



(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2013 217 278.8**
(22) Anmeldetag: **29.08.2013**
(43) Offenlegungstag: **10.04.2014**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **30.03.2017**

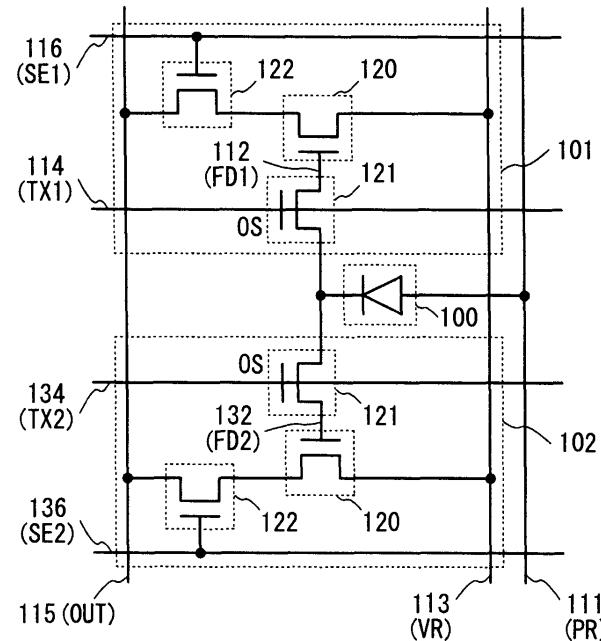
(51) Int Cl.: **H01L 31/112** (2006.01)
H01L 27/146 (2006.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität: 2012-200495	12.09.2012	JP	(72) Erfinder: Kurokawa, Yoshiyuki, Atsugi-shi, Kanagawa-ken, JP; Tsurume, Takuya, Atsugi-shi, Kanagawa-ken, JP
(62) Teilung in: 10 2013 022 406.3			
(73) Patentinhaber: Semiconductor Energy Laboratory Co., Ltd., Atsugi-shi, Kanagawa-ken, JP			(56) Ermittelter Stand der Technik: US 2012 / 0 081 588 A1 US 2012 / 0 085 890 A1
(74) Vertreter: Grunecker Patent- und Rechtsanwalte PartG mbB, 80802 München, DE			

(54) Bezeichnung: Photodetektorschaltung, Bildgebungsvorrichtung und Verfahren zum Ansteuern einer Photodetektorschaltung

(57) Hauptanspruch: Photodetektorschaltung, die umfasst:
ein photoelektrisches Umwandlungselement;
einen ersten Transistor;
einen zweiten Transistor;
einen dritten Transistor; und
einen vierten Transistor,
wobei ein Gate des dritten Transistors über den ersten Transistor elektrisch an einen ersten Anschluss des photoelektrischen Umwandlungselements angeschlossen ist,
wobei ein Gate des vierten Transistors über den zweiten Transistor elektrisch an den ersten Anschluss des photoelektrischen Umwandlungselements angeschlossen ist,
wobei der erste Transistor konfiguriert ist, ein Gate-Potential des dritten Transistors gemäß einer Menge an Licht zu halten, das in das photoelektrische Umwandlungselement einfällt, wenn Licht aus einer Lichtquelle emittiert wird, und
wobei der zweite Transistor konfiguriert ist, ein Gate-Potential des vierten Transistors gemäß einer Menge an Licht zu halten, das in das photoelektrische Umwandlungselement einfällt, wenn kein Licht aus der Lichtquelle emittiert wird.



Beschreibung

Hintergrund der Erfindung

1. Gebiet der Erfindung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Photodetektorschaltung und eine Halbleitervorrichtung, die die Photodetektorschaltung beinhaltet.

2. Beschreibung des Standes der Technik

[0002] Auf verschiedenen Gebieten werden Halbleitervorrichtungen verwendet, die Schaltungen (nachstehend auch als „Photodetektorschaltungen“ bezeichnet), die Licht von außen empfangen und Signale entsprechend der Menge an einfallendem Licht ausgeben, beinhalten.

[0003] Beispielsweise zeigt die US 2012/0085890 A1 einen Photodetektor und die US 2012/0081588 A1 zeigt Pixel-Arrays, beispielsweise mit Referenzpixelsensorzellen zum Bereitstellen eines Referenzsignals, das zur Korrektur durch Photonen erzeugter Leck-Signale verwendet wird.

[0004] Ein Beispiel für Photodetektorschaltungen ist eine Photodetektorschaltung, die eine CMOS-Schaltung beinhaltet (nachstehend auch als CMOS-Sensor bezeichnet), und ein CMOS-Sensor beinhaltet ein photoelektrisches Umwandlungselement (z. B. eine Photodiode), das ermöglicht, dass ein Strom entsprechend der Menge an einfallendem Licht fließt, und eine Signalausgabeschaltung, die ein Potential basierend auf der Menge an in das photoelektrische Umwandlungselement einfallendem Licht hält und ein Signal entsprechend dem Potential ausgibt.

[0005] Es sei angemerkt, dass ein CMOS-Sensor die Menge an in ein photoelektrisches Umwandlungselement einfallendem Licht detektiert, indem in einer Signalausgabeschaltung, die einen MOS-Transistor beinhaltet, das Folgende durchgeführt wird: ein Vorgang, in dem ein in der Signalausgabeschaltung gehaltenes Potential (auch als Ladung bezeichnet) initialisiert wird (auch als Rücksetzvorgang bezeichnet); ein Vorgang, in dem ein Potential entsprechend der Menge des durch das photoelektrische Umwandlungselement fließenden Photostroms erzeugt wird (auch als Potentialerzeugungsvorgang bezeichnet); und ein Vorgang, in dem ein Signal entsprechend dem Potential ausgegeben wird (auch als Ausgabevorgang bezeichnet).

[0006] Als Beispiel für Halbleitervorrichtungen, die Photodetektorschaltungen beinhalten, kann eine Bildanzeigevorrichtung angegeben werden, bei der eine Photodetektorschaltung in jedem mehrerer Pixel bereitgestellt ist, die in einer Matrix angeordnet sind (z. B. siehe Patentdokument 1).

[0007] Bei der Bildanzeigevorrichtung wird in dem Fall, in dem ein zu detektierender Gegenstand (z. B. ein Stift oder ein Finger) auf einem Anzeigebildschirm existiert, ein Teil von Licht, das aus der Bildanzeigevorrichtung emittiert wird, von dem zu detektierenden Gegenstand reflektiert, und die Menge an reflektiertem Licht wird durch die Photodetektorschaltung detektiert, wodurch ein Bereich auf dem Anzeigebildschirm, wo der zu detektierende Gegenstand existiert, detektiert werden kann.

[0008] Des Weiteren kann als Beispiel für Halbleitervorrichtungen, die Photodetektorschaltungen beinhalten, eine medizinische diagnostische Bildgebungsgeräte angegeben werden, die mit einem Szintillator und einem Flachbilddetektor versehen ist, der eine Vielzahl von Photodetektorschaltungen beinhaltet (z. B. siehe Patentdokument 2).

[0009] Bei der medizinischen diagnostischen Bildgebungsgeräte wird ein menschlicher Körper mit Strahlung aus einer Strahlenquelle (z. B. Röntgenstrahlen) bestrahlt, die durch den menschlichen Körper hindurch trende Strahlung wird durch den Szintillator in Licht (z. B. sichtbares Licht) umgewandelt, und Bilddaten werden durch Detektieren des Lichts mittels einer Photodetektorschaltung in dem Flachbilddetektor gebildet, wodurch ein Bild des Inneren des menschlichen Körpers als elektronische Daten erhalten werden kann.

[0010] Bei einer Halbleitervorrichtung, die verschiedene Daten unter Verwendung einer darin bereitgestellten Photodetektorschaltung auf die oben beschriebene Weise erhält, ist jedoch in einigen Fällen ein von der Photodetektorschaltung ausgegebenes Signal (auch als Detektionssignal bezeichnet) ein zusammengesetztes Signal einschließlich nicht nur eines Signals, das zum Erhalten von Daten erforderlich ist (auch als notwendiges Signal bezeichnet), sondern auch eines unnötigen Signals (auch als Rauschsignal bezeichnet).

[0011] Beispielsweise ist bei der vorstehenden Bildanzeigevorrichtung ein Signal, das einem „Licht, das von dem zu detektierenden Gegenstand reflektiert wird und in die Photodetektorschaltung einfällt,“ entspricht und von der Photodetektorschaltung ausgegeben wird, ein notwendiges Signal. Andererseits ist ein Signal, das einem „Licht (Außenlicht), das von außerhalb der Vorrichtung einfällt, so beispielsweise Sonnenlicht oder Leuchtstofflicht,“ entspricht und von der Photodetektorschaltung ausgegeben wird, ein Rauschsignal.

[0012] Darüber hinaus könnte es sein, da bei der vorstehenden medizinischen diagnostischen Bildgebungsgeräte ein Phänomen (so genanntes Nachleuchten) in einem aus dem Szintillator emittierten Licht auftritt, wobei eine Lichtemission selbst

nach dem Beenden der Strahlungsemission andauert, dass das von dem Flachbilddetektor empfangene Licht sowohl „Licht, das wegen der Strahlungsemission emittiert wird,” als auch „Licht, das durch Nachleuchten emittiert wird,” enthält.

[0013] In diesem Fall ist ein Signal, das dem „Licht, das wegen der Strahlungsemission emittiert wird,” entspricht und von einer Photodetektorschaltung ausgegeben wird, ein notwendiges Signal. Andererseits ist ein Signal, das dem „Licht, das durch Nachleuchten emittiert wird,” entspricht und von einer Photodetektorschaltung ausgegeben wird, ein Rauschsignal.

[0014] Um das oben beschriebene Problem zu lösen, nämlich dass ein von einer Photodetektorschaltung ausgegebenes Detektionssignal nicht nur ein notwendiges Signal, sondern auch ein Rauschsignal enthält, ist es effektiv, nur ein Rauschsignal selektiv von einem zusammengesetzten Signal zu entfernen. Um dies zu erreichen, ist beispielsweise als Bildanzeigevorrichtung eine Vorrichtung, die in einer Matrix angeordnete Photodetektorschaltungen (CMOS-Sensoren) beinhaltet, in Nicht-Patentdokument 1 vorgeschlagen.

[0015] Bei einer Bildanzeigevorrichtung in Nicht-Patentdokument 1 (siehe **Fig. 3** in Nicht-Patentdokument 1) dienen in jeder der in einer Matrix angeordneten Photodetektorschaltungen (in Nicht-Patentdokument 1 als Photosensoren bezeichnet) ein Transistor M1, ein Transistor M2 und ein Kondensator C_{INT} als Signalausgabeschaltung, und ein Element D1 dient als photoelektrisches Umwandlungselement.

[0016] Zusätzlich werden, nachdem ein Rücksetzvorgang und ein Potentialerzeugungsvorgang in einer Periode, während deren ein zu detektierender Gegenstand durch Anmachen einer Hintergrundbeleuchtung mit Licht bestrahlt wird, in den Photodetektorschaltungen in ungeradzahligen Zeilen durchgeführt worden sind, ein Rücksetzvorgang und ein Potentialerzeugungsvorgang in einer Periode, während deren der zu detektierende Gegenstand durch Ausmachen der Hintergrundbeleuchtung nicht mit Licht bestrahlt wird, in den Photodetektorschaltungen in geradzahligen Zeilen durchgeführt.

[0017] Es sei angemerkt, dass das Zeitintervall zwischen dem Aus- und Anmachen der Hintergrundbeleuchtung kurz ist, und dass man annehmen kann, dass sich der zu detektierende Gegenstand zwischen dem Anmachen der Hintergrundbeleuchtung und dem Ausmachen der Hintergrundbeleuchtung kaum bewegt.

[0018] Danach werden Ausgabevorgänge gleichzeitig in den Photodetektorschaltungen in zwei benachbarten Zeilen durchgeführt, und ein Unterschied zwis-

schen ihren Detektionssignalen wird erhalten. Dieser Vorgang wird dann sequenziell durchgeführt, so dass Ausgabevorgänge in den Photodetektorschaltungen in allen Zeilen durchgeführt werden.

[0019] Ein Unterschied zwischen Detektionssignalen, die auf diese Weise unter Verwendung von Photodetektorschaltungen in zwei benachbarten Zeilen erhalten werden, ist ein präzises Signal, das nur ein notwendiges Signal enthält, weil ein Signal (Rauschsignal), das der Menge an Licht entspricht, das in die Photodetektorschaltung einfällt, wenn die Hintergrundbeleuchtung ausgemacht wird, von einem Signal (zusammengesetzten Signal) entfernt wird, das der Menge an Licht entspricht, das in die Photodetektorschaltung einfällt, wenn die Hintergrundbeleuchtung angemacht wird.

[0020] Mit anderen Worten: eine Vielzahl von Detektionssignalen (mindestens zwei oder mehr Detektionssignale) wird unter Verwendung von Photodetektorschaltungen erhalten, und ein präzises Detektionsignal wird unter Verwendung der Vielzahl von Detektionssignalen erhalten.

[Referenz]

[Patentdokument]

[0021]

[Patentdokument 1] Japanische Patentoffenlegungsschrift JP 2006-079589 A.
[Patentdokument 2] Japanische Patentoffenlegungsschrift JP 2003-250785 A.

[Nicht-Patentdokument]

[0022]

[Nicht-Patentdokument 1] K. Tanaka u. a., „A System LCD with Optical Input Function using Infra-Red Backlight Subtraction Scheme (eine System-Flüssigkristallanzeige mit einer optischen Eingabefunktion unter Verwendung eines Infrarot-Hintergrundbeleuchtungs-Subtraktionschemas”, SID 2010 Digest, Seiten 680–683

Zusammenfassung der Erfindung

[0023] Bei einer in Nicht-Patentdokument 1 beschriebenen Struktur sind jedoch mindestens zwei benachbarte Photodetektorschaltungen erforderlich, um Detektionssignale in verschiedenen Perioden zu erhalten (wenn die Hintergrundbeleuchtung angemacht wird und wenn die Hintergrundbeleuchtung ausgemacht wird).

[0024] In dem Fall, in dem es einen Unterschied zwischen Eigenschaften (z. B. Lichtempfindlichkeit) photoelektrischer Umwandlungselemente der zwei Photodetektorschaltungen gibt, weisen deshalb Detekti-

onssignale, die von den zwei Photodetektorschaltungen ausgegeben werden, den Unterschied zwischen Eigenschaften der photoelektrischen Umwandlungselemente auf.

[0025] Angesichts des vorstehenden Problems ist eine Aufgabe einer Ausführungsform der offenbarten Erfindung, eine Photodetektorschaltung bereitzustellen, die Detektionssignale in verschiedenen Perioden erhalten kann, ohne von Eigenschaften eines photoelektrischen Umwandlungselements beeinflusst zu werden.

[0026] Des Weiteren ist eine Aufgabe einer Ausführungsform der offenbarten Erfindung, eine Halbleitervorrichtung bereitzustellen, die die vorstehende Photodetektorschaltung beinhaltet.

[0027] Um das vorstehende Problem zu lösen, hat bei einer Ausführungsform der offenbarten Erfindung eine Photodetektorschaltung eine Konfiguration, bei der n Signalausbabeschaltungen (n ist eine natürliche Zahl von 2 oder mehr) an ein photoelektrisches Umwandlungselement angeschlossen sind. Darüber hinaus beinhalten die n Signalausbabeschaltungen jeweils das Folgende: einen Transistor, dessen Gate-Potential sich gemäß der Menge an in das photoelektrische Umwandlungselement einfallendem Licht verändert und der ein Signal entsprechend dem Gate-Potential ausgibt; ein erstes Schaltelement, das zwischen dem photoelektrischen Umwandlungselement und dem Transistor angeschlossen ist und das Gate-Potential des Transistors hält; und ein zweites Schaltelement, das das Ausgeben des Signals von dem Transistor steuert.

[0028] In dem Fall, in dem die vorstehende Konfiguration einer Signalausbabeschaltung benutzt wird, kann das Gate-Potential des Transistors durch Ausschalten des ersten Schaltelements gehalten werden. Daher können Daten, die auf der Menge an in das photoelektrische Umwandlungselement einfallendem Licht basieren, in verschiedenen Perioden in verschiedenen Signalausbabeschaltungen gehalten werden. In den n Signalausbabeschaltungen werden Daten in verschiedenen Perioden (Daten, die auf der Menge an in das photoelektrische Umwandlungselement einfallendem Licht basieren,) gehalten, und dann werden die zweiten Schaltelemente eingeschaltet. Daher können Signale in verschiedenen Perioden erhalten werden, ohne von den Eigenschaften des photoelektrischen Umwandlungselementes beeinflusst zu werden.

[0029] Mit anderen Worten: einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung entsprechend beinhaltet eine Photodetektorschaltung ein photoelektrisches Umwandlungselement und n Signalausbabeschaltungen (n ist eine natürliche Zahl von 2 oder mehr), die an das photoelektrische Umwandlungs-

element angeschlossen sind. Die n Signalausbabeschaltungen beinhalten jeweils einen Transistor, dessen Gate-Potential sich gemäß der Menge an in das photoelektrische Umwandlungselement einfallendem Licht verändert und der ein Signal entsprechend dem Gate-Potential ausgibt; ein erstes Schaltelement, das zwischen dem photoelektrischen Umwandlungselement und dem Transistor angeschlossen ist und das Gate-Potential hält; und ein zweites Schaltelement, das das Ausgeben des Signals steuert. Gate-Potentiale, die in den n Signalausbabeschaltungen gehalten werden, basieren auf der Menge an in verschiedenen Perioden in das photoelektrische Umwandlungselement einfallendem Licht. Nachdem die Gate-Potentiale in den n Signalausbabeschaltungen gehalten worden sind, werden Signale entsprechend den Gate-Potentialem von den n Signalausbabeschaltungen ausgegeben.

[0030] Wenn die Photodetektorschaltung die oben beschriebene Konfiguration hat, kann die Photodetektorschaltung Signale in verschiedenen Perioden erhalten, ohne von Eigenschaften des photoelektrischen Umwandlungselementes beeinflusst zu werden.

[0031] Bei der oben beschriebenen Photodetektorschaltung kann die Anzahl der Leitungen, die für Einschalt-/Ausschaltvorgänge der zweiten Schaltelemente in den n Signalausbabeschaltungen erforderlich sind, verringert werden, indem eine Leitung bereitgestellt wird, die an die zweiten Schaltelemente in den Signalausbabeschaltungen angeschlossen ist und Signale zum Steuern des Betriebs der zweiten Schaltelemente überträgt. Zusätzlich können, da Signale gleichzeitig von den n Signalausbabeschaltungen ausgegeben werden können, die Signale in kurzer Zeit erhalten werden.

[0032] Des Weiteren weist in dem Fall, in dem ein Transistor, der ein Oxidhalbleitermaterial in einem Kanalbildungsbereich enthält, als das erste Schaltelement in der vorstehenden Photodetektorschaltung verwendet wird, das erste Schaltelement einen sehr geringen Strom in ausgeschaltetem Zustand auf und kann daher das Gate-Potential des Transistors halten. Folglich ist ein von der Signalausbabeschaltung ausgegebenes Signal ein hochpräzises Signal, das Daten enthält, die der Menge an in das photoelektrische Umwandlungselement einfallendem Licht entsprechen.

[0033] Es sei angemerkt, dass in dem Fall, in dem ein Transistor, der ein Oxidhalbleitermaterial in einem Kanalbildungsbereich enthält, sowohl als das zweite Schaltelement als auch als der Transistor zusätzlich zu dem ersten Schaltelement verwendet wird, Elemente in den Signalausbabeschaltungen in den gleichen Schritten hergestellt werden können. Dementsprechend können die Zeitdauer und Kosten zum

Herstellen von Photodetektorschaltungen verringert werden.

[0034] Des Weiteren wird in dem Fall, in dem die oben beschriebene Photodetektorschaltung für eine Halbleitervorrichtung verwendet wird, eine Konfiguration benutzt, bei der die Photodetektorschaltungen in einer Matrix angeordnet sind und Gate-Potentiale in den n Signalausgabeschaltungen in allen der in einer Matrix angeordneten Photodetektorschaltungen gehalten werden, und dann n Signale entsprechend den Gate-Potentialen von den Photodetektorschaltungen ausgegeben werden. Somit können Signale in verschiedenen Perioden von allen Photodetektorschaltungen in kurzer Zeit erhalten werden.

[0035] Konkrete Beispiele für Halbleitervorrichtungen umfassen beispielsweise Strahlungsbildgebungsvorrichtungen. In dem Fall, in dem die oben beschriebene Photodetektorschaltung für eine Strahlungsbildgebungsvorrichtung verwendet wird, beinhaltet die Strahlungsbildgebungsvorrichtung eine Strahlenquelle; einen Szintillator, der durch Empfangen einer von der Strahlenquelle ausgegebenen Strahlung Licht ausgibt; einen Photodetektormechanismus, der die in einer Matrix angeordneten Photodetektorschaltungen und einen Photodetektorschaltungs-Steuerabschnitt beinhaltet, der den Betrieb der Photodetektorschaltungen steuert; und einen Detektionssignal-Vergleichsabschnitt, der von dem Photodetektorschaltungs-Steuerabschnitt ausgegebene Signale vergleicht. Der Photodetektormechanismus kann eine Struktur haben, bei der Gate-Potentiale in den n Signalausgabeschaltungen in allen der in einer Matrix angeordneten Photodetektorschaltungen gehalten werden, die n Signale entsprechend den Gate-Potentialen von den Photodetektorschaltungen ausgegeben werden und dann der Detektionssignal-Vergleichsabschnitt die von den Photodetektorschaltungen ausgegebenen n Signale vergleicht.

[0036] Beispiele für andere Halbleitervorrichtungen als Strahlungsbildgebungsvorrichtungen sind beispielsweise Bildanzeigevorrichtungen. In dem Fall, in dem die oben beschriebene Photodetektorschaltung für eine Bildanzeigevorrichtung verwendet wird, beinhaltet die Bildanzeigevorrichtung einen Anzeigeabschnitt, in dem Pixel, die jeweils ein Anzeigeelement und eine Photodetektorschaltung beinhalten, in einer Matrix angeordnet sind; einen Anzeigeelement-Steuerabschnitt, der den Betrieb der Anzeigeelemente steuert; einen Photodetektorschaltungs-Steuerabschnitt, der den Betrieb der Photodetektorschaltungen steuert; und einen Bildsignalerzeugungsabschnitt, der Bildsignale unter Verwendung von Signalen erzeugt, die von dem Photodetektorschaltungs-Steuerabschnitt ausgegeben werden. Gate-Potentiale werden in den n Signalausgabeschaltungen in allen Photodetektorschaltungen in den in einer Matrix angeordneten Pixeln gehalten, und dann wer-

den die n Signale entsprechend den Gate-Potentiale von den Photodetektorschaltungen ausgegeben, und der Bildsignalerzeugungsabschnitt erzeugt Bildsignale aus den n Signalen, die von den Photodetektorschaltungen ausgegeben werden.

[0037] Des Weiteren ist eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ein Verfahren zum Betreiben einer Photodetektorschaltung, die ein photoelektrisches Umwandlungselement und n Signalausgabeschaltungen (n ist eine natürliche Zahl von 2 oder mehr) beinhaltet, die an das photoelektrische Umwandlungselement angeschlossen sind. Die n Signalausgabeschaltungen beinhalten jeweils einen Transistor, dessen Gate-Potential sich gemäß der Menge an in das photoelektrische Umwandlungselement einfallendem Licht verändert und der ein Signal entsprechend dem Gate-Potential ausgibt; ein erstes Schaltelement, das zwischen dem photoelektrischen Umwandlungselement und dem Transistor angeschlossen ist und das Gate-Potential hält; und ein zweites Schaltelement, das das Ausgeben des Signals von dem Transistor steuert. Das Verfahren umfasst die folgenden Schritte: Halten von Potentialen basierend auf der Menge an in das photoelektrische Umwandlungselement einfallendem Licht als Gate-Potentiale, indem die ersten Schaltelemente in den n Signalausgabeschaltungen in verschiedenen Perioden unabhängig von den Signalausgabeschaltungen ausgeschaltet werden; und Ausgeben von Signalen entsprechend den Gate-Potentialen, indem die zweiten Schaltelemente eingeschaltet werden.

[0038] Durch Ansteuern der Photodetektorschaltung durch das oben beschriebene Betriebsverfahren können bei der Photodetektorschaltung Signale entsprechend der Menge an in verschiedenen Perioden in das photoelektrische Umwandlungselement einfallendem Licht in kurzer Zeit erhalten werden, ohne von Eigenschaften des photoelektrischen Umwandlungselements beeinflusst zu werden.

[0039] Es sei angemerkt, dass bei dem oben beschriebenen Verfahren zum Betreiben der Photodetektorschaltung die Gate-Potentiale in den n Signalausgabeschaltungen gleichzeitig zurückgesetzt werden können, indem Vorgänge zum Initialisieren der Gate-Potentiale gleichzeitig in den n Signalausgabeschaltungen durchgeführt werden. Folglich können Signale in kurzer Zeit erhalten werden.

[0040] Weiterhin können bei dem oben beschriebenen Verfahren zum Betreiben der Photodetektorschaltung Signale gleichzeitig von den n Signalausgabeschaltungen ausgegeben werden, indem die Vorgänge zum Einschalten der zweiten Schaltelemente und die Vorgänge zum Ausschalten der zweiten Schaltelemente gleichzeitig in den n Signalausgabeschaltungen durchgeführt werden. Folglich können die Signale in kurzer Zeit erhalten werden.

[0041] Einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung entsprechend hat eine Photodetektorschaltung eine Konfiguration, bei der n Ausgabeschaltungen (n ist eine natürliche Zahl von 2 oder mehr) an ein photoelektrisches Umwandlungselement angeschlossen sind, und die Ausgabeschaltung beinhaltet einen Transistor, dessen Ausgangssignal sich gemäß dem Pegel eines erzeugten Potentials verändert, ein erstes Schaltelement, das ein Leck des Potentials aus der Ausgabeschaltung verhindert, und ein zweites Schaltelement, das das Ausgangssignal von dem Transistor steuert. In den n Ausgabeschaltungen werden, nachdem die Signale in verschiedenen Perioden (zu verschiedenen Zeitpunkten) in den Ausgabeschaltungen gehalten worden sind, die Signale von den n Ausgabeschaltungen ausgegeben.

[0042] Auf diese Weise kann eine Photodetektorschaltung bereitgestellt werden, die Signale in verschiedenen Perioden erhalten kann, ohne von Eigenschaften eines photoelektrischen Umwandlungselements beeinflusst zu werden.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0043] Bei den begleitenden Zeichnungen:

[0044] **Fig. 1A** zeigt eine Konfiguration einer Photodetektorschaltung und **Fig. 1B** ist ein Betriebsablaufdiagramm der Photodetektorschaltung;

[0045] **Fig. 2** ist ein Betriebsablaufdiagramm einer Photodetektorschaltung;

[0046] **Fig. 3A** zeigt eine Konfiguration einer Photodetektorschaltung und

[0047] **Fig. 3B** ist ein Betriebsablaufdiagramm der Photodetektorschaltung;

[0048] **Fig. 4** ist ein Betriebsablaufdiagramm einer Photodetektorschaltung;

[0049] **Fig. 5** zeigt eine Konfiguration einer Photodetektorschaltung;

[0050] **Fig. 6** zeigt eine Konfiguration einer Photodetektorschaltung;

[0051] **Fig. 7A** bis **Fig. 7C** zeigen jeweils eine Operationsverstärkerschaltung;

[0052] **Fig. 8A** und **Fig. 8B** zeigen ein Layout einer Photodetektorschaltung;

[0053] **Fig. 9A** und **Fig. 9B** zeigen ein Layout einer Photodetektorschaltung;

[0054] **Fig. 10A** und **Fig. 10B** zeigen eine Struktur einer Strahlungsbildgeburgvorrichtung;

[0055] **Fig. 11A** bis **Fig. 11D** zeigen den Betrieb einer Strahlungsbildgeburgvorrichtung;

[0056] **Fig. 12** zeigt eine Struktur einer Bildanzeigevorrichtung;

[0057] **Fig. 13** zeigt eine Konfiguration einer Bildanzeigevorrichtung;

[0058] **Fig. 14A** und **Fig. 14B** zeigen den Betrieb einer Bildanzeigevorrichtung; und

[0059] **Fig. 15** zeigt eine Konfiguration einer Photodetektorschaltung.

Detaillierte Beschreibung der Erfindung

[0060] Nachfolgend werden Ausführungsformen ausführlich anhand der begleitenden Zeichnungen beschrieben. Es sei angemerkt, dass die nachfolgend beschriebenen Ausführungsformen in mehreren verschiedenen Modi implementiert werden können, und dass ein Fachmann leicht versteht, dass Modi und Details auf verschiedene Weisen modifiziert werden können, ohne von dem Erfindungsgedanken und dem Schutzbereich der vorliegenden Erfindung abzuweichen. Daher ist die vorliegende Erfindung nicht so zu interpretieren, als sei sie auf die folgende Beschreibung der Ausführungsformen beschränkt. In den Zeichnungen zur Erläuterung der Ausführungsformen sind die gleichen Teile oder Teile mit ähnlicher Funktion durch die gleichen Bezugszeichen dargestellt, und die Beschreibung derartiger Teile wird nicht wiederholt.

[0061] Es sei angemerkt, dass bei den nachstehend beschriebenen Ausführungsformen „ein Anschluss“ eines Transistors eine von einer Source-Elektrode und einer Drain-Elektrode bezeichnet, und dass „der andere Anschluss“ des Transistors die andere von der Source-Elektrode und der Drain-Elektrode bezeichnet. Das heißt, dass dann, wenn ein Anschluss des Transistors die Source-Elektrode ist, der andere Anschluss des Transistors die Drain-Elektrode bezeichnet.

[0062] Es sei angemerkt, dass „elektrische Verbindung bzw. Anschluss“ in dieser Beschreibung dem Zustand entspricht, in dem ein Strom, eine Spannung oder ein Potential zugeführt oder übertragen werden kann. Demgemäß bedeutet elektrische Verbindung nicht nur direkte Verbindung, sondern auch indirekte Verbindung über ein Schaltungselement, wie z. B. eine Leitung, einen Widerstand, eine Diode oder einen Transistor, wobei ein Strom, eine Spannung oder ein Potential zugeführt oder übertragen werden kann.

[0063] In dieser Beschreibung ist, sofern nichts anderes angegeben ist, der Strom in ausgeschaltetem Zustand bei einem n-Kanal-Transistor ein Strom, der

zwischen einer Source-Elektrode und einer Drain-Elektrode fließt, wenn das Potenzial einer Gate-Elektrode niedriger als oder gleich 0 V ist, wobei das Potenzial der Source-Elektrode als Bezugspotential verwendet wird und das Potenzial der Drain-Elektrode höher als diejenigen der Source-Elektrode und der Gate-Elektrode ist. Außerdem ist in dieser Beschreibung der Strom in ausgeschaltetem Zustand bei einem p-Kanal-Transistor ein Strom, der zwischen einer Source-Elektrode und einer Drain-Elektrode fließt, wenn das Potenzial einer Gate-Elektrode höher als oder gleich 0 V ist, wobei das Potenzial der Source-Elektrode als Bezugspotential verwendet wird und das Potenzial der Drain-Elektrode niedriger als diejenigen der Source-Elektrode und der Gate-Elektrode ist.

(Ausführungsform 1)

[0064] Bei dieser Ausführungsform werden eine Konfiguration und ein Betriebsverfahren einer Photodetektorschaltung anhand von **Fig. 1A**, **Fig. 1B** und **Fig. 2** beschrieben.

<Konfiguration einer Photodetektorschaltung>

[0065] **Fig. 1A** zeigt ein Beispiel für einen Schaltplan, der eine Konfiguration einer Photodetektorschaltung darstellt. Die Photodetektorschaltung beinhaltet ein photoelektrisches Umwandlungselement **100** und zwei Signalausgabeschaltungen (eine erste Signalausgabeschaltung **101** und eine zweite Signalausgabeschaltung **102**), die an das photoelektrische Umwandlungselement **100** angeschlossen sind.

<Photoelektrisches Umwandlungselement>

[0066] Als das photoelektrische Umwandlungselement **100** ist eine Photodiode in **Fig. 1A** und **Fig. 1B** gezeigt. Die Photodiode erzeugt einen Strom durch Bestrahlung mit Licht von außen, und der Wert des Photostroms verändert sich gemäß der Intensität von einfallendem Licht. Es sei angemerkt, dass das photoelektrische Umwandlungselement **100** nicht auf eine Photodiode beschränkt ist. Beispielsweise kann das photoelektrische Umwandlungselement **100** ein veränderlicher Widerstand sein. Der veränderliche Widerstand kann ein Paar von Elektroden und eine amorphe Siliziumschicht mit i-Typ-Leitfähigkeit zwischen dem Paar von Elektroden beinhalten. Die amorphe Siliziumschicht vom i-Typ kann auf eine Weise verwendet werden, die derjenigen einer Photodiode ähnlich ist, weil sich der Widerstand der amorphen Siliziumschicht vom i-Typ durch Bestrahlung mit Licht verändert.

[0067] Eine der Elektroden des photoelektrischen Umwandlungselementes **100** ist an eine Leitung **111** (auch als Leitung PR bezeichnet) angeschlossen, und die andere der Elektroden des photoelektrischen

Umwandlungselementes **100** ist an die erste Signalausgabeschaltung **101** und die zweite Signalausgabeschaltung **102** angeschlossen.

[0068] Es versteht sich von selbst, dass eine der Elektroden des photoelektrischen Umwandlungselementes **100** an die erste Signalausgabeschaltung **101** und die zweite Signalausgabeschaltung **102** angeschlossen sein kann, und dass die andere der Elektroden des photoelektrischen Umwandlungselementes **100** an die Leitung **111** angeschlossen sein kann.

[0069] Die Signalausgabeschaltungen (die erste Signalausgabeschaltung **101** und die zweite Signalausgabeschaltung **102**) halten Potentiale, die die Menge an in das photoelektrische Umwandlungselement **100** einfallendem Licht als Daten umfassen, und geben Detektionssignale entsprechend den Potentialen nach außen aus.

[0070] In der Beschreibung dieser Ausführungsform haben die zwei Signalausgabeschaltungen (die erste Signalausgabeschaltung **101** und die zweite Signalausgabeschaltung **102**) die gleiche Struktur. Bestandteile in den Signalausgabeschaltungen sind deshalb durch die gleichen Bezugszeichen dargestellt. Zum Beispiel werden sowohl ein Transistor in der ersten Signalausgabeschaltung **101** als auch ein Transistor in der zweiten Signalausgabeschaltung **102** als „Transistor **120**“ bezeichnet.

<Detektionsschaltung>

[0071] Die erste Signalausgabeschaltung **101** beinhaltet das Folgende: einen Transistor **120**, dessen Gate-Potential sich gemäß der Menge an in das photoelektrische Umwandlungselement **100** einfallendem Licht verändert und der ein Signal entsprechend dem Gate-Potential ausgibt; ein erstes Schaltelement **121**, das zwischen dem photoelektrischen Umwandlungselement **100** und dem Transistor **120** angeschlossen ist, den Verbindungszustand dazwischen steuert und ein Potential hält, das an ein Gate des Transistors **120** angelegt wird; und ein zweites Schaltelement **122**, das das Ausgeben des Signals von dem Transistor **120** steuert.

[0072] Das Gate des Transistors **120** in der ersten Signalausgabeschaltung **101** ist an eine Leitung **112** (auch als Leitung FD1 bezeichnet) angeschlossen, einer von Source(-Anschluss) und Drain(-Anschluss) des Transistors **120** in der ersten Signalausgabeschaltung **101** ist an eine Leitung **113** (auch als Leitung VR bezeichnet) angeschlossen, und der andere von Source und Drain des Transistors **120** in der ersten Signalausgabeschaltung **101** ist an eine von Elektroden des zweiten Schaltelements **122** angeschlossen.

[0073] Da das erste Schaltelement **121** in der ersten Signalausgabeschaltung **101** das Potential hält, das an das Gate des Transistors **120** angelegt wird, ist bevorzugt, dass das erste Schaltelement **121** einen sehr geringen Leckstrom in ausgeschaltetem Zustand aufweist.

[0074] Als Beispiel für ein Schaltelement, das einen geringen Leckstrom in ausgeschaltetem Zustand aufweist, kann ein Transistor angegeben werden, der ein Oxidhalbleitermaterial in einem Kanalbildungsbereich enthält.

[0075] Das obige Oxidhalbleitermaterial enthält vorzugsweise mindestens Indium (In) oder Zink (Zn). Vorzugsweise sind insbesondere In und Zn enthalten. Zusätzlich zu In und Zn enthält das Oxidhalbleitermaterial vorzugsweise Gallium (Ga), das als Stabilisator dient, der bei das Oxidhalbleitermaterial enthaltenden Transistoren Schwankungen der elektrischen Eigenschaften abmildert. Vorzugsweise ist Zinn (Sn) als Stabilisator enthalten. Vorzugsweise ist Hafnium (Hf) als Stabilisator enthalten. Vorzugsweise ist Aluminium (Al) als Stabilisator enthalten.

[0076] Als weiterer Stabilisator kann/können ein Lanthanoid/mehrere Lanthanoide enthalten sein, so beispielsweise Lanthan (La), Cer (Ce), Praseodym (Pr), Neodym (Nd), Samarium (Sm), Europium (Eu), Gadolinium (Gd), Terbium (Tb), Dysprosium (Dy), Holmium (Ho), Erbium (Er), Thulium (Tm), Ytterbium (Yb) und Lutetium (Lu).

[0077] Die Bandlücke eines Films aus einem Oxidhalbleitermaterial ist größer als oder gleich 3,0 eV (Elektronenvolt), welche viel größer als die Bandlücke von Silizium (1,1 eV) ist.

[0078] Der Widerstand in ausgeschaltetem Zustand eines Transistors (Widerstand zwischen einer Source und einem Drain des Transistors in ausgeschaltetem Zustand) ist umgekehrt proportional zu der Konzentration der Ladungsträger, die thermisch in einem Kanalbildungsbereich angeregt werden. Da die Bandlücke von Silizium 1,1 eV beträgt, ist die Konzentration der thermisch angeregten Ladungsträger selbst in einem Zustand, in dem keine Ladungsträger von einem Donator oder einem Akzeptor verursacht werden (d. h. auch im Fall eines intrinsischen Halbleiters), bei Raumtemperatur (300 K) etwa 1×10^{11}

[0079] Die Bandlücke eines Films aus einem Oxidhalbleitermaterial ist wie oben beschrieben im Allgemeinen 3,0 eV oder mehr, und die Konzentration der thermisch angeregten Ladungsträger in einem Film mit einer Bandlücke von 3,2 eV ist beispielsweise etwa $1 \times 10^{-7} \text{ cm}^{-3}$. Wenn die Elektronenbeweglichkeit gleich ist, ist die Resistivität umgekehrt proportional zu der Ladungsträgerkonzentration, und somit ist die Resistivität des Halbleiters mit einer Bandlücke von

3,2 eV um 18 Größenordnungen höher als diejenige von Silizium.

[0080] Ein Transistor, der ein Oxidhalbleitermaterial mit einer solchen großen Bandlücke für einen Kanalbildungsbereich verwendet, kann einen sehr geringen Strom in ausgeschaltetem Zustand erzielen.

[0081] Darüber hinaus wird der Transistor als das erste Schaltelement **121** verwendet, und nachdem sich das Gate-Potential des Transistors **120** gemäß der Menge an in das photoelektrische Umwandlungselement **100** einfallendem Licht verändert hat, wird das erste Schaltelement **121** ausgeschaltet, wodurch das Gate-Potential des Transistors **120** lange Zeit in der Leitung **112** gehalten werden kann.

[0082] Ein Transistor, der ein Oxidhalbleitermaterial in einem Kanalbildungsbereich enthält, ist zuvor als Beispiel für das erste Schaltelement **121** beschrieben worden; jedoch kann auch ein anderes Schaltelement mit einem geringen Strom in ausgeschaltetem Zustand verwendet werden. Beispielsweise kann ein Transistor, der einen Magnetowiderstandseffekt nutzt (auch als Spin-Transistor oder dergleichen bezeichnet), ein Transistor, der ein ferroelektrisches Material für einen Gate-Isolierfilm verwendet (auch als ferroelektrischer Transistor oder dergleichen bezeichnet), oder dergleichen verwendet werden.

[0083] Ein Signal, das dem Gate-Potential des Transistors **120** entspricht, wird aus dem Drain (oder der Source) des Transistors **120** ausgegeben. Also kann das Signal als "Signal, das die Menge an in das photoelektrische Umwandlungselement **100** einfallendem Licht als Daten umfasst," angesehen werden.

[0084] Einer von Source und Drain des Transistors, der ein Oxidhalbleitermaterial in einem Kanalbildungsbereich enthält und als das erste Schaltelement **121** verwendet wird, ist an die andere der Elektroden des photoelektrischen Umwandlungselements **100** angeschlossen, der andere von Source und Drain des Transistors, der ein Oxidhalbleitermaterial in einem Kanalbildungsbereich enthält, ist an das Gate des Transistors **120** angeschlossen, und ein Gate des Transistors, der ein Oxidhalbleitermaterial in einem Kanalbildungsbereich enthält, ist an eine Leitung **114** (auch als Leitung TX1 bezeichnet) angeschlossen.

[0085] Bei dieser Ausführungsform und dergleichen wird ein Transistor, der ein Oxidhalbleitermaterial in einem Kanalbildungsbereich enthält, als das erste Schaltelement **121** verwendet; jedoch ist das erste Schaltelement **121** nicht auf einen Transistor beschränkt, sofern es ein Element ist, das zum Ein- und Ausschalten eines Verbindungszustands (leitenden

Zustands) geeignet ist, und verschiedene bekannte Techniken können benutzt werden.

[0086] Einer von Source und Drain des zweiten Schaltelements **122** in der ersten Signalausgabeschaltung **101** ist an den anderen von Source und Drain des Transistors **120** angeschlossen, der andere von Source und Drain des zweiten Schaltelements **122** in der ersten Signalausgabeschaltung **101** ist an eine Leitung **115** (auch als Leitung OUT bezeichnet) angeschlossen, und ein Gate des zweiten Schaltelements **122** in der ersten Signalausgabeschaltung **101** ist an eine Leitung **116** (auch als Leitung SE1 bezeichnet) angeschlossen.

[0087] In dem Fall, in dem ein Transistor als das zweite Schaltelement **122** wie in **Fig. 1A** verwendet wird, wird ein von dem Transistor **120** ausgegebenes Signal an die Leitung **115** (OUT) ausgegeben, indem Vgs (ein Spannungsunterschied zwischen einem Gate und einer Source, wobei die Source als Bezug verwendet wird) des Transistors auf eine Spannung eingestellt wird, die ausreichend höher als die Schwellenspannung ist.

[0088] Es sei angemerkt, dass eine Integrierschaltung an die Leitung **115** (OUT) angeschlossen sein kann. Durch Anschließen der Integrierschaltung an die Leitung **115** (OUT) wird S/N erhöht, wodurch Detektion von schwächerem Licht ermöglicht wird. Ein konkretes Konfigurationsbeispiel für die Integrierschaltung wird bei der Ausführungsform 2 beschrieben.

[0089] Die zweite Signalausgabeschaltung **102** beinhaltet das Folgende: den Transistor **120**, dessen Gate-Potential sich gemäß der Menge an in das photoelektrische Umwandlungselement **100** einfallendem Licht verändert und der ein Signal entsprechend dem Gate-Potential ausgibt; das erste Schaltelement **121**, das zwischen dem photoelektrischen Umwandlungselement **100** und dem Transistor **120** angeschlossen ist, den Verbindungszustand dazwischen steuert und ein Potential hält, das an ein Gate des Transistors **120** angelegt wird; und das zweite Schaltelement **122**, das das Ausgeben des Signals von dem Transistor **120** steuert.

[0090] Das Gate des Transistors **120** in der zweiten Signalausgabeschaltung **102** ist an eine Leitung **132** (auch als Leitung FD2 bezeichnet) angeschlossen, einer von Source und Drain des Transistors **120** in der zweiten Signalausgabeschaltung **102** ist an die Leitung **113** (auch als Leitung VR bezeichnet) angeschlossen, und der andere von Source und Drain des Transistors **120** in der zweiten Signalausgabeschaltung **102** ist an eine von Elektroden des zweiten Schaltelements **122** angeschlossen.

[0091] Die Leitung, die an den einen von Source und Drain des Transistors **120** in der zweiten Signalausgabeschaltung **102** angeschlossen ist, ist auch die Leitung **113** wie in der ersten Signalausgabeschaltung **101**.

[0092] Da das erste Schaltelement **121** in der zweiten Signalausgabeschaltung **102** das Potential hält, das an das Gate des Transistors **120** angelegt wird, weist das erste Schaltelement **121** bevorzugt einen sehr geringen Strom in ausgeschaltetem Zustand auf, und beispielsweise kann ein Transistor verwendet werden, der ein Oxidhalbleitermaterial in einem Kanalbildungsbereich enthält. Bezüglich der Beschreibung des Transistors, der ein Oxidhalbleitermaterial in einem Kanalbildungsbereich enthält, kann auf die obige „Beschreibung der ersten Signalausgabeschaltung **101**“ Bezug genommen werden.

[0093] Da der Transistor, der ein Oxidhalbleitermaterial in einem Kanalbildungsbereich enthält, einen sehr geringen Strom in ausgeschaltetem Zustand aufweist, wird der Transistor als das erste Schaltelement **121** verwendet, und nachdem sich das Gate-Potential des Transistors **120** gemäß der Menge an in das photoelektrische Umwandlungselement **100** einfallendem Licht verändert hat, wird das erste Schaltelement **121** ausgeschaltet, wodurch das Gate-Potential des Transistors **120** lange Zeit in der Leitung **132** gehalten werden kann.

[0094] Ferner wird ein Signal (nachstehend wird das Signal, das von der zweiten Signalausgabeschaltung **102** ausgegeben wird, auch als zweites Signal bezeichnet), das dem Gate-Potential des Transistors **120** entspricht, aus dem Drain (oder der Source) des Transistors **120** ausgegeben.

[0095] Einer von Source und Drain des Transistors, der ein Oxidhalbleitermaterial in einem Kanalbildungsbereich enthält und als das erste Schaltelement **121** verwendet wird, ist an die andere der Elektroden des photoelektrischen Umwandlungselement **100** angeschlossen, der andere von Source und Drain des Transistors, der ein Oxidhalbleitermaterial in einem Kanalbildungsbereich enthält, ist an das Gate des Transistors **120** angeschlossen, und ein Gate des Transistors, der ein Oxidhalbleitermaterial in einem Kanalbildungsbereich enthält, ist an eine Leitung **134** (auch als Leitung TX2 bezeichnet) angeschlossen.

[0096] Bei dieser Ausführungsform und dergleichen wird ein Transistor, der ein Oxidhalbleitermaterial in einem Kanalbildungsbereich enthält, als das erste Schaltelement **121** verwendet; jedoch ist das erste Schaltelement **121** nicht auf einen Transistor beschränkt, sofern es ein Element ist, das zum Ein- und Ausschalten eines Verbindungszustands (leitenden Zustands) geeignet ist.

[0097] Einer von Source und Drain des zweiten Schaltelements **122** in der zweiten Signalausgabeschaltung **102** ist an den anderen von Source und Drain des Transistors **120** angeschlossen, der andere von Source und Drain des zweiten Schaltelements **122** in der zweiten Signalausgabeschaltung **102** ist an die Leitung **115** (auch als Leitung OUT bezeichnet) angeschlossen, und das Gate des zweiten Schaltelements **122** in der zweiten Signalausgabeschaltung **102** ist an eine Leitung **136** (auch als Leitung SE2 bezeichnet) angeschlossen.

[0098] Die Leitung, die an den anderen von Source und Drain des zweiten Schaltelements **122** in der zweiten Signalausgabeschaltung **102** angeschlossen ist, ist auch die Leitung **115** wie in der ersten Signalausgabeschaltung **101**.

[0099] Wenn die Photodetektorschaltung die oben beschriebene Struktur hat, kann die Menge an zu verschiedenen Zeitpunkten in das photoelektrische Umwandlungselement **100** einfallendem Licht detektiert werden, indem die ersten Schaltelemente **121** in den Signalausgabeschaltungen zu verschiedenen Zeitpunkten eingeschaltet werden. Durch Ausschalten der ersten Schaltelemente **121** können die Daten als Gate-Potentiale gehalten werden. Somit wird dann, auch wenn beispielsweise Licht, das in einer ersten Periode in das photoelektrische Umwandlungselement **100** einfällt, Licht ist, das ein zusammengesetztes Signal erzeugt, ein das Licht als Daten umfassendes Potential in der ersten Signalausgabeschaltung **101** gehalten, Licht, das ein Rauschsignal erzeugt, wird in einer zweiten Periode detektiert, und ein das Licht als Daten umfassendes Potential wird in der zweiten Signalausgabeschaltung **102** gehalten. Dadurch kann ein Signal, das zur Erzeugung eines notwendigen Signals nötig ist, aus der Photodetektorschaltung erhalten werden.

[0100] Bei dieser Ausführungsform ist bevorzugt, dass der Transistor **120** hohe Beweglichkeit aufweist, weil der Transistor **120** ein von dem photoelektrischen Umwandlungselement **100** erzeugtes elektrisches Signal verstärkt.

[0101] Als Beispiel für den Transistor **120** mit hoher Beweglichkeit kann ein Dünnschichttransistor angegeben werden, der amorphes Silizium, mikrokristallines Silizium, polykristallines Silizium, Einkristallsilizium oder dergleichen in einem Kanalbildungsbereich enthält.

[0102] Darüber hinaus braucht der Transistor **120** Eigenschaften eines geringen Stroms in ausgeschaltetem Zustand, um zu verhindern, dass ein unnötiges Potential an die Leitung **113** (VR) ausgegeben wird. Aus diesen Gründen ist es auch wirksam, als den Transistor **120** einen Transistor zu verwenden, der ein Oxidhalbleitermaterial verwendet, das sowohl ho-

he Beweglichkeit als auch einen geringen Strom in ausgeschaltetem Zustand in einem Kanalbildungsbereich ermöglicht.

[0103] Bei dieser Ausführungsform weist das zweite Schaltelement **122** vorzugsweise hohe Beweglichkeit auf, da es das Ausgeben eines Signals von der Signalausgabeschaltung steuert.

[0104] Als Beispiel für das zweite Schaltelement **122** mit hoher Beweglichkeit kann ein Dünnschichttransistor angegeben werden, der amorphes Silizium, mikrokristallines Silizium, polykristallines Silizium, Einkristallsilizium oder dergleichen in einem Kanalbildungsbereich enthält.

[0105] Darüber hinaus braucht das zweite Schaltelement **122** Eigenschaften eines geringen Stroms in ausgeschaltetem Zustand, um zu verhindern, dass ein unnötiges Potential an die Leitung **115** (OUT) ausgegeben wird. Aus diesen Gründen ist es auch wirksam, als das zweite Schaltelement **122** einen Transistor zu verwenden, der ein Oxidhalbleitermaterial verwendet, das sowohl hohe Beweglichkeit als auch einen geringen Strom in ausgeschaltetem Zustand in einem Kanalbildungsbereich ermöglicht.

[0106] Die Verwendung der Transistoren, die ein Oxidhalbleitermaterial in einem Kanalbildungsbereich enthalten, als alle Bestandteile (der Transistor **120**, das erste Schaltelement **121** und das zweite Schaltelement **122**) in jeder der Signalausgabeschaltungen kann den Herstellungsprozess der Signalausgabeschaltungen vereinfachen.

[0107] Wenn ein Halbleitermaterial, das höhere Beweglichkeit bereitstellen kann als ein Oxidhalbleitermaterial, wie z. B. polykristallines Silizium oder Einkristallsilizium, für die Kanalbildungsbereiche des Transistors **120** und des zweiten Schaltelements **122** verwendet wird, können Daten mit hoher Geschwindigkeit aus der Signalausgabeschaltung gelesen werden.

[0108] Es ist wirksam, einen Kondensator an die Leitung **115** (OUT) anzuschließen, weil damit das Potential der Leitung **115** (OUT) stabilisiert wird.

[0109] In Fig. 1A sind der Transistor **120** und das zweite Schaltelement **122** in dieser Reihenfolge in Serie zwischen der Leitung **113** (VR) und der Leitung **115** (OUT) angeschlossen. Alternativ können der Transistor **120** und das zweite Schaltelement **122** umgekehrt angeschlossen sein.

[0110] In Fig. 1A hat der Transistor **120** nur auf einer Seite einer Halbleiterschicht ein Gate; jedoch kann der Transistor **120** ein Paar von Gates haben, die derart angeordnet sind, dass die Halbleiterschicht dazwischen liegt. Wenn der Transistor **120** ein Paar von

Gates hat, die derart angeordnet sind, dass die Halbleiterschicht dazwischen liegt, kann eines der Gates als Front-Gate (front gate) dienen, an das das Potential der Leitung **112** (oder der Leitung **132**) angelegt wird, und das andere Gate kann als Rück-Gate (backgate) dienen, das die Schwellenspannung oder dergleichen des Transistors **120** steuert. In diesem Fall liegt das Potential, das an das andere Gate angelegt wird, vorzugsweise in einem Bereich von -20 V bis +2 V in Bezug auf das Source-Potential. Wenn eine Veränderung der Schwellenspannung des Transistors **120** den Betrieb der Signalausgabeschaltung nicht nachteilig beeinflusst, wenn sich das an das andere Gate angelegte Potential im obigen Bereich verändert, kann das andere Gate elektrisch isoliert sein (offener Zustand, floating).

[0111] Das Obige ist die Beschreibung der Konfiguration der Schaltungen in der Photodetektorschaltung. Ein Layout-Beispiel für die bei dieser Ausführungsform beschriebene Konfiguration der Schaltungen in **Fig. 1A** wird bei der Ausführungsform 4 beschrieben.

[0112] Die bei dieser Ausführungsform beschriebene Photodetektorschaltung beinhaltet ein photoelektrisches Umwandlungselement und zwei Signalausgabeschaltungen, die an das photoelektrische Umwandlungselement angeschlossen sind; jedoch kann die Photodetektorschaltung n Signalausgabeschaltungen beinhalten (n ist eine natürliche Zahl von 2 oder mehr). Beispielsweise kann eine Struktur in **Fig. 15** verwendet werden, bei der ein photoelektrisches Umwandlungselement und vier Signalausgabeschaltungen (die erste Signalausgabeschaltung **101**, die zweite Signalausgabeschaltung **102**, eine dritte Signalausgabeschaltung **103** und eine vierte Signalausgabeschaltung **104**) angeordnet sind. Da ein einzelnes photoelektrisches Umwandlungselement von vier Signalausgabeschaltungen geteilt wird, können Leitungen geteilt werden und ein großflächiges photoelektrisches Umwandlungselement kann erhalten werden. Alternativ kann in dem Fall, in dem die Fläche des photoelektrischen Umwandlungselements nicht erhöht werden muss, die Fläche der Photodetektorschaltung verringert werden.

[0113] Die Konfiguration der bei dieser Ausführungsform beschriebenen Photodetektorschaltung kann auch eine Konfiguration sein, bei der sowohl zu der ersten Signalausgabeschaltung **101** als auch zu der zweiten Signalausgabeschaltung **102** wie in **Fig. 5** gezeigt ein Transistor **501** hinzugefügt ist. Ein Gate des Transistors ist elektrisch an die Leitung **111** (PR) angeschlossen, einer von Source und Drain des Transistors ist elektrisch an die Leitung **112** (FD1) (oder die Leitung **132** (FD2)) angeschlossen, und der andere von Source und Drain des Transistors ist elektrisch an eine Leitung **502a** (oder eine Leitung **502b**) angeschlossen. Die eine der Elektroden des photo-

elektrischen Umwandlungselementes **100** ist elektrisch an eine Leitung **503** angeschlossen. Hier ist die Leitung **503** eine Signalleitung (Leitung mit niedrigem Potential) zum Anlegen einer Sperrspannung an das photoelektrische Umwandlungselement **100**. Des Weiteren sind die Leitung **502a** und die Leitung **502b** Signalleitungen (Leitungen mit hohem Potential) zum Zurücksetzen der Leitung **112** (FD1) (oder der Leitung **132** (FD2)) auf ein hohes Potential.

[0114] Der Transistor **501** dient als Rücksetztransistor zum Zurücksetzen der Leitung **112** (FD1) (oder der Leitung **132** (FD2)). Folglich wird im Gegensatz zu der Detektionsschaltung in **Fig. 1A** der Rücksetzvorgang, bei dem das photoelektrische Umwandlungselement **100** verwendet wird, nicht durchgeführt, und eine Sperrspannung wird ständig an das photoelektrische Umwandlungselement **100** angelegt. Die Leitung **112** (FD1) und die Leitung **132** (FD2) können zurückgesetzt werden, indem das Potential der Leitung **111** (PR) hoch eingestellt wird.

[0115] Der Transistor **501** kann aus einem Siliziumhalbleiter, wie z. B. amorphem Silizium, mikrokristallinem Silizium, polykristallinem Silizium oder Einkristallsilizium, ausgebildet werden. Jedoch kann dann, wenn der Leckstrom groß ist, der Ladungsansammungsabschnitt die Ladung nicht lang genug halten. Aus diesem Grund ist, ähnlich wie bei dem Transistor **120**, bevorzugt, einen Transistor zu verwenden, der eine Halbleiterschicht (wenigstens einen Kanalbildungsbereich) aus einem Oxidhalbleitermaterial beinhaltet, was einen sehr geringen Strom in ausgeschaltetem Zustand erzielt.

<Betriebsablaufdiagramm der Photodetektorschaltung>

[0116] Als nächstes wird ein Betriebsablaufdiagramm der Photodetektorschaltung in **Fig. 1A** anhand von **Fig. 1B** beschrieben.

[0117] In **Fig. 1B** entsprechen **114S**, **112S** und **116S** Potentialen der Leitung **114** (TX1), der Leitung **112** (FD1) und der Leitung **116** (SE1) in der ersten Signalausgabeschaltung **101**, und **134S**, **132S** und **136S** entsprechen Potentialen der Leitung **134** (TX2), der Leitung **132** (FD2) und der Leitung **136** (SE2) in der zweiten Signalausgabeschaltung **102**. Des Weiteren entsprechen **111S** und **115S** Potentialen der Leitung **111** (PR) und der Leitung **115** (OUT), die gemeinsam in der ersten Signalausgabeschaltung **101** und der zweiten Signalausgabeschaltung **102** verwendet werden. Es sei angemerkt, dass das Potential der Leitung **113** (VR) auf einem niedrigen Pegel festgelegt ist.

[0118] Zu einem Zeitpunkt T1 wird zuerst das Potential (das Signal **111S**) der Leitung **111** hoch eingestellt, und das Potential (das Signal **114S**) der Leitung

114 (TX1) in der ersten Signalausgabeschaltung **101** wird hoch eingestellt (das heißt, dass ein Rücksetzvorgang beginnt).

Daher wird eine Vorwärtsspannung an das photoelektrische

[0119] Umwandlungselement **100** angelegt, und das Potential (das Signal **112S**) der Leitung **112** (FD1) in der ersten Signalausgabeschaltung **101** wird hoch. Es sei angemerkt, dass die Leitung **115** (OUT) vor geladen wird, so dass ihr Potential (das Signal **115S**) hoch wird.

[0120] Zu einem Zeitpunkt T2 wird als nächstes das Potential (das Signal **1115**) der Leitung **111** (PR) niedrig eingestellt, und das Potential (das Signal **114S**) der Leitung **114** (TX1) in der ersten Signalausgabeschaltung **101** wird hoch eingestellt (das heißt, dass der Rücksetzvorgang endet und ein Potentialerzeugungsvorgang beginnt).

[0121] Dementsprechend fließt gemäß der Menge an in das photoelektrische Umwandlungselement **100** einfallendem Licht ein Rückwärtsstrom durch das photoelektrische Umwandlungselement **100**, und das Potential (das Signal **112S**) der Leitung **112** (FD1) in der ersten Signalausgabeschaltung **101** fängt an, abzufallen.

[0122] Da die Menge des Rückwärtsstroms zunimmt, wenn das photoelektrische Umwandlungselement **100** mit Licht bestrahlt wird, verändert sich die Geschwindigkeit des Abfalls des Potentials (des Signals **112S**) der Leitung **112** (FD) in der ersten Signalausgabeschaltung **101** gemäß der Menge an einfallendem Licht. Mit anderen Worten: der Kanalwiderstand zwischen der Source und dem Drain des Transistors **120** in der ersten Signalausgabeschaltung **101** verändert sich gemäß der Menge an in das photoelektrische Umwandlungselement **100** einfallendem Licht.

[0123] Zu einem Zeitpunkt T3 wird dann das Potential (das Signal **114S**) der Leitung **114** (TX1) in der ersten Signalausgabeschaltung **101** niedrig eingestellt (das heißt, dass der Potentialerzeugungsvorgangendet).

[0124] Wie zuvor beschrieben worden ist, ist das erste Schaltelement **121** bei dieser Ausführungsform und dergleichen ein Transistor, der ein Oxidhalbleitermaterial in einem Kanalbildungsbereich enthält, und weist also einen sehr geringen Strom in ausgeschaltetem Zustand. Deshalb kann das Potential, das an das Gate des Transistors **120** in der ersten Signalausgabeschaltung **101** angelegt wird, in der Leitung **112** (FD1) gehalten werden, bis ein Ausgabevorgang später durchgeführt wird.

[0125] Es sei angemerkt, dass dann, wenn das Potential (das Signal **114S**) der Leitung **114** (TX1) in der ersten Signalausgabeschaltung **101** niedrig eingestellt wird, sich das Potential der Leitung **112** (FD) manchmal wegen einer parasitären Kapazität zwischen der Leitung **114** (TX1) und der Leitung **112** (FD1) in der ersten Signalausgabeschaltung **101** verändert. Eine große Potentialänderung macht es unmöglich, eine präzise Menge der Ladung, die während des Potentialerzeugungsvorgangs von dem photoelektrischen Umwandlungselement **100** erzeugt wird, zu erhalten.

[0126] Beispiele für effektive Maßnahmen zur Verringerung des Betrags der Potentialänderung umfassen: Verringern der Kapazität zwischen dem Gate und der Source (oder zwischen dem Gate und dem Drain) des Transistors, der als das erste Schaltelement **121** verwendet wird, Erhöhen der Gate-Kapazität des Transistors **120** und Bereitstellen eines Speicher kondensators, der an die Leitung **112** (FD1) in der ersten Signalausgabeschaltung **101** angeschlossen ist. Es sei angemerkt, dass in Fig. 1B die Potentialänderung durch Anwenden dieser Maßnahmen ignoriert werden kann.

[0127] Als nächstes werden auch in der zweiten Signalausgabeschaltung **102** ein „Rücksetzvorgang“ und ein „Potentialerzeugungsvorgang“ auf eine den vorstehenden Vorgängen in der ersten Signalausgabeschaltung **101** ähnliche Weise durchgeführt, um ein Potential, das die Menge an in das photoelektrische Umwandlungselement **100** einfallendem Licht als Daten umfasst, in der zweiten Signalausgabeschaltung **102** zu halten. Somit kann das Potential, das die Menge an in das photoelektrische Umwandlungselement **100** einfallendem Licht als Daten umfasst, in der Leitung **132** gehalten werden, bis ein Ausgabevorgang später durchgeführt wird (die Vorgänge vom Zeitpunkt T4 bis zum Zeitpunkt T6 entsprechen dem Rücksetzvorgang und dem Potentialerzeugungsvorgang).

[0128] Zu einem Zeitpunkt T7 fließt dann, wenn das Potential (das Signal **116S**) der Leitung **116** (SE1) in der ersten Signalausgabeschaltung **101** hoch eingestellt wird (das heißt, dass der Ausgabevorgang beginnt), ein dem Gate-Potential des Transistors **120** entsprechender Strom zwischen der Source und dem Drain des zweiten Schaltelements **122**, so dass das Potential (das Signal **115S**) der Leitung **115** (OUT) abfällt. Es sei angemerkt, dass das Vorladen der Leitung **115** (OUT) vor dem Zeitpunkt T7 abgeschlossen wird.

[0129] Hier hängt die Geschwindigkeit des Abfalls des Potentials (des Signals **115S**) der Leitung **115** (OUT) vom Kanalwiderstand zwischen der Source und dem Drain des Transistors **120** in der ersten Signalausgabeschaltung **101** ab. Das heißt, dass sich

die Geschwindigkeit des Abfalls des Potentials (des Signals **115S**) der Leitung **115** (OUT) gemäß der Menge an Licht verändert, das während des Potentialerzeugungsvorgangs in der ersten Signalausgabeschaltung **101** in das photoelektrische Umwandlungselement **100** einfällt.

[0130] Zu einem Zeitpunkt T8 wird dann, wenn das Potential (das Signal **116S**) der Leitung **116** (SE1) in der ersten Signalausgabeschaltung **101** niedrig eingestellt wird (das heißtt, dass der Ausgabevorgang endet), ein zwischen der Source und dem Drain des zweiten Schaltelements **122** fließender Strom abgestellt, und das Potential (das Signal **115S**) der Leitung **115** (OUT) erhält einen festen Wert.

[0131] Hierbei verändert sich der feste Wert gemäß der Menge an Licht, das während des Potentialerzeugungsvorgangs in der ersten Signalausgabeschaltung **101** in das photoelektrische Umwandlungselement **100** einfällt. Daher kann man durch Erhalten des Potentials (des Signals **115S**) der Leitung **115** (OUT) die Menge an Licht ermitteln, das während des Potentialerzeugungsvorgangs in der ersten Signalausgabeschaltung **101** in das photoelektrische Umwandlungselement **100** einfällt. Das heißtt, dass ein Signal, das nach dem Ausgabevorgang von der ersten Signalausgabeschaltung **101** ausgegeben wird, ein Detektionssignal in der ersten Signalausgabeschaltung **101** ist.

[0132] Konkret gesagt, wird in dem Fall, in dem die Menge an in das photoelektrische Umwandlungselement **100** einfallendem Licht groß ist, in der ersten Signalausgabeschaltung **101** das Potential (das Signal **112S**) der Leitung **112** (FD1) niedriger und das Gate-Potential des Transistors **120** wird niedriger. Dementsprechend wird die Geschwindigkeit niedriger, mit der das Potential (das Signal **115S**) der Leitung **115** (OUT) abfällt. Als Ergebnis wird das Potential der Leitung **115** (OUT) höher.

[0133] Alternativ wird in dem Fall, in dem die Menge an in das photoelektrische Umwandlungselement **100** einfallendem Licht klein ist, in der ersten Signalausgabeschaltung **101** das Potential (das Signal **112S**) der Leitung **112** (FD1) höher und das Gate-Potential des Transistors **120** wird höher. Dementsprechend wird die Geschwindigkeit höher, mit der das Potential (das Signal **115S**) der Leitung **115** (OUT) abfällt. Als Ergebnis wird das Potential der Leitung **115** (OUT) niedriger.

[0134] Als nächstes wird die Leitung **115** (OUT) vor geladen.

[0135] Auch in der zweiten Signalausgabeschaltung **102** wird ein „Ausgabevorgang“ auf eine Weise durchgeführt, die derjenigen des vorstehenden Vorgangs in der ersten Signalausgabeschaltung **101**

ähnlich ist. Somit wird ein Detektionssignal in der zweiten Signalausgabeschaltung **102** erhalten (der Vorgang zwischen dem Zeitpunkt T9 und dem Zeitpunkt T10 entspricht dem Ausgabevorgang).

[0136] Wie oben beschrieben können Potentiale (Daten) basierend auf der Menge an Licht, das in verschiedenen Perioden (einer Periode des Potentialerzeugungsvorgangs in der ersten Signalausgabeschaltung **101** und einer Periode des Potentialerzeugungsvorgangs in der zweiten Signalausgabeschaltung **102**) in das photoelektrische Umwandlungselement **100** einfällt, unter Verwendung des Transistors **120** und des ersten Schaltelements **121** in den Signalausgabeschaltungen gehalten werden. Darüber hinaus wird, nachdem die Potentiale in allen Signalausgabeschaltungen gehalten worden sind, ein Detektionssignal aus jeder der Signalausgabeschaltungen unter Verwendung des zweiten Schaltelements in der Signalausgabeschaltung erhalten. Folglich können Detektionssignale in verschiedenen Perioden erhalten werden, ohne von Eigenschaften des photoelektrischen Umwandlungselement beeinflusst zu werden.

[0137] Das Obige ist die Beschreibung des Betriebsablaufdiagramms der Photodetektorschaltung nach dieser Ausführungsform.

<Ein weiteres Betriebsablaufdiagramm der Photodetektorschaltung>

[0138] Es sei angemerkt, dass das Betriebsablaufdiagramm der in **Fig. 1A** dargestellten Photodetektorschaltung ein Betriebsablaufdiagramm sein kann, das sich vom obigen Betriebsablaufdiagramm unterscheidet, das anhand von **Fig. 1B** beschrieben worden ist. Das Betriebsablaufdiagramm, das sich vom oben beschriebenen Betriebsablaufdiagramm unterscheidet, wird anhand von

[0139] **Fig. 2** unten beschrieben.

[0140] Zu einem Zeitpunkt T1 wird zuerst das Potential (das Signal **111S**) der Leitung **111** hoch eingestellt, und das Potential (das Signal **114S**) der Leitung **114** (TX1) in der ersten Signalausgabeschaltung **101** und das Potential (das Signal **134S**) der Leitung **134** (TX2) in der zweiten Signalausgabeschaltung **102** werden hoch eingestellt (das heißtt, dass ein Rücksetzvorgang beginnt).

[0141] In dem in **Fig. 1B** dargestellten Betriebsablaufdiagramm werden Rücksetzvorgänge in verschiedenen Schritten in der ersten Signalausgabeschaltung **101** und der zweiten Signalausgabeschaltung **102** durchgeführt. Durch Durchführen der Rücksetzvorgänge zur gleichen Zeit in der ersten Signalausgabeschaltung **101** und der zweiten Signalausgabeschaltung **102** wie in **Fig. 2** kann ein Zeitraum vom

Beginn des Rücksetzvorgangs bis zum Ende des Ausgabevorgangs (Zeitraum vom Zeitpunkt T1 bis zum Zeitpunkt T10) verkürzt werden, so dass Detektionssignale in verschiedenen Perioden in kurzer Zeit erhalten werden können.

[0142] Es sei angemerkt, dass, da das übrige Betriebsablaufdiagramm abgesehen von dem Betriebsablaufdiagramm zwischen dem Zeitpunkt T4 und dem Zeitpunkt T5 gleich dem zuvor anhand von **Fig. 16** beschriebenen Betriebsablaufdiagramm ist, bezüglich des übrigen Betriebsablaufdiagramms auf das anhand von **Fig. 1B** beschriebene Betriebsablaufdiagramm Bezug genommen werden kann.

[0143] Das Obige ist die Beschreibung des weiteren Betriebsablaufdiagramms der Photodetektorschaltung.

[0144] Im Fall der Verwendung der oben beschriebenen Betriebsart ist bevorzugt, dass die Kapazität in der Leitung **112** (FD1) und der Leitung **132** (FD2) größer ist als die Leitungskapazitäten zwischen dem photoelektrischen Umwandlungselement **100** und dem ersten Schaltelement **121** in der ersten Signalausgabeschaltung **101** und zwischen dem photoelektrischen Umwandlungselement **100** und dem ersten Schaltelement **121** in der zweiten Signalausgabeschaltung **102**.

(Ausführungsform 2)

[0145] Bei dieser Ausführungsform wird eine Photodetektorschaltung, deren Struktur und Betriebsverfahren sich von denjenigen bei der Ausführungsform 1 unterscheiden, anhand von **Fig. 3A**, **Fig. 3B** und **Fig. 4** beschrieben.

<Konfiguration einer Photodetektorschaltung>

[0146] **Fig. 3A** zeigt ein Beispiel für einen Schaltpunkt, der eine Konfiguration einer Photodetektorschaltung darstellt. Die Photodetektorschaltung beinhaltet wie bei der Ausführungsform 1 das photoelektrische Umwandlungselement **100** und zwei Signalausgabeschaltungen (eine erste Signalausgabeschaltung **301** und eine zweite Signalausgabeschaltung **302**), die an das photoelektrische Umwandlungselement **100** angeschlossen sind.

<Photoelektrisches Umwandlungselement>

[0147] Eine Photodiode wird als das photoelektrische Umwandlungselement **100** wie bei der Ausführungsform 1 verwendet; das photoelektrische Umwandlungselement **100** ist jedoch nicht auf eine Photodiode beschränkt.

[0148] Eine der Elektroden des photoelektrischen Umwandlungselementes **100** ist an die Leitung **111**

(PR) angeschlossen, und die andere der Elektroden des photoelektrischen Umwandlungselementes **100** ist an die erste Signalausgabeschaltung **301** und die zweite Signalausgabeschaltung **302** angeschlossen.

[0149] Die Signalausgabeschaltungen (die erste Signalausgabeschaltung **301** und die zweite Signalausgabeschaltung **302**) halten Potentiale, die die Menge an in das photoelektrische Umwandlungselement **100** einfallendem Licht als Daten umfassen, und geben Detektionssignale entsprechend den Potentialen (Daten) nach außen aus.

<Detektionsschaltung>

[0150] Diese Ausführungsform ist der Ausführungsform 1 darin ähnlich, dass die erste Signalausgabeschaltung **301** und die zweite Signalausgabeschaltung **302** in **Fig. 3A** jeweils den Transistor **120**, das erste Schaltelement **121** und das zweite Schaltelement **122** als Bestandteile beinhalten. Es gibt jedoch die folgenden unterschiedlichen Punkte: eine Leitung, die den Betriebszustand des zweiten Schaltelements **122** steuert, wird von der ersten Signalausgabeschaltung **301** und der zweiten Signalausgabeschaltung **302** geteilt; und in der ersten Signalausgabeschaltung **301** und der zweiten Signalausgabeschaltung **302** werden unterschiedliche Leitungen verwendet, um ein Detektionssignal auszugeben.

[0151] Konkret gesagt, ist bei der Photodetektorschaltung in **Fig. 1A** das zweite Schaltelement **122** in der ersten Signalausgabeschaltung **101** an die Leitung **116** (SE1) angeschlossen, und das zweite Schaltelement **122** in der zweiten Signalausgabeschaltung **102** ist an die Leitung **136** (SE2) angeschlossen.

[0152] Im Gegensatz dazu sind bei der Photodetektorschaltung in **Fig. 3A** sowohl das zweite Schaltelement **122** in der ersten Signalausgabeschaltung **301** als auch das zweite Schaltelement **122** in der zweiten Signalausgabeschaltung **302** an eine Leitung **316** (SE) angeschlossen.

[0153] Des Weiteren sind bei der Photodetektorschaltung in **Fig. 1A** sowohl das zweite Schaltelement **122** in der ersten Signalausgabeschaltung **101** als auch das zweite Schaltelement **122** in der zweiten Signalausgabeschaltung **102** an die Leitung **115** (OUT) angeschlossen.

[0154] Im Gegensatz dazu ist bei der Photodetektorschaltung in **Fig. 3A** das zweite Schaltelement **122** in der ersten Signalausgabeschaltung **301** an eine Leitung **315** (OUT1) angeschlossen, und das zweite Schaltelement **122** in der zweiten Signalausgabeschaltung **302** ist an eine Leitung **335** (OUT2) angeschlossen.

[0155] Wenn die Photodetektorschaltung die oben beschriebene Struktur hat, können Detektionssignale zur gleichen Zeit von der ersten Signalausgabeschaltung **301** und der zweiten Signalausgabeschaltung **302** ausgegeben werden. Somit können Detektionssignale in kurzer Zeit erhalten werden.

[0156] Es sei angemerkt, dass die Konfiguration der bei dieser Ausführungsform beschriebenen Photodetektorschaltung auch eine Konfiguration sein kann, bei der sowohl zu der ersten Signalausgabeschaltung **301** als auch zu der zweiten Signalausgabeschaltung **302** wie in **Fig. 6** gezeigt ein Transistor **601** hinzugefügt ist. Ein Gate des Transistors ist elektrisch an die Leitung **111** (PR) angeschlossen, einer von Source und Drain des Transistors ist elektrisch an die Leitung **112** (FD1) (oder die Leitung **132** (FD2)) angeschlossen, der andere von Source und Drain des Transistors ist elektrisch an eine Leitung **602a** (oder eine Leitung **602b**) angeschlossen, und die eine der Elektroden des photoelektrischen Umwandlungselements **100** ist elektrisch an eine Leitung **603** angeschlossen. Hier ist die Leitung **603** eine Signalleitung (Leitung mit niedrigem Potential) zum ständigen Anlegen einer Sperrspannung an das photoelektrische Umwandlungselement **100**. Des Weiteren sind die Leitung **602a** und die Leitung **602b** Signalleitungen (Leitungen mit hohem Potential) zum Zurücksetzen der Leitung **112** (FD1) (oder der Leitung **132** (FD2)) auf ein hohes Potential.

[0157] Der Transistor **601** dient als Rücksetztransistor zum Zurücksetzen der Leitung **112** (FD1) (oder der Leitung **132** (FD2)). Folglich wird im Gegensatz zu der Detektionsschaltung in **Fig. 3A** der Rücksetzvorgang, bei dem das photoelektrische Umwandlungselement **100** verwendet wird, nicht durchgeführt, und eine Sperrspannung wird ständig an das photoelektrische Umwandlungselement **100** angelegt. Die Leitung **112** (FD1) und die Leitung **132** (FD2) können zurückgesetzt werden, indem das Potential der Leitung **111** (PR) hoch eingestellt wird.

[0158] Der Transistor **601** kann aus einem Siliziumhalbleiter, wie z. B. amorphem Silizium, mikrokristallinem Silizium, polykristallinem Silizium oder Einkristallsilizium, ausgebildet werden. Jedoch kann dann, wenn der Leckstrom groß ist, der Ladungsansammlungsabschnitt die Ladung nicht lang genug halten. Aus diesem Grund ist, ähnlich wie bei dem Transistor **120**, bevorzugt, einen Transistor zu verwenden, der eine Halbleiterschicht (wenigstens einen Kanalbildungsbereich) aus einem Oxidhalbleitermaterial beinhaltet, was einen sehr geringen Strom in ausgeschaltetem Zustand erzielt.

<Betriebsablaufdiagramm der Photodetektorschaltung>

[0159] Als nächstes wird ein Betriebsablaufdiagramm der Photodetektorschaltung in **Fig. 3A** anhand von **Fig. 3B** beschrieben.

[0160] Wie in dem Betriebsablaufdiagramm der Photodetektorschaltung, die bei der Ausführungsform 1 beschrieben worden ist, werden zunächst Rücksetzvorgänge und Potentialerzeugungsvorgänge vom Zeitpunkt T1 bis zum Zeitpunkt T6 in der ersten Signalausgabeschaltung **301** und der zweiten Signalausgabeschaltung **302** durchgeführt.

[0161] Danach werden zum Zeitpunkt T7 Ausgabevorgänge in der ersten Signalausgabeschaltung **301** und der zweiten Signalausgabeschaltung **302** durchgeführt. Die Ausgabevorgänge werden zwar bei der Ausführungsform 1 sequenziell in der ersten Signalausgabeschaltung **101** und der zweiten Signalausgabeschaltung **102** durchgeführt, aber in dem Betriebsablaufdiagramm der Photodetektorschaltung bei dieser Ausführungsform werden die Ausgabevorgänge gleichzeitig in der ersten Signalausgabeschaltung **301** und der zweiten Signalausgabeschaltung **302** durchgeführt (das Potential (das Signal **316S**) der Leitung **316** (SE) wird hoch eingestellt), wie in **Fig. 3B** gezeigt ist.

[0162] Es fließt daher ein Strom entsprechend dem Gate-Potential des Transistors **120** zwischen der Source und dem Drain des zweiten Schaltelements **122** sowohl in der ersten Signalausgabeschaltung **301** als auch in der zweiten Signalausgabeschaltung **302**, wodurch das Potential (das Signal **315S**) der Leitung **315** (OUT1) und das Potential (das Signal **335S**) der Leitung **335** (OUT2) abfallen.

[0163] Zum Zeitpunkt T8 wird dann, wenn das Potential (das Signal **316S**) der Leitung **316** (SE) in der ersten Signalausgabeschaltung **301** niedrig eingestellt wird (das heißt, dass der Ausgabevorgang endet), ein zwischen der Source und dem Drain des zweiten Schaltelements **122** fließender Strom sowohl in der ersten Signalausgabeschaltung **301** als auch in der zweiten Signalausgabeschaltung **302** abgestellt, so dass das Potential (das Signal **315S**) der Leitung **315** (OUT1), die als Übertragungsstrecke eines von der ersten Signalausgabeschaltung **301** ausgegebenen Detektionssignals dient, und das Potential (das Signal **335S**) der Leitung **335** (OUT2), die als Übertragungsstrecke eines von der zweiten Signalausgabeschaltung ausgegebenen Detektionssignals dient, jeweils einen festen Wert aufweisen.

[0164] Wie in **Fig. 3A** gezeigt wird die Leitung (Leitung **316** (SE)), die den Betriebszustand des zweiten Schaltelements **122** steuert, von der ersten Signalausgabeschaltung **301** und der zweiten Signalaus-

gabeschaltung **302** geteilt, und unterschiedliche Leitungen (die Leitung **315** (OUT1) und die Leitung **335** (OUT2)) werden in der ersten Signalausgabeschaltung **301** und der zweiten Signalausgabeschaltung **302** als Leitungen zum Ausgeben von Detektionssignalen verwendet, so dass das Ausgeben eines Detektionssignals von der ersten Signalausgabeschaltung **301** und das Ausgeben eines Detektionssignals von der zweiten Signalausgabeschaltung **302** gleichzeitig durchgeführt werden können. Folglich können Detektionssignale in verschiedenen Perioden in kurzer Zeit erhalten werden.

[0165] Das Obige ist die Beschreibung des Betriebsablaufdiagramms der Photodetektorschaltung nach dieser Ausführungsform.

<Ein weiteres Betriebsablaufdiagramm der Photodetektorschaltung>

[0166] Es sei angemerkt, dass das Betriebsablaufdiagramm der in **Fig. 3A** dargestellten Photodetektorschaltung ein Betriebsablaufdiagramm sein kann, das sich vom obigen Betriebsablaufdiagramm unterscheidet, das anhand von **Fig. 3B** beschrieben worden ist. Das Betriebsablaufdiagramm, das sich vom oben beschriebenen Betriebsablaufdiagramm unterscheidet, wird anhand von **Fig. 4** unten beschrieben.

[0167] Zu einem Zeitpunkt T1 wird zuerst das Potential (das Signal **111S**) der Leitung **111** hoch eingestellt, und das Potential (das Signal **114S**) der Leitung **114** (TX1) in der ersten Signalausgabeschaltung **301** und das Potential (das Signal **134S**) der Leitung **134** (TX2) in der zweiten Signalausgabeschaltung **302** werden hoch eingestellt (das heißt, dass ein Rücksetzvorgang beginnt).

[0168] In dem in **Fig. 3B** dargestellten Betriebsablaufdiagramm werden Rücksetzvorgänge in separaten Schritten in der ersten Signalausgabeschaltung **301** und der zweiten Signalausgabeschaltung **302** durchgeführt. Durch Durchführen der Rücksetzvorgänge zur gleichen Zeit in der ersten Signalausgabeschaltung **301** und der zweiten Signalausgabeschaltung **302** wie in **Fig. 4** kann ein Zeitraum vom Beginn des Rücksetzvorgangs bis zum Ende des Ausgabevorgangs (Zeitraum vom Zeitpunkt T1 bis zum Zeitpunkt T8) verkürzt werden, so dass Detektionssignale in verschiedenen Perioden in kurzer Zeit erhalten werden können.

[0169] Es sei angemerkt, dass, da das übrige Betriebsablaufdiagramm abgesehen von dem Betriebsablaufdiagramm zwischen dem Zeitpunkt T4 und dem Zeitpunkt T5 gleich dem zuvor anhand von **Fig. 3B** beschriebenen Betriebsablaufdiagramm ist, bezüglich des übrigen Betriebsablaufdiagramms auf das anhand von **Fig. 36** beschriebene Betriebsablaufdiagramm Bezug genommen werden kann.

[0170] Das Obige ist die Beschreibung des weiteren Betriebsablaufdiagramms der Photodetektorschaltung.

(Ausführungsform 3)

[0171] Bei dieser Ausführungsform werden Beispiele für die Konfiguration einer Integrierschaltung angeführt, die an die Leitung **115** (OUT) bei der Ausführungsform 1 und an die Leitung **315** (OUT1) und die Leitung **335** (OUT2) bei der Ausführungsform 2 anzuschließen ist.

[0172] **Fig. 7A** zeigt eine Integrierschaltung, die eine Operationsverstärkerschaltung (auch als Op-Amp bezeichnet) beinhaltet. Ein invertierender Eingangsanschluss der Operationsverstärkerschaltung ist über einen Widerstand R an die Leitung **115** (OUT), die Leitung **315** (OUT1) und die Leitung **335** (OUT2) angeschlossen. Ein nicht invertierender Eingangsanschluss der Operationsverstärkerschaltung ist geerdet. Ein Ausgangsanschluss der Operationsverstärkerschaltung ist über einen Kondensator C an den invertierenden Eingangsanschluss der Operationsverstärkerschaltung angeschlossen.

[0173] Hier wird die Operationsverstärkerschaltung als ideale Operationsverstärkerschaltung angenommen. Mit anderen Worten: es wird angenommen, dass die Eingangsimpedanz unendlich ist (die Eingangsanschlüsse nehmen keinen Strom auf). Da das Potential des nicht invertierenden Eingangsanschlusses und das Potential des invertierenden Eingangsanschlusses in einem stationären Zustand gleich sind, kann das Potential des invertierenden Eingangsanschlusses als Erdpotential betrachtet werden.

[0174] Beziehungen (1), (2) und (3) gelten, wobei V_i jeweils das Potential der Leitung **115** (OUT), der Leitung **315** (OUT1) und der Leitung **335** (OUT2) ist, V_o das Potential des Ausgangsanschlusses der Operationsverstärkerschaltung ist, i_1 ein Strom ist, der durch den Widerstand R fließt, und i_2 ein Strom ist, der durch den Kondensator C fließt.

$$V_i = i_1 \cdot R \quad (1)$$

$$i_2 = C \cdot \frac{dV_o}{dt} \quad (2)$$

$$i_1 + i_2 = 0 \quad (3)$$

[0175] Wenn hier eine Ladung in dem Kondensator C zum Zeitpunkt $t = 0$ frei wird, wird das Potential V_o des Ausgangsanschlusses der Operationsverstärkerschaltung zum Zeitpunkt $t = t$ durch (4) dargestellt.

$$V_o = -(1/CR) \int V_i dt \quad (4)$$

[0176] Mit anderen Worten: wenn die Zeitdauer t (Integralzeit) länger ist, kann das zu lesende Potential (V_i) gesteigert und als das Detektionssignal V_o ausgegeben werden. Außerdem entspricht das Verlängern der Zeitdauer t dem Ermitteln des Durchschnitts des Wärmerauschens oder dergleichen und kann S/N des Detektionssignals V_o erhöhen.

[0177] In einer realen Operationsverstärkerschaltung fließt ein Vorspannungsstrom, auch wenn kein Signal in die Eingangsanschlüsse eingegeben wird, so dass eine Ausgangsspannung an dem Ausgangsanschluss erzeugt wird und Ladungen in dem Kondensator C angesammelt werden. Es ist deshalb wirksam, einen Widerstand parallel zu dem Kondensator C anzuschließen, so dass der Kondensator C entladen werden kann.

[0178] **Fig. 7B** zeigt eine Integrierschaltung, die eine Operationsverstärkerschaltung beinhaltet, die eine andere Struktur als diejenige in **Fig. 7A** hat. Ein invertierender Eingangsanschluss der Operationsverstärkerschaltung ist über einen Widerstand R und einen Kondensator C_1 an die Leitung **115** (OUT), die Leitung **315** (OUT1) und die Leitung **335** (OUT2) angeschlossen. Ein nicht invertierender Eingangsanschluss der Operationsverstärkerschaltung ist geerdet. Ein Ausgangsanschluss der Operationsverstärkerschaltung ist über einen Kondensator C_2 an den invertierenden Eingangsanschluss der Operationsverstärkerschaltung angeschlossen.

[0179] Hier wird die Operationsverstärkerschaltung als ideale Operationsverstärkerschaltung angenommen. Mit anderen Worten: es wird angenommen, dass die Eingangsimpedanz unendlich ist (die Eingangsanschlüsse nehmen keinen Strom auf). Da das Potential des nicht invertierenden Eingangsanschlusses und das Potential des invertierenden Eingangsanschlusses in einem stationären Zustand gleich sind, kann das Potential des invertierenden Eingangsanschlusses als Erdpotential betrachtet werden.

[0180] Beziehungen (5), (6) und (7) gelten, wobei V_i jeweils das Potential der Leitung **115** (OUT), der Leitung **315** (OUT1) und der Leitung **335** (OUT2) ist, V_o das Potential des Ausgangsanschlusses der Operationsverstärkerschaltung ist, i_1 ein Strom ist, der durch den Widerstand R und den Kondensator C_1 fließt, und i_2 ein Strom ist, der durch den Kondensator C_2 fließt.

$$V_i = (1/C_1) \int i_1 dt + i_1 \cdot R \quad (5)$$

$$i_2 = C_2 \cdot dV_o/dt \quad (6)$$

$$i_1 + i_2 = 0 \quad (7)$$

[0181] Angenommen, dass hier eine Ladung in dem Kondensator C_2 zum Zeitpunkt $t = 0$ frei wird, wird das Potential V_o des Ausgangsanschlusses der Operationsverstärkerschaltung zum Zeitpunkt $t = t$ durch (9) dargestellt, wenn (8) gilt, was einer Hochfrequenzkomponente entspricht, und durch (11) dargestellt, wenn (10) gilt, was einer Niedrigfrequenzkomponente entspricht.

$$V_o \ll dV_o/dt \quad (8)$$

$$V_o = -(1/C_2 R) \int V_i dt \quad (9)$$

$$V_o \gg dV_o/dt \quad (10)$$

$$V_o = -C_1/C_2 \cdot V_i \quad (11)$$

[0182] Mit anderen Worten: durch angemessenes Einstellen des Kapazitätsverhältnisses des Kondensators C_1 zu dem Kondensator C_2 kann das zu lesende Potential (V_i) gesteigert und als das Detektionssignal V_o ausgegeben werden. Außerdem kann durch Zeitintegration ein Durchschnitt einer Hochfrequenzgeräuschkomponente des Eingangssignals gebildet werden, und S/N des Detektionssignals V_o kann erhöht werden.

[0183] In einer realen Operationsverstärkerschaltung fließt ein Vorspannungsstrom, auch wenn kein Signal in die Eingangsanschlüsse eingegeben wird, so dass eine Ausgangsspannung an dem Ausgangsanschluss erzeugt wird und Ladungen in dem Kondensator C_2 angesammelt werden. Es ist daher wirksam, einen Widerstand parallel zu dem Kondensator C_2 anzuschließen, so dass der Kondensator C_2 entladen werden kann.

[0184] **Fig. 7C** zeigt eine Integrierschaltung, die eine Operationsverstärkerschaltung beinhaltet, die eine andere Struktur als diejenigen in **Fig. 7A** und **Fig. 7B** hat. Ein nicht invertierender Eingangsanschluss der Operationsverstärkerschaltung ist über einen Widerstand R an die Leitung **115** (OUT), die Leitung **315** (OUT1) und die Leitung **335** (OUT2) angeschlossen und über einen Kondensator C geerdet. Ein Ausgangsanschluss der Operationsverstärkerschaltung ist an einen invertierenden Eingangsanschluss der Operationsverstärkerschaltung angeschlossen. Der Widerstand R und der Kondensator C bilden eine CR-Integrierschaltung. Die Operationsverstärkerschaltung ist ein Pufferverstärker (unity gain buffer).

[0185] Eine Beziehung (12) gilt, wobei V_i jeweils das Potential der Leitung **115** (OUT), der Leitung **315** (OUT1) und der Leitung **335** (OUT2) ist und V_o das Potential des Ausgangsanschlusses der Operationsverstärkerschaltung ist. Obwohl V_o bei dem Wert von V_i gesättigt ist, kann ein Durchschnitt einer Geräuschkomponente in dem Eingangssignal V_i durch die CR-

Integriertschaltung gebildet werden, und als Ergebnis kann S/N des Detektionssignals V_o erhöht werden.

$$V_o = (1/CR) \int V_{idt} dt \quad (12)$$

[0186] Das Obige sind Beispiele für die Konfiguration der Integriertschaltung, die jeweils an die Leitung **115** (OUT), die Leitung **315** (OUT1) und die Leitung **335** (OUT2) anzuschließen ist. Das Anschließen der oben beschriebenen Integriertschaltung an die Leitung **115** (OUT), die Leitung **315** (OUT1) und die Leitung **335** (OUT2) erhöht S/N des Detektionssignals und ermöglicht, dass schwächeres Licht detektiert wird. Folglich kann ein präziseres Bildsignal in der Halbleitervorrichtung erzeugt werden.

(Ausführungsform 4)

[0187] Bei dieser Ausführungsform wird ein Beispiel für das Layout der bei der Ausführungsform 1 beschriebenen Photodetektorschaltung in **Fig. 1A** und **Fig. 3A** anhand von **Fig. 8A**, **Fig. 8B**, **Fig. 9A** und **Fig. 9B** beschrieben.

<Beispiel für das Layout der Photodetektorschaltung in Fig. 1A>

[0188] **Fig. 8A** ist eine Draufsicht der Photodetektorschaltung in **Fig. 1A**, und **Fig. 8B** ist eine Querschnittsansicht entlang der Strich-Punkt-Linie A1–A2 in **Fig. 8A**.

[0189] Die Photodetektorschaltung beinhaltet über einem Substrat **860**, auf dem ein Isolierfilm **861** ausgebildet ist, einen als die Leitung **111** (PR) dienenden leitenden Film **811**, einen als die Leitung **112** (FD1) in der ersten Signalausgabeschaltung **101** dienenden leitenden Film **812**, einen als die Leitung **132** (FD2) in der zweiten Signalausgabeschaltung **102** dienenden leitenden Film **832**, einen als die Leitung **113** (VR) dienenden leitenden Film **813**, einen als die Leitung **114** (TX1) in der ersten Signalausgabeschaltung **101** dienenden leitenden Film **814**, einen als die Leitung **134** (TX2) in der zweiten Signalausgabeschaltung **102** dienenden leitenden Film **834**, einen als die Leitung **115** (OUT) dienenden leitenden Film **815**, einen als die Leitung **116** (SE1) in der ersten Signalausgabeschaltung **101** dienenden leitenden Film **816** und einen als die Leitung **136** (SE2) in der zweiten Signalausgabeschaltung **102** dienenden leitenden Film **836**.

[0190] Das photoelektrische Umwandlungselement **100** beinhaltet einen Halbleiterfilm **801** vom p-Typ, einen Halbleiterfilm **802** vom i-Typ und einen Halbleiterfilm **803** vom n-Typ, die in dieser Reihenfolge gestapelt sind. Der leitende Film **811**, der als die Leitung **111** (PR) dient, ist elektrisch an den Halbleiterfilm **801** vom p-Typ angeschlossen, der als eine der

Elektroden (die Anode) des photoelektrischen Umwandlungselementes **100** dient.

[0191] Ein leitender Film **841** dient als Leitung zum Anschließen eines von Source und Drain des Transistors **120** an den leitenden Film **813**.

[0192] Ein leitender Film **842** dient als einer von Source und Drain des ersten Schaltelements **121**.

[0193] Ein leitender Film **843** dient als Leitung zum Anschließen eines von Source und Drain des ersten Schaltelements **121** in der ersten Signalausgabeschaltung **101** an einen von Source und Drain des ersten Schaltelements **121** in der zweiten Signalausgabeschaltung **102**.

[0194] Ein leitender Film **844** dient als einer von Source und Drain des Transistors **120**.

[0195] Ein leitender Film **845** dient als der andere von Source und Drain des ersten Schaltelements **121**.

[0196] Ein leitender Film **846** dient als Leitung zum Anschließen des anderen von Source und Drain des Transistors **120** an einen von Source und Drain des zweiten Schaltelements **122**.

[0197] Ein leitender Film **847** dient als Gate des zweiten Schaltelements **122** in der ersten Signalausgabeschaltung **101**.

[0198] Ein leitender Film **848** dient als Gate des zweiten Schaltelements **122** in der zweiten Signalausgabeschaltung **102**.

[0199] Ein leitender Film **849** dient als Leitung zum Anschließen des Gates des zweiten Schaltelements **122** in der ersten Signalausgabeschaltung **101** an den leitenden Film **816**.

[0200] Ein leitender Film **850** dient als Leitung zum Anschließen des Gates des zweiten Schaltelements **122** in der zweiten Signalausgabeschaltung an den leitenden Film **836**.

[0201] Die leitenden Filme **812**, **814**, **816**, **832**, **834**, **836**, **841**, **843**, **847** und **848** können durch Verarbeiten eines leitenden Films, der über einer isolierenden Oberfläche ausgebildet ist, in eine erwünschte Form ausgebildet werden. Über diesen leitenden Filmen ist ein Gate-Isolierfilm **862** ausgebildet. Ferner können die leitenden Filme **811**, **813**, **815**, **842**, **844**, **845**, **846**, **849** und **850** durch Verarbeiten eines leitenden Films, der über dem Gate-Isolierfilm **862** ausgebildet ist, in eine erwünschte Form ausgebildet werden.

[0202] Über den leitenden Filmen **811**, **813**, **815**, **842**, **844**, **845**, **846**, **849** und **850** sind ein Isolierfilm

863 und ein Isolierfilm **864** ausgebildet, und über den Isolierfilmen **863** und **864** ist ein leitender Film **870** ausgebildet.

[0203] Es ist bevorzugt, einen Oxidhalbleiter für eine Halbleiterschicht **880** des ersten Schaltelements **121** zu verwenden. Um eine Ladung, die durch in das photoelektrische Umwandlungselement **100** einfallendes Licht erzeugt wird, lange Zeit in dem leitenden Film **812** (FD1) (oder dem leitenden Film **832** (FD2)) zu halten, wird vorzugsweise ein Transistor mit einem sehr geringen Strom in ausgeschaltetem Zustand als das erste Schaltelement **121** verwendet, das elektrisch an den leitenden Film angeschlossen ist. Aus diesem Grund kann die Verwendung eines Oxidhalbleitermaterials für die Halbleiterschicht **880** die Leistungsfähigkeit der Photodetektorschaltung erhöhen.

[0204] In der Photodetektorschaltung in **Fig. 8A** und **Fig. 8B** können die Elemente, wie z. B. die Transistoren, und das photoelektrische Umwandlungselement **100** einander überlappen. Diese Konfiguration kann die Pixeldichte erhöhen und kann somit die Auflösung einer Bildgebungsvorrichtung erhöhen. Des Weiteren kann die Fläche des photoelektrischen Umwandlungselementes **100** vergrößert werden, und die Empfindlichkeit der Bildgebungsvorrichtung kann dadurch erhöht werden.

<Beispiel für das Layout der Photodetektorschaltung in Fig. 3A>

[0205] **Fig. 9A** ist eine Draufsicht der Photodetektorschaltung in **Fig. 3A**, und **Fig. 9B** ist eine Querschnittsansicht entlang der Strich-Punkt-Linie B1–B2 in **Fig. 9A**.

[0206] Die Photodetektorschaltung beinhaltet über einem Substrat **960**, auf dem ein Isolierfilm **961** ausgebildet ist, einen als die Leitung **111** (PR) dienenden leitenden Film **911**, einen als die Leitung **112** (FD1) in der ersten Signalausgabeschaltung **301** dienenden leitenden Film **912**, einen als die Leitung **132** (FD2) in der zweiten Signalausgabeschaltung **302** dienenden leitenden Film **932**, einen als die Leitung **113** (VR) dienenden leitenden Film **913**, einen als die Leitung **114** (TX1) in der ersten Signalausgabeschaltung **301** dienenden leitenden Film **914**, einen als die Leitung **134** (TX2) in der zweiten Signalausgabeschaltung **302** dienenden leitenden Film **934**, einen als die Leitung **315** (OUT1) in der ersten Signalausgabeschaltung **301** dienenden leitenden Film **915**, einen als die Leitung **335** (OUT2) in der zweiten Signalausgabeschaltung **302** dienenden leitenden Film **935** und einen als die Leitung **316** (SE) dienenden leitenden Film **916**.

[0207] Das photoelektrische Umwandlungselement **100** beinhaltet einen Halbleiterfilm **901** vom p-Typ, einen Halbleiterfilm **902** vom i-Typ und einen Halbleiter-

film **903** vom n-Typ, die in dieser Reihenfolge gestapelt sind.

[0208] Der leitende Film **911**, der als die Leitung **111** (PR) dient, ist elektrisch an den Halbleiterfilm **901** vom p-Typ angeschlossen, der als eine der Elektroden (die Anode) des photoelektrischen Umwandlungselementes **100** dient.

[0209] Ein leitender Film **941** ist an den leitenden Film **913**, der als die Leitung **113** (VR) dient, angeschlossen und dient als Teil der Leitung **113** (VR).

[0210] Ein leitender Film **942** ist an den leitenden Film **914**, der als die Leitung **114** (TX1) dient, oder an den leitenden Film **934**, der als die Leitung **134** (TX2) dient, angeschlossen und dient als Gate des ersten Schaltelements **121**.

[0211] Ein leitender Film **943** dient als einer von Source und Drain des ersten Schaltelements **121**.

[0212] Ein leitender Film **944** dient als der andere von Source und Drain des ersten Schaltelements **121**.

[0213] Ein leitender Film **945** dient als der andere von Source und Drain des Transistors **120** und einer von Source und Drain des zweiten Schaltelements **122**.

[0214] Ein leitender Film **946** dient als Leitung zum Anschließen des leitenden Films **911** an den Halbleiterfilm **901** vom p-Typ.

[0215] Die leitenden Filme **911**, **912**, **916**, **932**, **941** und **942** können durch Verarbeiten eines leitenden Films, der über einer isolierenden Oberfläche ausgebildet ist, in eine erwünschte Form ausgebildet werden. Über diesen leitenden Filmen ist ein Gate-Isolierfilm **962** ausgebildet. Ferner können die leitenden Filme **913**, **914**, **915**, **934**, **935**, **943**, **944**, **945** und **946** durch Verarbeiten eines leitenden Films, der über dem Gate-Isolierfilm **962** ausgebildet ist, in eine erwünschte Form ausgebildet werden.

[0216] Über den leitenden Filmen **911**, **912**, **916**, **932**, **941** und **942** sind ferner ein Isolierfilm **963** und ein Isolierfilm **964** ausgebildet, und über den Isolierfilmen **963** und **964** ist ein leitender Film **970** ausgebildet.

[0217] Es ist bevorzugt, einen Oxidhalbleiter für eine Halbleiterschicht **980** des ersten Schaltelements **121** zu verwenden. Um eine Ladung, die durch in das photoelektrische Umwandlungselement **100** einfallendes Licht erzeugt wird, lange Zeit in dem leitenden Film **912** (FD1) (oder dem leitenden Film **932** (FD2)) zu halten, wird vorzugsweise ein Transistor mit einem sehr geringen Strom in ausgeschaltetem Zustand als

das erste Schaltelement **121** verwendet, das elektrisch an den leitenden Film angeschlossen ist. Aus diesem Grund kann die Verwendung eines Oxidhalbleitermaterials für die Halbleiterschicht **980** die Leistungsfähigkeit der Photodetektorschaltung erhöhen.

[0218] In der Photodetektorschaltung in **Fig. 8A** und **Fig. 8B** können die Elemente, wie z. B. die Transistoren, und das photoelektrische Umwandlungselement **100** einander überlappen. Diese Konfiguration kann die Pixeldichte erhöhen und kann somit die Auflösung einer Bildgebungsvorrichtung erhöhen. Des Weiteren kann die Fläche des photoelektrischen Umwandlungselements **100** vergrößert werden, und die Empfindlichkeit der Bildgebungsvorrichtung kann dadurch erhöht werden.

[0219] Diese Ausführungsform kann angemessen mit einer der anderen in dieser Beschreibung offenbarten Ausführungsformen kombiniert werden.

(Ausführungsform 5)

[0220] Die Photodetektorschaltung, die bei einer der vorstehenden Ausführungsformen beschrieben worden ist, kann in verschiedenen Halbleitervorrichtungen bereitgestellt werden. Bei dieser Ausführungsform wird als Beispiel für eine Halbleitervorrichtung, die eine Photodetektorschaltung beinhaltet, eine Strahlungsbildgebungsvorrichtung, bei der mit dem Vorhandensein der bei einer der vorstehenden Ausführungsformen beschriebenen Photodetektorschaltung eine nachteilige Wirkung des Nachleuchtens verringert wird, anhand von **Fig. 10A** und **Fig. 10B** und **Fig. 11A** bis **Fig. 11D** beschrieben.

[0221] Ferner wird eine Bildanzeigevorrichtung mit einer Touchscreen-Funktion, die mit dem Vorhandensein der bei einer der vorstehenden Ausführungsformen beschriebenen Photodetektorschaltung erhalten wird, anhand von **Fig. 12**, **Fig. 13**, **Fig. 14A** und **Fig. 14B** beschrieben.

<Strukturbeispiel für eine Strahlungsbildgebungsvorrichtung>

[0222] Eine Struktur einer Strahlungsbildgebungs- vorrichtung, die die bei einer der vorstehenden Ausführungsformen beschriebene Photodetektorschaltung beinhaltet, wird anhand von **Fig. 10A** und **Fig. 10B** und **Fig. 11A** bis **Fig. 11D** beschrieben.

[0223] Wie in **Fig. 10A** gezeigt beinhaltet eine Strahlungsbildgebungsvorrichtung **1000** einen Strahlungsemissionsabschnitt **1001**; einen Szintillator **1004**, der Strahlung **1002**, die aus dem Strahlungsemissionsabschnitt **1001** ausgegeben wird, empfängt und Licht **1003** ausgibt; einen Photodetektormechanismus **1005**, der ein Detektionssignal entsprechend der Menge des einfallenden Lichts **1003** ausgibt; und

einen Bildsignalerzeugungsabschnitt **1006**, der ein Bildsignal unter Verwendung eines von dem Photodetektormechanismus **1005** ausgegebenen Detektionssignals erzeugt. Des weiteren ist die Strahlungsbildgebungsvorrichtung **1000** an eine Bildanzeigevorrichtung **1007** angeschlossen, und die Bildanzeigevorrichtung **1007** empfängt ein von dem Bildsignalerzeugungsabschnitt **1006** ausgegebenes Bildsignal, so dass Daten über das Innere und dergleichen eines Gegenstands **1008** auf der Bildanzeigevorrichtung **1007** angezeigt werden.

[0224] Ein Strukturbeispiel für den Photodetektormechanismus **1005** wird anhand von **Fig. 10B** unten beschrieben.

<Strukturbeispiel für den Photodetektormechanismus>

[0225] Der bei dieser Ausführungsform beschriebene Photodetektormechanismus **1005** beinhaltet einen Photodetektorabschnitt **1010**, in dem Photodetektorschaltungen **1012** in einer Matrix mit m Zeilen und n Spalten angeordnet sind, und einen Photodetektorschaltungs-Steuerabschnitt **1020**, der einen ersten Photodetektorschaltungs-Treiber **1021** und einen zweiten Photodetektorschaltungs-Treiber **1022** zum Steuern der Photodetektorschaltungen **1012** beinhaltet.

[0226] Als die Photodetektorschaltung **1012** wird die Photodetektorschaltung in **Fig. 1A** verwendet (natürlich ist die Photodetektorschaltung **1012** nicht darauf beschränkt).

[0227] Der erste Photodetektorschaltungs-Treiber **1021** hat eine Funktion zum Erzeugen eines Signals, das an die Leitung **113** (VR) und die Leitung **111** (PR) ausgegeben wird, und eine Funktion zum Entnehmen von Detektionssignalen, die von der ersten Signalausgabeschaltung **101** und der zweiten Signalausgabeschaltung **102** ausgegeben werden, aus der Leitung **115** (OUT) in einer ausgewählten Zeile. Es sei angemerkt, dass der erste Photodetektorschaltungs-Treiber **1021** an den Bildsignalerzeugungsabschnitt **1006** angeschlossen ist, der ein Bildsignal erzeugt, das weniger von Nachleuchten beeinflusst wird.

[0228] Der erste Photodetektorschaltungs-Treiber **1021** beinhaltet zusätzlich eine Vorladeschaltung und hat eine Funktion zum Einstellen des Potentials der Leitung **115** (OUT) auf ein vorbestimmtes Potential. Es sei angemerkt, dass der erste Photodetektorschaltungs-Treiber **1021** eine Struktur haben kann, bei der unter Verwendung eines Operationsverstärkers oder dergleichen die Ausgabe eines Analogsignals von einer Photodetektorschaltung als solches aus der Strahlungsbildgebungsvorrichtung **1000** entnommen wird, oder eine Struktur haben kann, bei der unter Verwendung einer A/D-Wandlerschaltung ein

Analogsignal in ein digitales Signal umgewandelt wird und aus der Strahlungsbildgebungsvorrichtung **1000** entnommen wird.

[0229] Der zweite Photodetektorschaltungs-Treiber **1022** hat eine Funktion zum Erzeugen eines Signals, das an die Leitung **114** (TX1), die Leitung **134** (TX2), die Leitung **116** (SE1) und die Leitung **136** (SE2) ausgegeben wird.

[0230] Das Obige ist die Beschreibung des Strukturbeispiels für den Photodetektormechanismus **1005**.

<Betriebsbeispiel für die Strahlungsbildgebungsvorrichtung>

[0231] Als nächstes wird ein Beispiel für den Betrieb der Strahlungsbildgebungsvorrichtung **1000** mit der oben beschriebenen Struktur anhand von **Fig. 11A** bis **Fig. 11D** beschrieben.

[0232] In dem Fall, in dem beispielsweise bewegte Bilder zum Beobachten des Blutflusses in Blutgefäßen oder zeitlich kontinuierliche Standbilder mit einer Strahlungsbildgebungsvorrichtung aufgenommen werden, ist es nötig, die zeitliche Auflösung der Strahlungsbildgebungsvorrichtung zu erhöhen, um hochauflösende Bilder zu erhalten. Deshalb wünscht man, dass ein Zeitraum nach dem Beenden einer Strahlungsemision vor dem Beginn der nächsten Strahlungsemision so kurz wie möglich ist.

[0233] Jedoch wird in dem Fall, in dem der Zeitraum nach dem Beenden einer Strahlungsemision vor dem Beginn der nächsten Strahlungsemision kurz ist, in einigen Fällen beim Beginn der nächsten Strahlungsemision Licht wegen des Nachleuchtens aus einem Szintillator ausgegeben.

[0234] Wenn eine Strahlungsemision in einem solchen Zustand beginnt, ist Licht, das aus dem Szintillator ausgegeben wird, eine Kombination von Licht, das durch die Strahlungsemision erzielt wird, und Licht wegen des Nachleuchtens der vorhergehenden Strahlungsemisionen. Deswegen kann ein Unterschied zwischen der Menge an Strahlung, die durch den Gegenstand **1008** hindurch tritt und von dem Szintillator **1004** empfangen wird, und Daten auftreten, die der Menge an von dem Photodetektormechanismus **1005** empfangenen Strahlung entsprechen und von dem Photodetektormechanismus **1005** ausgegeben werden.

[0235] Angesichts der obigen Beschreibung wird wie in **Fig. 11A** und **Fig. 11B** gezeigt zuerst Licht **1101**, das in einer Periode **1111** kurz vor dem Beginn der nächsten Strahlungsemision aus dem Szintillator **1004** ausgegeben wird, von dem photoelektrischen Umwandlungselement **100** in jeder der Photodetektorschaltungen **1012** empfangen, und Potentiale (Da-

ten) (nachstehend auch als Potentiale A bezeichnet), die auf der Menge an einfallendem Licht basieren, werden in den ersten Signalausgabeschaltungen **101** gehalten.

[0236] Das Licht **1101**, das in der Periode **1111** aus dem Szintillator **1004** ausgegeben wird, kann als Licht wegen des Nachleuchtens der vorhergehenden Strahlungsemissionen betrachtet werden.

[0237] Wie in **Fig. 11C** und **Fig. 11D** gezeigt ist, wird als nächstes Licht **1102**, das in einer Periode **1112**, während deren die nächste Strahlungsemision durchgeführt wird, aus dem Szintillator **1004** ausgegeben wird, von dem photoelektrischen Umwandlungselement **100** in jeder der Photodetektorschaltungen **1012** empfangen, und Potentiale (Daten) (nachstehend auch als Potentiale B bezeichnet), die auf der Menge an einfallendem Licht basieren, werden in den zweiten Signalausgabeschaltungen **102** gehalten.

[0238] Das Licht **1102**, das in der Periode **1112** aus dem Szintillator **1004** ausgegeben wird, kann als Licht wegen des Nachleuchtens der vorhergehenden Strahlungsemissionen betrachtet werden.

[0239] Nachdem die Potentiale A und die Potentiale B in allen Photodetektorschaltungen **1012** gehalten worden sind, werden dann ein Detektionssignal, das das Potential A als Daten umfasst, und ein Detektionssignal, das das Potential B als Daten umfasst, von jeder der Photodetektorschaltungen **1012** an den Bildsignalerzeugungsabschnitt **1006** ausgegeben.

[0240] Danach wird in dem Bildsignalerzeugungsabschnitt **1006** ein Bildsignal (für ein Pixel) unter Benutzung eines Unterschieds zwischen den zwei Detektionssignalen erzeugt, die von jeder der Photodetektorschaltungen **1012** eingegeben werden, und Bilddaten werden unter Verwendung des Bildsignals auf der Bildanzeigevorrichtung **1007** angezeigt.

[0241] Hierbei hat die Photodetektorschaltung **1012** eine Struktur, bei der ein photoelektrisches Umwandlungselement und eine Signalausgabeschaltung bereitgestellt sind.

[0242] Bei der Struktur kann dann, wenn die in der Signalausgabeschaltung gehaltenen Daten in der Periode **1111** verbleiben, ein Potential (Daten) in der Periode **1112** nicht präzise erhalten werden. Mit anderen Worten: da ein Potential (Daten) in der Periode **1112** zu einem Potential (Daten) in der Periode **1111** hinzugefügt wird, ist erforderlich, dass ein Ausgeben eines Detektionssignals entsprechend dem Potential (Daten) (ein Ausgabevorgang) und ein Zurücksetzen des in der Signalausgabeschaltung gehaltenen Potentials (Daten) (ein Rücksetzvorgang) vor dem Beginn der Periode **1112** durchgeführt werden.

[0243] Die Menge an durch Nachleuchten emittiertem Licht nimmt mit der Zeit ab. Deshalb ist mit der Zunahme eines Intervalls vom Ende der Periode **1111** bis zum Beginn der Periode **1112** weniger wahrscheinlich, dass ein präzises Bildsignal erhalten wird, wenn ein Bildsignal unter Benutzung eines Unterschieds zwischen zwei Detektionssignalen auf die oben beschriebene Weise erzeugt wird. Insbesondere wird in dem Fall, in dem der Betrag der zeitlichen Änderung des Nachleuchtens groß ist, das obige Problem erheblich.

[0244] Im Gegensatz dazu sind bei der Photodetektorschaltung **1012** die zwei Signalausgabeschaltungen (die erste Signalausgabeschaltung **101** und die zweite Signalausgabeschaltung **102**) an das photoelektrische Umwandlungselement **100** wie in **Fig. 1A** angeschlossen, in welchem Falle das Ausschalten des ersten Schaltelements **121** in der ersten Signalausgabeschaltung **101** ermöglicht, dass ein Potential (Daten) in der Periode **1111** in der ersten Signalausgabeschaltung **101** gehalten wird, und ferner ermöglicht nur das Durchführen eines Rücksetzvorgangs nach der Periode **1111** an der zweiten Signalausgabeschaltung **102**, dass begonnen wird, unter Verwendung des photoelektrischen Umwandlungselementes **100** und der zweiten Signalausgabeschaltung **102** ein Potential (Daten) in der Periode **1112** zu erhalten. Es sei angemerkt, dass in dem Fall, in dem die Photodetektorschaltung in **Fig. 3A** verwendet wird, ein Rücksetzvorgang, der nach der Periode **1111** durchgeführt wird, unter Umständen nicht notwendig ist.

[0245] Ein Bildsignal, das unter Benutzung eines Unterschieds zwischen von jeder der Photodetektorschaltungen **1012** eingegebenen zwei Detektionssignalen erzeugt wird, ist deshalb ein präzises Bildsignal, das weniger von Nachleuchten beeinflusst wird.

[0246] Das Obige ist die Beschreibung der Strahlungsbildgebungs vorrichtung, die die bei einer der vorstehenden Ausführungsformen beschriebene Photodetektorschaltung beinhaltet.

[0247] In **Fig. 10A** und **Fig. 10B** ist der Bildsignalerzeugungsabschnitt **1006** zwar in der Strahlungsbildgebungs vorrichtung **1000** derart angeordnet, dass er an den Photodetektormechanismus **1005** angeschlossen ist, aber der Bildsignalerzeugungsabschnitt **1006** kann auch in dem Photodetektormechanismus **1005** bereitgestellt sein. Alternativ kann der Bildsignalerzeugungsabschnitt **1006** außerhalb der Strahlungsbildgebungs vorrichtung **1000** bereitgestellt sein.

[0248] Außerdem ist in **Fig. 10A** und **Fig. 10B** die Bildanzeigevorrichtung **1007** außerhalb der Strahlungsbildgebungs vorrichtung **1000** bereitgestellt; die Bildanzeigevorrichtung **1007** kann jedoch in der

Strahlungsbildgebungs vorrichtung **1000** bereitgestellt sein.

<Strukturbispiel für eine Bildanzeigevorrichtung>

[0249] **Fig. 12** zeigt ein Beispiel für eine Struktur einer Bildanzeigevorrichtung, die eine Vielzahl von Pixeln und einen Treiber zum Ansteuern der Vielzahl von Pixeln beinhaltet.

[0250] Eine Bildanzeigevorrichtung **1200** beinhaltet einen Anzeigeabschnitt **1240**, einen Anzeigeelement-Steuerabschnitt **1220** und einen Photodetektorschaltungs-Steuerabschnitt **1230**. Der Anzeigeabschnitt **1240** beinhaltet eine Vielzahl von Pixeln **1210**, die in einer Matrix angeordnet sind.

[0251] **Fig. 12** zeigt ein Beispiel, in dem das Pixel **1210** ein rotes Licht emittierendes Anzeigeelement **1201R**, ein grünes Licht emittierendes Anzeigeelement **1201G**, ein blaues Licht emittierendes Anzeigeelement **1201B** und eine Photodetektorschaltung **1202** beinhaltet. Die Struktur der Photodetektorschaltung **1202** kann der bei einer der vorstehenden Ausführungsformen beschriebenen Struktur ähnlich sein.

[0252] Ein Beispiel für eine Konfiguration des Pixels **1210** wird anhand von **Fig. 13** unten beschrieben.

<Konfigurationsbeispiel für das Pixel>

[0253] Das Pixel **1210**, das bei dieser Ausführungsform beschrieben wird, beinhaltet drei Anzeigeelemente (das Anzeigeelement **1201R**, das Anzeigeelement **1201G** und das Anzeigeelement **1201B**) und die einzelne Photodetektorschaltung **1202**. Unter Verwendung des Pixels **1210** als Basiskonfiguration ist eine Vielzahl von Pixeln **1210** in einer Matrix mit m Zeilen und n Spalten angeordnet und bildet einen Anzeigebildschirm aus, der auch als Dateneingabebereich dient. **Fig. 13** zeigt ein Beispiel für den Fall, in dem die Photodetektorschaltung mit der Konfiguration in **Fig. 1A** als die Photodetektorschaltung **1202** in dem Pixel **1210** verwendet wird.

[0254] Es sei angemerkt, dass die Anzahl der Anzeigeelemente und die Anzahl der Photodetektorschaltungen, die in jedem Pixel enthalten sind, nicht auf die in **Fig. 13** gezeigte Anzahl beschränkt sind. Die Dichten der Photodetektorschaltungen und diejenige der Anzeigeelemente können gleich oder unterschiedlich sein. Das heißt: eine einzelne Photodetektorschaltung kann für ein einzelnes Anzeigeelement bereitgestellt sein; eine einzelne Photodetektorschaltung kann für zwei oder mehr Anzeigeelemente bereitgestellt sein; oder ein einzelnes Anzeigeelement kann für zwei oder mehr Photodetektorschaltungen bereitgestellt sein.

[0255] Fig. 13 zeigt als Beispiel eine Konfiguration, bei der das Anzeigeelement **1201R**, das Anzeigeelement **1201G** und das Anzeigeelement **1201B** jeweils ein Flüssigkristallelement **1250** beinhalten. Das Anzeigeelement **1201R**, das Anzeigeelement **1201G** und das Anzeigeelement **1201B** beinhalten jeweils das Flüssigkristallelement **1250**, einen Transistor **1252**, der als Schaltelement zum Steuern des Betriebs des Flüssigkristallelements **1250** dient, und einen Kondensator **1254**. Das Flüssigkristallelement **1250** weist eine Pixel-Elektrode, eine Gegenelektrode und eine Flüssigkristallschicht auf, an die eine Spannung durch die Pixel-Elektrode und die Gegenelektrode angelegt wird.

[0256] Es ist zwar nicht gezeigt, aber ein roter Farbfilter, ein grüner Farbfilter und ein blauer Farbfilter sind auf den Lichtextraktionsseiten des Flüssigkristallelements **1250** in dem Anzeigeelement **1201R**, des Flüssigkristallelements **1250** in dem Anzeigeelement **1201G** bzw. des Flüssigkristallelements **1250** in dem Anzeigeelement **1201B** angeordnet.

[0257] Ein Gate des Transistors **1252** ist an eine Abtastleitung (scan line) GL (GL1 oder GL2) angeschlossen. Einer von Source und Drain des Transistors **1252** ist an eine Signalleitung SL (SL1 oder SL2) angeschlossen, und der andere von Source und Drain des Transistors **1252** ist an eine Pixel-Elektrode des Flüssigkristallelements **1250** angeschlossen. Eine eines Paars von Elektroden des Kondensators **1254** ist an die Pixel-Elektrode des Flüssigkristallelements **1250** angeschlossen, und die andere des Paars von Elektroden des Kondensators **1254** ist an eine Leitung COM angeschlossen, die mit einem festen Potential versorgt wird. Die Signalleitung SL wird mit einem Potential versorgt, das einem anzuzeigenden Bild entspricht. Wenn der Transistor **1252** mit einem Signal der Abtastleitung GL eingeschaltet wird, wird das Potential der Signalleitung SL einer des Paars von Elektroden des Kondensators **1254** und der Pixel-Elektrode des Flüssigkristallelements **1250** zugeführt. Der Kondensator **1254** hält eine Ladung, die einer Spannung entspricht, die an die Flüssigkristallschicht angelegt wird. Der Kontrast (Graustufe) von Licht, das durch die Flüssigkristallschicht hindurch tritt, wird unter Benutzung der durch Anlegen einer Spannung auftretenden Änderung der Polarisationsrichtung der Flüssigkristallschicht erzeugt, und Bilder werden angezeigt. Als Licht, das durch die Flüssigkristallschicht hindurch tritt, wird aus der Hintergrundbeleuchtung emittiertes Licht verwendet.

[0258] Bei der Konfiguration in Fig. 13 kann der Betrieb der in einer Matrix angeordneten Anzeigeelemente demjenigen in einer bekannten Anzeigevorrichtung ähnlich sein.

[0259] Es sei angemerkt, dass als der Transistor **1252** der Transistor verwendet werden kann, der

ein Oxidhalbleitermaterial in einem Kanalbildungsbereich enthält und bei einer der vorstehenden Ausführungsformen beschrieben worden ist. Im Fall der Verwendung des Transistors muss der Kondensator **1254** nicht unbedingt bereitgestellt sein, da sein Strom in ausgeschaltetem Zustand sehr gering ist.

[0260] Es sei angemerkt, dass jedes der Anzeigeelemente **1201R**, **1201G** und **1201B** weiterhin ein anderes Schaltungselement nach Bedarf beinhalten kann, so beispielsweise einen Transistor, eine Diode, einen Widerstand, einen Kondensator oder einen Induktor.

[0261] Fig. 13 zeigt den Fall, in dem das Anzeigeelement **1201R**, das Anzeigeelement **1201G** und das Anzeigeelement **1201B** jeweils das Flüssigkristallelement **1250** beinhalten; jedoch kann auch ein anderes Element, wie z. B. ein lichtemittierendes Element, enthalten sein. Das lichtemittierende Element ist ein Element, dessen Leuchtdichte durch einen Strom oder eine Spannung gesteuert wird, und konkrete Beispiele dafür sind eine Leuchtdiode und eine organische Leuchtdiode (organic light-emitting diode, OLED).

[0262] Das Obige ist die Beschreibung des Konfigurationsbeispiels für das Pixel **1210**.

[0263] Der Anzeigeelement-Steuerabschnitt **1220** beinhaltet einen ersten Anzeigeelement-Treiber **1221**, der eine Funktion zum Steuern der Anzeigeelemente **1201** hat und ein Signal in das Anzeigeelement **1201** über eine Signalleitung eingibt, über die ein Bildsignal übertragen wird (auch als „Source-Signalleitung“ bezeichnet), und einen zweiten Anzeigeelement-Treiber **1222**, der ein Signal in das Anzeigeelement **1201** über eine Abtastleitung (auch als „Gate-Signalleitung“ bezeichnet) eingibt. Der erste Anzeigeelement-Treiber **1221** hat beispielsweise eine Funktion zum Anlegen eines vorbestimmten Potentials an die Anzeigeelemente **1201** in den Pixeln **1210** in der ausgewählten Leitung. Weiterhin hat der zweite Anzeigeelement-Treiber **1222** eine Funktion zum Auswählen der Anzeigeelemente **1201** in den Pixeln in einer bestimmten Zeile.

[0264] Der Photodetektorschaltungs-Steuerabschnitt **1230** beinhaltet Treiber zum Steuern der Photodetektorschaltungen **1202**, insbesondere einen ersten Photodetektorschaltungs-Treiber **1231**, der dem ersten Anzeigeelement-Treiber **1221** zugewandt ist, wobei der Anzeigearbeitschnitt **1240** dazwischen liegt, und einen zweiten Photodetektorschaltungs-Treiber **1232**, der dem zweiten Anzeigeelement-Treiber **1222** zugewandt ist, wobei der Anzeigearbeitschnitt **1240** dazwischen liegt.

[0265] Der erste Photodetektorschaltungs-Treiber **1231** hat eine Funktion zum Erzeugen eines Signals, das an die Leitung **111** (PR) und die Leitung **113**

(VR) ausgegeben wird, und eine Funktion zum Entnehmen eines Ausgangssignals einer Photodetektorschaltung in dem Pixel **1210** in einer ausgewählten Zeile aus der Leitung **115** (OUT). Es sei angemerkt, dass der erste Photodetektorschaltungs-Treiber **1231** an einen Detektionssignal-Vergleichsabschnitt **1260** angeschlossen ist, der mittels einer Vielzahl von aus jedem Pixel **1210** ausgegebenen Detektionssignalen für jedes Pixel **1210** bestimmt, ob darüber ein zu detektierender Gegenstand existiert oder nicht.

[0266] Der erste Photodetektorschaltungs-Treiber **1231** beinhaltet zusätzlich eine Vorladeschaltung und hat eine Funktion zum Einstellen des Potentials der Leitung **115** (OUT) auf ein vorbestimmtes Potential. Es sei angemerkt, dass der erste Photodetektorschaltungs-Treiber **1231** eine Struktur haben kann, bei der unter Verwendung eines Operationsverstärkers oder dergleichen die Ausgabe eines Analogsignals von einer Photodetektorschaltung als solches aus der Bildanzeigevorrichtung **1200** entnommen wird, oder eine Struktur haben kann, bei der unter Verwendung einer A/D-Wandlerschaltung ein Analogsignal in ein digitales Signal umgewandelt wird und aus der Bildanzeigevorrichtung **1200** entnommen wird.

[0267] Der zweite Photodetektorschaltungs-Treiber **1232** hat eine Funktion zum Erzeugen eines Signals, das an die Leitung **114** (TX1), die Leitung **134** (TX2), die Leitung **116** (SE1) und die Leitung **136** (SE2) ausgegeben wird.

[0268] Das Obige ist die Beschreibung des Konfigurationsbeispiels für die Bildanzeigevorrichtung **1200**.

<Betriebsbeispiel für die Bildanzeigevorrichtung>

[0269] Als nächstes wird ein Beispiel für den Betrieb der Bildanzeigevorrichtung mit der oben beschriebenen Konfiguration anhand von **Fig. 14A** und **Fig. 14B** beschrieben.

[0270] Die Photodetektorschaltung **1202**, die in der Bildanzeigevorrichtung **1200** bereitgestellt ist, kann Potentiale (Daten), welche die Menge an in bestimmten Perioden in das photoelektrische Umwandlungselement **100** einfallendem Licht als Daten umfassen, gemäß der Anzahl der Signalausgabeschaltungen in der Photodetektorschaltung **1202** halten, wie bei den vorstehenden Ausführungsformen beschrieben worden ist.

[0271] Bei der Photodetektorschaltung in **Fig. 13** können beispielsweise Potentiale (Daten) in zwei Perioden unter Verwendung der ersten Signalausgabeschaltung **101** und der zweiten Signalausgabeschaltung **102** gehalten werden. Es sei angemerkt, dass bei dieser Ausführungsform die zwei Perioden als Pe-

riode A und Periode B bezeichnet werden, und dass die Periode B nach der Periode A kommt.

[0272] Die Periode A ist eine Periode, während deren wie in **Fig. 14A** gezeigt kein zu detektierender Gegenstand, wie z. B. ein Finger, über dem Anzeigeelement **1201** existiert. Licht (Bild), das unter Verwendung des ersten Anzeigeelement-Treibers **1221** und des zweiten Anzeigeelement-Treibers **1222** aus dem Anzeigeelement **1201** ausgegeben wird, wird durch eine Flüssigkristallschicht **1401**, ein Paar von Ausrichtungsfilmen **1402**, zwischen denen die Flüssigkristallschicht **1401** liegt, ein Paar von Elektroden **1403**, zwischen denen das Paar von Ausrichtungsfilmen **1402** liegt, einen Farbfilter **1404**, ein Substrat **1405** und dergleichen nach außen ausgegeben.

[0273] Folglich wird ein wenig reflektiertes Licht, das von dem Substrat **1405** oder dergleichen reflektiert wird, Außenlicht oder dergleichen in die Photodetektorschaltung **1202** eingegeben, und ein Potential (Daten) (nachstehend auch als Potential C bezeichnet), das die Menge an in der Periode A einfallendem Licht als Daten umfasst, wird in der ersten Signalausgabeschaltung **101** gehalten.

[0274] Die Periode B ist eine Periode, während deren ein zu detektierender Gegenstand **1410** über dem Anzeigeelement **1201** wie in **Fig. 14B** gezeigt existiert, und Licht (Bild), das unter Verwendung des ersten Anzeigeelement-Treibers **1221** und des zweiten Anzeigeelement-Treibers **1222** aus dem Anzeigeelement **1201** ausgegeben wird, wird teilweise von dem Gegenstand **1410** absorbiert, das andere Licht fällt in die Photodetektorschaltung **1202** ein, und ein Potential (Daten) (nachstehend auch als Potential D bezeichnet), das die Menge an in der Periode B einfallendem Licht als Daten umfasst, wird in der zweiten Signalausgabeschaltung **102** gehalten.

[0275] Es sei angemerkt, dass die Menge an Licht, das in der Periode B in die Photodetektorschaltung **1202** einfällt, viel größer ist als die Menge an in der Periode A einfallendem Licht.

[0276] Danach werden das Potential C und das Potential D in allen Pixeln **1210** in dem Anzeigeeabschnitt **1240** gehalten, und dann werden ein Detektionssignal, das das Potential C als Daten umfasst, und ein Detektionssignal, das das Potential D als Daten umfasst, von jedem der Pixel **1210** an den Detektionssignal-Vergleichsabschnitt **1260** ausgegeben.

[0277] In dem Detektionssignal-Vergleichsabschnitt **1260** werden dann zwei Detektionssignale verglichen, die von jedem der Pixel **1210** eingegeben werden. In dem Fall, in dem ein Unterschied, der größer als oder gleich einem vorbestimmten Wert (den ein Fachmann angemessen bestimmen kann) ist, ge-

funden wird, wird entschieden, dass der Gegenstand **1410** über dem Pixel **1210** existiert.

[0278] Hierbei wird der Fall beschrieben, in dem die Photodetektorschaltung **1202** ein photoelektrisches Umwandlungselement und eine Signalausgabeschaltung beinhaltet.

[0279] Bei der Struktur kann dann, wenn die in der Signalausgabeschaltung gehaltenen Daten in der Periode A verbleiben, ein Potential (Daten) in der Periode B nicht präzise erhalten werden. Mit anderen Worten: da ein Potential (Daten) in der Periode B zu einem Potential (Daten) in der Periode A hinzugefügt wird, ist erforderlich, dass ein Ausgeben eines Detektionssignals entsprechend einem Potential (Daten) (Ausgabevorgang) und ein Zurücksetzen eines in der Signalausgabeschaltung gehaltenen Potentials (Daten) (Rücksetzvorgang) vor dem Beginn der Periode B durchgeführt werden.

[0280] Nach dem Ende der Periode A und vor dem Beginn der Periode B, beispielsweise in dem Fall, in dem ein Ausgabevorgang an den in der Periode A erhaltenen Daten durchgeführt wird und in dem in einer Periode, während deren ein Rücksetzvorgang an den in der Periode A erhaltenen Daten durchgeführt wird, der Gegenstand **1410** über dem Anzeigeelement **1201** quer, kann deshalb durch den Detektionssignal-Vergleichsabschnitt **1260** in einigen Fällen nicht für jedes Pixel **1210** präzise entschieden werden, ob der Gegenstand **1410** darüber existiert oder nicht, obwohl die in der Periode A erhaltenen Daten und die in der Periode B erhaltenen Daten verwendet werden.

[0281] Im Gegensatz dazu sind bei der bei dieser Ausführungsform beschriebenen Bildanzeigevorrichtung **1200** zwei Signalausgabeschaltungen (die erste Signalausgabeschaltung **101** und die zweite Signalausgabeschaltung **102**) an das photoelektrische Umwandlungselement **100** wie in **Fig. 13** angeschlossen. Daher ermöglicht das Ausschalten des ersten Schaltelements **121** in der ersten Signalausgabeschaltung **101**, dass ein Potential (Daten) in der Periode A in der ersten Signalausgabeschaltung gehalten wird. Ferner ermöglicht nur das Durchführen eines Rücksetzvorgangs nach der Periode A an der zweiten Signalausgabeschaltung **102**, dass begonnen wird, unter Verwendung des photoelektrischen Umwandlungselementes **100** und der zweiten Signalausgabeschaltung **102** ein Potential (Daten) in der Periode B zu erhalten.

[0282] Somit kann auch in dem Fall, in dem sich der Gegenstand **1410** sehr schnell bewegt, für jedes Pixel **1210** präzise entschieden werden, ob der Gegenstand **1410** darüber existiert oder nicht.

[0283] Das Obige ist die Beschreibung der Bildanzeigevorrichtung, die die bei einer der vorstehenden Ausführungsformen beschriebene Photodetektorschaltung beinhaltet.

[0284] In **Fig. 12** ist der Detektionssignal-Vergleichsabschnitt **1260** in der Bildanzeigevorrichtung **1200** derart angeordnet, dass er an den ersten Photodetektorschaltungs-Treiber **1231** angeschlossen ist; der Detektionssignal-Vergleichsabschnitt **1260** kann jedoch in dem ersten Photodetektorschaltungs-Treiber **1231** bereitgestellt sein. Alternativ kann der Detektionssignal-Vergleichsabschnitt **1260** außerhalb der Bildanzeigevorrichtung **1200** bereitgestellt sein.

Patentansprüche

1. Photodetektorschaltung, die umfasst:
ein photoelektrisches Umwandlungselement;
einen ersten Transistor;
einen zweiten Transistor;
einen dritten Transistor; und
einen vierten Transistor,
wobei ein Gate des dritten Transistors über den ersten Transistor elektrisch an einen ersten Anschluss des photoelektrischen Umwandlungselementes angeschlossen ist,
wobei ein Gate des vierten Transistors über den zweiten Transistor elektrisch an den ersten Anschluss des photoelektrischen Umwandlungselementes angeschlossen ist,
wobei der erste Transistor konfiguriert ist, ein Gate-Potential des dritten Transistors gemäß einer Menge an Licht zu halten, das in das photoelektrische Umwandlungselement einfällt, wenn Licht aus einer Lichtquelle emittiert wird, und
wobei der zweite Transistor konfiguriert ist, ein Gate-Potential des vierten Transistors gemäß einer Menge an Licht zu halten, das in das photoelektrische Umwandlungselement einfällt, wenn kein Licht aus der Lichtquelle emittiert wird.

2. Photodetektorschaltung nach Anspruch 1,
wobei der erste Transistor einen Kanalbildungsbereich umfasst, der einen Oxidhalbleiter umfasst, und
wobei der zweite Transistor einen Kanalbildungsbereich umfasst, der einen Oxidhalbleiter umfasst.

3. Photodetektorschaltung nach Anspruch 2,
wobei das photoelektrische Umwandlungselement konfiguriert ist, während einer ersten Potentialerzeugungsperiode, während der Licht aus der Lichtquelle an das photoelektrische Umwandlungselement emittiert wird, eine erste Ladung entsprechend dem Gate-Potential des dritten Transistors zu erzeugen,
wobei das photoelektrische Umwandlungselement konfiguriert ist, während einer zweiten Potentialerzeugungsperiode, während der kein Licht aus der Lichtquelle emittiert wird, nach der ersten Potentialerzeugungsperiode eine zweite Ladung entsprechend

dem Gate-Potential des vierten Transistors zu erzeugen,
wobei der dritte Transistor konfiguriert ist, während einer ersten Ausgabeperiode nach der zweiten Potentialerzeugungsperiode ein Signal entsprechend dem Gate-Potential des dritten Transistors auszugeben, und
wobei der vierte Transistor konfiguriert ist, während einer zweiten Ausgabeperiode nach der ersten Ausgabeperiode ein Signal entsprechend dem Gate-Potential des vierten Transistors auszugeben.

4. Photodetektorschaltung nach Anspruch 3,
wobei der erste Transistor konfiguriert ist, von der ersten Potentialerzeugungsperiode bis zu der ersten Ausgabeperiode das Gate-Potential des dritten Transistors zu halten, und
wobei der zweite Transistor konfiguriert ist, von der zweiten Potentialerzeugungsperiode bis zu der zweiten Ausgabeperiode das Gate-Potential des vierten Transistors zu halten.

5. Photodetektorschaltung nach Anspruch 2,
wobei das photoelektrische Umwandlungselement konfiguriert ist, während einer ersten Potentialerzeugungsperiode, während der Licht aus der Lichtquelle an das photoelektrische Umwandlungselement emittiert wird, eine erste Ladung entsprechend dem Gate-Potential des dritten Transistors zu erzeugen,
wobei das photoelektrische Umwandlungselement konfiguriert ist, während einer zweiten Potentialerzeugungsperiode, während der kein Licht aus der Lichtquelle emittiert wird, nach der ersten Potentialerzeugungsperiode eine zweite Ladung entsprechend dem Gate-Potential des vierten Transistors zu erzeugen,
wobei der dritte Transistor konfiguriert ist, während einer Ausgabeperiode nach der zweiten Potentialerzeugungsperiode ein Signal entsprechend dem Gate-Potential des dritten Transistors auszugeben, und
wobei der vierte Transistor konfiguriert ist, während der Ausgabeperiode ein Signal entsprechend dem Gate-Potential des vierten Transistors auszugeben.

6. Photodetektorschaltung nach Anspruch 5,
wobei der erste Transistor konfiguriert ist, von der ersten Potentialerzeugungsperiode bis zu der Ausgabeperiode das Gate-Potential des dritten Transistors zu halten, und
wobei der zweite Transistor konfiguriert ist, von der zweiten Potentialerzeugungsperiode bis zu der Ausgabeperiode das Gate-Potential des vierten Transistors zu halten.

7. Bildgebungsvorrichtung, die umfasst:
einen Szintillator; und
eine Photodetektorschaltung,
wobei die Photodetektorschaltung umfasst:
ein photoelektrisches Umwandlungselement;

einen ersten Transistor;
einen zweiten Transistor;
einen dritten Transistor; und
einen vierten Transistor,
wobei ein Gate des dritten Transistors über den ersten Transistor elektrisch an einen ersten Anschluss des photoelektrischen Umwandlungselements angelassen ist,
wobei ein Gate des vierten Transistors über den zweiten Transistor elektrisch an den ersten Anschluss des photoelektrischen Umwandlungselements angelassen ist,
wobei der erste Transistor konfiguriert ist, ein Gate-Potential des dritten Transistors gemäß einer Menge an Licht zu halten, das aus dem Szintillator in das photoelektrische Umwandlungselement einfällt, wenn Strahlung aus einer Strahlenquelle emittiert wird, und
wobei der zweite Transistor konfiguriert ist, ein Gate-Potential des vierten Transistors gemäß einer Menge an Licht zu halten, das aus dem Szintillator in das photoelektrische Umwandlungselement einfällt, wenn keine Strahlung aus der Strahlenquelle emittiert wird.

8. Bildgebungsvorrichtung nach Anspruch 7,
wobei der erste Transistor einen Kanalbildungsbereich umfasst, der einen Oxidhalbleiter umfasst, und
wobei der zweite Transistor einen Kanalbildungsbereich umfasst, der einen Oxidhalbleiter umfasst.

9. Bildgebungsvorrichtung nach Anspruch 8,
wobei das photoelektrische Umwandlungselement konfiguriert ist, während einer ersten Potentialerzeugungsperiode, während deren Strahlung aus der Strahlenquelle an den Szintillator emittiert wird, eine erste Ladung entsprechend dem Gate-Potential des dritten Transistors zu erzeugen,
wobei das photoelektrische Umwandlungselement konfiguriert ist, während einer zweiten Potentialerzeugungsperiode, während der keine Strahlung aus der Strahlenquelle emittiert wird, nach der ersten Potentialerzeugungsperiode eine zweite Ladung entsprechend dem Gate-Potential des vierten Transistors zu erzeugen,
wobei der dritte Transistor konfiguriert ist, während einer ersten Ausgabeperiode nach der zweiten Potentialerzeugungsperiode ein Signal entsprechend dem Gate-Potential des dritten Transistors auszugeben, und
wobei der vierte Transistor konfiguriert ist, während einer zweiten Ausgabeperiode nach der ersten Ausgabeperiode ein Signal entsprechend dem Gate-Potential des vierten Transistors auszugeben.

10. Bildgebungsvorrichtung nach Anspruch 9,
wobei der erste Transistor konfiguriert ist, von der ersten Potentialerzeugungsperiode bis zu der ersten Ausgabeperiode das Gate-Potential des dritten Transistors zu halten, und

wobei der zweite Transistor konfiguriert ist, von der zweiten Potentialerzeugungsperiode bis zu der zweiten Ausgabeperiode das Gate-Potential des vierten Transistors zu halten.

11. Bildgebungsvorrichtung nach Anspruch 8, wobei das photoelektrische Umwandlungselement konfiguriert ist, während einer ersten Potentialerzeugungsperiode, während der Strahlung aus der Strahlenquelle an den Szintillator emittiert wird, eine erste Ladung entsprechend dem Gate-Potential des dritten Transistors zu erzeugen,

wobei das photoelektrische Umwandlungselement konfiguriert ist, während einer zweiten Potentialerzeugungsperiode, während der keine Strahlung aus der Strahlenquelle emittiert wird, nach der ersten Potentialerzeugungsperiode eine zweite Ladung entsprechend dem Gate-Potential des vierten Transistors zu erzeugen,

wobei der dritte Transistor konfiguriert ist, während einer Ausgabeperiode nach der zweiten Potentialerzeugungsperiode ein Signal entsprechend dem Gate-Potential des dritten Transistors auszugeben, und

wobei der vierte Transistor konfiguriert ist, während der Ausgabeperiode ein Signal entsprechend dem Gate-Potential des vierten Transistors auszugeben.

12. Bildgebungsvorrichtung nach Anspruch 11, wobei der erste Transistor konfiguriert ist, von der ersten Potentialerzeugungsperiode bis zu der Ausgabeperiode das Gate-Potential des dritten Transistors zu halten, und

wobei der zweite Transistor konfiguriert ist, von der zweiten Potentialerzeugungsperiode bis zu der Ausgabeperiode das Gate-Potential des vierten Transistors zu halten.

13. Bildgebungsvorrichtung nach Anspruch 7, die ferner die Strahlenquelle umfasst.

14. Bildgebungsvorrichtung nach Anspruch 13, wobei der erste Transistor einen Kanalbildungsbereich umfasst, der einen Oxidhalbleiter umfasst, und wobei der zweite Transistor einen Kanalbildungsbereich umfasst, der einen Oxidhalbleiter umfasst.

15. Bildgebungsvorrichtung nach Anspruch 14, wobei das photoelektrische Umwandlungselement konfiguriert ist, während einer ersten Potentialerzeugungsperiode, während der Strahlung aus der Strahlenquelle an den Szintillator emittiert wird, eine erste Ladung entsprechend dem Gate-Potential des dritten Transistors zu erzeugen,

wobei das photoelektrische Umwandlungselement konfiguriert ist, während einer zweiten Potentialerzeugungsperiode, während der keine Strahlung aus der Strahlenquelle emittiert wird, nach der ersten Potentialerzeugungsperiode eine zweite Ladung ent-

sprechend dem Gate-Potential des vierten Transistors zu erzeugen,

wobei der dritte Transistor konfiguriert ist, während einer ersten Ausgabeperiode nach der zweiten Potentialerzeugungsperiode ein Signal entsprechend dem Gate-Potential des dritten Transistors auszugeben, und

wobei der vierte Transistor konfiguriert ist, während einer zweiten Ausgabeperiode nach der ersten Ausgabeperiode ein Signal entsprechend dem Gate-Potential des vierten Transistors auszugeben.

16. Bildgebungsvorrichtung nach Anspruch 15, wobei der erste Transistor konfiguriert ist, von der ersten Potentialerzeugungsperiode bis zu der ersten Ausgabeperiode das Gate-Potential des dritten Transistors zu halten, und

wobei der zweite Transistor konfiguriert ist, von der zweiten Potentialerzeugungsperiode bis zu der zweiten Ausgabeperiode das Gate-Potential des vierten Transistors zu halten.

17. Bildgebungsvorrichtung nach Anspruch 14, wobei das photoelektrische Umwandlungselement konfiguriert ist, während einer ersten Potentialerzeugungsperiode, während der Strahlung aus der Strahlenquelle an den Szintillator emittiert wird, eine erste Ladung entsprechend dem Gate-Potential des dritten Transistors zu erzeugen,

wobei das photoelektrische Umwandlungselement konfiguriert ist, während einer zweiten Potentialerzeugungsperiode, während der keine Strahlung aus der Strahlenquelle emittiert wird, nach der ersten Potentialerzeugungsperiode eine zweite Ladung entsprechend dem Gate-Potential des vierten Transistors zu erzeugen,

wobei der dritte Transistor konfiguriert ist, während einer Ausgabeperiode nach der zweiten Potentialerzeugungsperiode ein Signal entsprechend dem Gate-Potential des dritten Transistors auszugeben, und

wobei der vierte Transistor konfiguriert ist, während der Ausgabeperiode ein Signal entsprechend dem Gate-Potential des vierten Transistors auszugeben.

18. Bildgebungsvorrichtung nach Anspruch 17, wobei der erste Transistor konfiguriert ist, von der ersten Potentialerzeugungsperiode bis zu der Ausgabeperiode das Gate-Potential des dritten Transistors zu halten, und

wobei der zweite Transistor konfiguriert ist, von der zweiten Potentialerzeugungsperiode bis zu der Ausgabeperiode das Gate-Potential des vierten Transistors zu halten.

19. Verfahren zum Ansteuern einer Photodetektorschaltung, die ein photoelektrisches Umwandlungselement, einen ersten Transistor, einen zweiten Transistor, einen dritten Transistor und einen vierten Transistor umfasst,

wobei ein Gate des dritten Transistors über den ersten Transistor elektrisch an einen ersten Anschluss des photoelektrischen Umwandlungselements angegeschlossen ist;

wobei ein Gate des vierten Transistors über den zweiten Transistor elektrisch an den ersten Anschluss des photoelektrischen Umwandlungselements angegeschlossen ist, und

wobei das Verfahren die folgenden Schritte umfasst:
Emittieren von Licht während einer ersten Potentialerzeugungsperiode aus einer Lichtquelle an das photoelektrische Umwandlungselement;

Erzeugen eines Gate-Potentials des dritten Transistors während der ersten Potentialerzeugungsperiode gemäß einer Menge an Licht, das in das photoelektrische Umwandlungselement einfällt, während sich der erste Transistor in einem Einschaltzustand befindet;
Emittieren von keinem Licht während einer zweiten Potentialerzeugungsperiode nach der ersten Potentialerzeugungsperiode aus der Lichtquelle an das photoelektrische Umwandlungselement;

Erzeugen eines Gate-Potentials des vierten Transistors während der zweiten Potentialerzeugungsperiode gemäß einer Menge an Licht, das in das photoelektrische Umwandlungselement einfällt, während sich der zweite Transistor in einem Einschaltzustand befindet;

Ausgeben eines ersten Signals, das dem Gate-Potential des dritten Transistors entspricht, während einer ersten Ausgabeperiode nach der zweiten Potentialerzeugungsperiode;

Ausgeben eines zweiten Signals, das dem Gate-Potential des vierten Transistors entspricht, während einer zweiten Ausgabeperiode nach der zweiten Potentialerzeugungsperiode;

Halten des Gate-Potentials des dritten Transistors nach der ersten Potentialerzeugungsperiode bis zu der ersten Ausgabeperiode, während sich der erste Transistor in einem Ausschaltzustand befindet; und
Halten des Gate-Potentials des vierten Transistors nach der zweiten Potentialerzeugungsperiode bis zu der zweiten Ausgabeperiode, während sich der zweite Transistor in einem Ausschaltzustand befindet.

20. Verfahren zum Ansteuern der Photodetektorschaltung nach Anspruch 19, wobei die zweite Ausgabeperiode nach der ersten Ausgabeperiode kommt.

21. Verfahren zum Ansteuern der Photodetektorschaltung nach Anspruch 19, wobei das Licht von einem Szintillator erzeugt wird.

Es folgen 15 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

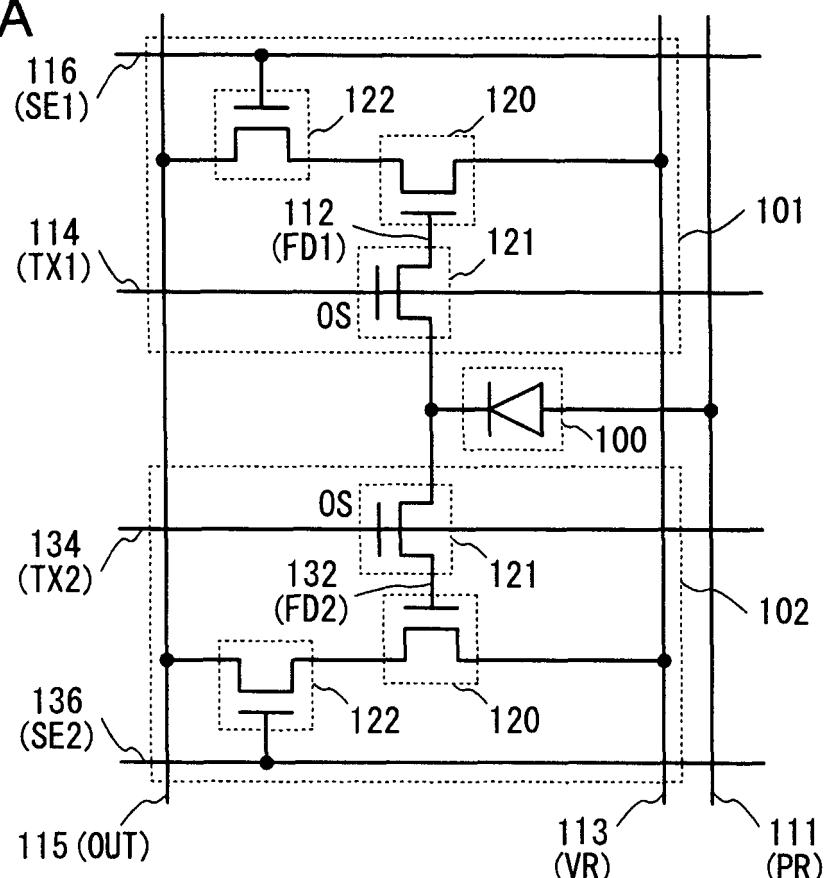
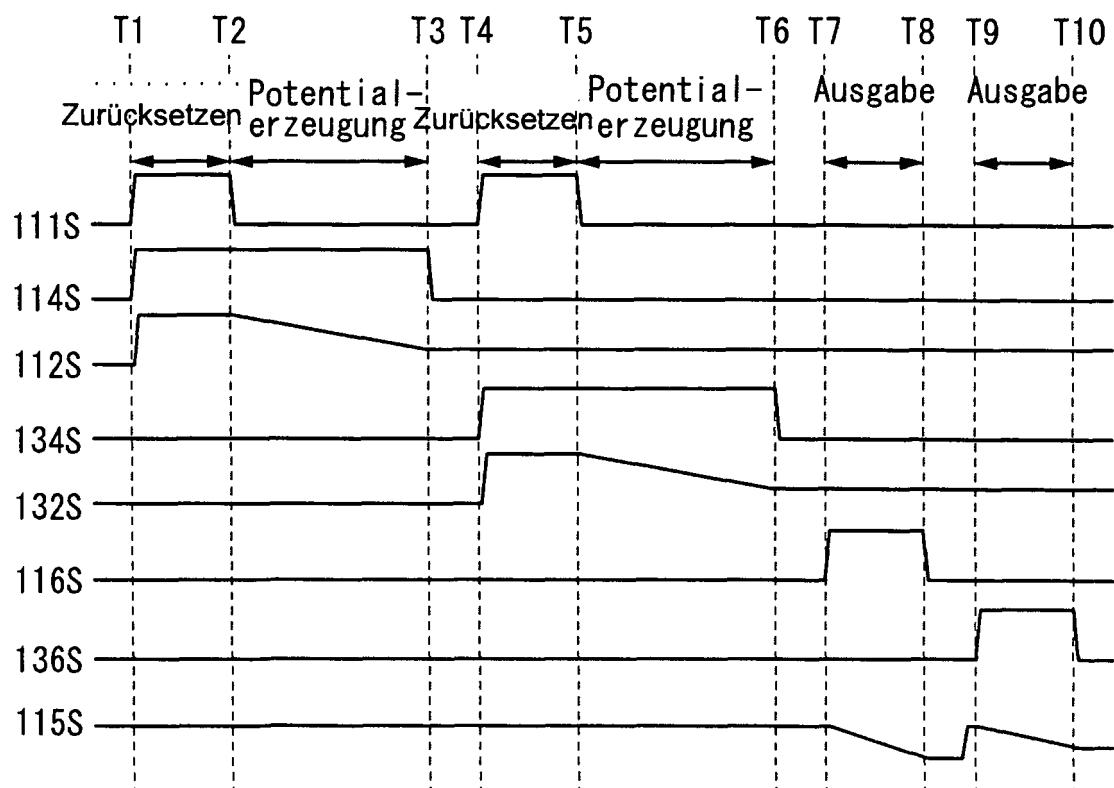
FIG. 1A**FIG. 1B**

FIG. 2

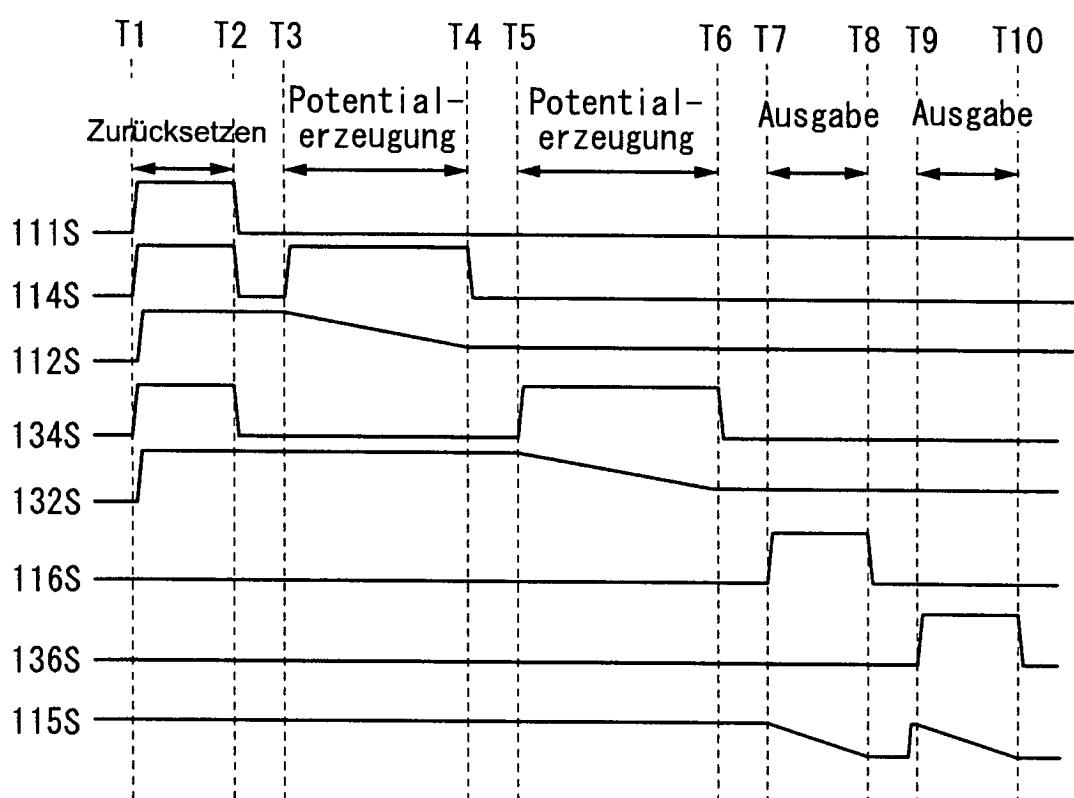


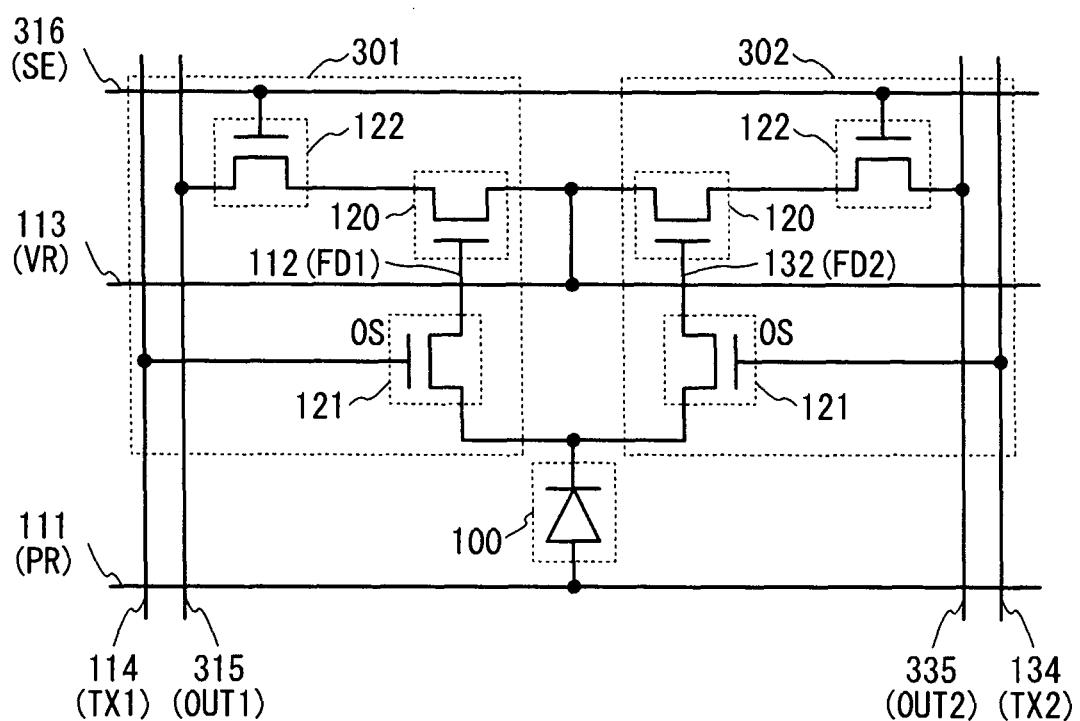
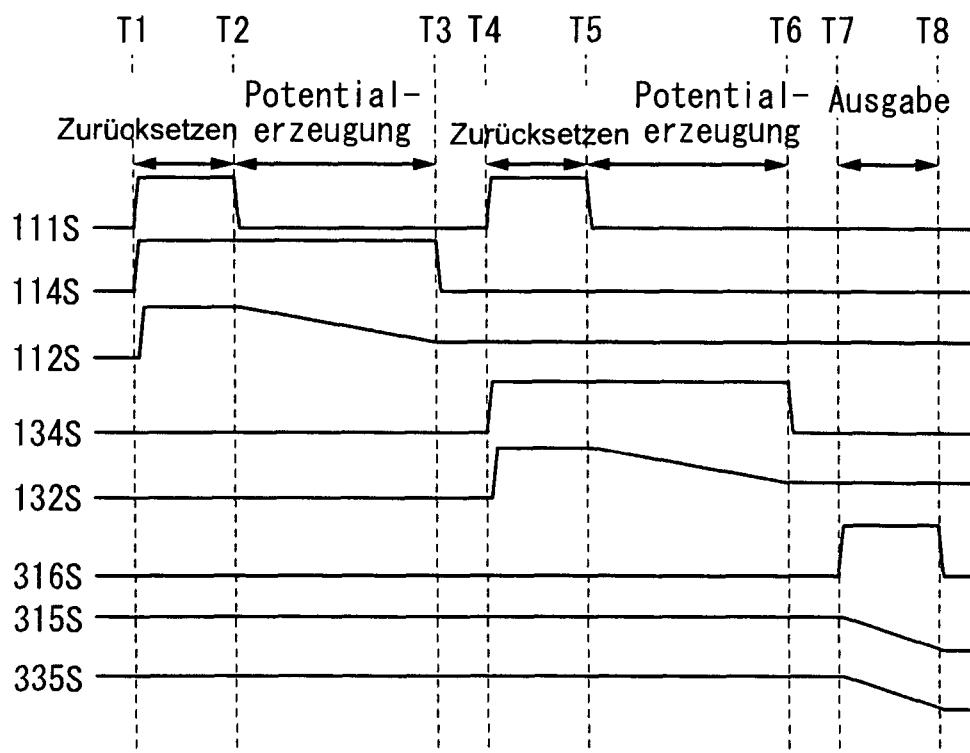
FIG. 3A**FIG. 3B**

FIG. 4

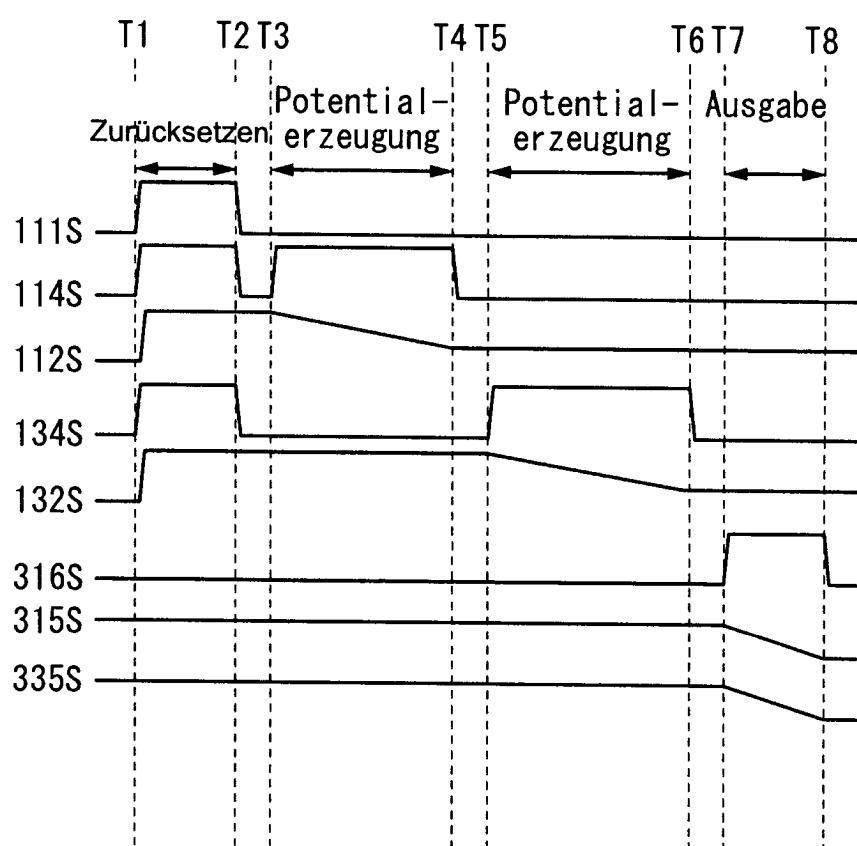


FIG. 5

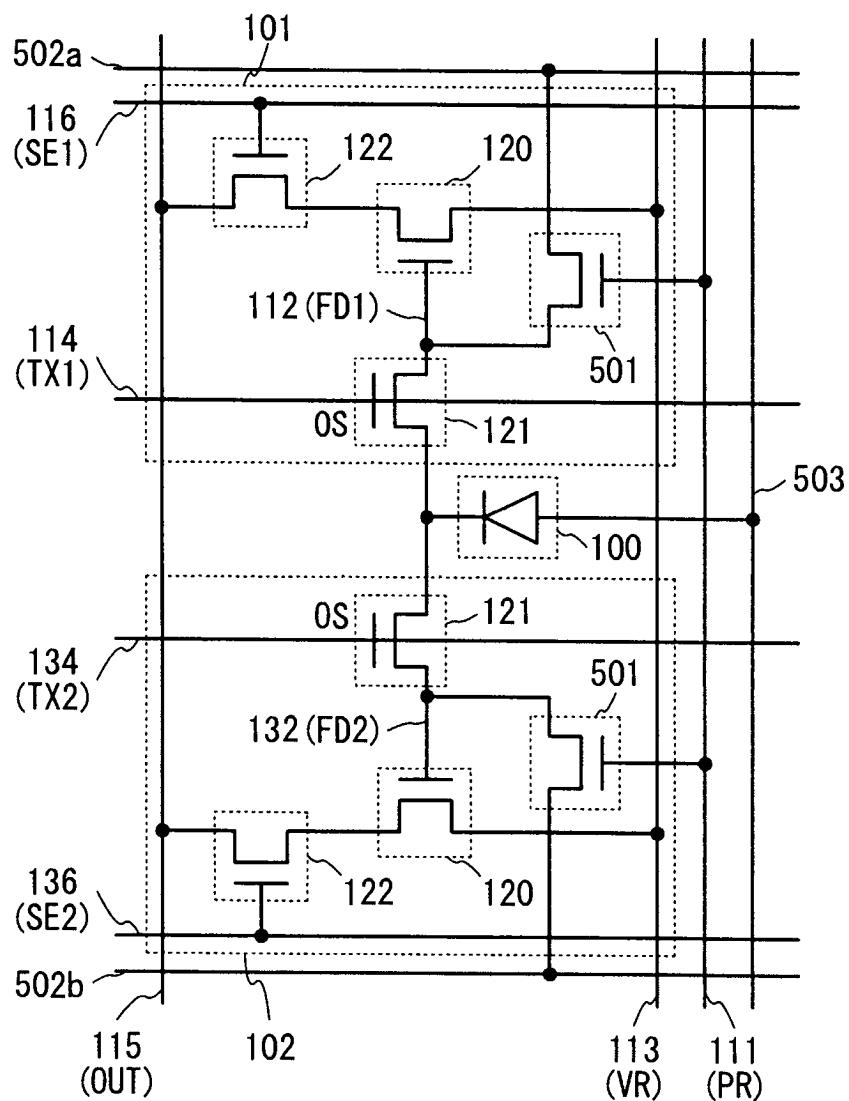


FIG. 6

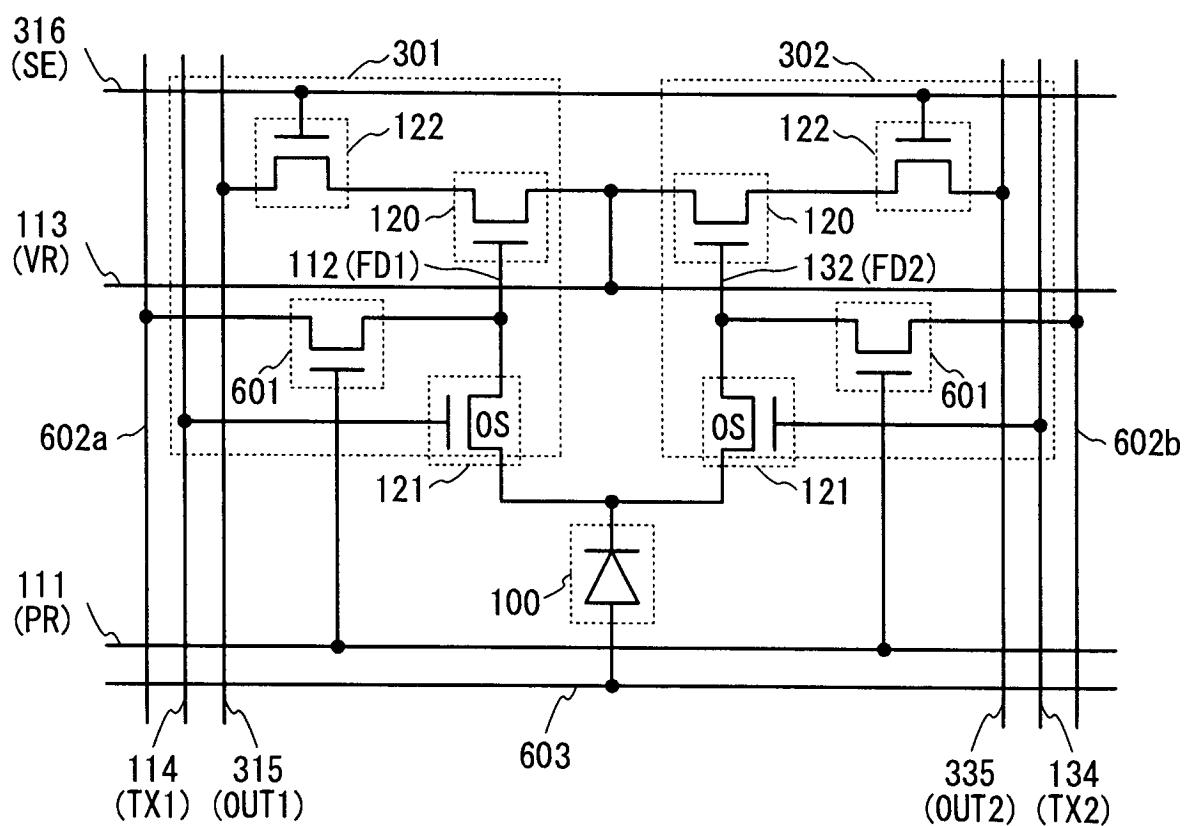


FIG. 7A

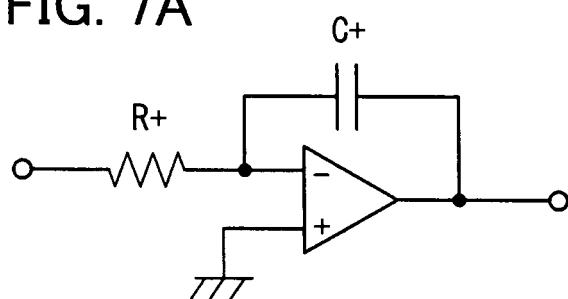


FIG. 7B

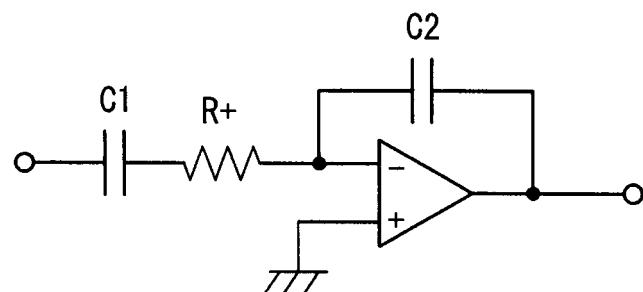


FIG. 7C

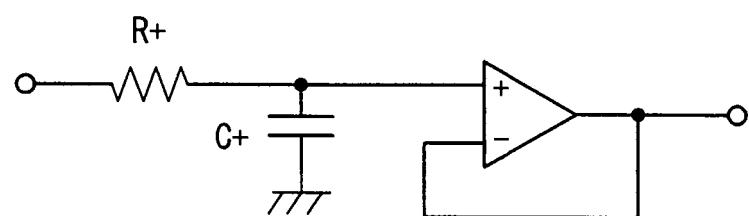


FIG. 8A

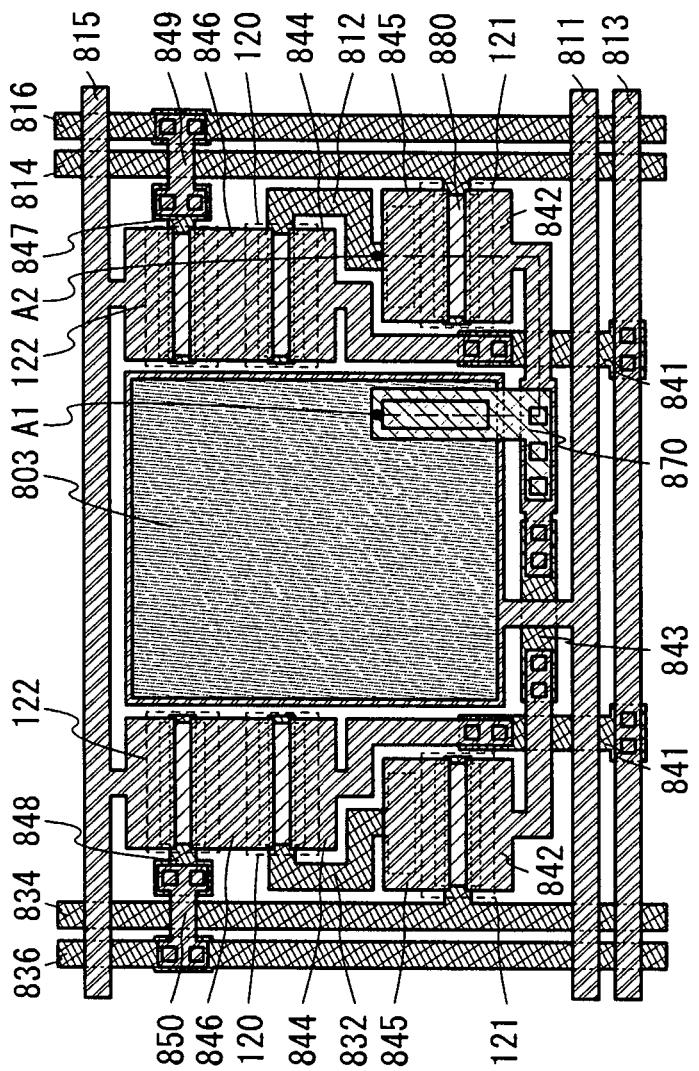
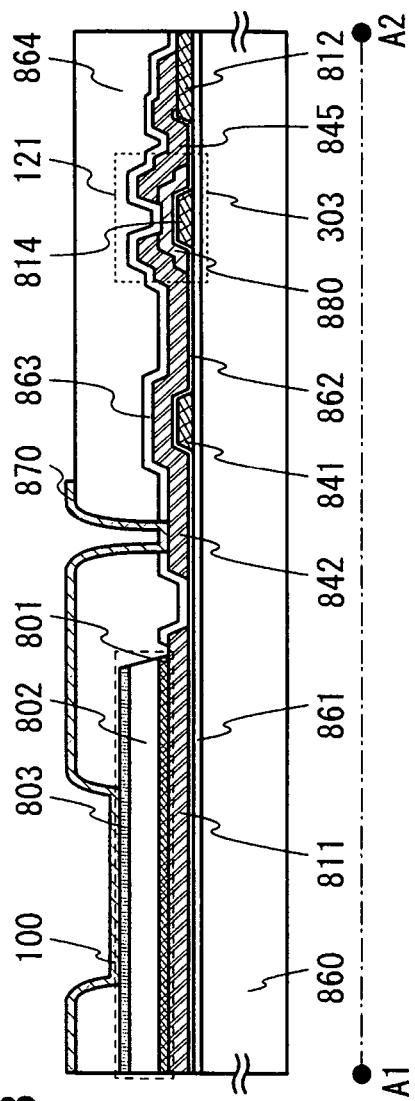


FIG. 8B



This cross-sectional diagram illustrates a complex semiconductor structure, likely a metal-oxide-semiconductor field-effect transistor (MOSFET) or a similar integrated circuit component. The structure is composed of multiple layers and regions, each labeled with a reference number:

- 934, 935, 933, 932, 941, 942, 980, 121, 941, 944, 945, 120, 916, 913, 120, 945, 122, 942, 121, 943
- 903, 911, 946, B1, B2, 915, 914, 913, 944, 912, 941

The diagram shows a multi-layered structure with various contacts, implants, and isolation regions. The top layer features a large rectangular region with internal contacts and implants, labeled with reference numbers such as 903, 911, 946, B1, and B2. Below this, there are several smaller rectangular regions and contact holes, labeled with 915, 914, 913, 944, 912, and 941. The bottom layer consists of a series of rectangular regions and contact holes, labeled with 934, 935, 933, 932, 941, 942, 980, 121, 941, 944, 945, 120, 916, 913, 120, 945, and 122. The entire structure is surrounded by a thick, hatched outer boundary.

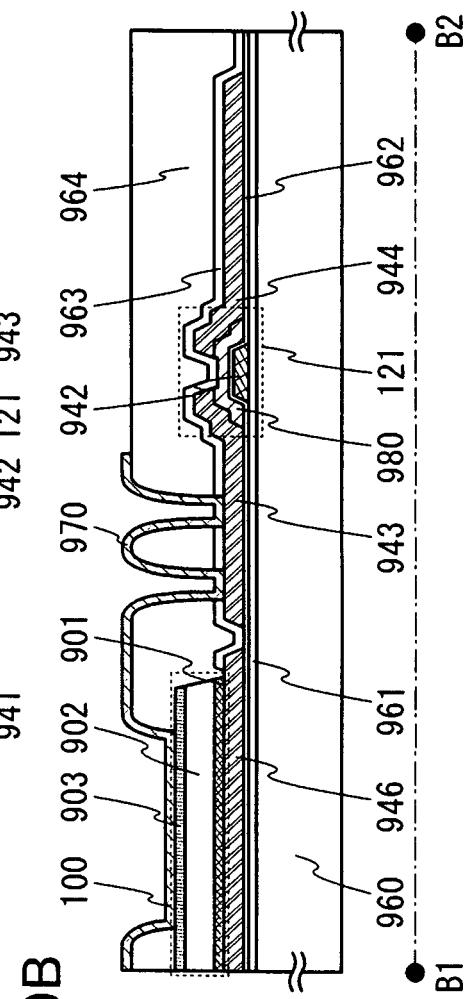


FIG. 10A

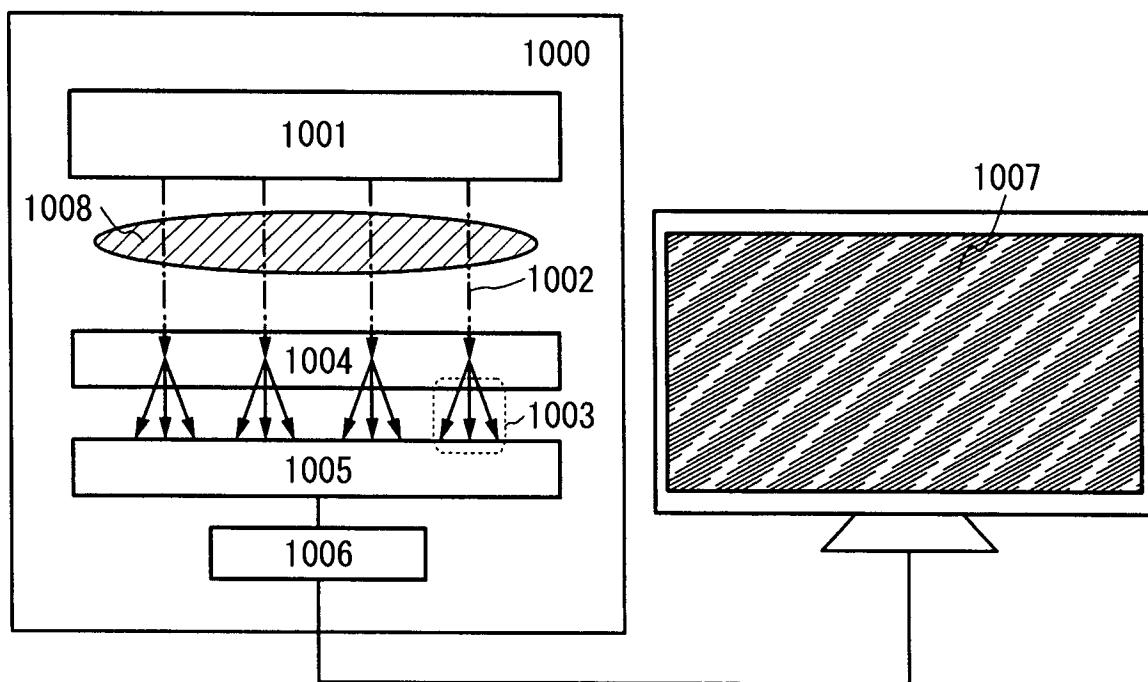


FIG. 10B

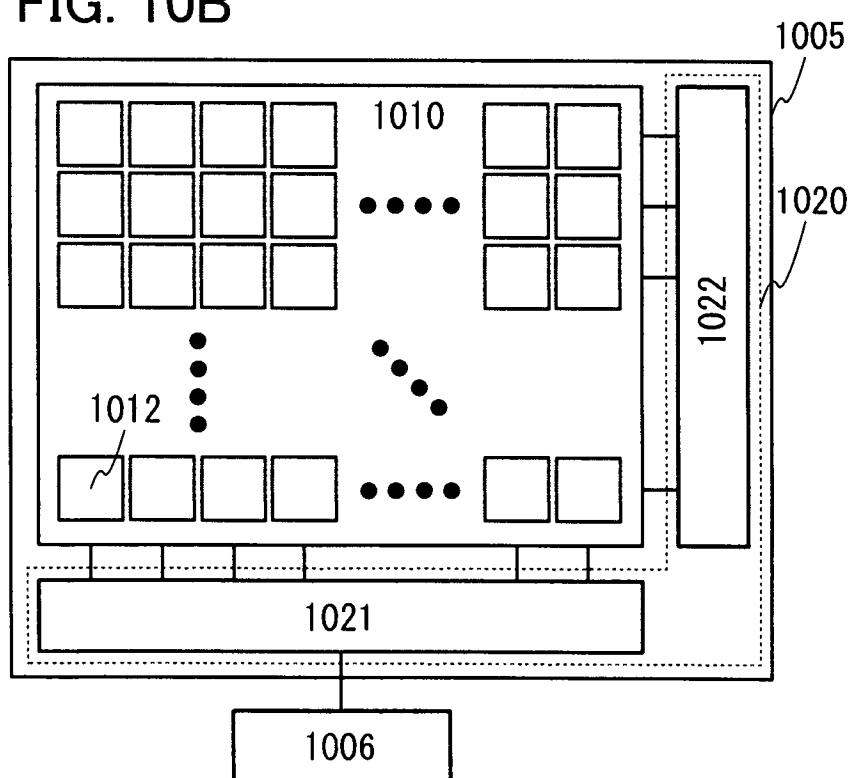


FIG. 11A

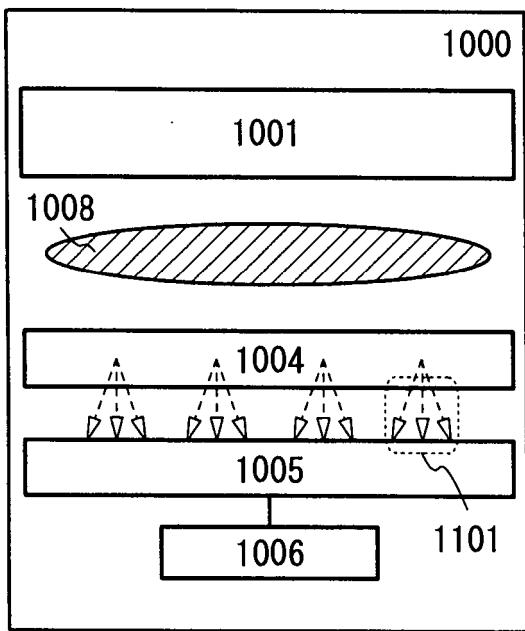


FIG. 11B

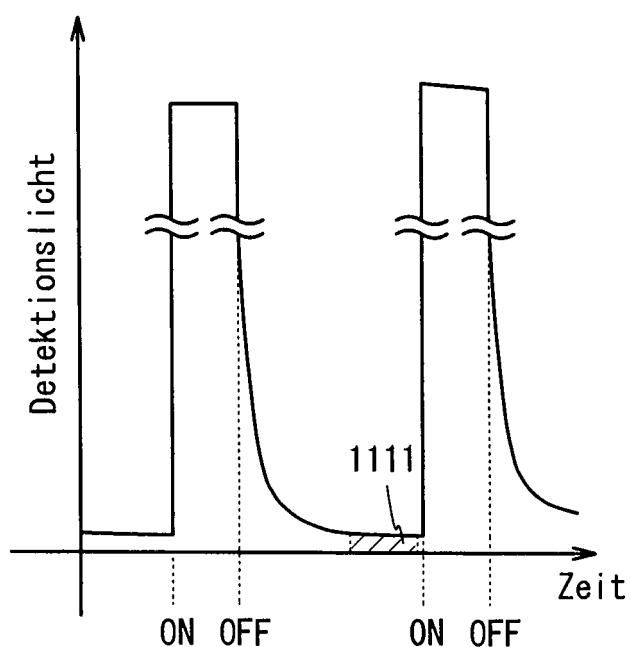


FIG. 11C

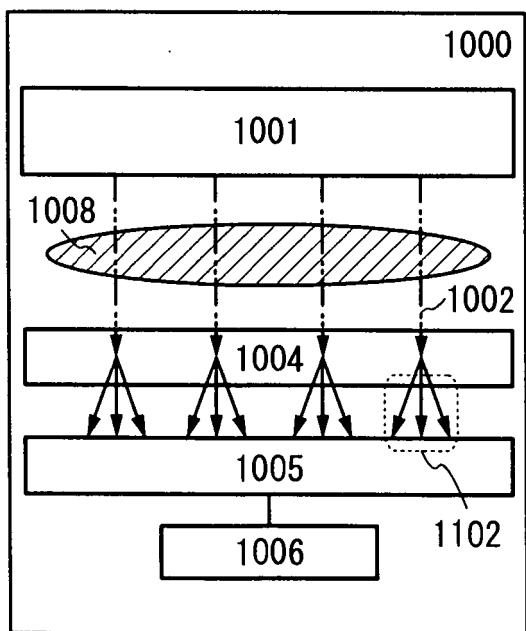


FIG. 11D

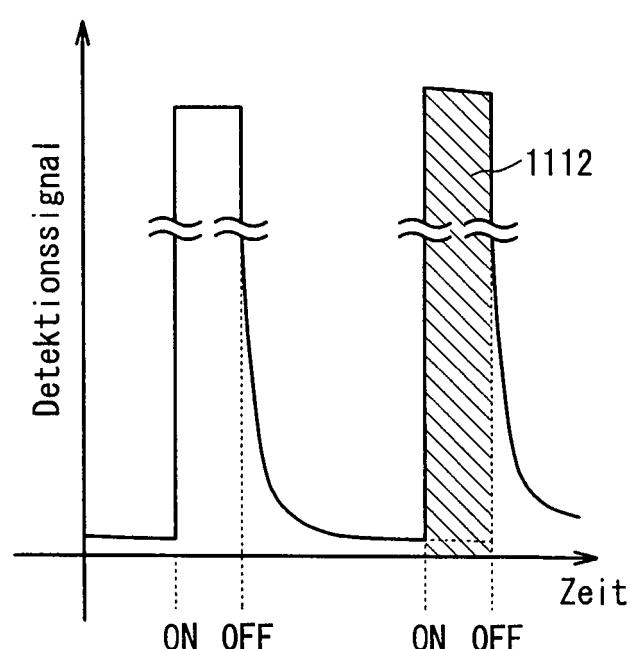


FIG. 12

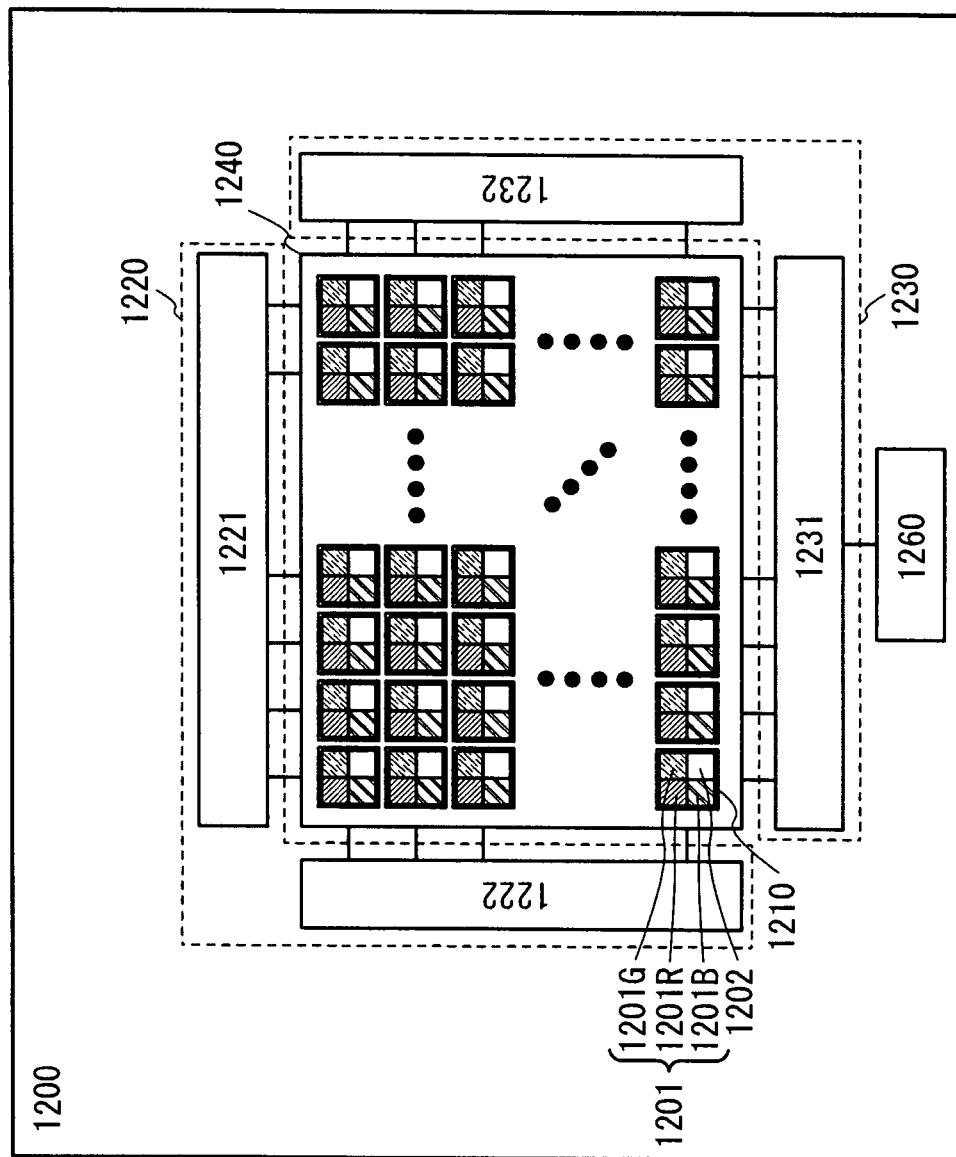


FIG. 13

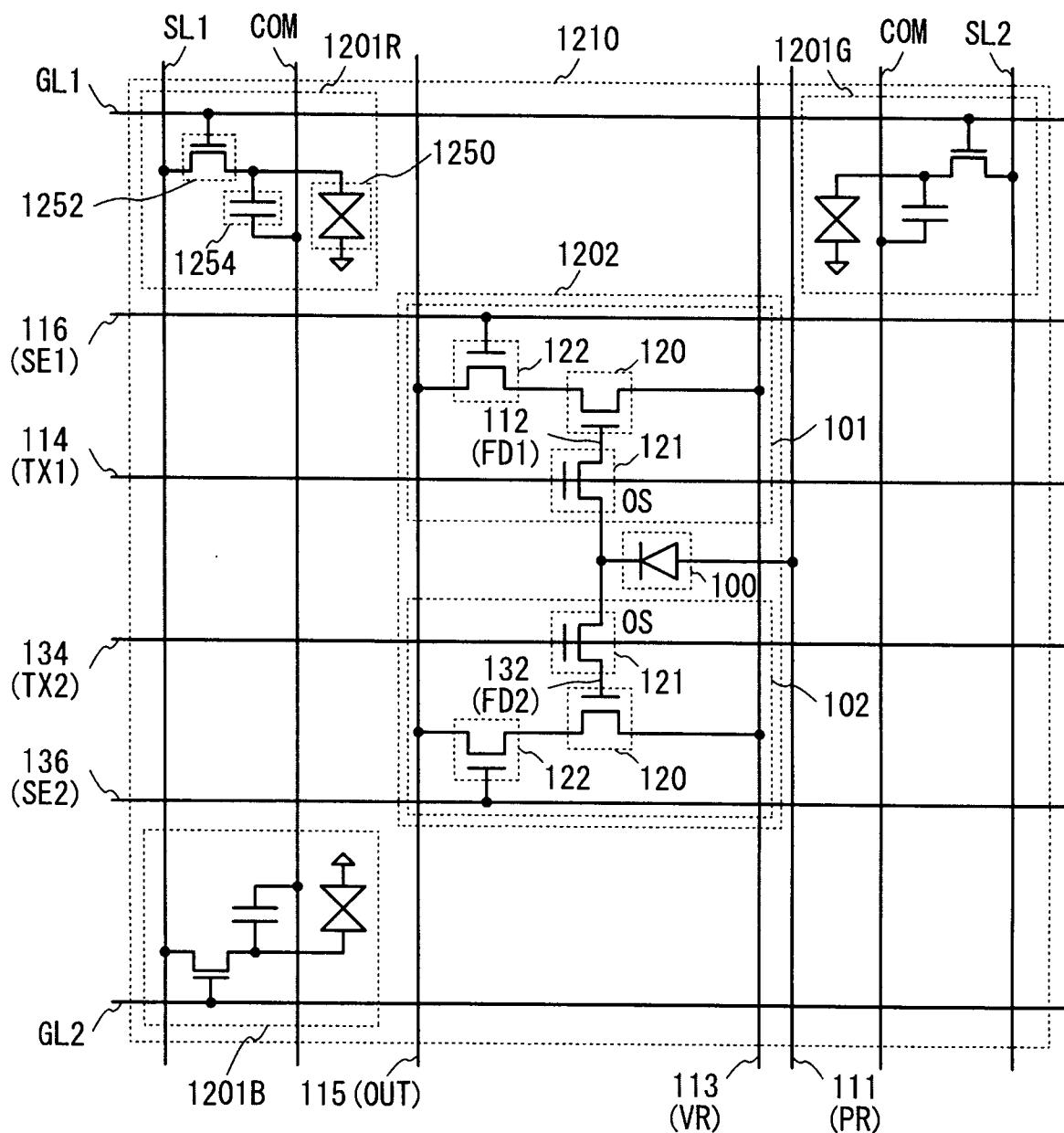


FIG. 14A

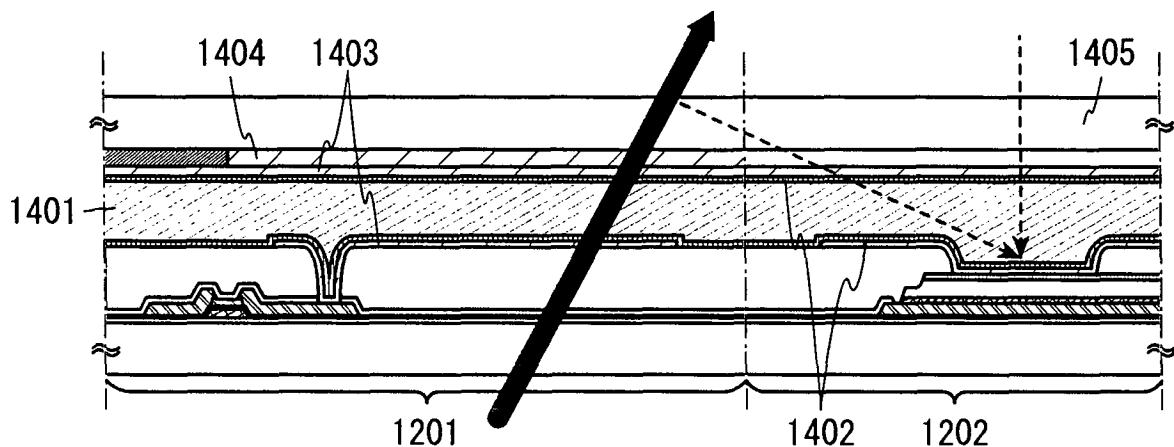


FIG. 14B

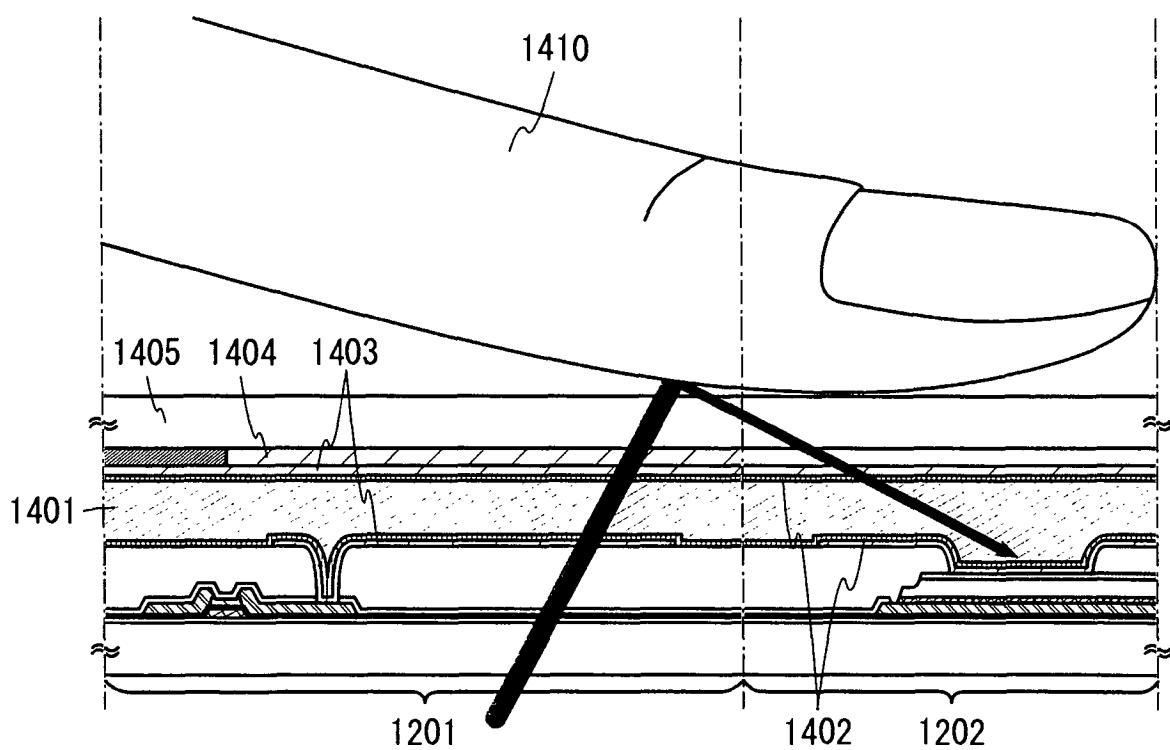


FIG. 15

