieben worden ist, liegt auf der Hand, dass auch ein zweidimensionaler Flächensensor durch entsprechende Anordnung einer Vielzahl von Zeilensensoren erhalten werden kann und dass die vorstehend beschriebene Konfiguration den Aufbau eines fotoelektrischen Wandlers zum Lesen von Originalen bzw. Kopien im gleichen Format wie eine z. B. von einer Röntgenkamera gebildete Informationsquelle durch Verwendung eines Block-Ansteuerverfahrens gemäß dem vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispiel in der gleichen Weise wie bei dem neunzehnten Ausführungsbeispiel ermöglicht.

[0353] Bei diesem Ausführungsbeispiel kann durch die Speicherkondensatoren zusätzlich zu den vorstehend beschriebenen Vorteilen des achtzehnten und neunzehnten Ausführungsbeispiels eine Auffrischungsfunktion erhalten werden, sodass sich durch weitere Miniaturisierung und einen höheren Gutausbeuteprozentsatz eine Verringerung der Herstellungskosten des fotoelektrischen Wandlers erzielen lässt.

Einundzwanzigstes Ausführungsbeispiel

[0354] Fig. 50 zeigt ein schematisches Schaltbild eines fotoelektrischen Wandlers gemäß einem einundzwanzigsten Ausführungsbeispiel der Erfindung.

[0355] Gemäß Fig. 50 sind fotoelektrische Wandlerelemente S11 bis Smn in Matrixform angeordnet, wobei mit G Elektroden an der Unterseite und mit D Elektroden an der Oberseite der fotoelektrischen Wandlerelemente S11 bis Smn bezeichnet sind. Mit C11 bis Cmn sind Speicherkondensatoren bezeichnet, während mit T11 bis Tmn Übertragungs-Dünnschicht-Feldeffekttransistoren bezeichnet sind. Die Elektroden G sämtlicher fotoelektrischer Wandlerelemente S11 bis Smn sind über einen Schalter Sws mit einer Lesespannungsquelle Vs und über einen Schalter Swg mit einer Auffrischungsspannungsquelle Vg verbunden. Der Schalter Sws ist mit einer Auffrischungssteuerschaltung RF über einen Inverter verbunden, während der Schalter Swg direkt mit der Auffrischungssteuerschaltung RF verbunden ist. Die beiden Schalter Sws und Swg werden derart gesteuert, dass der Schalter Swg während einer Auffrischungszeit eingeschaltet ist, während der Schalter Sws zu einer anderen Zeit eingeschaltet ist. Ein Bildelement wird von einem fotoelektrischen Wandlerelement, einem dem fotoelektrischen Wandlerelement parallel geschalteten Kondensator sowie einem Dünnschicht-Feldeffekttransistor gebildet. Der Signalausgang des Bildelements ist über eine Signalleitung SIG mit einem integrierten Messschaltkreis IC verbunden. Der fotoelektrische Wandler gemäß diesem Ausführungsbeispiel umfasst eine Anzahl von m × n Bildelementen, die in m Blöcke unterteilt sind, sodass die Ausgangssignale von n Bildelementen blockweise dem integrierten Messschaltkreis IC über die Signalleitung SIG gleichzeitig zugeführt werden. Die zugeführten Ausgangssignale werden von dem integrierten Messschaltkreis IC in der richtigen Reihenfolge umgesetzt und ausgegeben (V_{out}). Die jeweiligen Bildelemente sind in Form einer zweidimensionalen Anordnung vorgesehen, indem n Bildelemente für jeden Block in Seitenrichtung und m Blöcke in Längsrichtung angeordnet sind.

[0356] Der fotoelektrische Wandler gemäß Fig. 50 arbeitet weitgehend in der gleichen Weise wie der fotoelektrische Wandler gemäß Fig. 19, wobei jedoch die Polarität von Vg und der Betrag von Vs unterschiedlich sind.

[0357] Nachstehend wird näher auf die Arbeitsweise dieses Ausführungsbeispiels des fotoelektrischen Wandlers eingegangen.

[0358] Über Schieberegister SR1 und SR2 wird zunächst ein hohes Potential H an Steuerleitungen g1 bis qm und sg1 bis sgn angelegt. Hierdurch werden die Übertragungs-Dünnschicht-Feldeffekttransistoren T11 bis Tmn sowie Schalter M1 bis M3 in den leitenden Zustand geschaltet, wodurch die Elektroden D von sämtlichen fotoelektrischen Wandlerelementen S11 bis Smn an Massepotential gelegt werden (da ein Eingang eines Integrierdetektors Amp an Massepotential liegt). Gleichzeitig gibt die Auffrischungssteuerschaltung RF ein Signal hohen Pegels H ab, wodurch der Schalter Swg durchgeschaltet und die Elektroden G sämtlicher fotoelektrischer Wandlerelemente S11 bis Smn durch die Auffrischungsspannungsquelle Vg an ein negatives Potential gelegt werden, dessen Absolutwert einen geringen Betrag aufweist. Auf diese Weise werden sämtliche fotoelektrische Wandlerelemente S11 bis Smn einem Auffrischungsvorgang unterzogen. Die Auffri-

schungssteuerschaltung RF gibt sodann ein Signal niedrigen Pegels L ab, durch das der Schalter Sws durchgeschaltet wird, sodass die Elektroden G sämtlicher fotoelektrischer Wandlerelemente S11 bis Smn über die Lesespannungsquelle Vs an ein negatives Potential gelegt werden, dessen Absolutwert einen hohen Betrag aufweist. Hierdurch setzt bei sämtlichen fotoelektrischen Wandlerelementen S11 bis Smn ein fotoelektrischer Umsetzungsvorgang ein, wobei die Kondensatoren C11 bis Cmn gleichzeitig initialisiert bzw. zurückgestellt werden.

[0359] Wie vorstehend beschrieben, wird bei diesem Ausführungsbeispiel das Potential der Elektroden G beim Auffrischungsvorgang im Vergleich zu dem Potential der Elektroden D auf ein negatives Potential eingestellt, wobei das Potential der Elektroden G die Flachbandspannung V_{FB} nicht erreicht. Wie in Verbindung mit den vorstehenden Ausführungsbeispielen bereits beschrieben ist, können somit Elektronen die Grenzfläche zwischen der Isolierschicht und der fotoelektrischen Wandler-Halbleiterschicht nicht erreichen, wodurch verhindert werden kann, dass die Elektronen in die Grenzflächendefektstellen gelangen oder aus den Grenzflächendefektstellen austreten. Auf diese Weise lassen sich Einschaltspitzenströme verringern, sodass ein fotoelektrischer Wandler mit einem hohen Störabstand (Signal-Rauschverhältnis) realisiert werden kann.

[0360] Obwohl bei diesem Ausführungsbeispiel jede Elektrode D der fotoelektrischen Wandlerelemente mit einem Dünnschicht-Feldeffekttransistor verbunden ist, während die jeweiligen Elektroden G der fotoelektrischen Wandlerelemente gemeinsam verbunden sind, kann jedoch auch jede Elektrode G mit einem jeweiligen Dünnschicht-Feldeffekttransistor verbunden sein, während die Elektroden D gemeinsam miteinander verbunden sind. In diesem Fall lässt sich die gleiche Wirkungsweise erzielen, indem die Polaritäten der Spannungsquellen Vg und Vs umgekehrt werden.

[0361] Weiterhin ist zwar bei diesem Ausführungsbeispiel die Anzahl der Bildelemente in Form von m × n vorgegeben, jedoch kann sie in der Praxis entsprechend dem Systemaufbau in geeigneter Weise ausgewählt werden. Wenn z. B.

[0362] Bildelemente auf einem Substrat im Format von 20 cm × 20 cm angeordnet werden und hierbei angenommen wird, dass n den Wert 2000 und auch m den Wert 2000 aufweisen, sind m × n Bildelemente, d. h., 4 Millionen fotoelektrische Wandlerelemente mit einer Rasterung bzw. in jeweiligen Abständen von 100 µm auf dem Substrat angeordnet.

[0363] Bei der Schaltungsanordnung gemäß Fig. 50 sind zwar die Schieberegister SR1 und der integrierte Messschaltkreis IC jeweils nur in Form eines einzigen Bauelements dargestellt, jedoch können sie in der Praxis entsprechend den Zahlenwerten von m und n in einer geeigneten Anzahl vorgesehen werden.

[0364] Fig. 51 zeigt ein schematisches Blockschaltbild des gesamten Systems. Hierbei sind eine Vielzahl von Schieberegistern SR1 in paralleler Anordnung vorgesehen, wobei auch eine Vielzahl von integrierten Messschaltkreisen IC vorgesehen ist und angesteuert wird. Das Ausgangssignal eines jeden integrierten Messschaltkreises IC wird einem zugehörigen Analog/Digital-Umsetzer **6002** einer Signalverarbeitungsschaltung **6008** zur Umsetzung in digitale Werte zugeführt. Das Ausgangssignal des jeweiligen Analog/Digital-Umsetzers **6002** wird über einen zugehörigen Subtrahierer **6003** in einem entsprechenden Speicher **6004** gespeichert. Die in dem Speicher gespeicherte Information wird über eine Steuereinrichtung **6005** und einen Pufferverstärker **6006** einer zur weiteren Signalverarbeitung dienenden Bildverarbeitungseinrichtung **6007** zugeführt, durch die eine Bildverarbeitung der erhaltenen Informationen erfolgt.

[0365] Die Fig. 52A und Fig. 52B zeigen einen fotoelektrischen Wandler für ein Röntgengerät, bei dem die Erfindung Anwendung findet, wobei Fig. 52A den Aufbau schematisch veranschaulicht, während Fig. 52B eine schematische Schnittansicht darstellt.

[0366] Eine Vielzahl von fotoelektrischen Wandlerelementen und Dünnschicht-Feldeffekttransistoren ist innerhalb eines a-Si-Sensorsubstrats **6011** angeordnet und mit flexiblen Schaltungssubstraten **6010** verbunden, auf denen die Schieberegister SR1 und die integrierten Messschaltkreise IC angeordnet sind. Die andere Seite der flexiblen Schaltungssubstrate **6010** ist jeweils mit einer Leiterplatte **1** oder einer Leiterplatte **2** verbunden. Hierbei ist eine Vielzahl der a-Si-Sensorsubstrate **6011** zur Bildung eines großformatigen fotoelektrischen Wandlers auf einem Träger **6012** befestigt. Unter dem Träger **6012** ist eine Bleiplatte 6013 zum Schutz von Speichern **6014** einer Signalverarbeitungsschaltung **6018** vor Röntgenstrahlen angeordnet. Das a-Si-Sensorsubstrat **6011** ist mit einem Leuchtstoff wie CsI oder dergleichen beschichtet oder überzogen. Auf der Basis des Prinzips des in Verbindung mit den Fig. 19 und 20 vorstehend bereits beschriebenen Röntgen-Untersuchungsverfahrens lassen sich dann Röntgenstrahlen erfassen. Bei diesem Ausführungsbeispiel ist die gesamte Anordnung in der in Fig. 52B dargestellten Weise in einem aus Kohlefasern bestehenden Gehäuse **6020** angeordnet.

[0367] Fig. 53 zeigt ein Anwendungsbeispiel, bei dem der erfindungsgemäße fotoelektrische Wandler bei einem Röntgen-Diagnosesystem Verwendung findet.

[0368] Hierbei werden von einer Röntgenröhre **6050** abgegebene Röntgenstrahlen **6060** durch den Brustraum **6062** eines Patienten oder einer zu untersuchenden Person **6061** hindurchgeführt und fallen auf einen fotoelektrischen Wandler **6040**, der mit einem Leuchtstoff beschichtet ist.

[0369] Die auftreffenden Röntgenstrahlen enthalten hierbei die Patienteninformationen. Der Leuchtstoff gibt in Abhängigkeit von den einfallenden Röntgenstrahlen sichtbares Licht ab, das zur Gewinnung von elektrischen Informationssignalen fotoelektrisch umgesetzt wird. Die elektrischen Informationssignale werden dann in Digitalwerte umgesetzt, sodass ein den elektrischen Informationssignalen entsprechendes Bild von einer Bildverarbeitungseinrichtung **6070** verarbeitet und in einem Kontrollraum auf einem Sichtgerät bzw. Bildschirm **6080** dargestellt und beobachtet werden kann. Diese Bildinformationen können auch mittels einer Übertragungseinrichtung wie einer Telefonleitung **6090** zu einem entfernten Ort wie einem nicht in der Nähe gelegenen Besprechungszimmer des behandelnden Arztes oder dergleichen übertragen und auf einem Sichtgerät bzw. Bildschirm **6081** dargestellt oder in einer Speichereinrichtung wie einer optischen Platte abgespeichert werden, was eine Ferndiagnose durch einen Arzt ermöglicht. Ferner können diese Informationen auch mit Hilfe einer Filmentwicklungseinrichtung **6100** auf einem Film **6110** aufgezeichnet werden.

Vorteile

[0370] Wie vorstehend beschrieben, kann erfindungsgemäß ein fotoelektrischer Wandler mit einem hohen Störabstand (Signal-Rauschverhältnis) und stabilen Kennwerten sowie ein System mit einem solchen fotoelektrischen Wandler erhalten werden.

[0371] Weiterhin ermöglicht die Erfindung die Herstellung eines fotoelektrischen Wandlers mit einer hohen Gutausbeute und einer hohen Produktivität.

[0372] Darüber hinaus werden erfindungsgemäß ein fotoelektrischer Wandler, der sich im Rahmen der gleichen Herstellungsvorgänge wie die Dünnschicht-Feldeffekttransistoren ausbilden lässt, die Herstellungsvorgänge nicht verkompliziert und somit unter geringen Kosten herstellbar ist, sowie ein Ansteuerverfahren für diesen fotoelektrischen Wandler und ein den fotoelektrischen Wandler umfassendes System angegeben.

[0373] Erfindungsgemäß kann in dem fotoelektrischen Wandlerabschnitt (dem fotoelektrischen Element) des fotoelektrischen Wandlers die einfallende Lichtmenge nur in einem Bereich der Injektions-Sperrschicht detektiert werden, sodass sich die Herstellungsvorgänge leicht optimieren, die Gutausbeute verbessern und auch die Herstellungskosten verringern lassen. Somit kann ein fotoelektrischer Wandler mit einem hohen Störabstand (Signal-Rauschverhältnis) unter geringen Kosten hergestellt werden. Ferner findet erfindungsgemäß weder ein Tunneleffekt noch eine Schottky-Sperrschicht an den Grenzflächen zwischen der ersten Elektrodenschicht, der Isolierschicht und der fotoelektrischen Wandler-Halbleiterschicht Verwendung, sodass sowohl das Elektrodenmaterial als auch die Dicke der Isolierschicht oder andere Steuerfaktoren frei gewählt werden können. Außerdem stimmt das fotoelektrische Element gut mit den Schaltelementen und kapazitiven Elementen wie den Dünnschicht-Feldeffekttransistoren (TFT) überein, die beide gleichzeitig mit dem fotoelektrischen Element ausgebildet werden, sodass es auf Grund des gleichen Schichtaufbaus gleichzeitig in Form gemeinsamer Schichten mit den Dünnschicht-Feldeffekttransistoren ausgebildet werden kann. Die für das fotoelektrische Element und die Dünnschicht-Feldeffekttransistoren wichtige Schichtstruktur kann außerdem in einem identischen Vakuum zur gleichen Zeit ausgebildet werden. Demzufolge lässt sich ein exzellenter fotoelektrischer Wandler mit einem höheren Störabstand und noch geringeren Kosten herstellen.

[0374] Erfindungsgemäß kann außerdem ein fotoelektrischer Wandler mit komplexen Funktionen und dennoch vereinfachtem Aufbau erhalten werden, da das fotoelektrische Element selbst die Eigenschaft besitzt, gleichzeitig mit dem Fließen des Stroms in Echtzeit optische Informationen als Ladungsträger speichern zu können. Weiterhin umfasst der Kondensator dieses fotoelektrischen Wandlers in seiner Mittelschicht eine Isolierschicht und kann mit vorteilhaften Eigenschaften ausgestaltet werden, wodurch ein fotoelektrischer Wandler mit hochwertigen Funktionen erhalten werden kann, bei dem die integrierten Werte der von dem fotoelektrischen Element erhaltenen optischen Information mit einem vereinfachten Aufbau gebildet werden können.

[0375] Außerdem kann erfindungsgemäß der Auffrischungsvorgang des fotoelektrischen Elements über die Kapazität des Kondensators erfolgen, wodurch ermöglicht wird, dass ein Einschaltspitzenstrom zu einem Zeitpunkt entsteht, bei dem die angelegte Spannung bereits abgefallen ist. Im Vergleich zu einer Situation, bei der der Auffrischungsvorgang unter Verwendung von Dünnschicht-Feldeffekttransistoren erfolgt, werden hierdurch die gespeicherten Einschaltspitzenströme erheblich reduziert, sodass ein exzellenter fotoelektrischer Wandler mit einem weiter verbesserten hohen Störabstand unter niedrigen Kosten hergestellt werden kann.

[0376] Wenn z. B. die Halbleiter-Injektionssperrschicht des fotoelektrischen Elements einen n-leitfähigen Aufbau aufweist, d. h., wenn die elektrische Ladung q der Ladungsträger, deren Eindringen verhin-

dert wird, positiv ist, können bei einem Auffrischungsvorgang des fotoelektrischen Elements Elektronen am Eindringen in die und Austreten aus den zwischen der Isolierschicht und der fotoelektrischen Wandler-Halbleiterschicht bestehenden Grenzflächendefektstellen gehindert werden, wenn die Bedingung $\{(V_{rG}\cdot q) < (V_D\cdot q - V_{FB}\cdot q)\}$ gegeben ist, wobei das Potential der Elektrode D höher als das Potential der Elektrode G eingestellt ist. Wenn dagegen die Halbleiter-Injektionssperrschicht des fotoelektrischen Elements einen p-leitfähigen Aufbau aufweist, d. h., wenn die elektrische Ladung q der Ladungsträger, deren Eindringen verhindert wird, negativ ist, können Elektronen am Eindringen in die und Austreten aus den zwischen der Isolierschicht und der fotoelektrischen Wandler-Halbleiterschicht bestehenden Grenzflächendefektstellen gehindert werden, wenn die Bedingung $\{(V_{rG}\cdot q) < (V_D\cdot q - V_{FB}\cdot q)\}$ gegeben ist, wobei das Potential der Elektrode D niedriger als das Potential der Elektrode G eingestellt ist. Hierdurch wird ein exzellenter fotoelektrischer Wandler mit einem weiter verbesserten hohen Störabstand und verringerten Einschaltspitzenströmen bei geringen Herstellungskosten erhalten.

[0377] Außerdem ist ein kapazitives Element für die Signalladungsspeicherung in Form des gleichen Schichtaufbaus wie das fotoelektrische Element ausgebildet, wobei die elektrische Ladung an der Elektrode der Isolierseite des kapazitiven Elements gespeichert wird, sodass dieses kapazitive Element zur Signalladungsspeicherung jederzeit in einem Akkumulationszustand verwendet und nennenswerte Leckströme, die durch Leckverluste der Signalladung über das zur Signalladungsspeicherung dienende kapazitive Element entstehen, verringert werden können, wodurch sich ein fotoelektrischer Wandler mit einem hohen Störabstand bei geringen Herstellungskosten erhalten lässt.

[0378] Weiterhin ist die Vielzahl der fotoelektrischen Elemente erfindungsgemäß derart in Blöcke unterteilt, dass der Auffrischungsvorgang in einem Block und der Signalübertragungsvorgang in einem anderen Block über eine identische Ansteuerleitung gleichzeitig erfolgen können. Auf diese Weise lassen sich der Lesevorgang mit hoher Geschwindigkeit durchführen und die Abmessungen des fotoelektrischen Wandlers verringern. Demzufolge kann ein fotoelektrischer Wandler mit einer hohen Gutausbeute bei geringen Herstellungskosten erhalten werden.

[0379] Außerdem kann unter Verwendung des die vorstehend beschriebenen exzellenten Eigenschaften aufweisenden fotoelektrischen Wandlers ein großformatiges Faksimilegerät oder ein großformatiges Röntgen-Sichtgerät (Bildschirmgerät) bei niedrigen Herstellungskosten erhalten werden, das hochwertige Funktionen und sehr gute Kennwerte aufweist.

Patentansprüche

1. Fotoelektrischer Wandler mit einem auf einem Isoliersubstrat (**1**) angeordneten fotoelektrischen Wandlerabschnitt (**100**), einem Schalterabschnitt und einer Signalleitung (MTX; SIG; sig1 bis sig2000), wobei
der fotoelektrische Wandlerabschnitt (**100**) ein fotoelektrisches Wandlerelement aufweist, das von folgenden Schichten in dieser Schichtreihenfolge gebildet wird: einer ersten Elektrodenschicht (G), einer elektrischen Isolierschicht (**70**), durch die verhindert wird, dass Defektelektronen und Elektronen durch die Isolierschicht hindurchtreten, einer fotoelektrischen Wandler-Halbleiterschicht (**4**), einer Injektions-Sperrschicht und einer zweiten Elektrodenschicht (D), wobei die Injektions-Sperrschicht eine n-Halbleiterschicht, eine p-Halbleiterschicht oder eine von der Differenz in der Austrittsarbeit zwischen der zweiten Elektrodenschicht (D) und der fotoelektrischen Wandler-Halbleiterschicht (**4**) gebildete Sperrschicht ist und verhindert, dass ein von Defektelektronen oder Elektronen gebildeter Ladungsträgertyp von der zweiten Elektrodenschicht (D) in die fotoelektrische Wandler-Halbleiterschicht (**4**) injiziert wird, und
der Schalterabschnitt einen auf dem Isoliersubstrat angeordneten ersten Halbleiterschalter (T11 bis T33) aufweist, der über einen Anschluss zur Detektion einer durch Speicherung eines in dem fotoelektrischen Wandlerelement bei Anliegen eines ersten elektrischen Feldes zwischen der ersten und der zweiten Elektrodenschicht (G, D) erzeugten Fotostroms gebildeten Ladung mit dem fotoelektrischen Wandlerelement und über den anderen Anschluss mit der Signalleitung (MTX; SIG; sig1 bis sig2000) verbunden ist,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Schalterabschnitt einen zweiten Schalter (SWg) aufweist, der mit einer Einrichtung zur Bildung eines vorgegebenen Potentials (Vg) verbunden ist, wobei der zweite Schalter (SWg) und diese Einrichtung (Vg) zum Anlegen eines zweiten elektrischen Feldes zwischen die erste und die zweite Elektrodenschicht (G, D) des fotoelektrischen Wandlerelementes ausgestaltet sind und das vorgegebene Potential das Fließen eines Auffrischungsstroms in entgegengesetzter Richtung zu der Richtung des Fotostroms herbeiführt.

2. Fotoelektrischer Wandler nach Anspruch 1, bei dem die erste und/oder die zweite Elektrodenschicht eine transparente Schicht für das einfallende Licht aufweist.

3. Fotoelektrischer Wandler nach Anspruch 1, bei dem die Halbleiterschicht hydriertes amorphes Silizium enthält.

4. Fotoelektrischer Wandler nach Anspruch 1, bei dem der erste Halbleiterschalter eine Gate-Elektrode

(**202**), eine Gate-Isolierschicht (**207**), eine Halbleiterschicht (**204**), eine ohm'sche Kontaktschicht (**205**) und Source- und Drain-Elektroden (**206**, **208**) umfasst, die in einer vertikalen Schichtanordnung auf dem Substrat angeordnet sind, und
die Source-Elektrode oder die Drain-Elektrode mit der zweiten Elektrodenschicht des fotoelektrischen Wandlerelementes verbunden ist.

5. Fotoelektrischer Wandler nach Anspruch 4, bei dem die Gate-Elektrode, die Gate-Isolierschicht, die Halbleiterschicht, die ohm'sche Kontaktschicht und die Source- und Drain-Elektroden des ersten Halbleiterschalters jeweils in Bezug auf die erste Elektrodenschicht, die Isolierschicht, die Halbleiterschicht, die Injektions-Sperrschicht und die zweite Elektrodenschicht des fotoelektrischen Wandlerelementes gleichartig sind.

6. Fotoelektrischer Wandler nach Anspruch 5, bei dem die Halbleiterschicht des ersten Halbleiterschalters hydriertes amorphes Silizium enthält.

7. Fotoelektrischer Wandler nach Anspruch 1, bei dem ein kapazitives Element auf dem Isoliersubstrat ausgebildet ist.

8. Fotoelektrischer Wandler nach Anspruch 7, bei dem das kapazitive Element eine dritte Elektrodenschicht (**302**), eine vierte Elektrodenschicht (**306**) und eine zwischen der dritten und der vierten Elektrodenschicht angeordnete dritte Isolierschicht (**307**) aufweist.

9. Fotoelektrischer Wandler nach Anspruch 8, bei dem eine kapazitive ohm'sche Kontaktschicht (**305**) zwischen der Isolierschicht und der vierten Elektrodenschicht angeordnet ist.

10. Fotoelektrischer Wandler nach Anspruch 7, bei dem das kapazitive Element dem fotoelektrischen Wandlerelement parallel geschaltet ist.

11. Fotoelektrischer Wandler nach Anspruch 7, bei dem die dritte Elektrodenschicht, die dritte Isolierschicht und die vierte Elektrodenschicht des kapazitiven Elementes jeweils in Bezug auf die erste Elektrodenschicht, die Isolierschicht und die zweite Elektrodenschicht des fotoelektrischen Wandlerelementes gleichartig sind.

12. Fotoelektrischer Wandler nach Anspruch 10, der einen Detektor (**120**) aufweist, der das Potential an dem kapazitiven Element als Signal detektiert.

13. Zweidimensionale fotoelektrische Wandlereinrichtung, mit einem auf einem Isoliersubstrat angeordneten fotoelektrischen Wandlerabschnitt, einem Schalterabschnitt und einer Signalleitung, wobei der fotoelektrische Wandlerabschnitt (**100**) eine Vielzahl von in Matrixform angeordneten fotoelektrischen Wandlerelementen aufweist, die jeweils von folgenden Schichten in dieser Schichtreihenfolge gebildet werden: einer ersten Elektrodenschicht (G), einer elektrischen Isolierschicht (**70**), durch die verhindert wird, dass Defektelektronen und Elektronen durch die Isolierschicht hindurchtreten, einer fotoelektrischen Wandler-Halbleiterschicht (**4**), einer Injektions-Sperrschicht und einer zweiten Elektrodenschicht (D), wobei die Injektions-Sperrschicht eine n-Halbleiterschicht, eine p-Halbleiterschicht oder eine von der Differenz in der Austrittsarbeit zwischen der zweiten Elektrodenschicht (D) und der fotoelektrischen Wandler-Halbleiterschicht (**4**) gebildete Sperrschicht ist und verhindert, dass ein von Defektelektronen oder Elektronen gebildeter Ladungsträgertyp von der zweiten Elektrodenschicht (D) in die fotoelektrische Wandler-Halbleiterschicht (**4**) injiziert wird, und
der Schalterabschnitt eine Vielzahl von auf dem Isoliersubstrat angeordneten ersten Halbleiterschaltern (T11 bis T33) aufweist, die jeweils über einen Anschluss zur Detektion einer durch Speicherung eines in dem fotoelektrischen Wandlerelement bei Anliegen eines ersten elektrischen Feldes zwischen der ersten und der zweiten Elektrodenschicht (G, D) erzeugten Fotostroms gebildeten Ladung mit dem fotoelektrischen Wandlerelement und über den anderen Anschluss mit der Signalleitung (MTX; SIG; sig1 bis sig2000) verbunden sind,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Schalterabschnitt zumindest einen zweiten Schalter (SWg; Rf11 bis Rf33) aufweist, der mit einer Einrichtung zur Bildung eines vorgegebenen Potentials (Vg) verbunden ist, wobei der zweite Schalter (SWg; Rf11 bis Rf33) und diese Einrichtung (Vg) zum Anlegen eines zweiten elektrischen Feldes zwischen die erste und die zweite Elektrodenschicht (G, D) des fotoelektrischen Wandlerelementes ausgestaltet sind und das vorgegebene Potential das Fließen eines Auffrischungsstroms in entgegengesetzter Richtung zu der Richtung des Fotostroms herbeiführt.

14. Zweidimensionale fotoelektrische Wandlereinrichtung nach Anspruch 13, bei der eine Leuchtstoffschicht die Oberfläche zumindest des fotoelektrischen Wandlerabschnitts zur Umsetzung von Röntgenstrahlung in Licht bedeckt, für das der fotoelektrische Wandlerabschnitt empfindlich ist.

15. Röntgengerät, mit
einem Sensor, der die zweidimensionale fotoelektrische Wandlereinrichtung gemäß Anspruch 13 umfasst,
einer Leuchtstoffschicht, die die Oberfläche zumindest des fotoelektrischen Wandlerabschnitts zur Umsetzung von auf die Leuchtstoffschicht fallender Röntgenstrahlung in Licht bedeckt, für das der Sensor empfindlich ist, und
einem Prozessor zur Erzeugung eines dem Foto-

strom in jedem der fotoelektrischen Wandlerelemente entsprechenden Bildsignals.

16. Röntgengerät nach Anspruch 15, das ein Sichtgerät oder einen Bildschirm zur Wiedergabe eines sichtbaren Bildes unter Verwendung des von dem Prozessor erzeugten Bildsignals aufweist.

17. Verfahren zur Ansteuerung eines fotoelektrischen Wandlers mit einem auf einem Isoliersubstrat ausgebildeten fotoelektrischen Wandlerabschnitt, der ein fotoelektrisches Wandlerelement aufweist, das von folgenden Schichten in dieser Schichtreihenfolge gebildet wird: einer ersten Elektrodenschicht (G), einer elektrischen Isolierschicht (**70**), durch die verhindert wird, dass Defektelektronen und Elektronen durch die Isolierschicht hindurchtreten, einer fotoelektrischen Wandler-Halbleiterschicht (**4**), einer Injektions-Sperrschicht und einer zweiten Elektrodenschicht (D), wobei die Injektions-Sperrschicht eine n-Halbleiterschicht, eine p-Halbleiterschicht oder eine von der Differenz in der Austrittsarbeit zwischen der zweiten Elektrodenschicht (D) und der fotoelektrischen Wandler-Halbleiterschicht (**4**) gebildete Sperrschicht ist und verhindert, dass ein von Defektelektronen oder Elektronen gebildeter Ladungsträgertyp von der zweiten Elektrodenschicht (D) in die fotoelektrische Wandler-Halbleiterschicht (**4**) injiziert wird,
mit den Verfahrensschritten:
(a) Speicherung einer Ladung, die von einem Fotostrom erzeugt wird, der bei Anliegen eines ersten elektrischen Feldes zwischen der ersten und der zweiten Elektrodenschicht von dem fotoelektrischen Wandlerelement abgegeben wird und von der Intensität des bei einer fotoelektrischen Umsetzungsbetriebsart auf das fotoelektrische Wandlerelement fallenden Lichtes abhängt, und
(c) Detektieren der gespeicherten Ladung durch Betätigung eines dem fotoelektrischen Wandlerelement zugeordneten ersten Schalters,
gekennzeichnet durch
einen vor dem Schritt (a) durchgeführten Schritt (b), bei dem in einer Auffrischungsbetriebsart ein zweites elektrisches Feld zwischen die erste und die zweite Elektrodenschicht durch Betätigung eines zweiten Schalters zur Erzeugung eines in entgegengesetzter Richtung zur Richtung des Fotostroms fließenden Auffrischungsstroms angelegt wird.

18. Verfahren nach Anspruch 17, bei dem der Schritt (b) durch Einschalten eines zweiten Schalters zum Anlegen eines zweiten elektrischen Feldes und der Schritt (c) durch Einschalten des ersten Schalters zum Detektieren der gespeicherten Ladung durchgeführt werden, wobei während der fotoelektrischen Umsetzungsbetriebsart durch das einfallende Licht Defektelektronen und Elektronen erzeugt werden, ein Ladungsträgertyp der erzeugten Defektelektronen und Elektronen in der fotoelektrischen Wandler-Halbleiterschicht (**4**) akkumuliert wird und der Fotostrom durch den anderen Ladungsträgertyp der erzeugten Defektelektronen und Elektronen entsteht, und während der Auffrischungsbetriebsart zumindest ein Teil des während der fotoelektrischen Umsetzungsbetriebsart akkumulierten einen Ladungsträgertyps der Defektelektronen oder Elektronen als Auffrischungsstrom von der fotoelektrischen Wandler-Halbleiterschicht zu der zweiten Elektrodenschicht (D) geführt wird.

19. Verfahren nach Anspruch 17, bei dem in dem Detektionsschritt (c) eine Ladung detektiert wird, die in einem auf dem Isoliersubstrat ausgebildeten Kondensator durch den Fotostrom während der fotoelektrischen Umsetzungsbetriebsart gespeichert wird.

20. Verfahren nach Anspruch 17, bei dem das zweite elektrische Feld an die fotoelektrischen Wandlerelemente in der Auffrischungsbetriebsart entsprechend einer durch ($V_{rG}\cdot q < V_D\cdot q - V_{FB}\cdot q$) gegebenen Bedingung angelegt wird, wobei mit V_{rG} und V_D das jeweilige Potential an der ersten und der zweiten Elektrodenschicht (G, D), mit V_{FB} eine Flachband-Spannung in der fotoelektrischen Wandler-Halbleiterschicht (**4**) und mit q die elektrische Ladung des einen Ladungsträgertyps der Defektelektronen oder Elektronen bezeichnet sind.

21. Verfahren nach Anspruch 19, bei dem der Kondensator zwei Elektrodenschichten, eine zwischen den Elektrodenschichten angeordnete Isolierschicht und eine im Akkumulationszustand anzusteuernde Halbleiterschicht umfasst.

22. Verfahren nach Anspruch 17, das außerdem einen Schritt (d) umfasst, bei dem nach dem Schritt (b) jedoch vor dem Schritt (a) ein Rückstellimpuls (Pd gemäß **Fig. 25** oder **Fig. 29**) an die erste Elektrodenschicht (G) des fotoelektrischen Wandlerelementes angelegt wird.

23. Verfahren nach Anspruch 18, bei dem dann, wenn der eine Ladungsträgertyp der Defektelektronen oder Elektronen von Defektelektronen gebildet wird, das Anlegen des zweiten elektrischen Feldes derart erfolgt, dass das Potential an der zweiten Elektrodenschicht (D) während der Auffrischungsbetriebsart niedriger als das Potential an der zweiten Elektrodenschicht (D) während der fotoelektrischen Umsetzungsbetriebsart ist.

24. Zweidimensionale fotoelektrische Wandlereinrichtung nach Anspruch 13, bei der der zweite Schalter eine Schalteinrichtung (SWg) umfasst, die gemeinsam für die Vielzahl der fotoelektrischen Wandlerelemente zum Anlegen des zweiten elektrischen Feldes an eine Vielzahl der fotoelektrischen Wandlerelemente vorgesehen ist.

25. Zweidimensionale fotoelektrische Wandlereinrichtung nach Anspruch 13, bei der jeder der ersten Halbleiterschalter einen Dünnschichttransistor umfasst und zum Auslesen des Fotostroms aus den jeweiligen fotoelektrischen Wandlerelementen eine mit den Gate-Bereichen der Dünnschichttransistoren gemeinsam verbundene Steuerleitung und eine mit den fotoelektrischen Wandlerelementen gemeinsam verbundene Signalleitung vorgesehen sind.

26. Fotoelektrischer Wandler nach Anspruch 1, bei dem der Fotostrom einen Strom darstellt, der über die ersten und zweiten Elektrodenschichten fließt.

27. Zweidimensionale fotoelektrische Wandlereinrichtung nach Anspruch 13, bei der der Fotostrom einen Strom darstellt, der über die ersten und zweiten Elektrodenschichten fließt.

28. Verfahren nach Anspruch 17, bei dem der Fotostrom einen Strom darstellt, der über die ersten und zweiten Elektrodenschichten fließt.

29. Verfahren nach Anspruch 17, bei dem unter der Voraussetzung, dass die Injektions-Sperrschicht das Eindringen von Defektelektronen verhindert, das Potential (V_{rG}) an der ersten Elektrodenschicht (G) niedriger als das Potential an der zweiten Elektrodenschicht (D) ist, wenn das elektrische Feld in der Auffrischungsbetriebsart zwischen der ersten und der zweiten Elektrodenschicht angelegt wird.

30. Verfahren nach Anspruch 17, bei dem unter der Voraussetzung, dass die Injektions-Sperrschicht das Eindringen von Elektronen verhindert, das Potential (V_{rG}) an der ersten Elektrodenschicht (G) höher als das Potential an der zweiten Elektrodenschicht (D) ist, wenn das elektrische Feld in der Auffrischungsbetriebsart zwischen der ersten und der zweiten Elektrodenschicht angelegt wird.

Es folgen 46 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1A
STAND DER TECHNIK

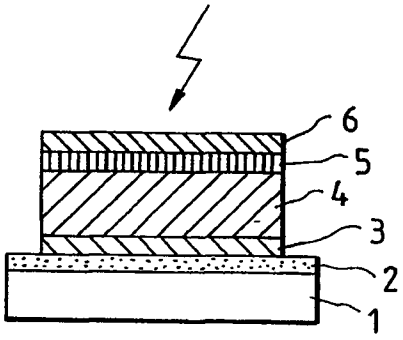


FIG. 1B
STAND DER TECHNIK

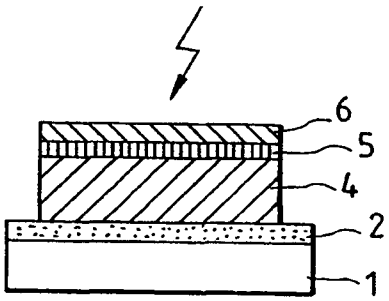


FIG. 1C
STAND DER TECHNIK

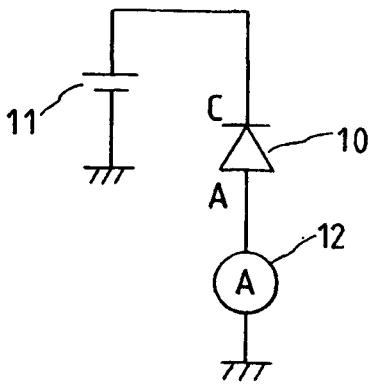


FIG. 2
STAND DER TECHNIK

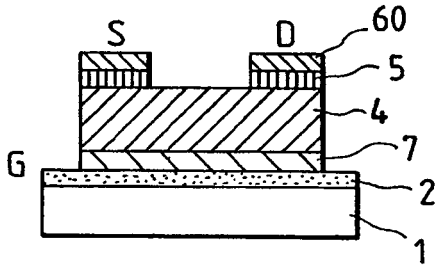


FIG. 3

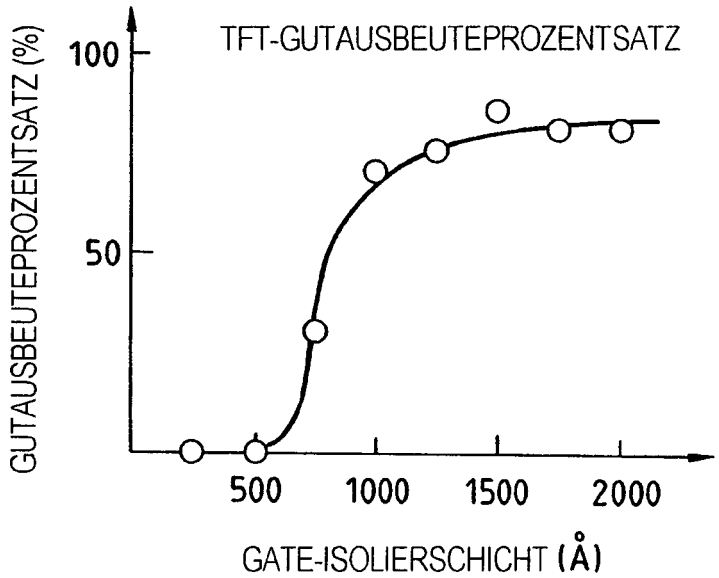


FIG. 4A

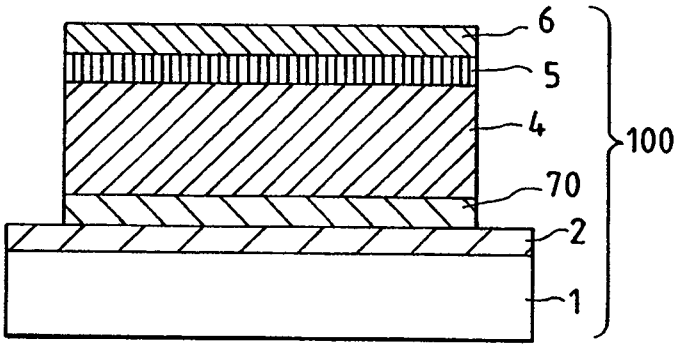


FIG. 4B

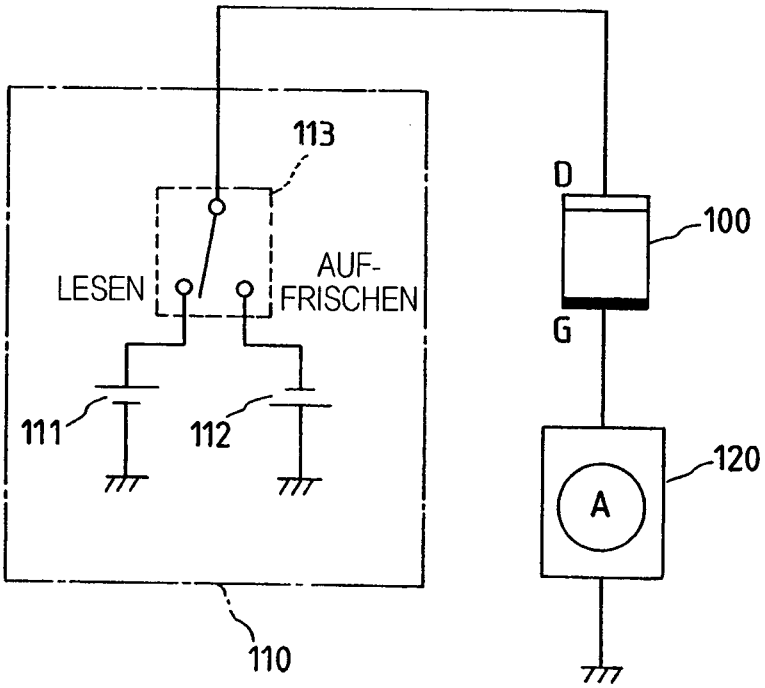


FIG. 5A

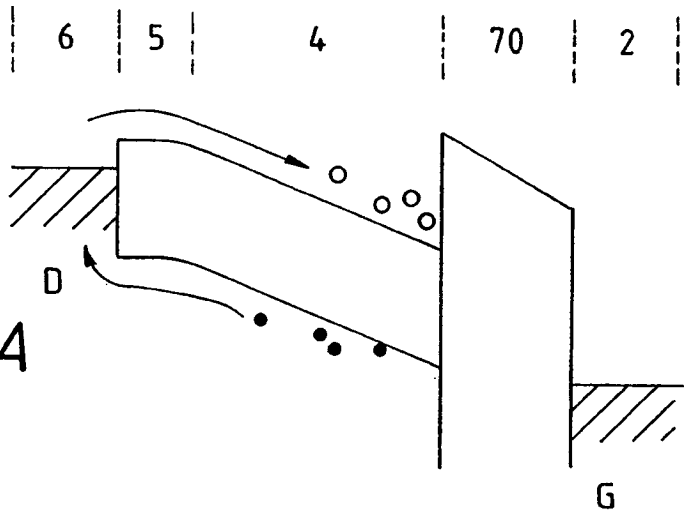


FIG. 5B

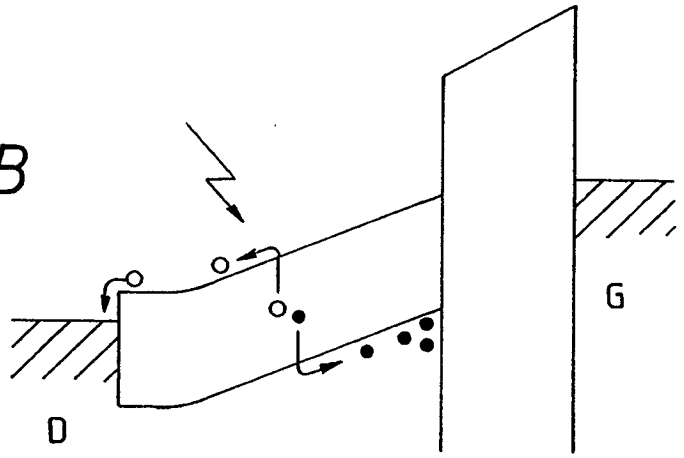


FIG. 5C

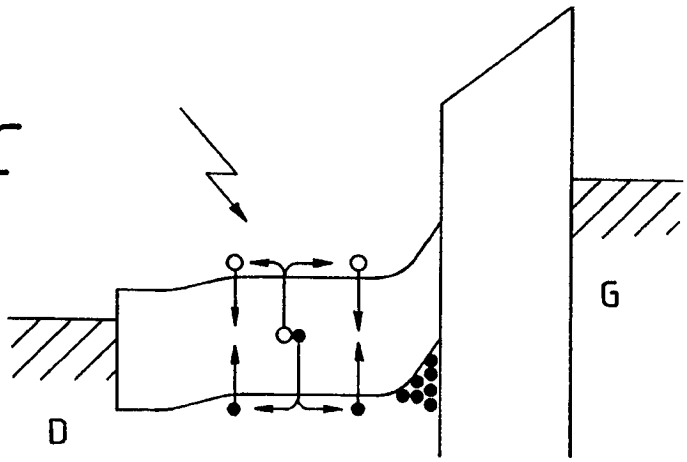


FIG. 6

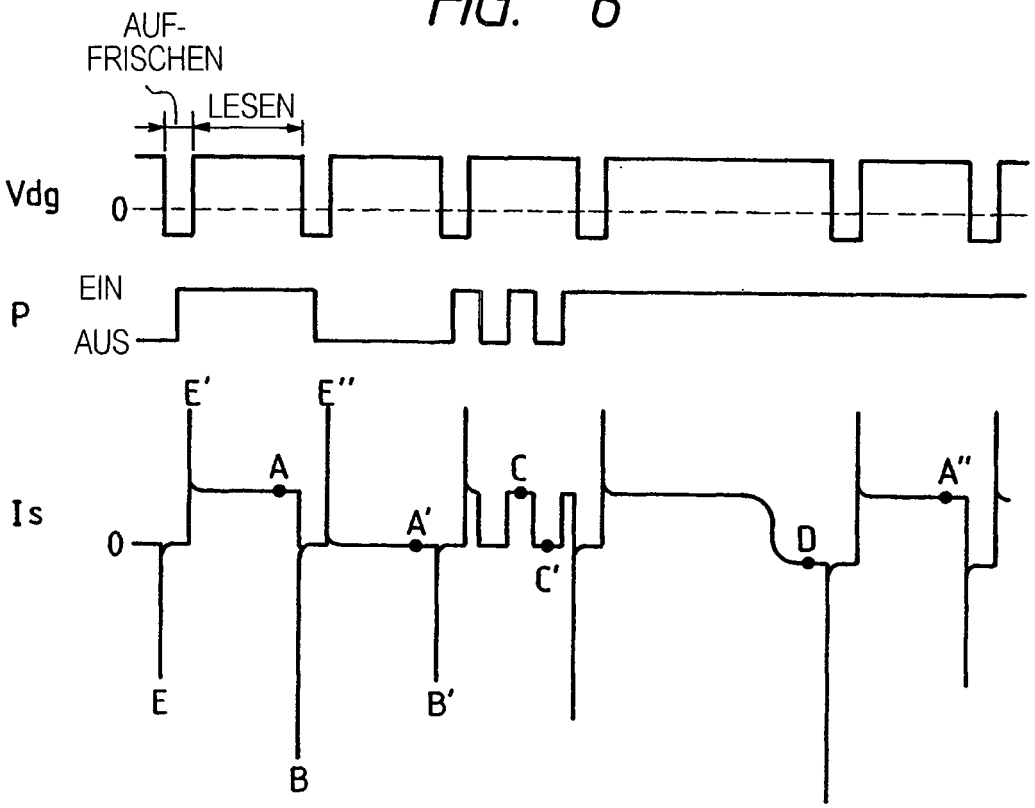

AUF-
FRISCHEN
LESEN
Vdg
0
P
EIN
AUS
Is
0
E'
E''
A
A'
C
C'
A''
D
E
B
B'

FIG. 8

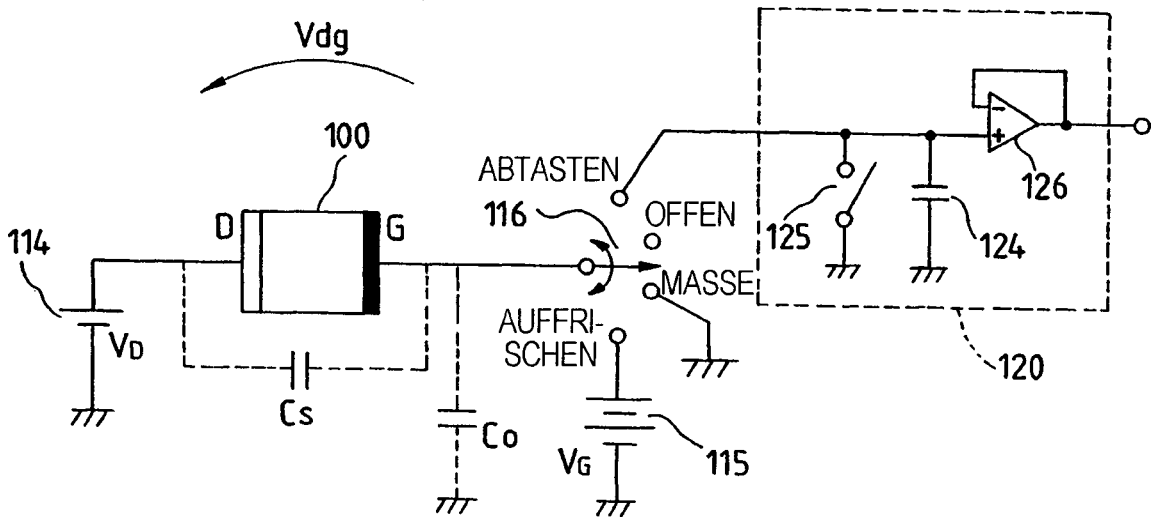

Vdg
100
D
G
114
VD
Cs
Co
ABTASTEN
116
OFFEN
MASSE
AUFFRI-
SCHEN
VG
115
125
124
126
120

FIG. 7A

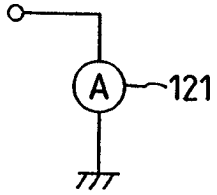


FIG. 7B

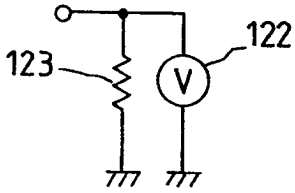


FIG. 7C

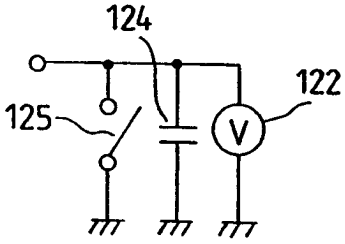


FIG. 7D

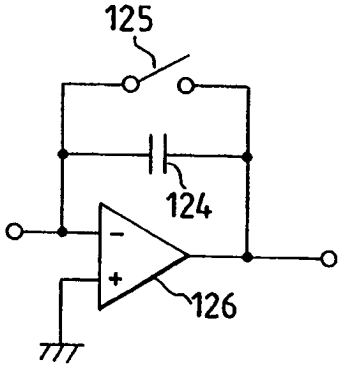


FIG. 9A

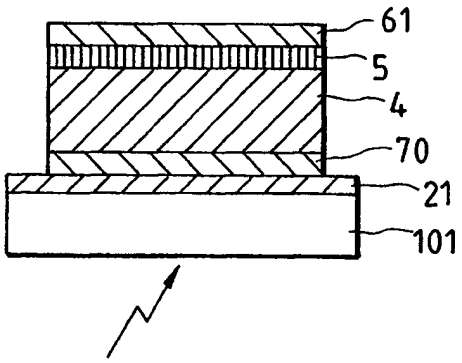


FIG. 9B

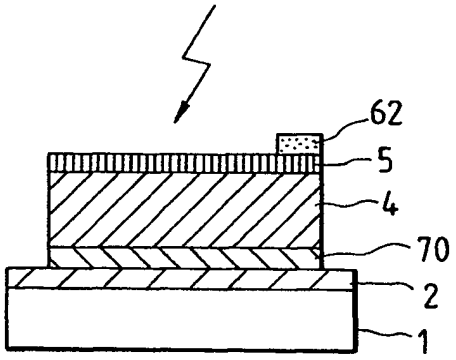


FIG. 9C

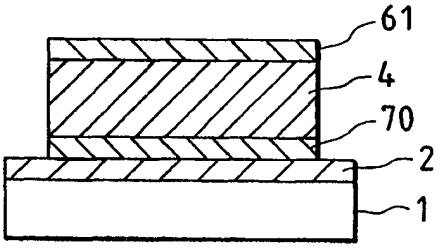


FIG. 10A

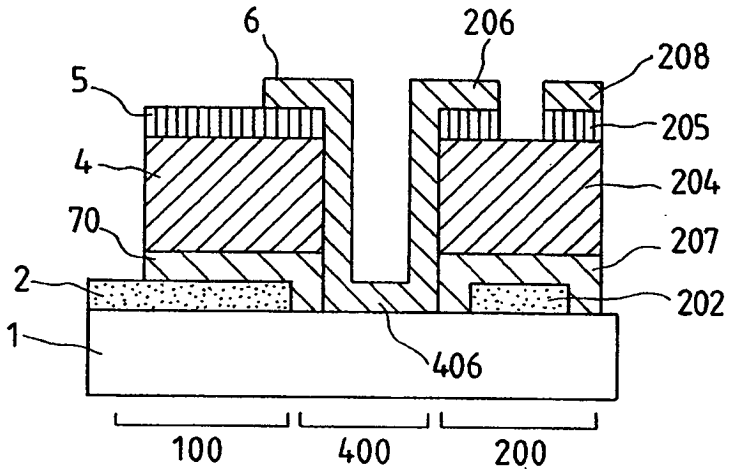


FIG. 10B

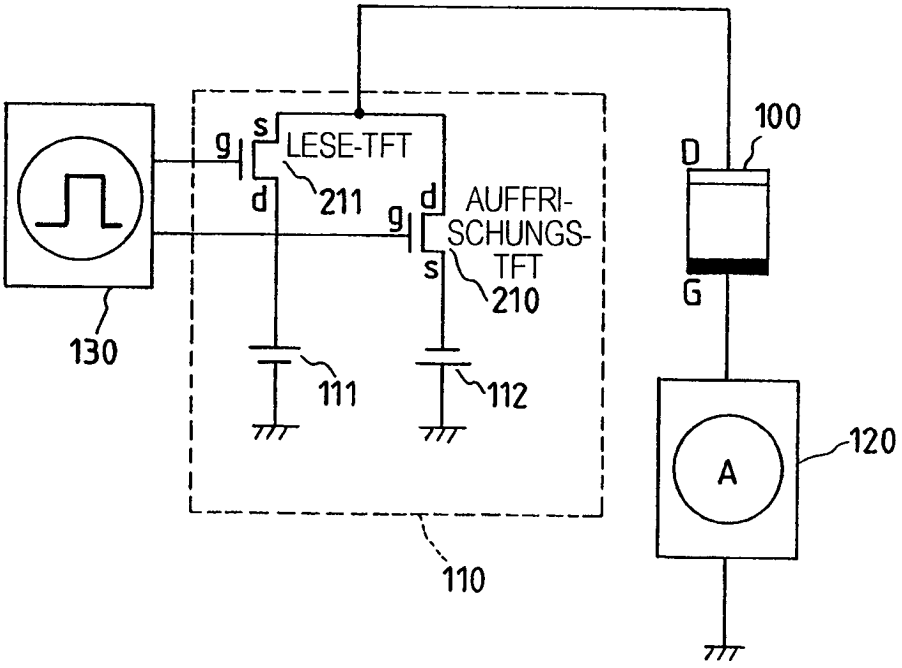


FIG. 11A

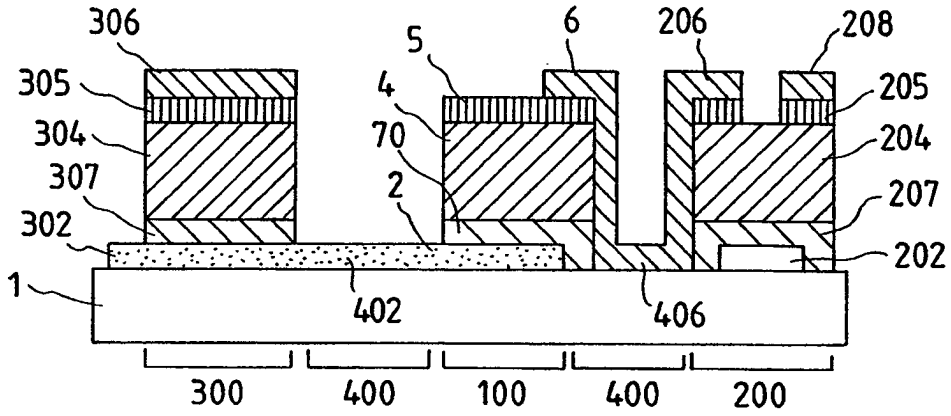


FIG. 11B

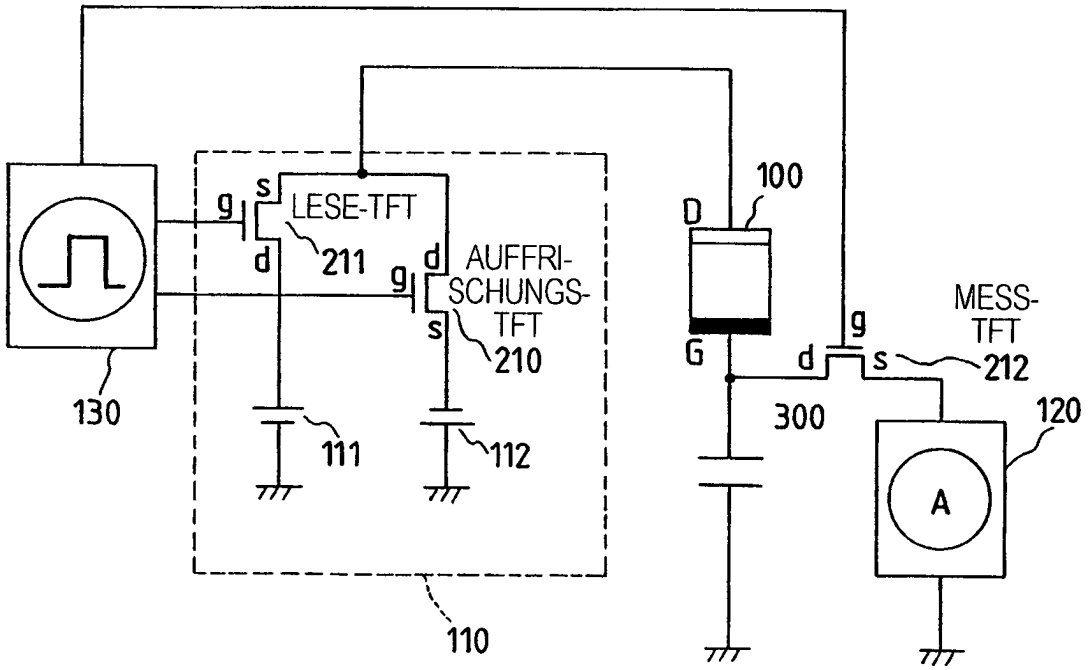


FIG. 12

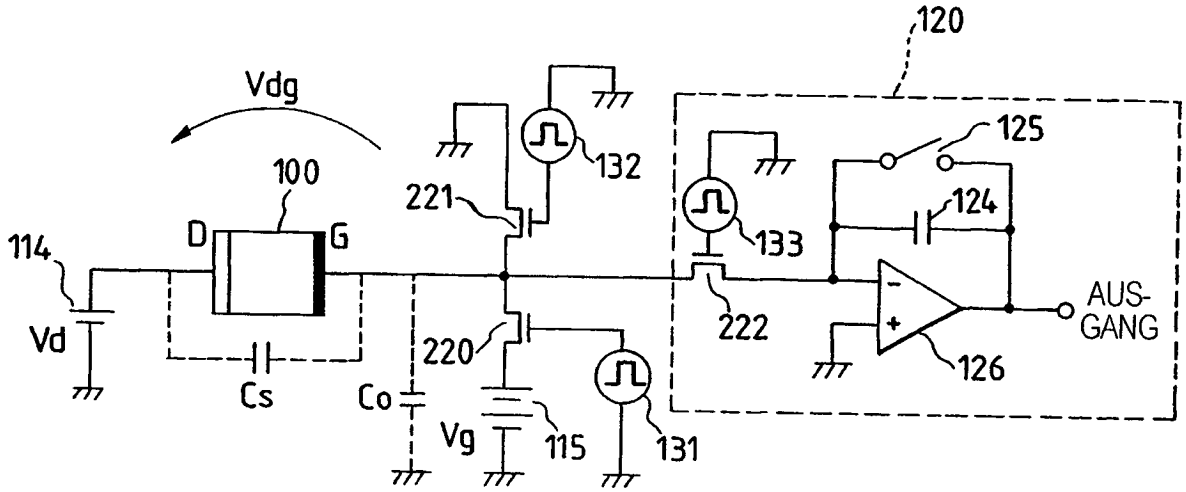

120
Vdg
100
D
G
114
Vd
Cs
Co
221
132
220
Vg
115
131
133
125
124
222
126
AUS-
GANG

FIG. 14

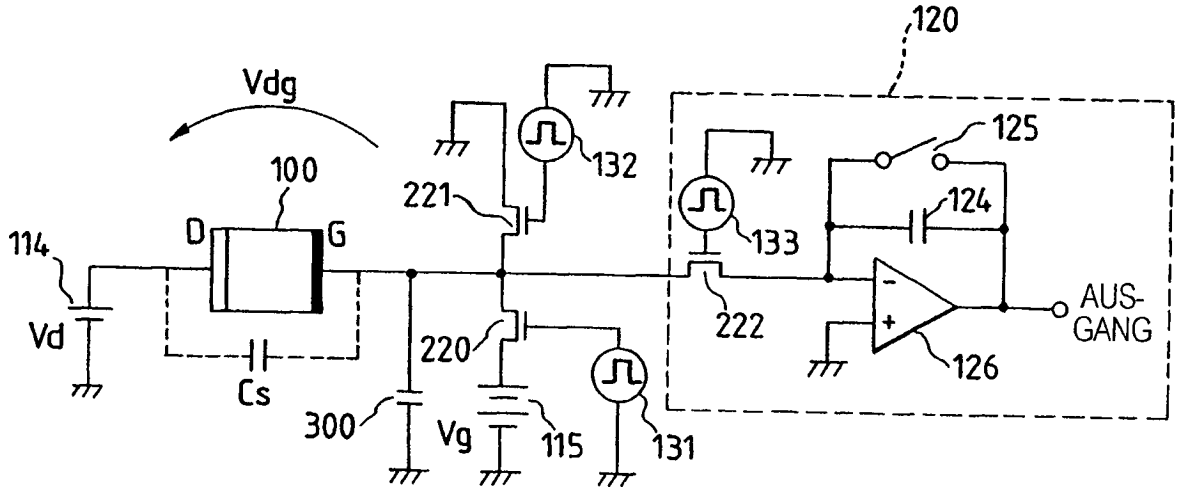

120
Vdg
100
D
G
114
Vd
Cs
300
221
132
220
Vg
115
131
133
125
124
222
126
AUS-
GANG

FIG. 13A

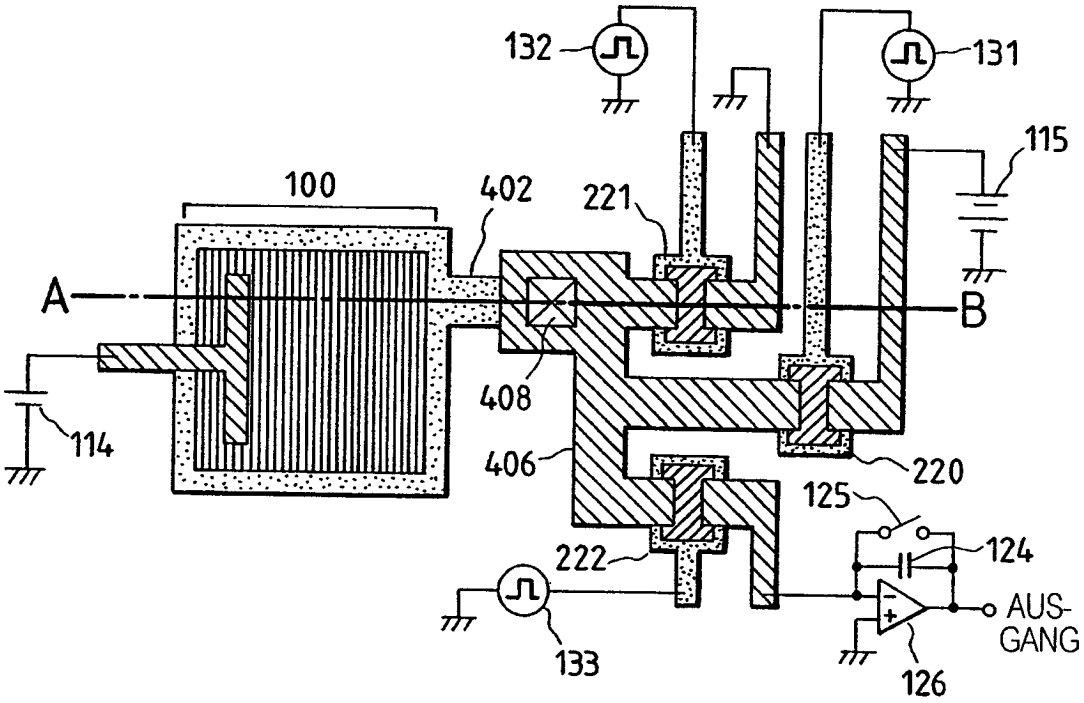


FIG. 13B

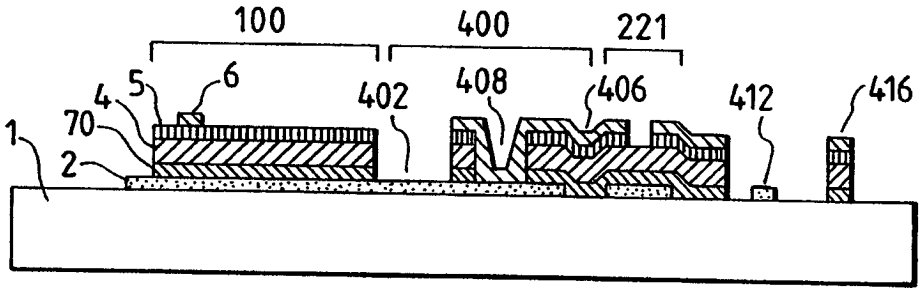


FIG. 15A

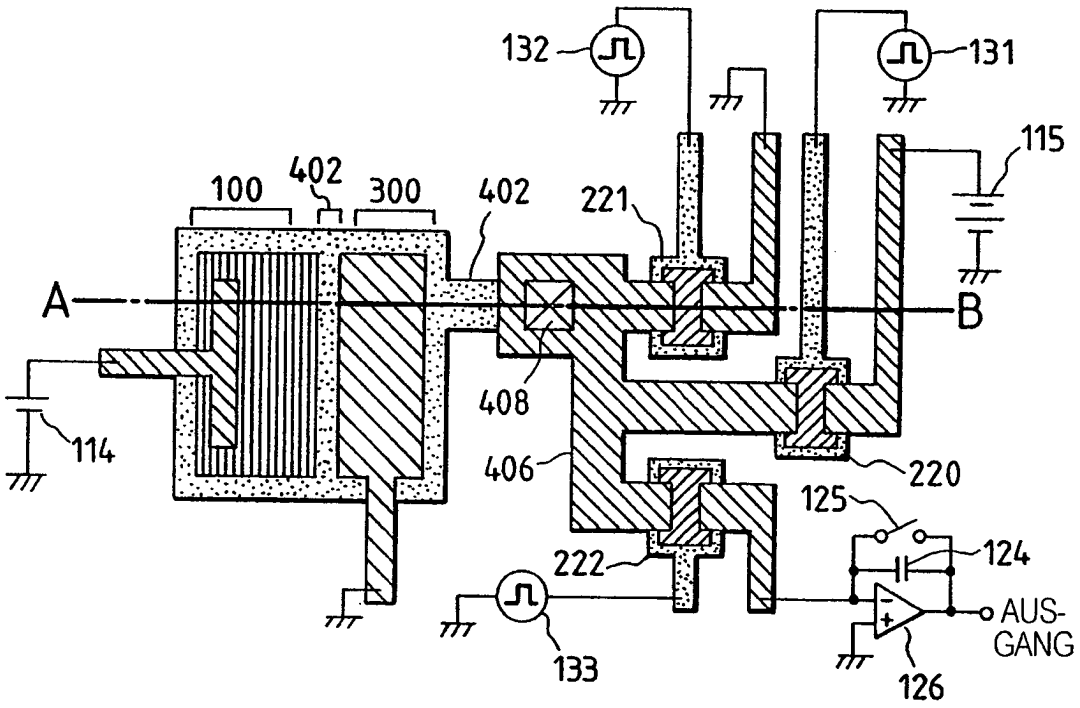


FIG. 15B

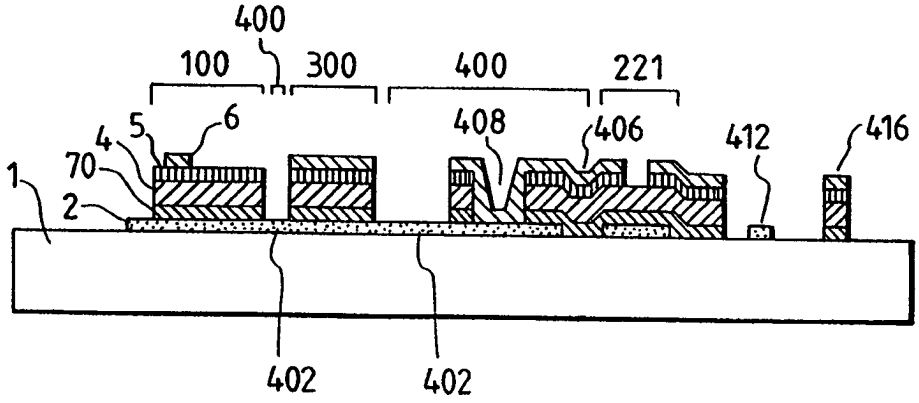


FIG. 16

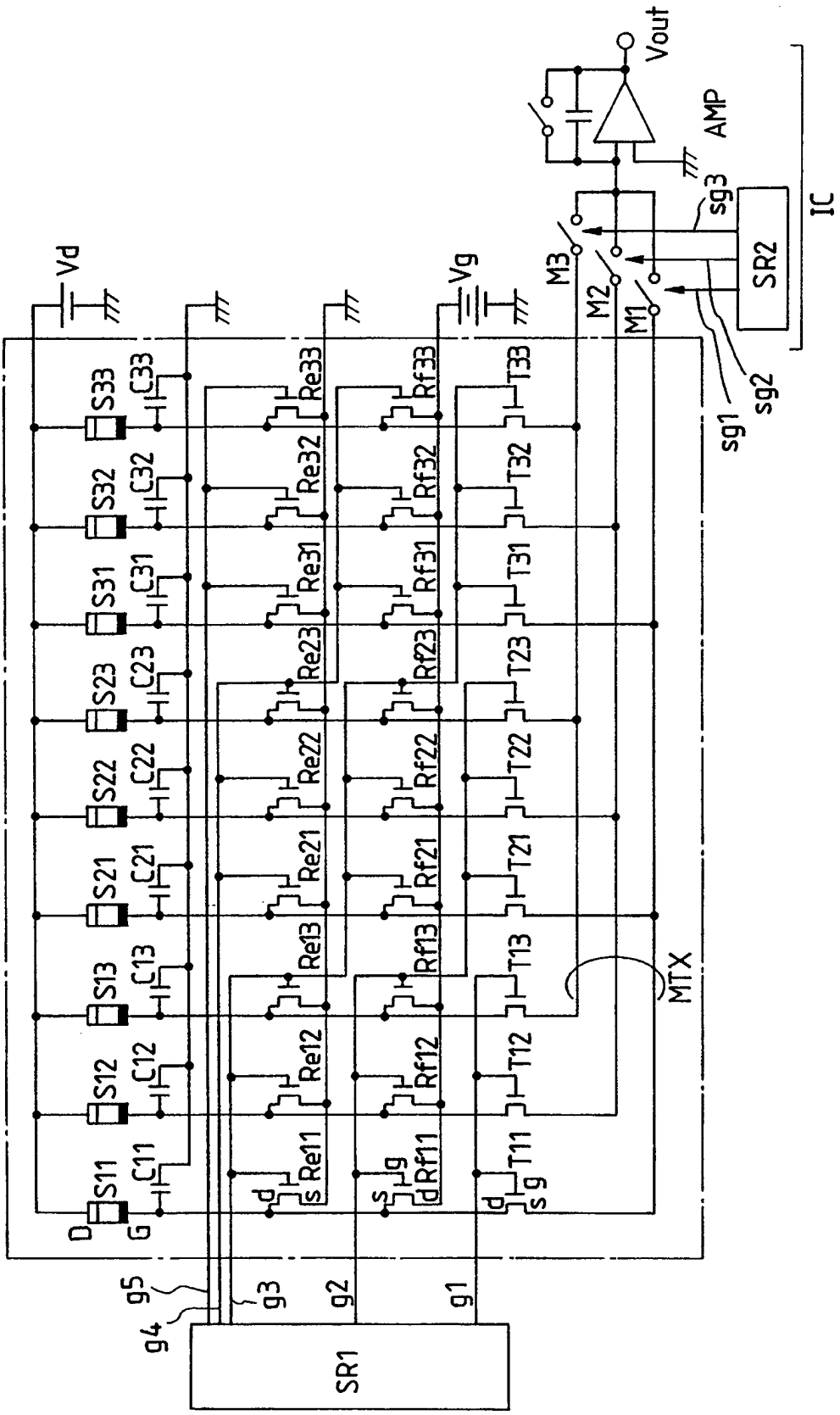

Vd
Vg
Vout
AMP
IC
SR2
SR1
M1
M2
M3
sg1
sg2
sg3
MTX
S11
S12
S13
S21
S22
S23
S31
S32
S33
C11
C12
C13
C21
C22
C23
C31
C32
C33
Re11
Re12
Re13
Re21
Re22
Re23
Re31
Re32
Re33
Rf11
Rf12
Rf13
Rf21
Rf22
Rf23
Rf31
Rf32
Rf33
T11
T12
T13
T21
T22
T23
T31
T32
T33
D
G
g1
g2
g3
g4
g5

FIG. 17A

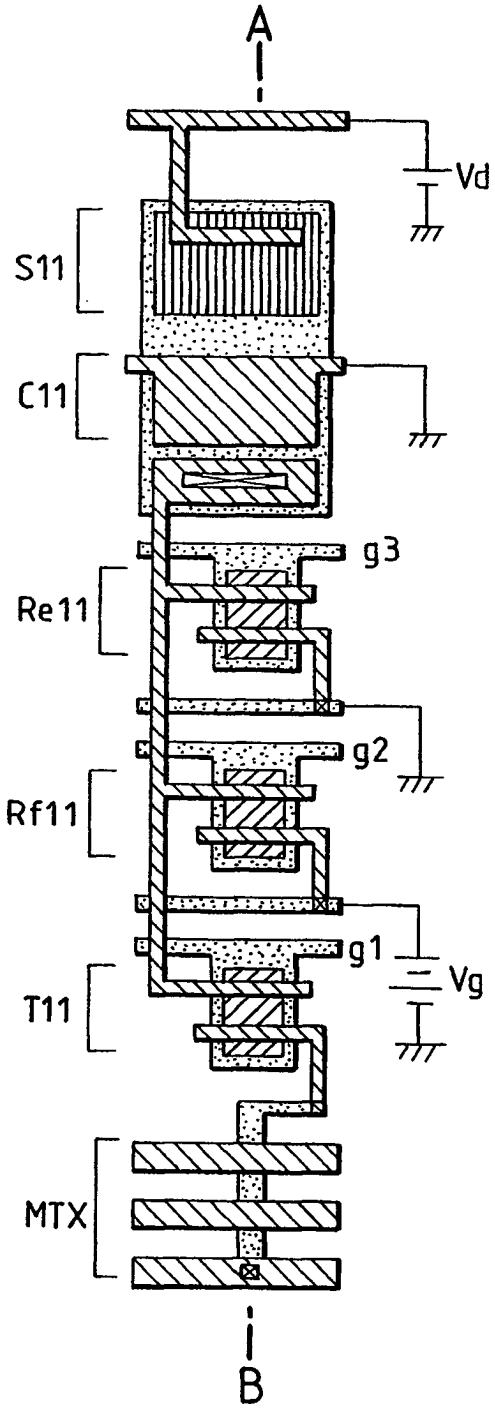


FIG. 17B

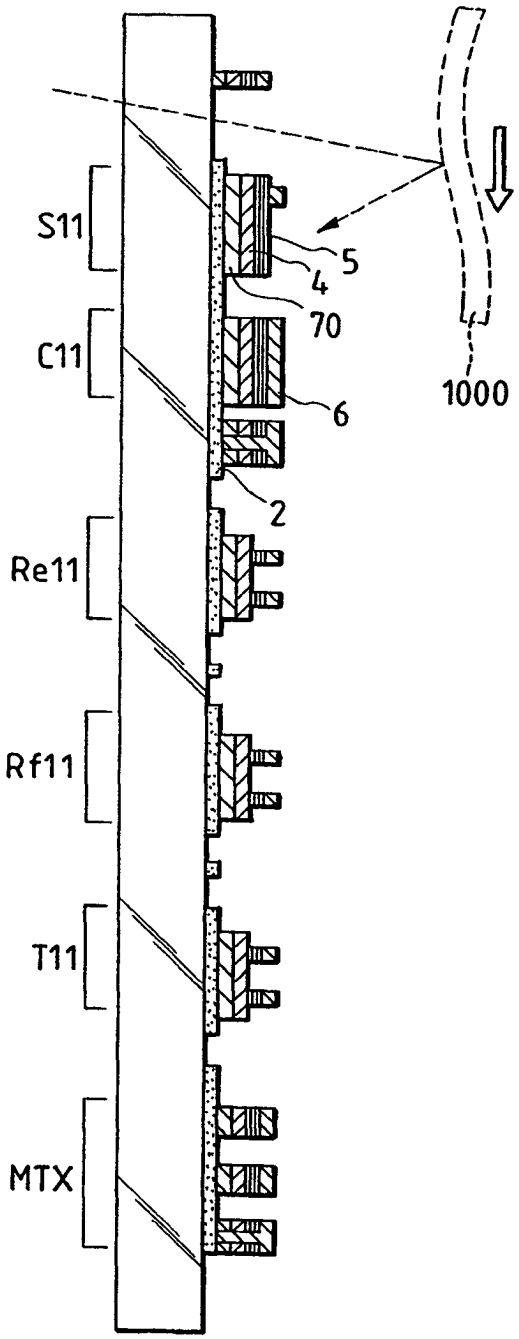


FIG. 18

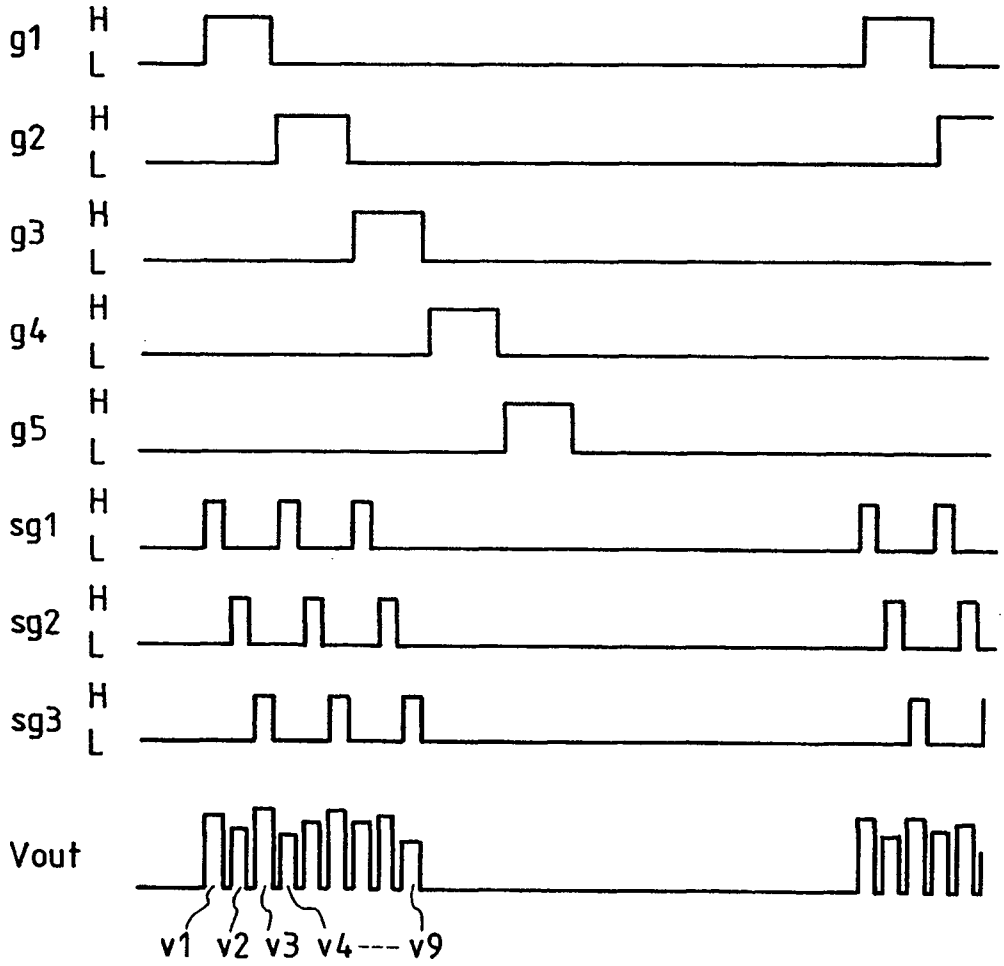


FIG. 19

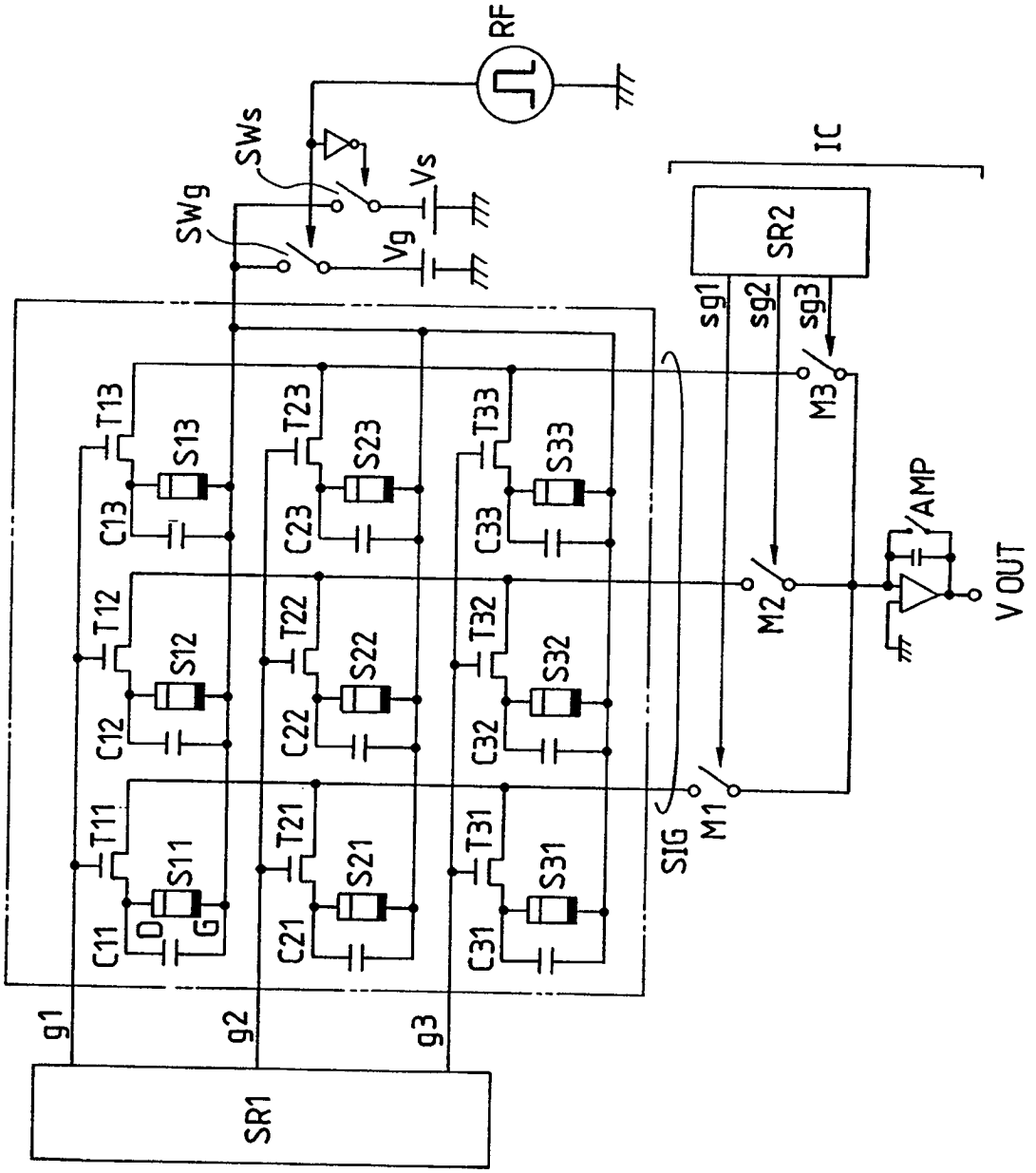

RF
SWs
SWg
Vs
Vg
IC
SR2
sg1
sg2
sg3
M3
M2
M1
SIG
AMP
V OUT
T13
T23
T33
T12
T22
T32
T11
T21
T31
S13
S23
S33
S12
S22
S32
S11
S21
S31
C13
C23
C33
C12
C22
C32
C11
C21
C31
D
G
g1
g2
g3
SR1

FIG. 20A

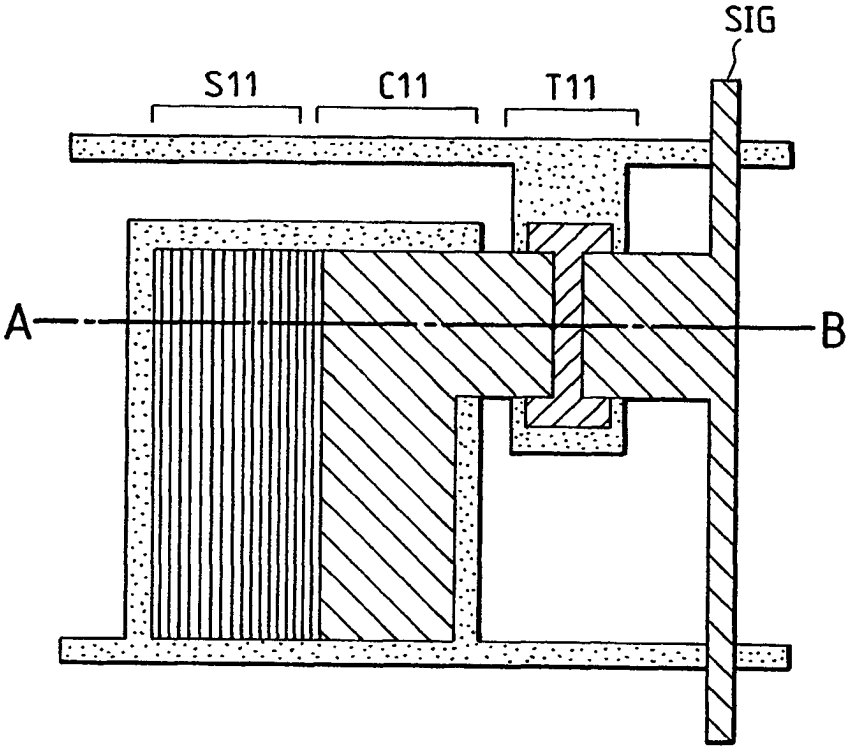


FIG. 20B

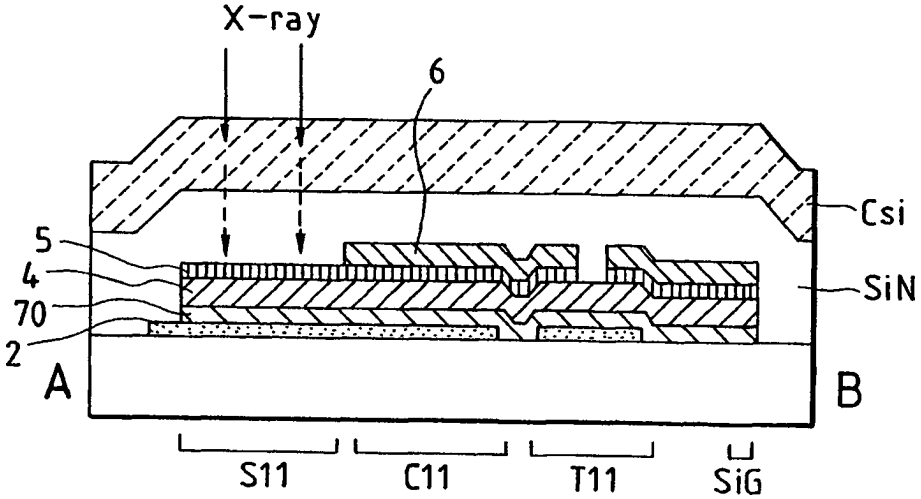


FIG. 21

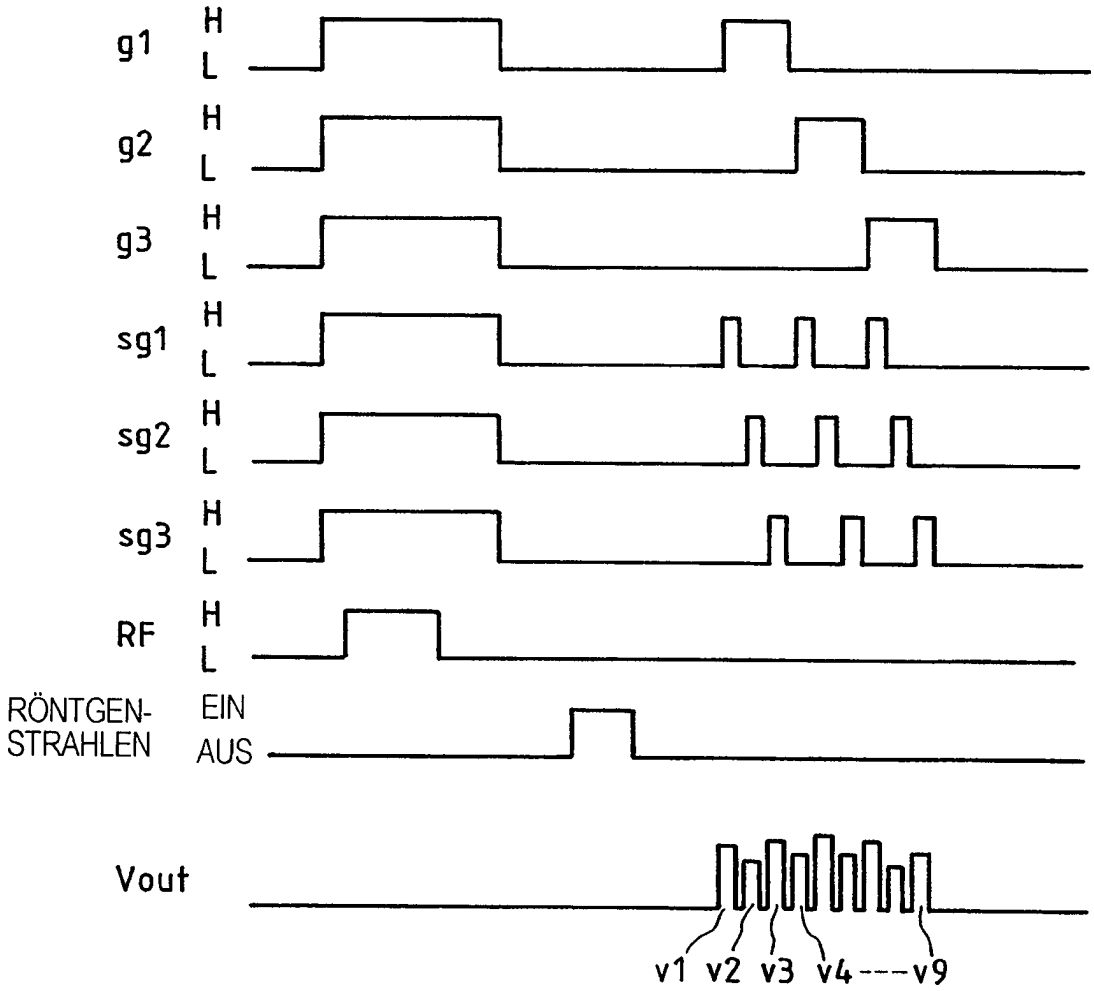

g1
H
L
g2
H
L
g3
H
L
sg1
H
L
sg2
H
L
sg3
H
L
RF
H
L
RÖNTGEN-STRAHLEN
EIN
AUS
Vout
v1 v2 v3 v4 --- v9

FIG. 22

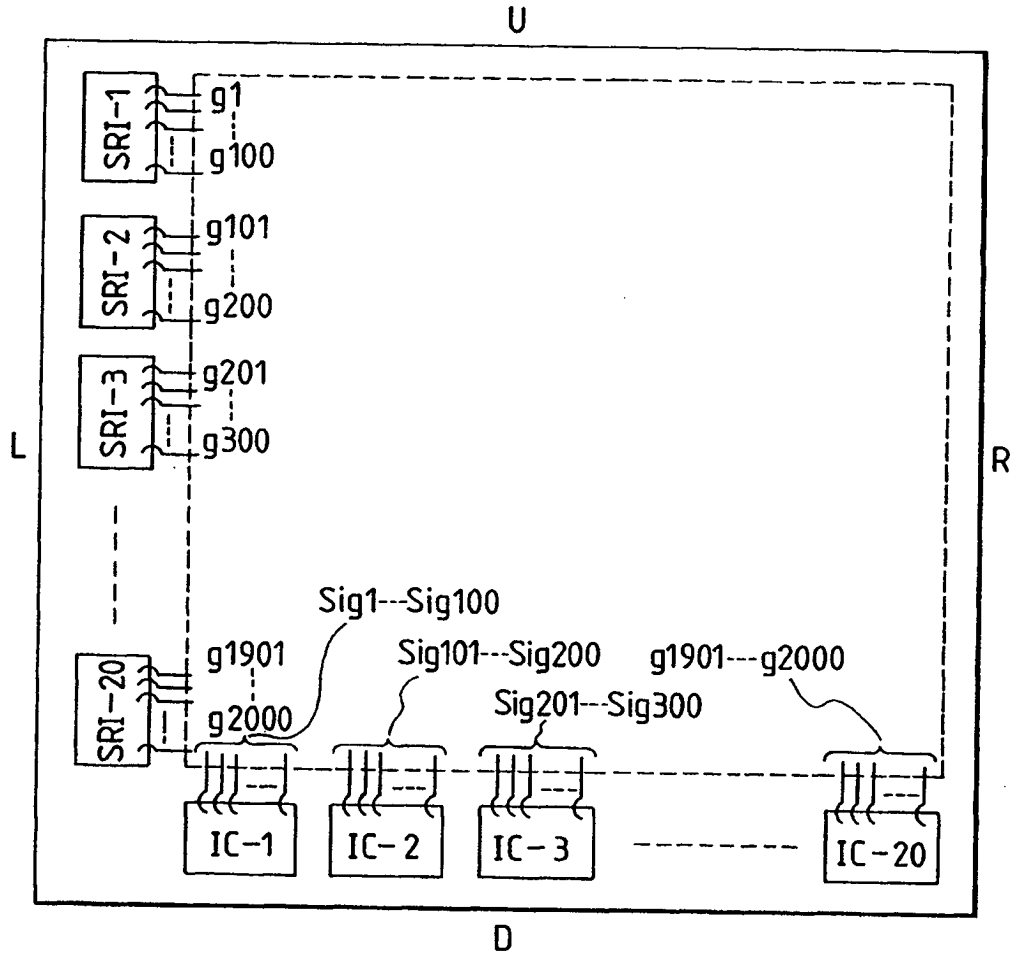

U
L
R
D
SRI-1
SRI-2
SRI-3
SRI-20
g1
g100
g101
g200
g201
g300
g1901
g2000
Sig1---Sig100
Sig101---Sig200
Sig201---Sig300
g1901---g2000
IC-1
IC-2
IC-3
IC-20

FIG. 23

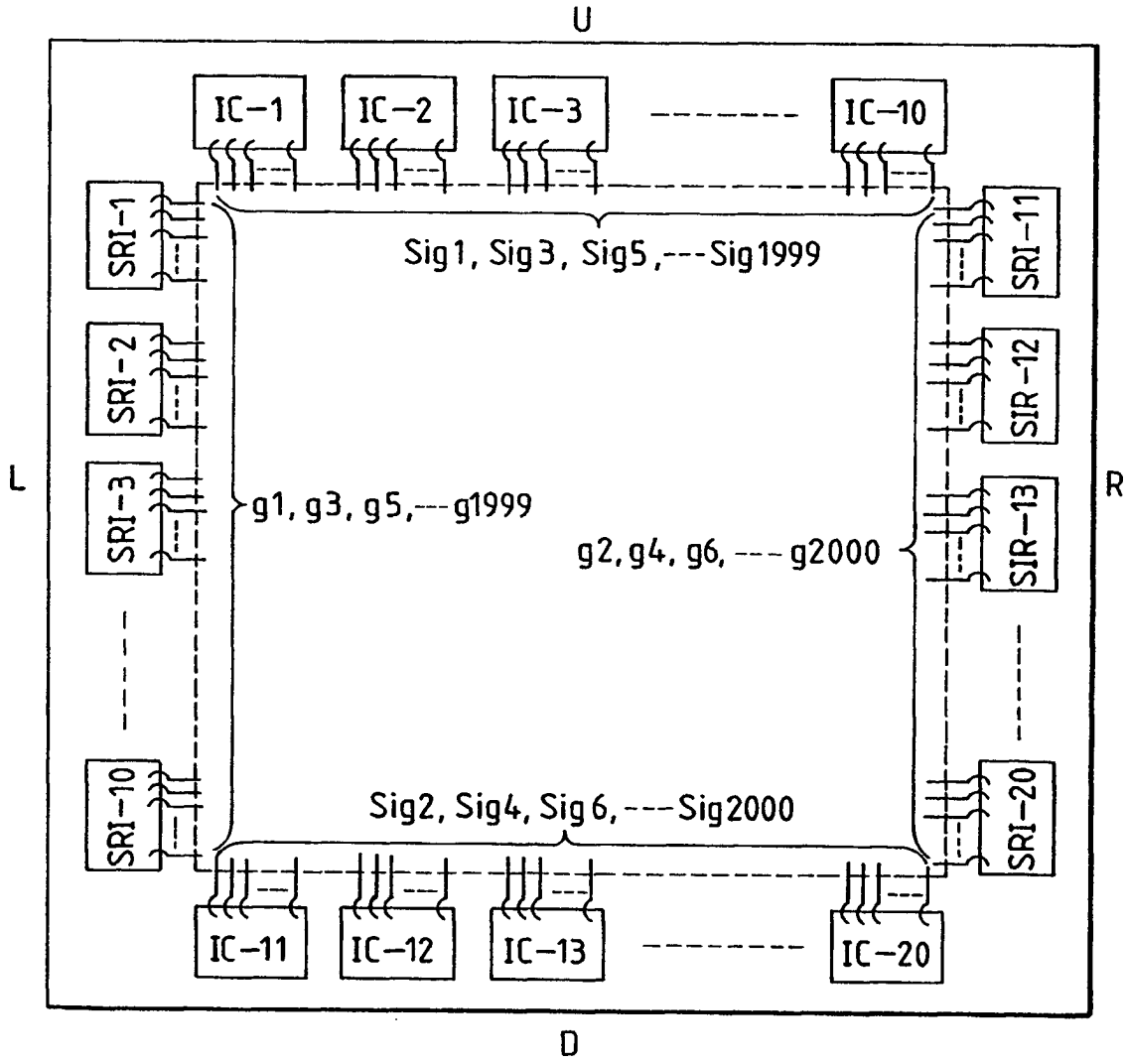
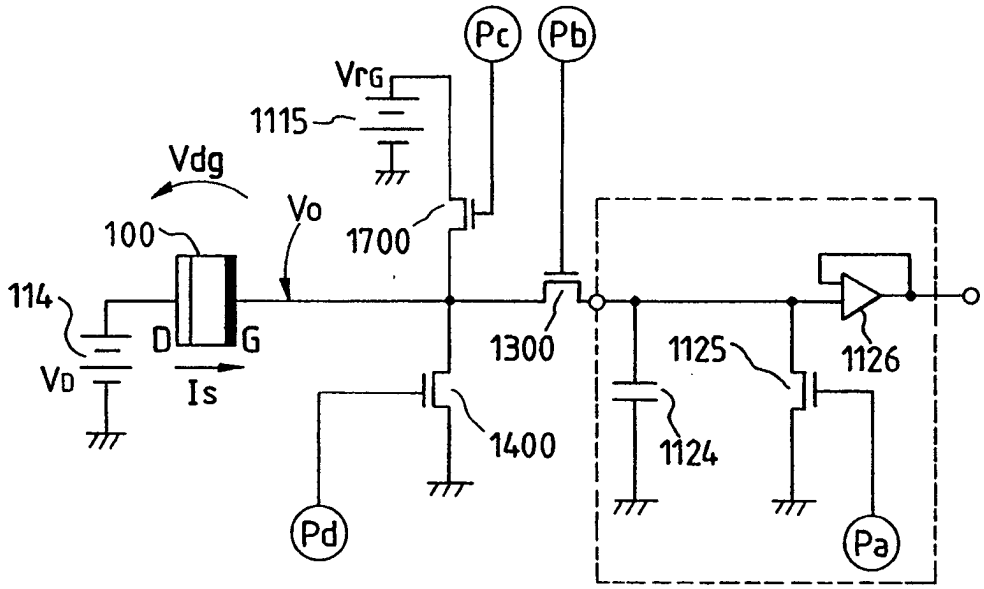
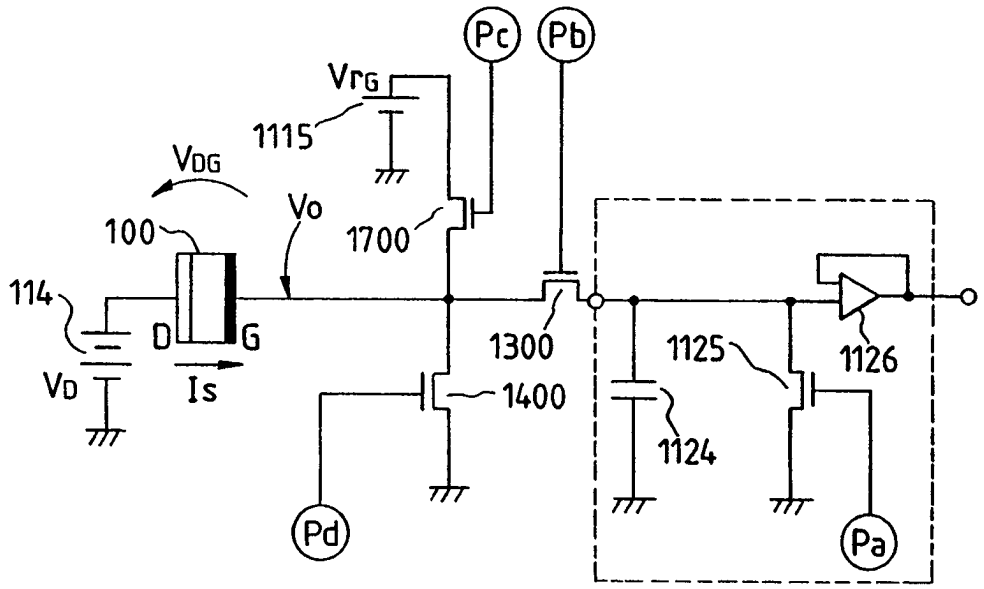

U
IC-1
IC-2
IC-3
IC-10
SRI-1
SRI-2
SRI-3
SRI-10
SRI-11
SIR-12
SIR-13
SRI-20
Sig1, Sig3, Sig5, ---Sig1999
g1, g3, g5, ---g1999
g2, g4, g6, ---g2000
Sig2, Sig4, Sig6, ---Sig2000
IC-11
IC-12
IC-13
IC-20
L
R
D

FIG. 24



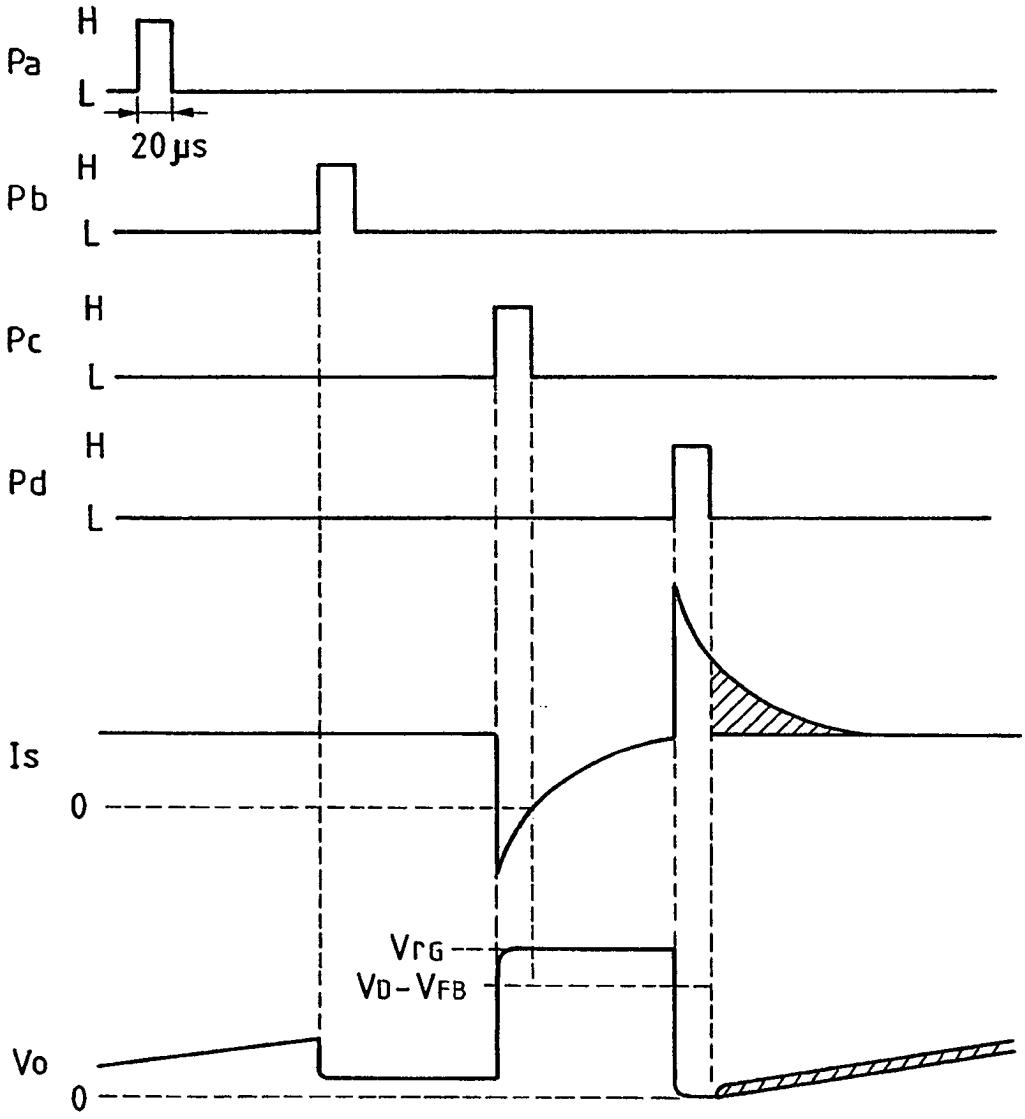
$V_{rG} \geqq V_D - V_{FB}$

FIG. 28



$V_{rG} < V_D - V_{FB}$

FIG. 25



(VrG ≧ VD - VFB)

FIG. 26A

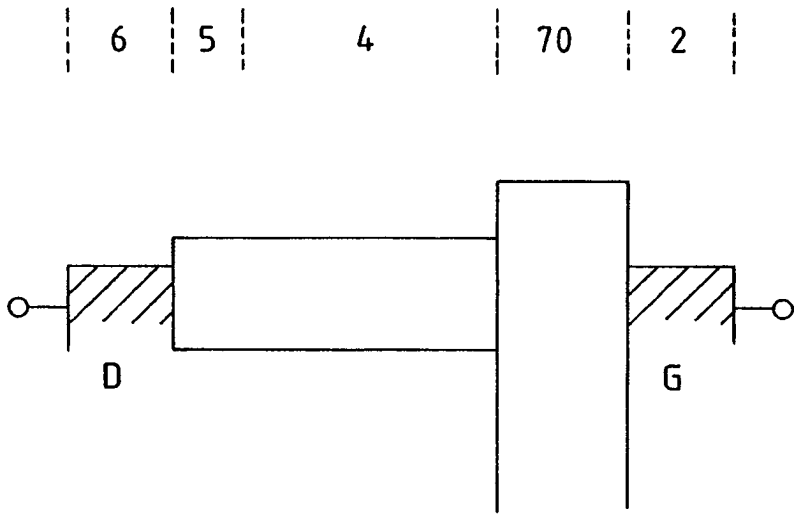


FIG. 26B

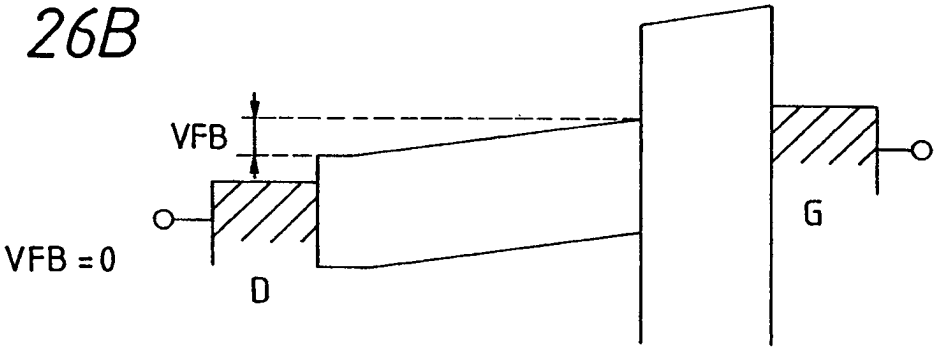


FIG. 26C

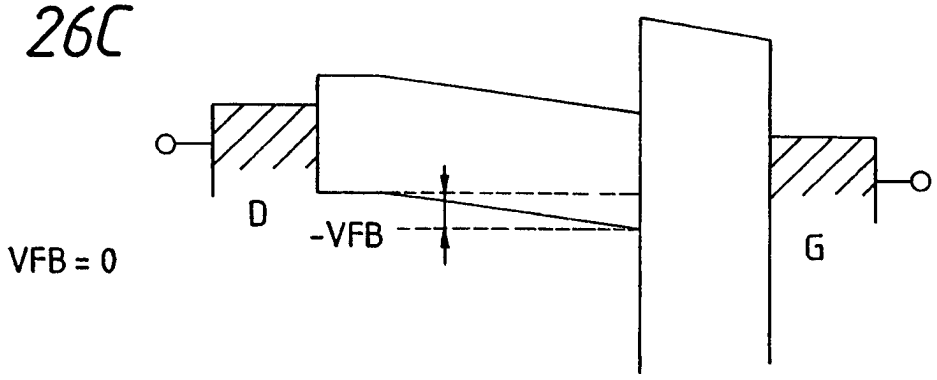


FIG. 27A

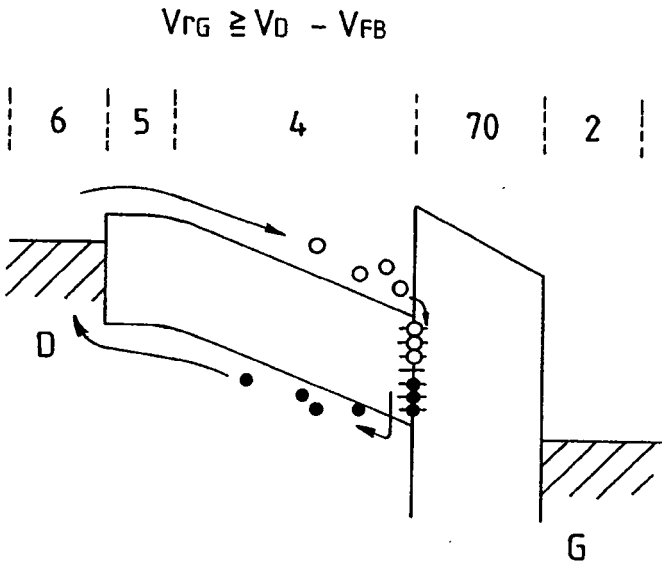


FIG. 27B

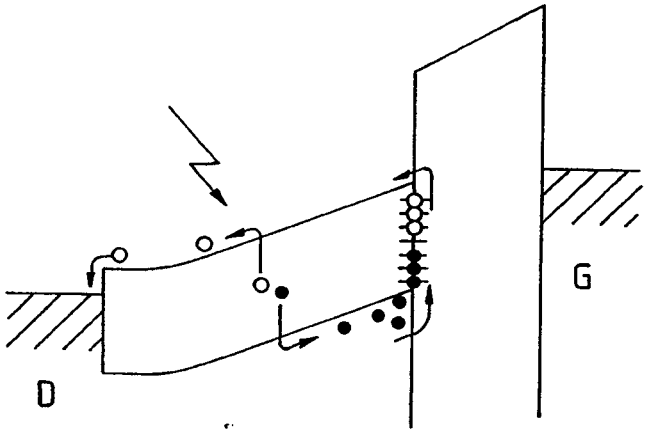


FIG. 27C

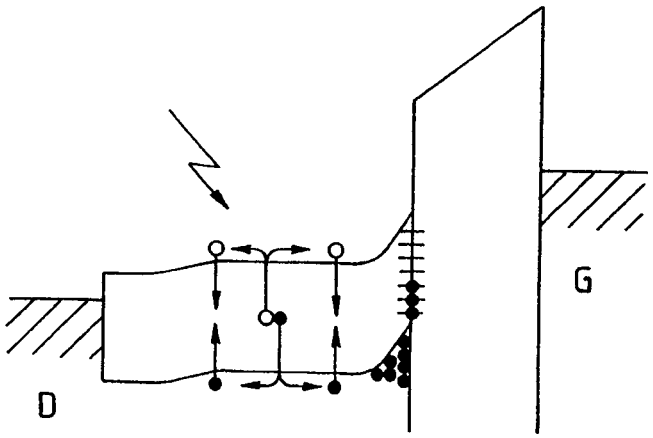
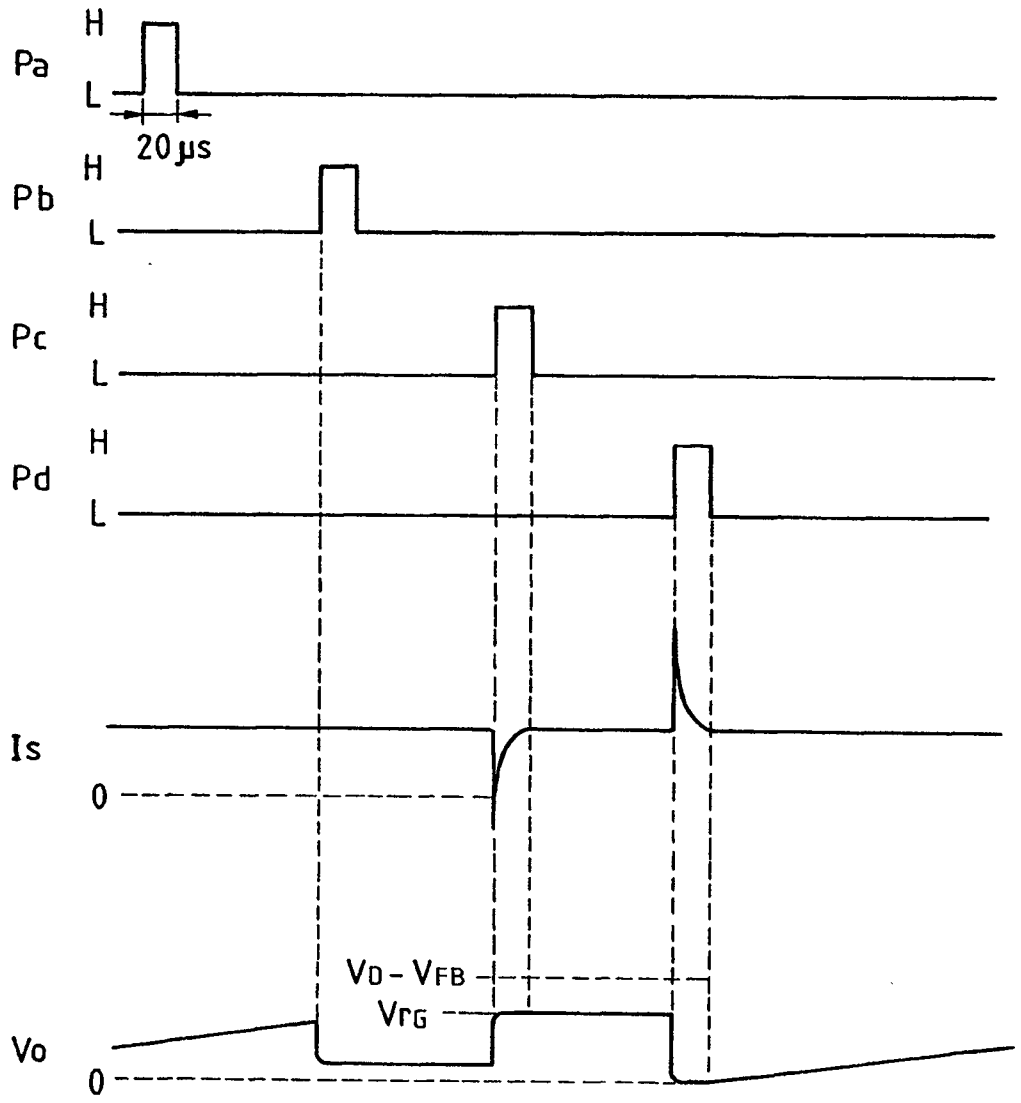


FIG. 29



(VrG < VD - VFB)

FIG. 30A

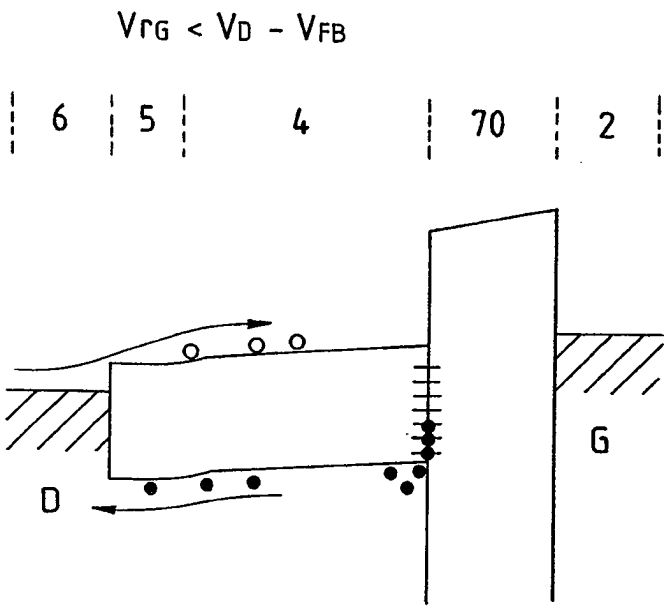


FIG. 30B

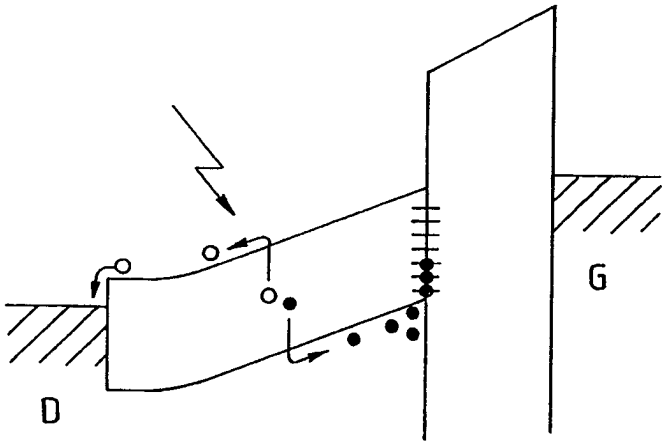


FIG. 30C

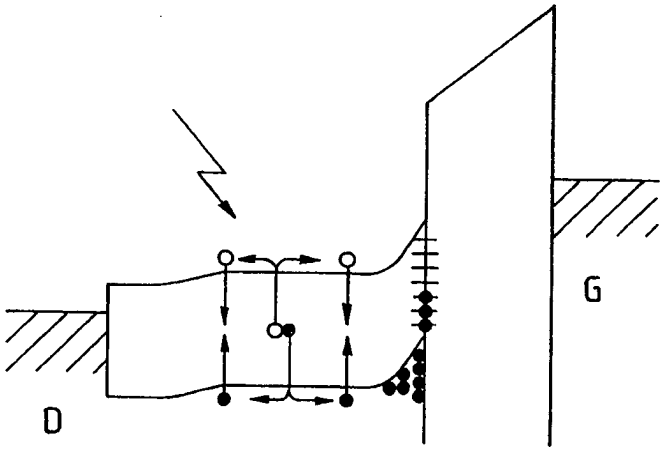


FIG. 31

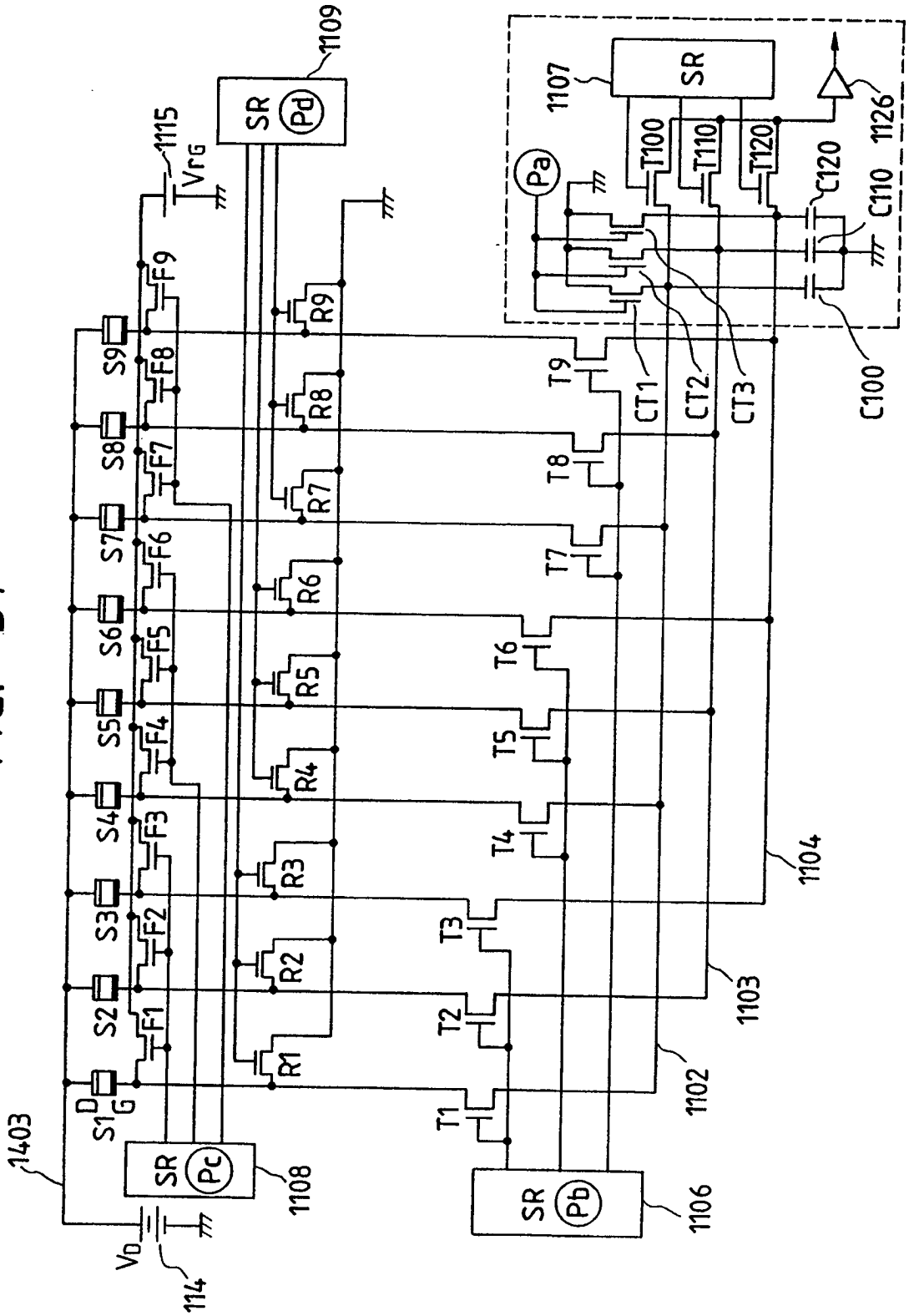

1403
S1
D
G
S2
S3
S4
S5
S6
S7
S8
S9
F1
F2
F3
F4
F5
F6
F7
F8
F9
R1
R2
R3
R4
R5
R6
R7
R8
R9
SR
Pc
1108
SR
Pd
1109
1115
VrG
VD
114
T1
T2
T3
T4
T5
T6
T7
T8
T9
SR
Pb
1106
1102
1103
1104
1107
SR
Pa
T100
T110
T120
C120
C110
C100
1126
CT1
CT2
CT3

FIG. 32

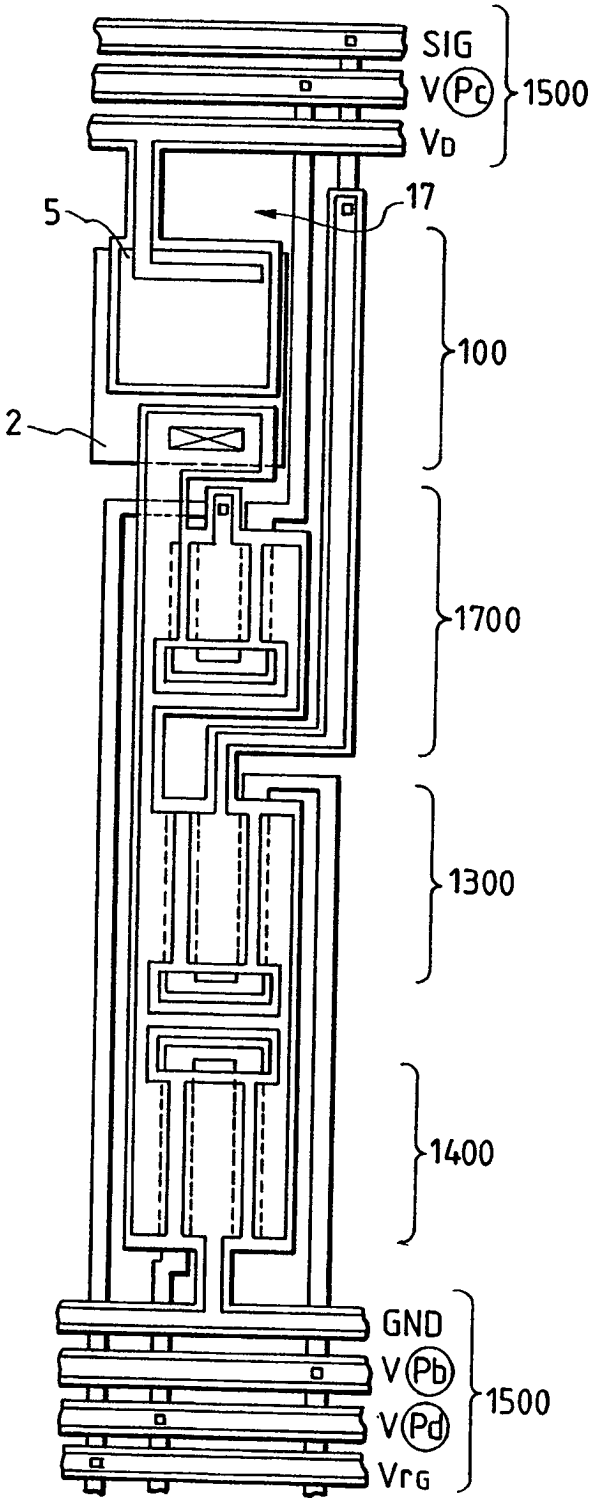


FIG. 33

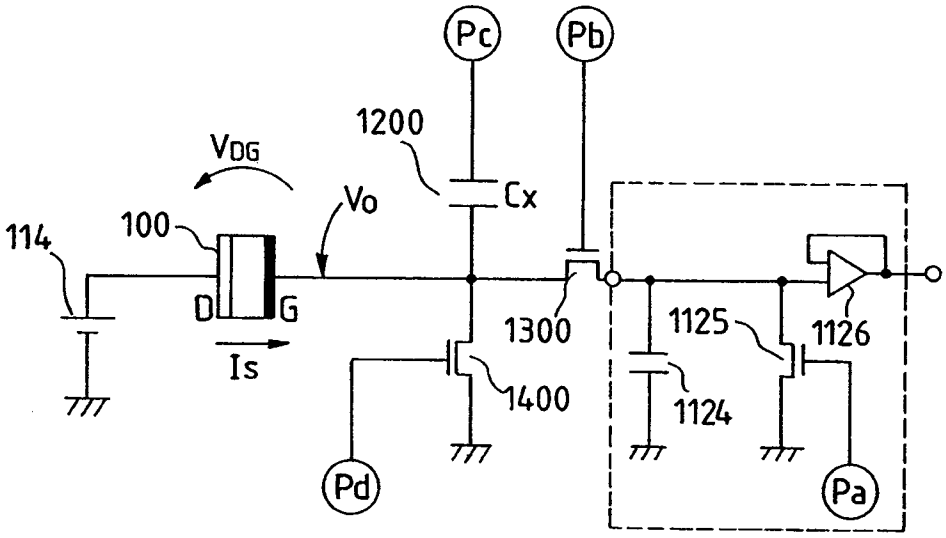

Pc
Pb
1200
Cx
VDG
Vo
114
100
D
G
Is
1300
1125
1126
1400
1124
Pd
Pa

FIG. 37

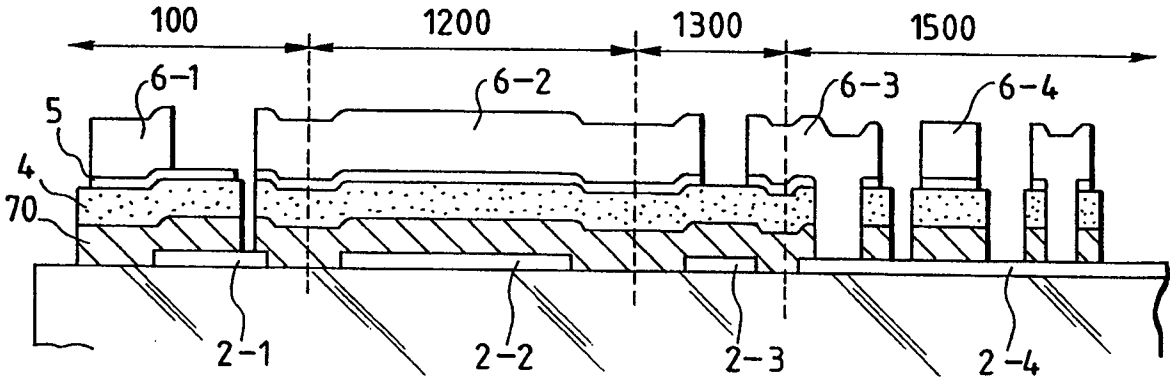

100
1200
1300
1500
6-1
6-2
6-3
6-4
5
4
70
2-1
2-2
2-3
2-4

FIG. 34

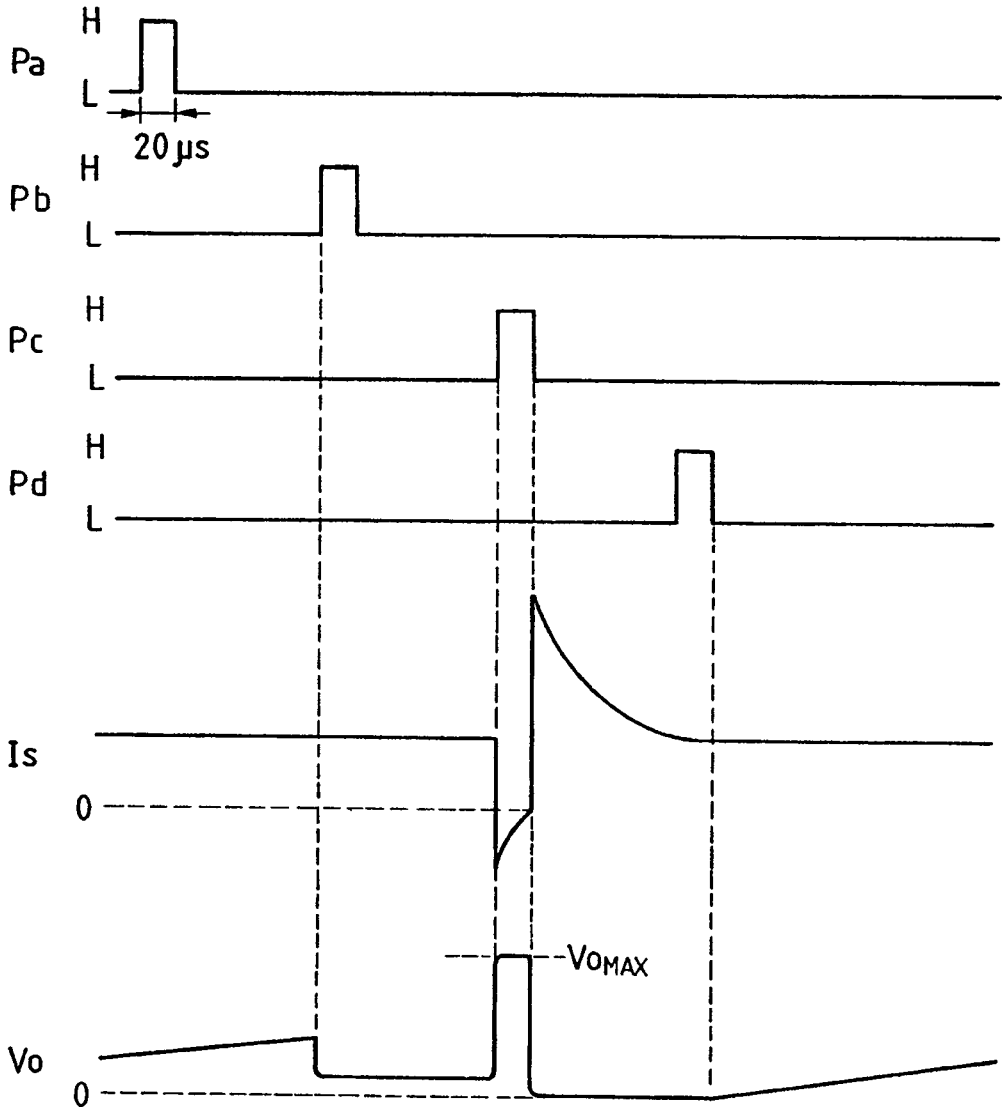


FIG. 35

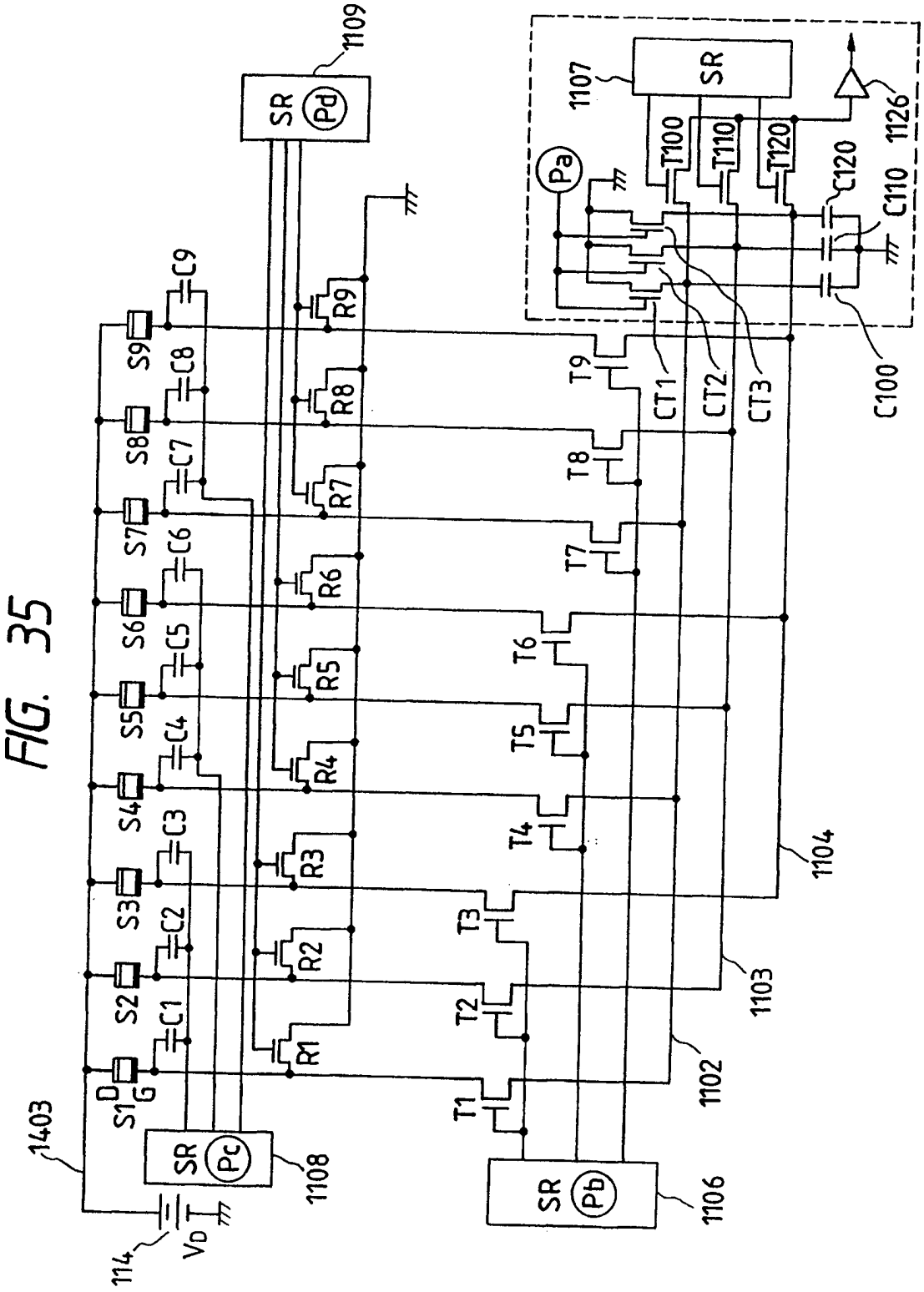

1403
114
V_D
SR
Pc
1108
SR
Pd
1109
SR
Pb
1106
SR
Pa
1107
1102
1103
1104
1126
C100
C110
C120
CT1
CT2
CT3
T100
T110
T120
S1
S2
S3
S4
S5
S6
S7
S8
S9
D
G
C1
C2
C3
C4
C5
C6
C7
C8
C9
R1
R2
R3
R4
R5
R6
R7
R8
R9
T1
T2
T3
T4
T5
T6
T7
T8
T9

FIG. 36

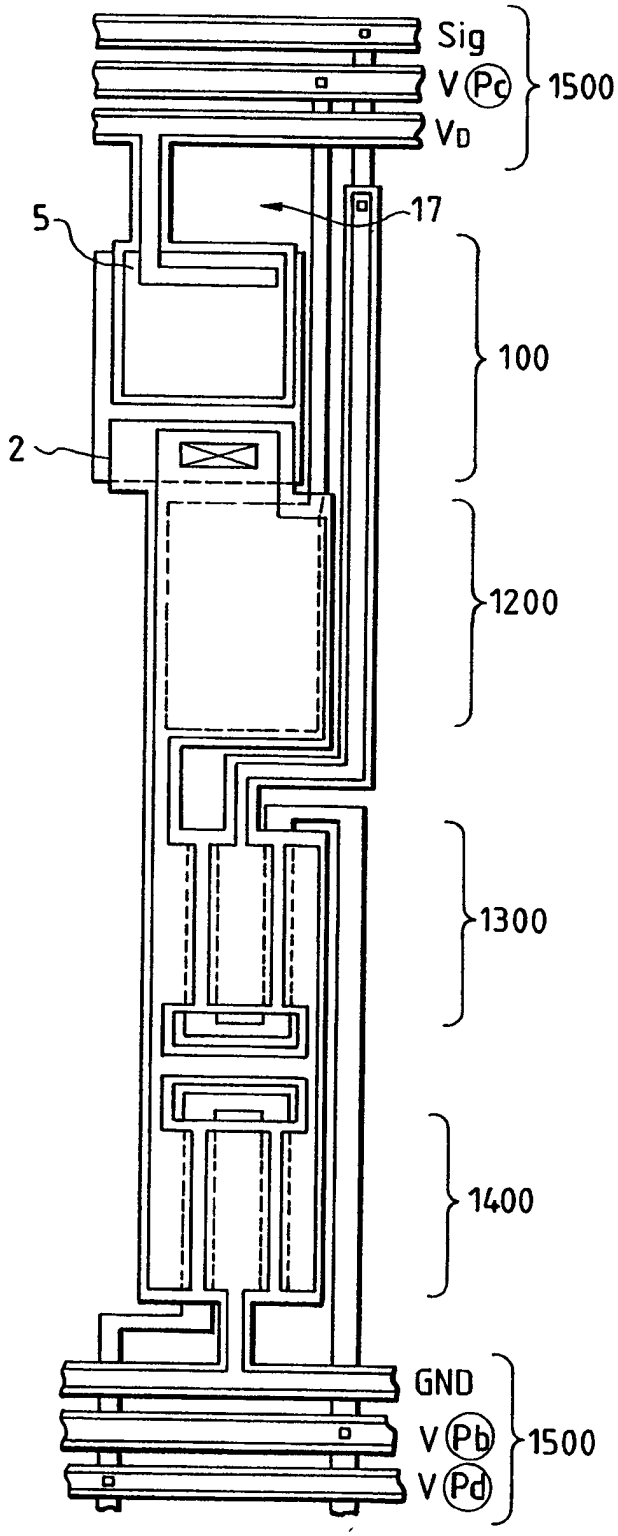


FIG. 38

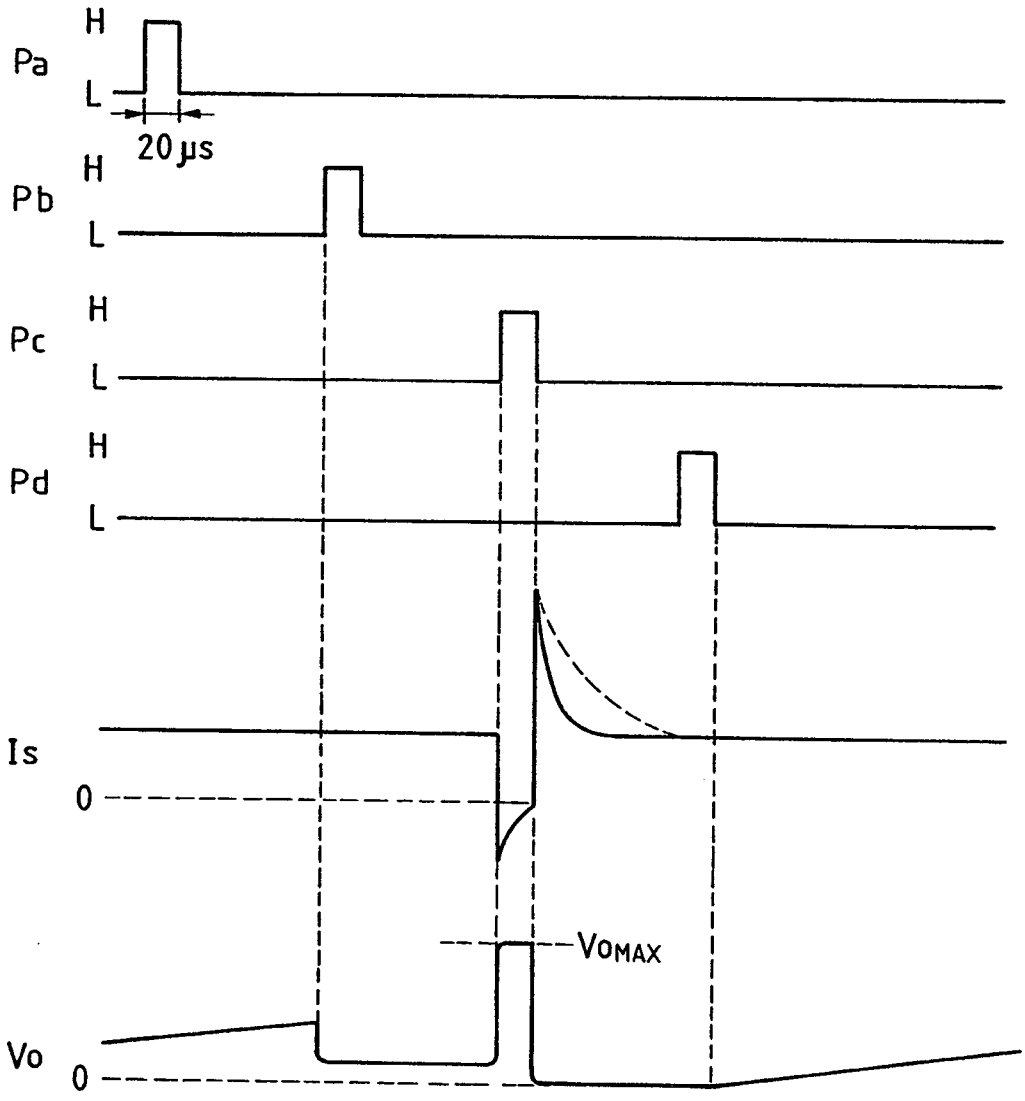


FIG. 39

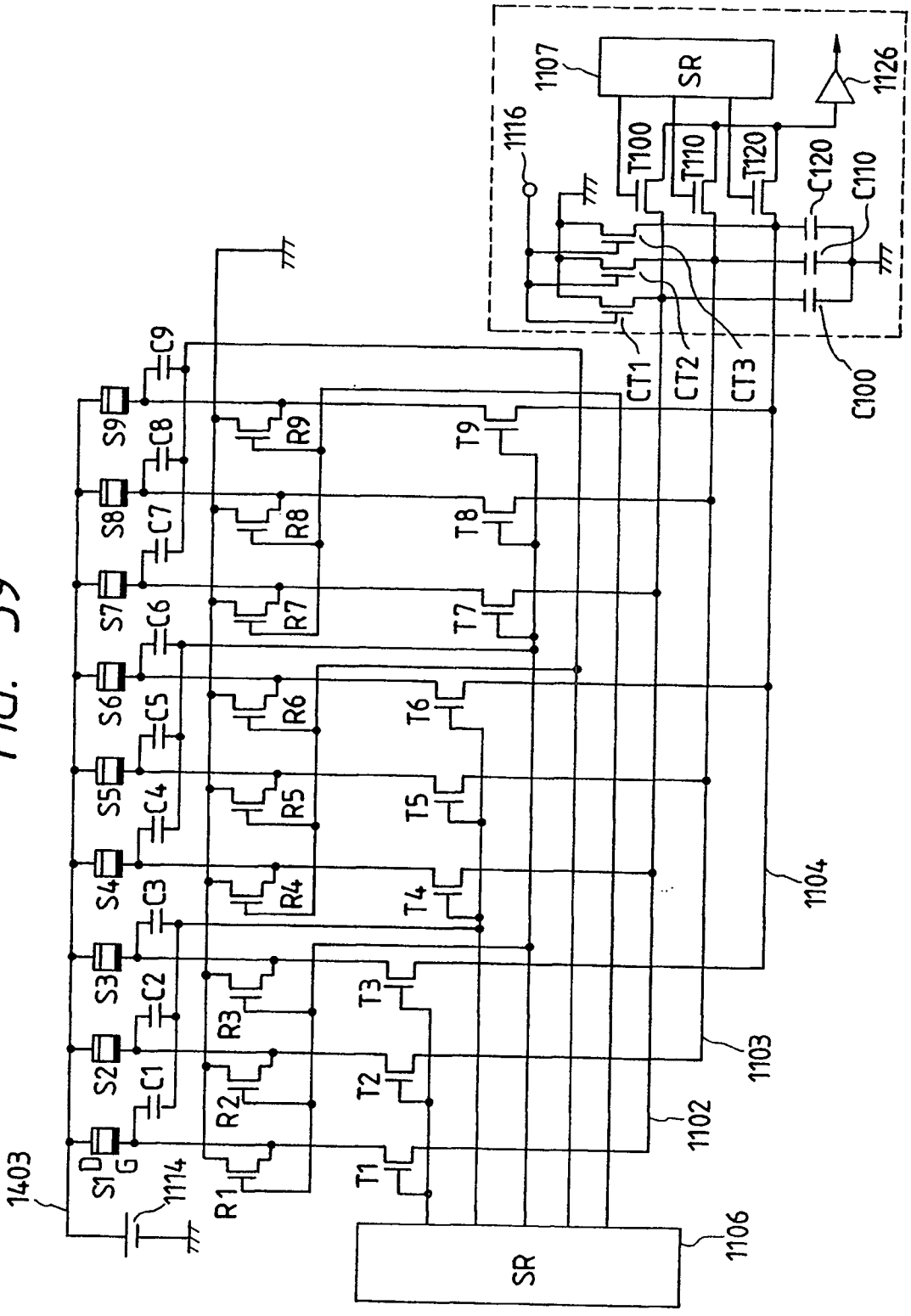

1403
S1
D
G
1114
S2
S3
S4
S5
S6
S7
S8
S9
C1
C2
C3
C4
C5
C6
C7
C8
C9
R1
R2
R3
R4
R5
R6
R7
R8
R9
T1
T2
T3
T4
T5
T6
T7
T8
T9
SR
1106
1102
1103
1104
1107
SR
1116
1126
T100
T110
T120
C120
C110
C100
CT1
CT2
CT3

FIG. 40

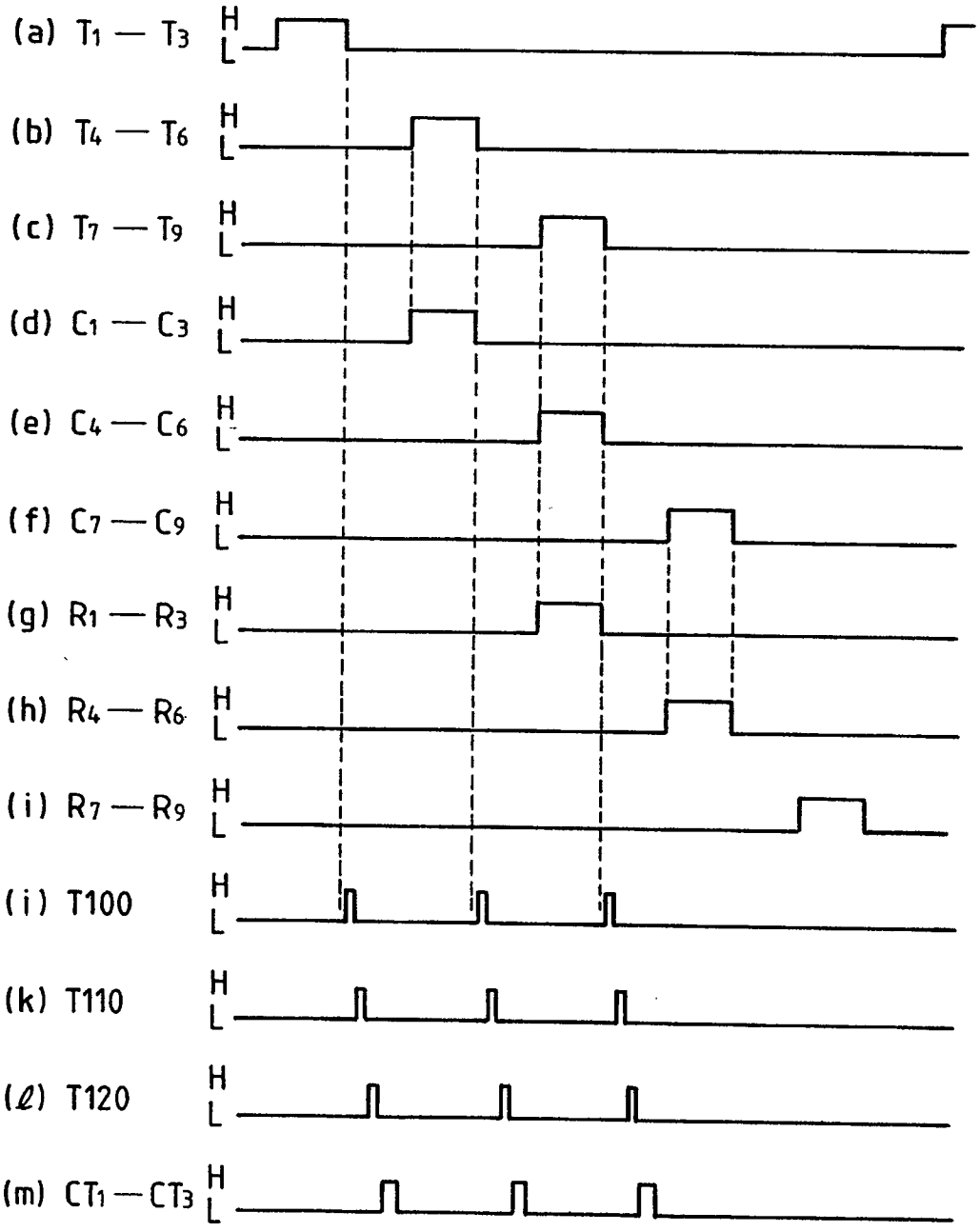

(a) T1 — T3
(b) T4 — T6
(c) T7 — T9
(d) C1 — C3
(e) C4 — C6
(f) C7 — C9
(g) R1 — R3
(h) R4 — R6
(i) R7 — R9
(j) T100
(k) T110
(ℓ) T120
(m) CT1 — CT3
H
L

FIG. 41

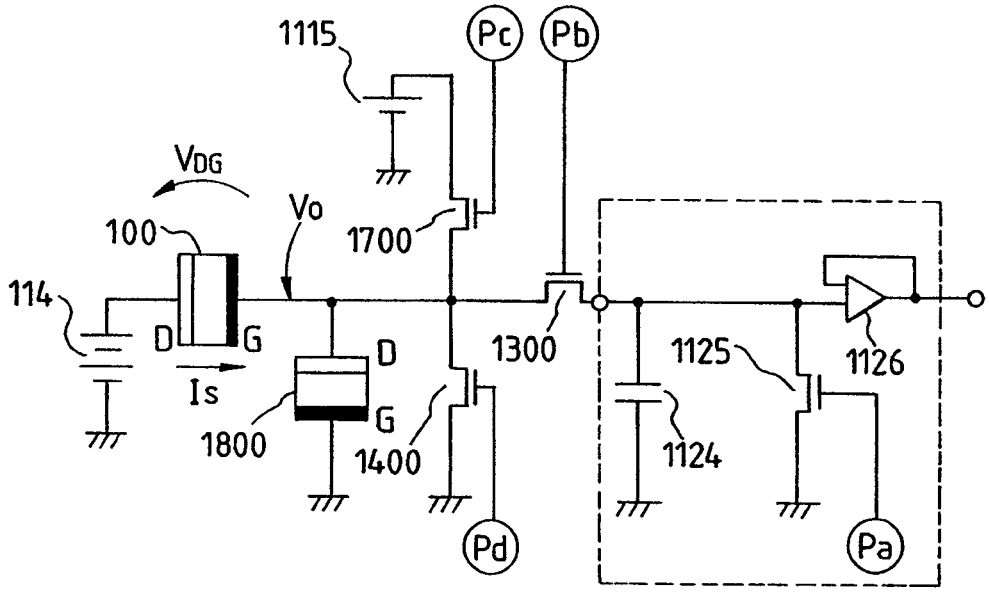

1115
Pc
Pb
VDG
Vo
100
1700
114
D
G
1300
1125
1126
Is
D
G
1800
1400
1124
Pd
Pa

FIG. 42

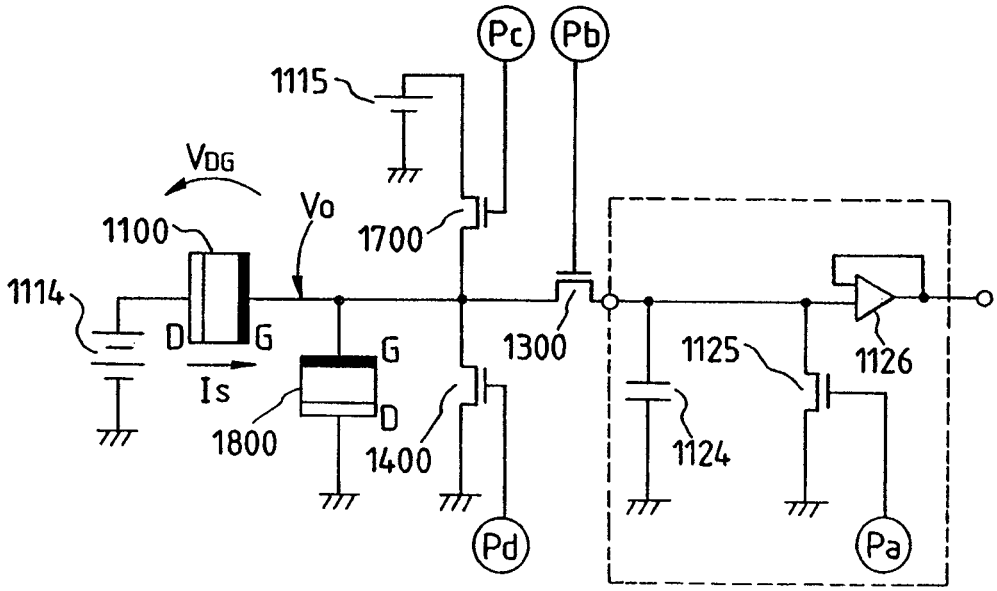

Pc
Pb
1115
VDG
Vo
1100
1700
1114
D
G
G
1300
1125
1126
Is
D
1800
1400
1124
Pd
Pa

FIG. 43

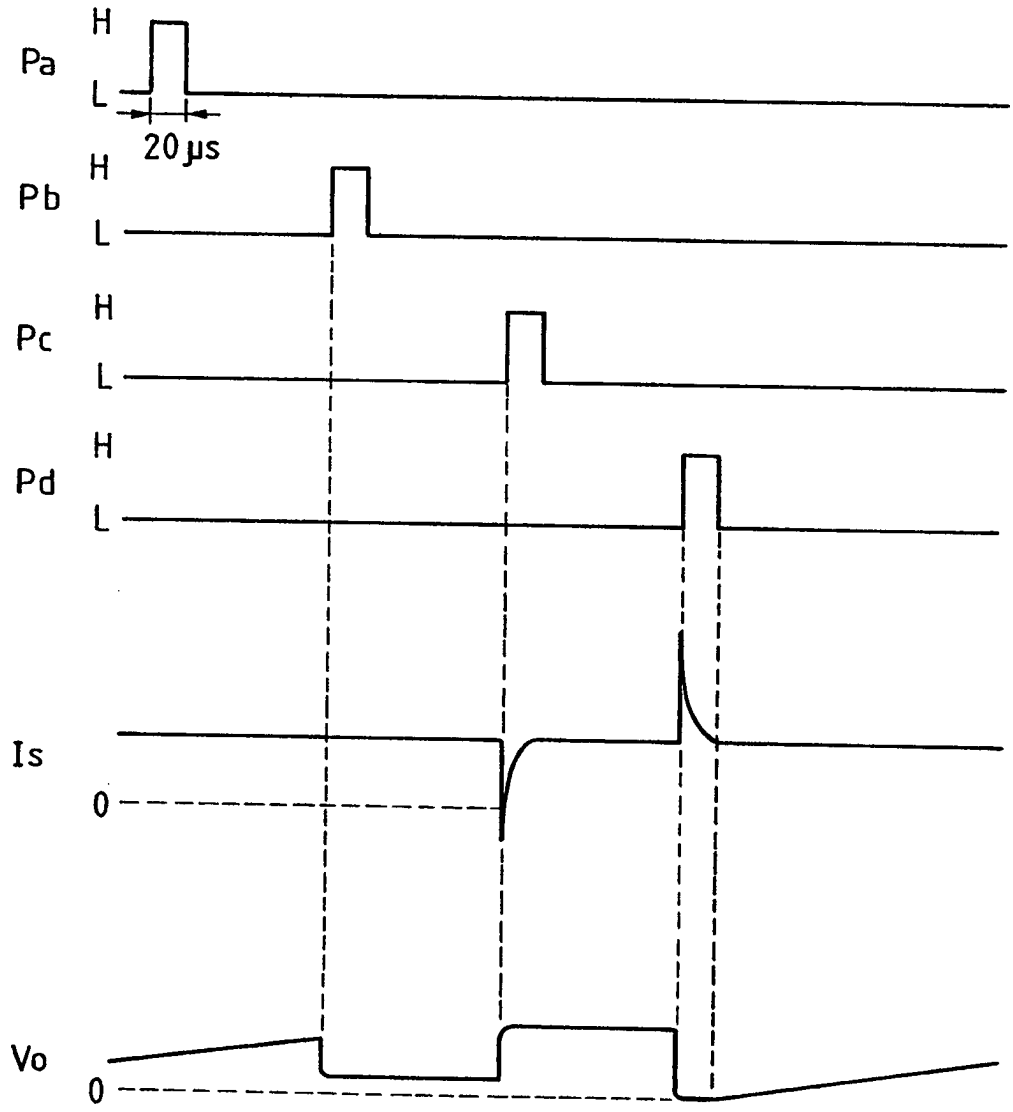


FIG. 44

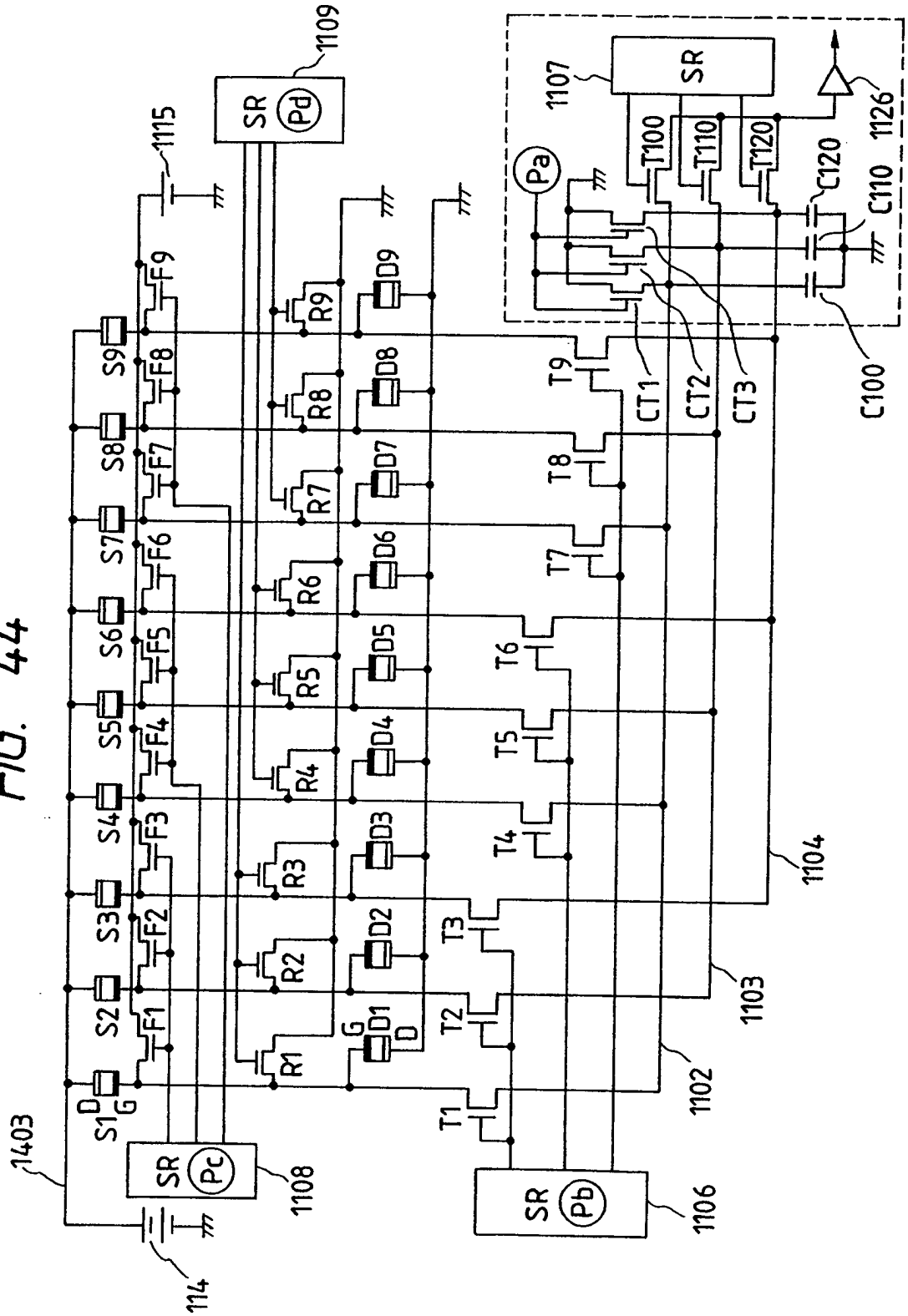

1403
114
1108
SR
Pc
1115
1109
SR
Pd
1106
SR
Pb
1102
1103
1104
1107
SR
Pa
1126
T100
T110
T120
C120
C110
C100
CT1
CT2
CT3
S1
S2
S3
S4
S5
S6
S7
S8
S9
F1
F2
F3
F4
F5
F6
F7
F8
F9
R1
R2
R3
R4
R5
R6
R7
R8
R9
D1
D2
D3
D4
D5
D6
D7
D8
D9
T1
T2
T3
T4
T5
T6
T7
T8
T9

FIG. 45

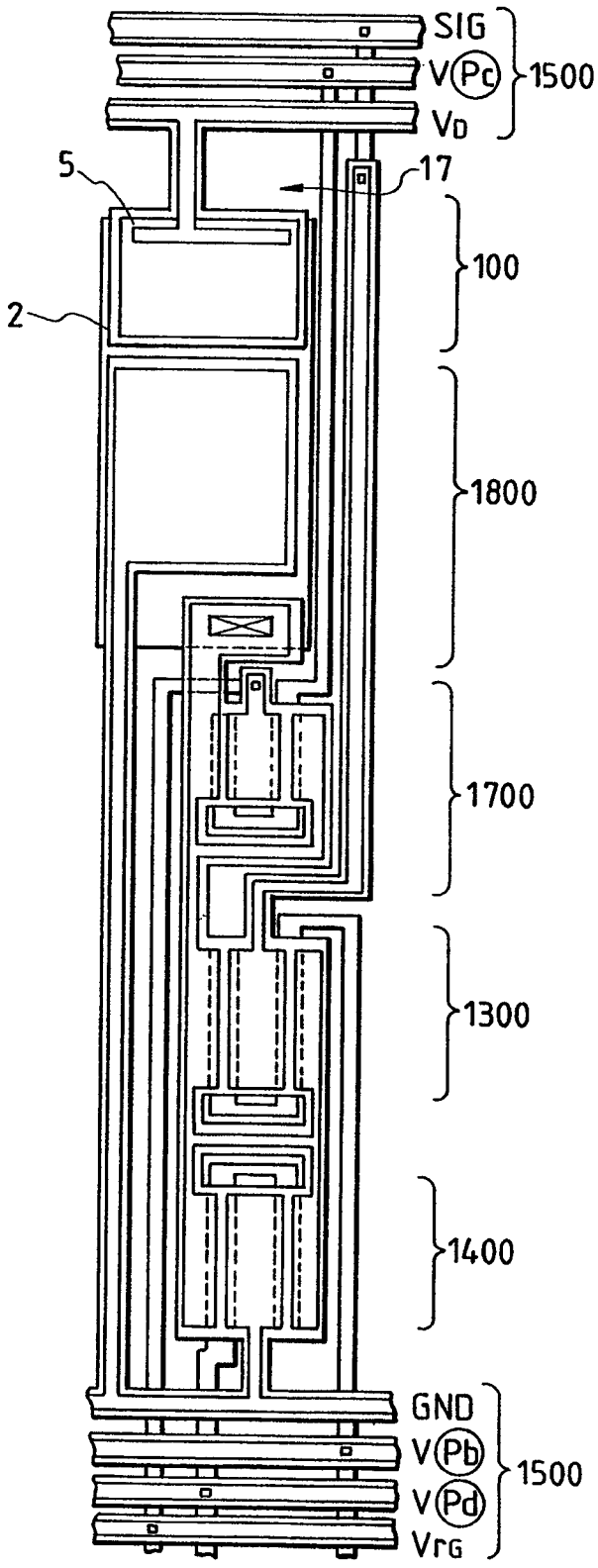

SIG
V(Pc)
VD
1500
5
17
100
2
1800
1700
1300
1400
GND
V(Pb)
V(Pd)
VrG
1500

FIG. 46

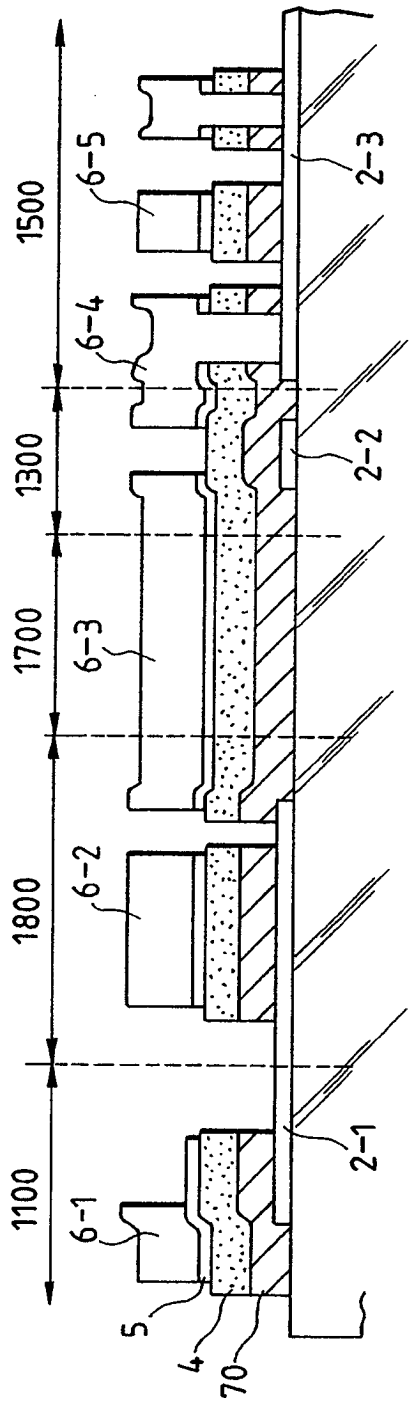

1500
1300
1700
1800
1100
6-5
6-4
6-3
6-2
6-1
2-3
2-2
2-1
5
4
70

FIG. 49

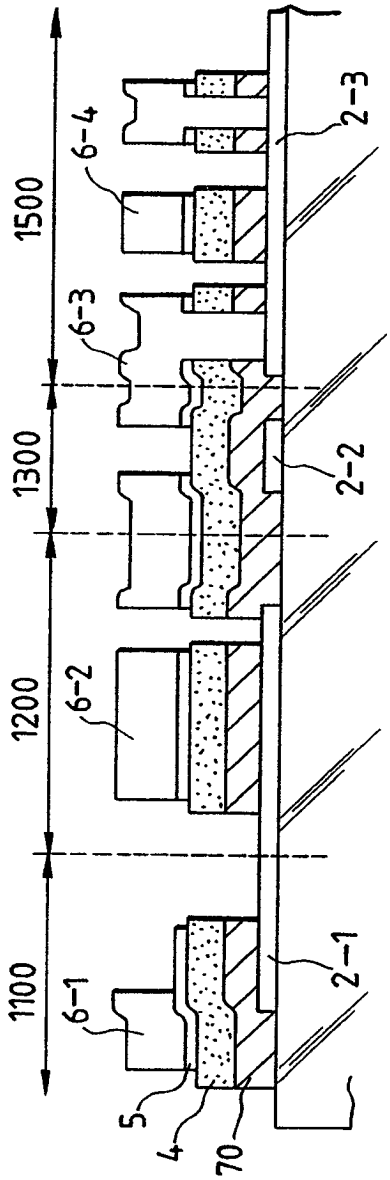

1500
1300
1200
1100
6-4
6-3
6-2
6-1
2-3
2-2
2-1
5
4
70

FIG. 47

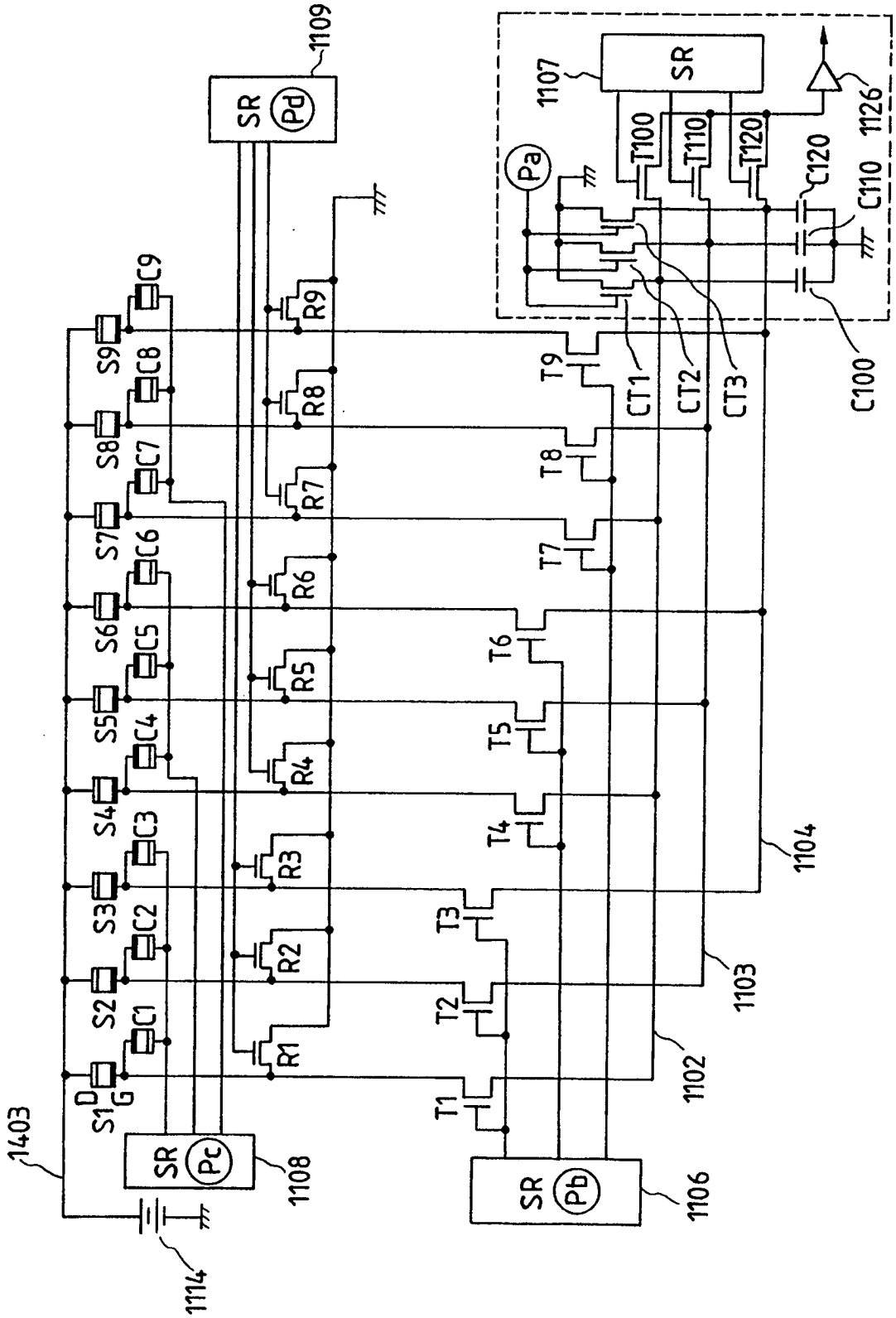

SR
Pd
1109
1107
Pa
T100
T110
T120
C120
C110
1126
C100
CT1
CT2
CT3
T9
T8
T7
T6
T5
T4
T3
T2
T1
S9
S8
S7
S6
S5
S4
S3
S2
S1
C9
C8
C7
C6
C5
C4
C3
C2
C1
R9
R8
R7
R6
R5
R4
R3
R2
R1
D
G
1403
1114
SR
Pc
1108
SR
Pb
1106
1102
1103
1104

FIG. 48

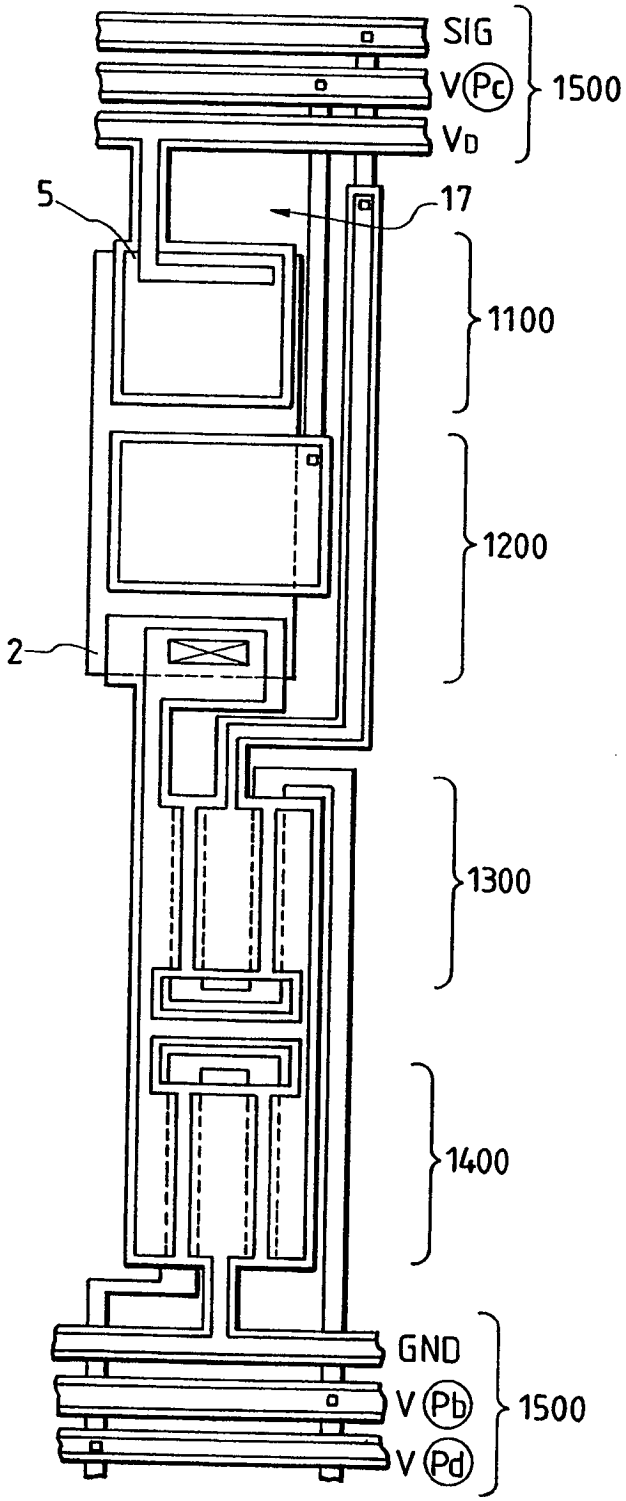


FIG. 50

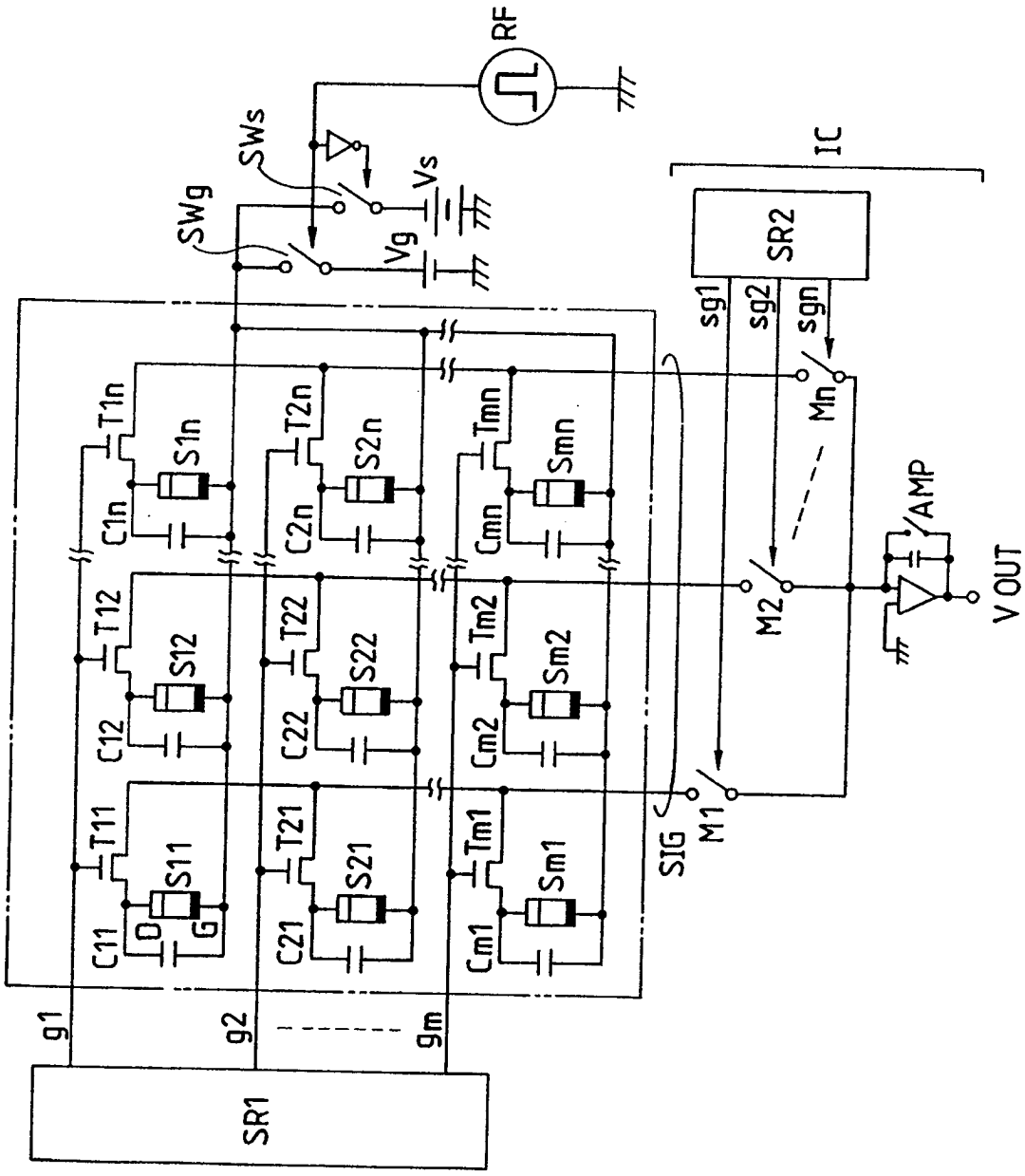

RF
SWs
SWg
Vs
Vg
IC
SR2
sg1
sg2
sgn
Mn
M2
M1
SIG
AMP
V OUT
T1n
S1n
C1n
T2n
S2n
C2n
Tmn
Smn
Cmn
T12
S12
C12
T22
S22
C22
Tm2
Sm2
Cm2
T11
S11
C11
D
G
T21
S21
C21
Tm1
Sm1
Cm1
g1
g2
gm
SR1

FIG. 51

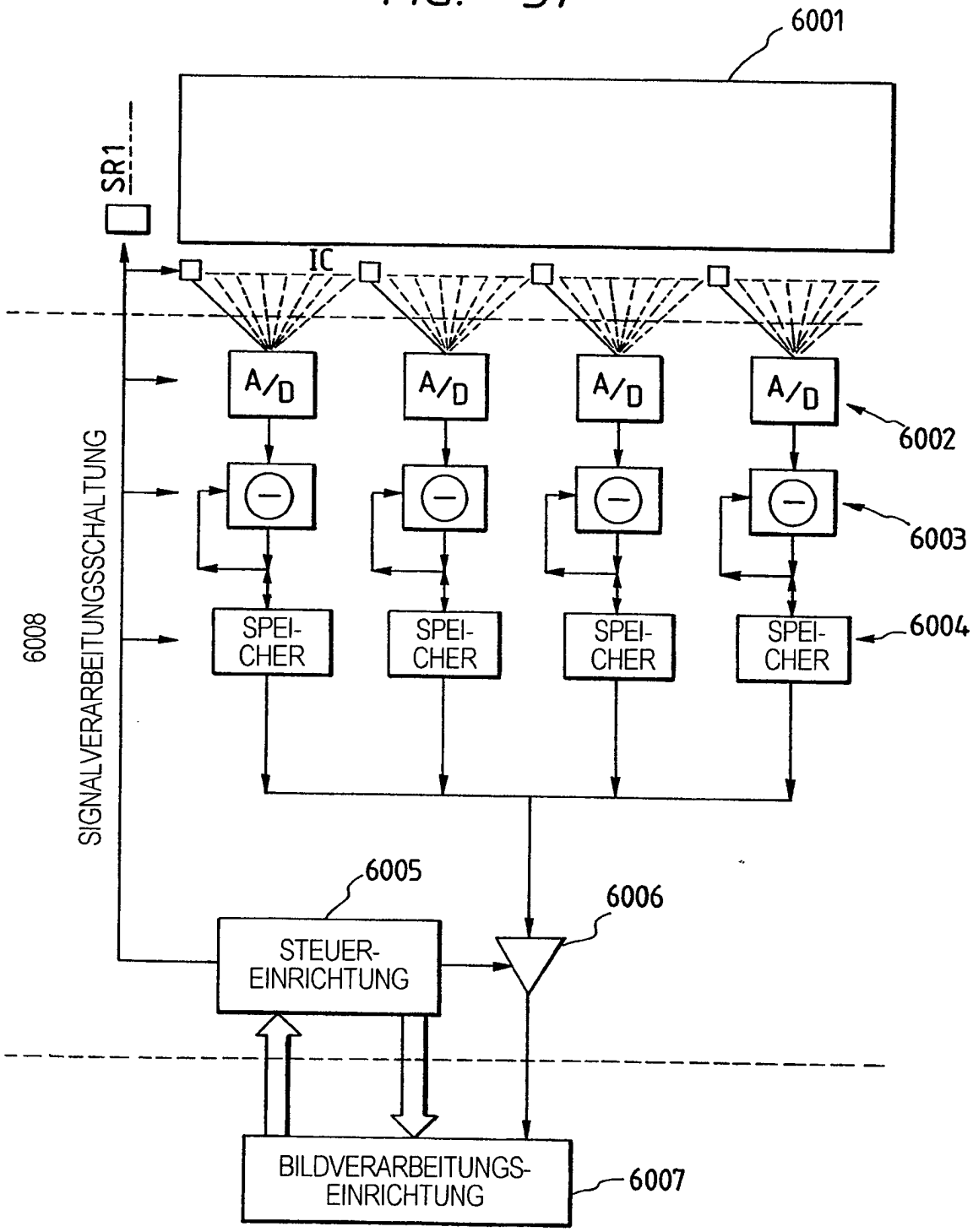

6001
SR1
IC
A/D
A/D
A/D
A/D
6002
6003
6004
SPEI-
CHER
SPEI-
CHER
SPEI-
CHER
SPEI-
CHER
6008
SIGNALVERARBEITUNGSSCHALTUNG
6005
6006
STEUER-
EINRICHTUNG
BILDVERARBEITUNGS-
EINRICHTUNG
6007

FIG. 52A

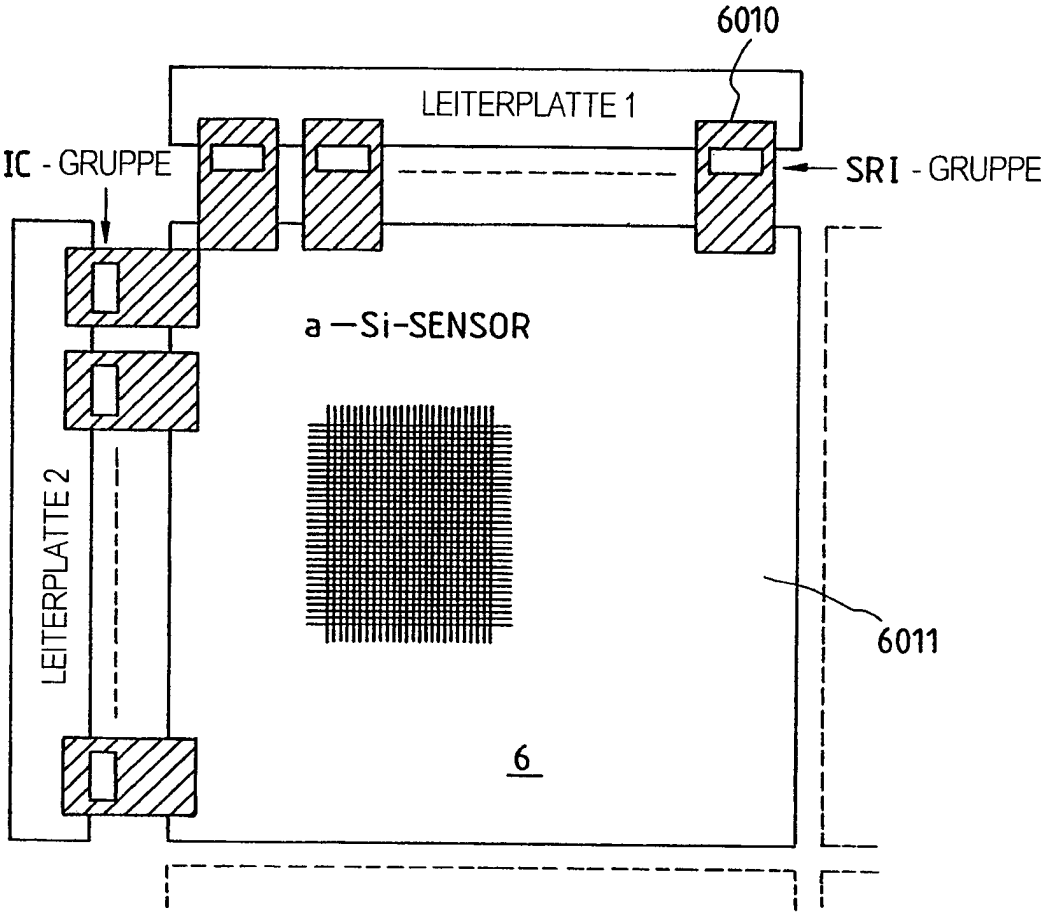


FIG. 52B

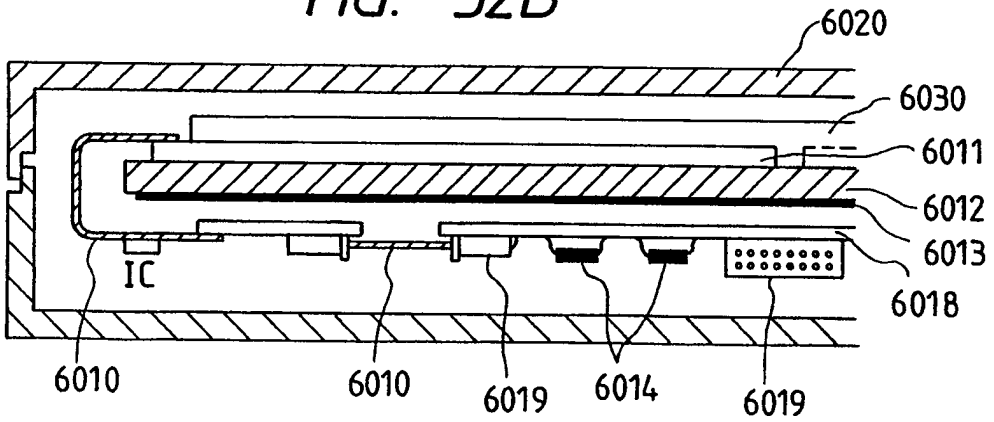
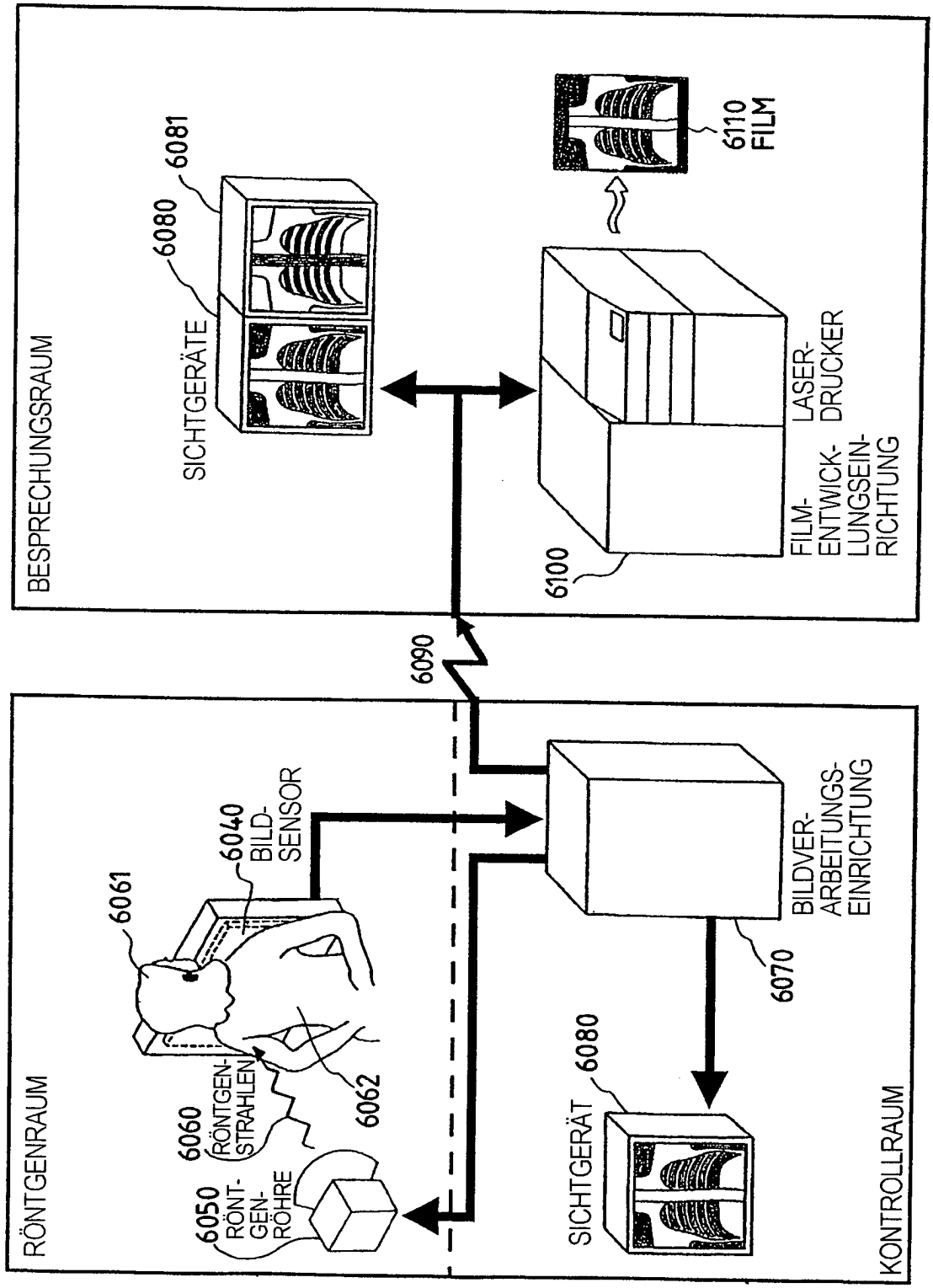


FIG. 53


BESPRECHUNGSRAUM
6081
6080
SICHTGERÄTE
6110
FILM
LASER-
DRUCKER
FILM-
ENTWICK-
LUNGSEIN-
RICHTUNG
6100
6090
RÖNTGENRAUM
6040
BILD-
SENSOR
6061
6060
RÖNTGEN-
STRAHLEN
6062
6050
RÖNT-
GEN-
RÖHRE
BILDVER-
ARBEITUNGS-
EINRICHTUNG
6070
SICHTGERÄT
6080
KONTROLLRAUM