



(10) **DE 10 2013 206 284 B4** 2023.07.06

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2013 206 284.2**  
(22) Anmeldetag: **10.04.2013**  
(43) Offenlegungstag: **17.10.2013**  
(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **06.07.2023**

(51) Int Cl.: **G05F 1/56 (2006.01)**  
**G05F 1/10 (2006.01)**  
**G05F 1/575 (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:  
**2012-090058 11.04.2012 JP**

(62) Teilung in:  
**10 2013 022 711.9**

(73) Patentinhaber:  
**Semiconductor Energy Laboratory Co., Ltd.,  
Atsugi-shi, Kanagawa-ken, JP**

(74) Vertreter:  
**Grünecker Patent- und Rechtsanwälte PartG mbB,  
80802 München, DE**

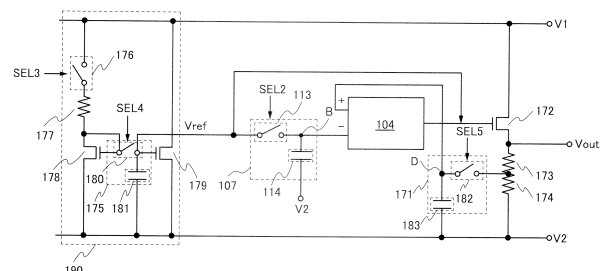
(72) Erfinder:  
**Takahashi, Kei, Atsugi-shi, Kanagawa-ken, JP;  
Tanada, Yoshifumi, Atsugi-shi, Kanagawa-ken, JP**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

<b>US</b>	<b>2007 / 0 242 536</b>	<b>A1</b>
<b>US</b>	<b>2010 / 0 007 417</b>	<b>A1</b>
<b>US</b>	<b>2010 / 0 085 030</b>	<b>A1</b>
<b>US</b>	<b>5 384 740</b>	<b>A</b>
<b>JP</b>	<b>2011- 96 210</b>	<b>A</b>
<b>JP</b>	<b>S55- 39 412</b>	<b>A</b>
<b>JP</b>	<b>H09- 69 014</b>	<b>A</b>
<b>JP</b>	<b>2007- 318 655</b>	<b>A</b>
<b>JP</b>	<b>2008- 165 286</b>	<b>A</b>

(54) Bezeichnung: **Halbleitervorrichtung**

(57) Hauptanspruch: Halbleitervorrichtung, die umfasst:  
eine erste Schaltung (190), die elektrisch zwischen einem ersten Anschluss, dem eine erste Leistungsversorgungsspannung (V1) zugeführt wird, und einem zweiten Anschluss, dem eine zweite Leistungsversorgungsspannung (V2) zugeführt wird, angeschlossen ist, wobei die erste Schaltung (190) konfiguriert ist, eine Bezugsspannung (Vref) auszugeben, und einen ersten Schalter (180) umfasst, der gemäß einem ersten Signal (SEL4) eingeschaltet oder ausgeschaltet wird;  
einen Operationsverstärker (104), dessen invertierenden Eingangsanschluss die Bezugsspannung (Vref) zugeführt wird;  
eine zweite Schaltung (107), die elektrisch zwischen der ersten Schaltung (190) und dem Operationsverstärker (104) angeschlossen ist, wobei die zweite Schaltung (107) konfiguriert ist, die Bezugsspannung (Vref) gemäß einem zweiten Signal (SEL2) zu halten; und  
eine dritte Schaltung (171), die elektrisch zwischen dem zweiten Anschluss und einem nichtinvertierenden Eingangsanschluss des Operationsverstärkers (104) angeschlossen ist, wobei die dritte Schaltung (171) konfiguriert ist, ein Potential des nichtinvertierenden Eingangsanschlusses gemäß einem dritten Signal (SEL5) zu halten.



**Beschreibung**

## Hintergrund der Erfindung

## 1. Gebiet der Erfindung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft eine Halbleitervorrichtung. Die vorliegende Erfindung betrifft besonders eine Halbleitervorrichtung, bei der die Zuführung einer Leistungsversorgungsspannung zu einer Signalverarbeitungsschaltung angehalten werden kann. In dieser Beschreibung und dergleichen bezeichnet eine Halbleitervorrichtung alle Vorrichtungen, die durch Anwenden von Halbleitereigenschaften arbeiten können. Eine elektrooptische Vorrichtung, eine lichtemittierende Anzeigevorrichtung, eine Halbleiterschaltung und ein elektronisches Gerät sind alle Halbleitervorrichtungen.

## 2. Beschreibung des Standes der Technik

**[0002]** Neuerdings wird eine Verringerung des Leistungsverbrauchs eines elektronischen Geräts in Betrieb stark gefordert. Um den Leistungsverbrauch eines elektronischen Geräts zu verringern, wird eine Operation jeder Logikschaltung gemäß einer Operation einer Signalverarbeitungsschaltung gesteuert.

**[0003]** In einer Signalverarbeitungsschaltung, so beispielsweise in einem Spannungsregler, werden eine dreistufige Operation mit einem hohen Versorgungsspannungsdurchgriff und einem guten Einschwingverhalten und eine zweistufige Operation mit einem niedrigen Stromverbrauch automatisch umgeschaltet (siehe Patentedokument 1). Die drei Stufen umfassen eine erste Differenzverstärkerschaltung, eine zweite Differenzverstärkerschaltung und einen Ausgangstransistor. Die zwei Stufen umfassen die zweite Differenzverstärkerschaltung und den Ausgangstransistor.

[Referenz]

[Patentedokument]

**[0004]** Patentedokument 1: Japanische Patentoffenlegungsschrift JP 2011- 96 210 A

**[0005]** US 2010 / 0 085 030 A1 stellt ein Halbleiterbauelement und einen RFID-Tag zur Verfügung, der das Halbleiterbauelement verwendet.

**[0006]** US 5 384 740 A stellt einen Referenzspannungsgenerator zur Verfügung.

**[0007]** JP 2007- 318 655 A stellt eine integrierte Halbleiterschaltung zur Verfügung.

**[0008]** US 2007 / 0 242 536 A1 liefert eine Schaltung zur Erzeugung eines Referenzpotentials und eine Halbleiterspeichervorrichtung mit derselben.

**[0009]** JP H09- 69 014 A stellt eine Halbleitervorrichtung zur Verfügung. Das Dokument befasst sich mit der Erzielung einer Referenzspannung, die bessere Temperatureigenschaften aufweist und die Leistungsaufnahme durch Verwendung einer erhöhten Spannung in einem Chip als Quellenspannung eines Bandlückengenerators reduziert.

**[0010]** JP S55- 39 412 A beschreibt eine integrierte Schaltung für einen Feldeffekttransistor mit isolierendem Gate und deren Herstellung.

**[0011]** JP 2008- 165 286 A stellt eine Konstantspannungsschaltung und ein damit ausgestattetes Halbleiterbauelement zur Verfügung.

**[0012]** US 2010 / 0 007 417 A1 stellt einen Differenzverstärker mit symmetrischer Schaltungstopologie bereit.

## Zusammenfassung der Erfindung

Die Erfindung stellt eine Halbleitervorrichtung nach Anspruch 1 bereit.

**[0013]** In dem Spannungsregler, der in Patentedokument 1 offenbart ist, verbraucht jedoch eine Schaltung zur Erzeugung einer Bezugsspannung eine Leistung selbst bei einer Operation mit einem sehr geringen Strom, solange ein Strom der Schaltung zur Erzeugung einer Bezugsspannung von einer Leistungsquelle zugeführt wird. Deshalb kann man nicht sagen, dass der Leistungsverbrauch der Signalverarbeitungsschaltung ausreichend verringert wird.

**[0014]** Angesichts des obigen Problems ist es ein Ziel einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, den Leistungsverbrauch einer Signalverarbeitungsschaltung zu verringern. Zusätzlich ist es ein Ziel, den Leistungsverbrauch einer Halbleitervorrichtung, die die Signalverarbeitungsschaltung beinhaltet, zu verringern.

**[0015]** Eine beispielhafte Halbleitervorrichtung beinhaltet eine Schaltung zur Erzeugung einer Bezugsspannung, eine Spannungsteilerschaltung, einen Operationsverstärker, eine Vorspannungsschaltung, die dem Operationsverstärker einen Vorstrom zuführt, eine erste Halteschaltung und eine zweite Halteschaltung. Die erste Halteschaltung ist zwischen der Schaltung zur Erzeugung einer Bezugsspannung und der Vorspannungsschaltung angeschlossen bzw. verbunden. Die zweite Halteschaltung ist zwischen der Spannungsteilerschaltung und einem nichtinvertierenden Eingangs-

anschluss des Operationsverstärkers angeschlossen bzw. verbunden.

**[0016]** Die ersten und zweiten Halteschaltungen beinhalten jeweils einen Schalter und einen Kondensator. Ein Ende des Schalters in der ersten Halteschaltung ist mit der Schaltung zur Erzeugung einer Bezugsspannung verbunden, und das andere Ende des Schalters in der ersten Halteschaltung ist mit der Vorspannungsschaltung und einer eines Paares von Elektroden des Kondensators in der ersten Halteschaltung verbunden. Ein Ende des Schalters in der zweiten Halteschaltung ist mit der Spannungsteilerschaltung verbunden, und das andere Ende des Schalters in der zweiten Halteschaltung ist mit dem Operationsverstärker und einer eines Paares von Elektroden des Kondensators in der zweiten Halteschaltung verbunden. Als jeder Schalter wird ein Transistor mit einem sehr geringen Aus-Zustandsstrom (auch als Leckstrom bzw. Reststrom bezeichnet) verwendet.

**[0017]** Als der Transistor mit einem sehr geringen Aus-Zustandsstrom kann ein Transistor verwendet werden, dessen Kanal in einem Film oder einem Substrat gebildet wird, der bzw. das einen Halbleiter umfasst, der eine breitere Bandlücke als Silizium aufweist. Ein Beispiel für einen Halbleiter, der eine breitere Bandlücke als Silizium aufweist, ist ein Verbindungshalbleiter wie z. B. ein Oxidhalbleiter oder ein Nitridhalbleiter. Beispielsweise kann als der Transistor mit einem sehr geringen Aus-Zustandsstrom ein Transistor verwendet werden, dessen Kanal in einem Oxidhalbleiterfilm gebildet wird.

**[0018]** Es sei angemerkt, dass in dieser Beschreibung und dergleichen ein Aus-Zustandsstrom einen Strom bezeichnet, der zwischen einer Source (Quelle) und einem Drain (Abfluss) fließt, wenn sich ein Transistor in einem Aus-Zustand befindet. Bei einem n-Kanal-Transistor (beispielsweise mit einer Schwellenspannung von zirka 0 V bis 2 V) bezeichnet der Aus-Zustandsstrom einen Strom, der zwischen einer Source und einem Drain fließt, wenn eine negative Spannung zwischen einem Gate und der Source angelegt wird.

**[0019]** Durch Verwendung eines Transistors, dessen Kanal in einem Oxidhalbleiterfilm gebildet wird, als ein Schalter kann die Menge an elektrischen Ladungen, die durch den Schalter lecken, bis zu einem sehr geringen Wert verringert werden, auch wenn der Schalter ausgeschaltet wird, nachdem das Potential eines Knotens, wo der Schalter und ein Kondensator verbunden sind, auf einem konstanten Pegel gehalten worden ist.

**[0020]** Deswegen kann durch Ausschalten des Schalters in der ersten Halteschaltung eine Spannung, die von der Schaltung zur Erzeugung einer

Bezugsspannung ausgegeben wird, bei einem Knoten, wo der Schalter und der Kondensator in der ersten Halteschaltung verbunden sind, gehalten werden. Außerdem kann durch Ausschalten des Schalters in der zweiten Halteschaltung eine Spannung, die von der Spannungsteilerschaltung ausgegeben wird, bei einem Knoten, wo der Schalter und der Kondensator in der zweiten Halteschaltung verbunden sind, gehalten werden.

**[0021]** Folglich ist es unnötig, eine Spannung von der Schaltung zur Erzeugung einer Bezugsspannung an die Vorspannungsschaltung oder den Operationsverstärker ständig auszugeben, so dass die Schaltung zur Erzeugung einer Bezugsspannung nicht stets zu arbeiten braucht. Dies ermöglicht, dass die Zuführung von Leistung zu der Schaltung zur Erzeugung einer Bezugsspannung angehalten wird, und dadurch kann die Leistung, die von der Schaltung zur Erzeugung einer Bezugsspannung verbraucht wird, verringert werden.

**[0022]** Eine beispielhafte Halbleitervorrichtung beinhaltet: eine Schaltung zur Erzeugung einer Bezugsspannung, die zwischen einem ersten Anschluss, dem eine erste Leistungsversorgungsspannung zugeführt wird, und einem zweiten Anschluss, dem eine zweite Leistungsversorgungsspannung zugeführt wird, verbunden ist und eine erste Bezugsspannung und eine zweite Bezugsspannung ausgibt; eine Spannungsteilerschaltung, die zwischen dem ersten Anschluss und dem zweiten Anschluss verbunden ist und eine Bezugsspannung durch Teilen der zweiten Bezugsspannung ausgibt; einen ersten Schalter, der zwischen dem ersten Anschluss und der Schaltung zur Erzeugung einer Bezugsspannung verbunden ist und gemäß einem ersten Signal eingeschaltet oder ausgeschaltet wird; einen Operationsverstärker, dessen nichtinvertierenden Eingangsanschluss die Bezugsspannung von der Spannungsteilerschaltung zugeführt wird und dessen invertierenden Eingangsanschluss eine Ausgangsspannung zugeführt wird; eine Vorspannungsschaltung, die dem Operationsverstärker einen Vorstrom zuführt; eine erste Halteschaltung, die zwischen der Schaltung zur Erzeugung einer Bezugsspannung und der Vorspannungsschaltung verbunden ist und gemäß einem zweiten Signal die erste Bezugsspannung hält; und eine zweite Halteschaltung, die zwischen der Spannungsteilerschaltung und dem nichtinvertierenden Eingangsanschluss des Operationsverstärkers verbunden ist und gemäß dem zweiten Signal die von der Spannungsteilerschaltung ausgegebene Bezugsspannung hält.

**[0023]** Eine beispielhafte Halbleitervorrichtung beinhaltet: eine Schaltung zur Erzeugung einer Bezugsspannung, die zwischen einem ersten Anschluss, dem eine erste Leistungsversorgungsspannung zugeführt wird, und einem zweiten Anschluss, dem

eine zweite Leistungsversorgungsspannung zugeführt wird, verbunden ist und eine erste Bezugsspannung und eine zweite Bezugsspannung ausgibt; eine Spannungsteilerschaltung, die zwischen dem ersten Anschluss und dem zweiten Anschluss verbunden ist und eine Bezugsspannung durch Teilen der zweiten Bezugsspannung ausgibt; einen ersten Schalter, der zwischen dem ersten Anschluss und der Schaltung zur Erzeugung einer Bezugsspannung verbunden ist und gemäß einem ersten Signal eingeschaltet oder ausgeschaltet wird; einen Operationsverstärker, dessen nichtinvertierenden Eingangsanschluss die Bezugsspannung von der Spannungsteilerschaltung zugeführt wird und dessen invertierenden Eingangsanschluss eine Ausgangsspannung zugeführt wird; eine Vorspannungsschaltung, die zwischen dem Operationsverstärker und dem zweiten Anschluss verbunden ist und dem Operationsverstärker einen Vorstrom zuführt; eine erste Halteschaltung, die zwischen der Schaltung zur Erzeugung einer Bezugsspannung und der Vorspannungsschaltung verbunden ist und gemäß einem zweiten Signal die erste Bezugsspannung hält; und eine zweite Halteschaltung, die zwischen der Spannungsteilerschaltung und dem nichtinvertierenden Eingangsanschluss des Operationsverstärkers verbunden ist und gemäß dem zweiten Signal die von der Spannungsteilerschaltung ausgegebene Bezugsspannung hält.

**[0024]** Eine beispielhafte Halbleitervorrichtung beinhaltet: eine Schaltung zur Erzeugung einer Bezugsspannung, die zwischen einem ersten Anschluss, dem eine erste Leistungsversorgungsspannung zugeführt wird, und einem zweiten Anschluss, dem eine zweite Leistungsversorgungsspannung zugeführt wird, verbunden ist und eine Bezugsspannung ausgibt; eine Spannungsteilerschaltung, die zwischen dem ersten Anschluss und dem zweiten Anschluss verbunden ist und eine Bezugsspannung durch Teilen der von der Schaltung zur Erzeugung einer Bezugsspannung ausgegebenen Bezugsspannung ausgibt; einen ersten Schalter, der zwischen dem ersten Anschluss und der Schaltung zur Erzeugung einer Bezugsspannung verbunden ist und gemäß einem ersten Signal eingeschaltet oder ausgeschaltet wird; einen Operationsverstärker, dessen nichtinvertierenden Eingangsanschluss die Bezugsspannung von der Spannungsteilerschaltung zugeführt wird und dessen invertierenden Eingangsanschluss eine Ausgangsspannung zugeführt wird; eine Vorspannungsschaltung, die zwischen dem Operationsverstärker und dem ersten Anschluss verbunden ist und dem Operationsverstärker einen Vorstrom zuführt; eine erste Halteschaltung, die zwischen der Schaltung zur Erzeugung einer Bezugsspannung und der ersten Vorspannungsschaltung verbunden ist und gemäß einem zweiten Signal die erste Bezugsspannung hält; eine zweite Halteschaltung, die zwischen der Schaltung zur Erzeugung einer Bezugsspannung und der zweiten Vorspannungsschaltung verbunden ist und gemäß dem zweiten Signal die zweite Bezugsspannung hält; und eine dritte Halteschaltung, die zwischen der Spannungsteilerschaltung und dem nichtinvertierenden Eingangsanschluss des Operationsverstärkers verbunden ist und gemäß dem zweiten Signal die von der Spannungsteilerschaltung ausgegebene Bezugsspannung hält.

teilerschaltung und dem nichtinvertierenden Eingangsanschluss des Operationsverstärkers verbunden ist und gemäß dem zweiten Signal die von der Spannungsteilerschaltung ausgegebene Bezugsspannung hält.

**[0025]** In jeder der Halbleitervorrichtungen beinhalten die ersten und zweiten Halteschaltungen jeweils einen zweiten Schalter und einen Kondensator. Der zweite Schalter wird gemäß dem zweiten Signal eingeschaltet oder ausgeschaltet. Der zweite Schalter ist ein Transistor, dessen Kanal in einem Oxidhalbleiter gebildet wird.

**[0026]** Eine beispielhafte Halbleitervorrichtung beinhaltet: eine Schaltung zur Erzeugung einer Bezugsspannung, die zwischen einem ersten Anschluss, dem eine erste Leistungsversorgungsspannung zugeführt wird, und einem zweiten Anschluss, dem eine zweite Leistungsversorgungsspannung zugeführt wird, verbunden ist und eine erste Bezugsspannung und eine zweite Bezugsspannung ausgibt; einen ersten Schalter, der zwischen dem ersten Anschluss und der Schaltung zur Erzeugung einer Bezugsspannung verbunden ist und gemäß einem ersten Signal eingeschaltet oder ausgeschaltet wird; eine Spannungsteilerschaltung, die zwischen dem ersten Anschluss und dem zweiten Anschluss verbunden ist und eine Bezugsspannung durch Teilen der zweiten Bezugsspannung ausgibt; einen Operationsverstärker, dessen nichtinvertierenden Eingangsanschluss die Bezugsspannung von der Spannungsteilerschaltung zugeführt wird und dessen invertierenden Eingangsanschluss eine Ausgangsspannung zugeführt wird; eine erste Vorspannungsschaltung, die zwischen dem Operationsverstärker und dem ersten Anschluss verbunden ist und dem Operationsverstärker einen Vorstrom zuführt; eine zweite Vorspannungsschaltung, die zwischen dem Operationsverstärker und dem zweiten Anschluss verbunden ist und dem Operationsverstärker einen Vorstrom zuführt; eine erste Halteschaltung, die zwischen der Schaltung zur Erzeugung einer Bezugsspannung und der ersten Vorspannungsschaltung verbunden ist und gemäß einem zweiten Signal die erste Bezugsspannung hält; eine zweite Halteschaltung, die zwischen der Schaltung zur Erzeugung einer Bezugsspannung und der zweiten Vorspannungsschaltung verbunden ist und gemäß dem zweiten Signal die zweite Bezugsspannung hält; und eine dritte Halteschaltung, die zwischen der Spannungsteilerschaltung und dem nichtinvertierenden Eingangsanschluss des Operationsverstärkers verbunden ist und gemäß dem zweiten Signal die von der Spannungsteilerschaltung ausgegebene Bezugsspannung hält.

**[0027]** In der obigen Halbleitervorrichtung beinhalten die ersten bis dritten Halteschaltungen jeweils einen zweiten Schalter und einen Kondensator. Der

zweite Schalter wird gemäß dem zweiten Signal eingeschaltet oder ausgeschaltet. Der zweite Schalter ist ein Transistor, dessen Kanal in einem Oxidhalbleiter gebildet wird.

**[0028]** In jeder der Halbleitervorrichtungen wird ein Kanal des ersten Schalters in einem Oxidhalbleiter gebildet.

**[0029]** Es sei angemerkt, dass der Oxidhalbleiter, der für die Transistoren verwendet wird, vorzugsweise ein gereinigter Oxidhalbleiter ist, bei dem Fremdstoffe, die als Elektronendonatoren (Donatoren) dienen, wie z. B. Feuchtigkeit oder Wasserstoff, vermindert werden und Sauerstoffleerstellen vermindert werden. Der gereinigte Oxidhalbleiter ist ein i-Typ- (intrinsischer) Halbleiter oder ein im Wesentlichen i-Typ-Halbleiter. Folglich zeichnet sich ein Transistor, der den Oxidhalbleiter enthält, durch einen sehr geringen Aus-Zustandsstrom aus. Außerdem beträgt die Bandlücke des Oxidhalbleiters 2 eV oder mehr, bevorzugt 2,5 eV oder mehr, stärker bevorzugt 3 eV oder mehr. Die Verwendung des Oxidhalbleiterfilms, der infolge einer hinreichenden Verringerung der Konzentration der Fremdstoffe wie z. B. Feuchtigkeit oder Wasserstoff und einer Verminderung von Sauerstoffleerstellen gereinigt ist, ermöglicht einen sehr geringen Aus-Zustandsstrom des Transistors.

**[0030]** Im Besonderen kann ein geringer Aus-Zustandsstrom eines Transistors, bei dem ein gereinigter Oxidhalbleiter für einen Halbleiterfilm verwendet wird, durch verschiedene Versuche nachgewiesen werden. Selbst bei einem Element mit einer Kanalbreite von  $1 \times 10^6 \mu\text{m}$  und einer Kanallänge von  $10 \mu\text{m}$  kann beispielsweise bei einer Spannung (Drain-Spannung) zwischen einem Source-Anschluss und einem Drain-Anschluss im Bereich von 1 V bis 10 V ein Aus-Zustandsstrom weniger als oder gleich der Messgrenze eines Halbleiterparameteranalysators, d. h. weniger als oder gleich  $1 \times 10^{-13} \text{ A}$  sein. In diesem Fall ist festzustellen, dass die Aus-Zustandsstromdichte, die einem Wert entspricht, der durch Teilen des Aus-Zustandsstroms durch die Kanalbreite des Transistors erhalten wird, niedriger als oder gleich  $100 \text{ zA}/\mu\text{m}$  beträgt. Außerdem wurden ein Kondensator und ein Transistor miteinander verbunden, und die Aus-Zustandsstromdichte wurde unter Verwendung einer Schaltung gemessen, bei der elektrische Ladungen, die zu dem Kondensator hin oder von dem Kondensator weg fließen, durch den Transistor gesteuert werden. Bei der Messung wurde für einen Kanalbildungsbereich des Transistors der gereinigte Oxidhalbleiterfilm verwendet, und die Aus-Zustandsstromdichte des Transistors wurde anhand einer Änderung der Menge an elektrischen Ladungen des Kondensators pro Zeiteinheit bestimmt. Als Ergebnis wurde festgestellt, dass bei einer Spannung zwischen dem Source-Anschluss und dem Drain-Anschluss des

Transistors von 3 V eine niedrigere Aus-Zustandsstromdichte von mehreren zehn Yoktoampere pro Mikrometer ( $\text{yA}/\mu\text{m}$ ) erhalten werden kann. Demzufolge kann man sagen, dass ein Transistor, dessen Kanalbildungsbereich in einem gereinigten Oxidhalbleiterfilm gebildet wird, einen viel geringeren Aus-Zustandsstrom als ein Transistor aufweist, der Silizium enthält.

**[0031]** Es kann nach einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung der Leistungsverbrauch einer Signalverarbeitungsschaltung ausreichend verringert werden. Zusätzlich kann der Leistungsverbrauch einer Halbleitervorrichtung, die die Signalverarbeitungsschaltung beinhaltet, ausreichend verringert werden.

#### Figurenliste

**[0032]** Bei den begleitenden Zeichnungen:

**Fig. 1** ist ein Blockdiagramm einer Signalverarbeitungsschaltung;

**Fig. 2** ist ein Blockdiagramm einer Signalverarbeitungsschaltung;

**Fig. 3** ist ein Schaltplan einer Signalverarbeitungsschaltung;

**Fig. 4** ist ein Blockdiagramm einer Signalverarbeitungsschaltung;

**Fig. 5** ist ein Blockdiagramm einer Signalverarbeitungsschaltung;

**Fig. 6** ist ein Schaltplan einer Signalverarbeitungsschaltung;

**Fig. 7** ist ein Blockdiagramm einer Signalverarbeitungsschaltung;

**Fig. 8** ist ein Schaltplan, der einen Teil einer Signalverarbeitungsschaltung zeigt;

**Fig. 9** ist ein Blockdiagramm einer Leistungsversorgungssteuervorrichtung;

**Fig. 10** ist eine Querschnittsansicht, die ein Verfahren zum Herstellen von Transistoren zeigt; und

**Fig. 11** ist ein Schaltplan einer Signalverarbeitungsschaltung.

#### Detaillierte Beschreibung der Erfindung

**[0033]** Nachstehend werden Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung ausführlich anhand der begleitenden Zeichnungen beschrieben. Es sei angemerkt, dass die vorliegende Erfindung nicht auf die folgende Beschreibung beschränkt ist. Es wird leicht von einem Fachmann verstanden werden, dass Formen und Details auf verschiedene Weisen verändert werden können, ohne von dem Schutzbe-

reich und Gedanken der vorliegenden Erfindung abzuweichen. Dementsprechend soll die vorliegende Erfindung nicht als durch die nachstehende Beschreibung der Ausführungsformen beschränkt angesehen werden.

(Ausführungsform 1)

**[0034]** Bei dieser Ausführungsform wird eine Signalverarbeitungsschaltung nach einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung unter Benutzung der **Fig. 1**, **Fig. 2** und **Fig. 3** beschrieben.

**[0035]** **Fig. 1** ist ein Blockdiagramm einer Signalverarbeitungsschaltung. Die Signalverarbeitungsschaltung in **Fig. 1** beinhaltet eine Schaltung 101 zur Erzeugung einer Bezugsspannung, eine Spannungsteilerschaltung 102, einen Schalter 103, einen Operationsverstärker 104, eine Vorspannungsschaltung 105, eine Halteschaltung 106 und eine Halteschaltung 107.

**[0036]** Die Schaltung 101 zur Erzeugung einer Bezugsspannung ist zwischen einem ersten Anschluss, dem eine erste Leistungsversorgungsspannung V1 zugeführt wird, und einem zweiten Anschluss, dem eine zweite Leistungsversorgungsspannung V2 zugeführt wird, verbunden und gibt eine Bezugsspannung Va und eine Bezugsspannung Vb an die Vorspannungsschaltung 105 beziehungsweise die Spannungsteilerschaltung 102 aus. Beispielsweise ist die erste Leistungsversorgungsspannung V1 VDD, und die zweite Leistungsversorgungsspannung V2 ist GND.

**[0037]** Die Spannungsteilerschaltung 102 ist zwischen dem ersten Anschluss und dem zweiten Anschluss verbunden und gibt eine Bezugsspannung Vref durch Teilen der Bezugsspannung Vb an einen nichtinvertierenden Eingangsanschluss des Operationsverstärkers 104 aus.

**[0038]** Der Schalter 103 ist zwischen dem ersten Anschluss und der Schaltung 101 zur Erzeugung einer Bezugsspannung verbunden und wird gemäß einem Steuersignal SEL1 eingeschaltet oder ausgeschaltet. In dem Fall, in dem sich der Schalter 103 in einem Ein-Zustand befindet, wird die erste Leistungsversorgungsspannung V1 der Schaltung 101 zur Erzeugung einer Bezugsspannung von dem ersten Anschluss zugeführt. In dem Fall, in dem sich der Schalter 103 in einem Aus-Zustand befindet, wird die Zuführung der ersten Leistungsversorgungsspannung V1 von dem ersten Anschluss zu der Schaltung 101 zur Erzeugung einer Bezugsspannung angehalten.

**[0039]** Bei dem Operationsverstärker 104 wird die Bezugsspannung Vref in den nichtinvertierenden Eingangsanschluss eingegeben, und eine Aus-

gangsspannung Vout wird von einem Ausgangsanschluss ausgegeben. Zusätzlich wird ein Teil der Ausgangsspannung Vout an einen invertierenden Eingangsanschluss rückgekoppelt.

**[0040]** Die Vorspannungsschaltung 105 ist zwischen dem zweiten Anschluss und dem Operationsverstärker 104 verbunden und führt dem Operationsverstärker 104 einen Vorstrom zu.

**[0041]** Die Halteschaltung 106 ist zwischen der Schaltung 101 zur Erzeugung einer Bezugsspannung und der Vorspannungsschaltung 105 verbunden. Die Halteschaltung 106 beinhaltet einen Schalter 111 und einen Kondensator 112. Ein Ende des Schalters 111 ist mit der Schaltung 101 zur Erzeugung einer Bezugsspannung verbunden, und das andere Ende ist mit der Vorspannungsschaltung 105 und einer eines Paares von Elektroden des Kondensators 112 verbunden. Die andere des Paares von Elektroden des Kondensators 112 ist mit dem zweiten Anschluss verbunden. Hierbei wird ein Anschlusspunkt, wo das andere Ende des Schalters 111, die eine des Paares von Elektroden des Kondensators 112 und die Vorspannungsschaltung 105 verbunden sind, als ein Knoten A bezeichnet.

**[0042]** Der Schalter 111 wird gemäß einem Steuersignal SEL2 eingeschaltet oder ausgeschaltet. In dem Fall, in dem sich der Schalter 111 in einem Ein-Zustand befindet, wird die Bezugsspannung Va, die von der Schaltung 101 zur Erzeugung einer Bezugsspannung ausgegeben wird, der Vorspannungsschaltung 105 zugeführt. In dem Fall, in dem sich der Schalter 111 in einem Aus-Zustand befindet, wird die Bezugsspannung Va, die von der Schaltung 101 zur Erzeugung einer Bezugsspannung ausgegeben wird, bei dem Knoten A gehalten.

**[0043]** Die Halteschaltung 107 ist zwischen der Spannungsteilerschaltung 102 und dem nichtinvertierenden Eingangsanschluss des Operationsverstärkers 104 verbunden. Die Halteschaltung 107 beinhaltet einen Schalter 113 und einen Kondensator 114. Ein Ende des Schalters 113 ist mit der Spannungsteilerschaltung 102 verbunden, und das andere Ende ist mit einer eines Paares von Elektroden des Kondensators 114 und dem nichtinvertierenden Eingangsanschluss des Operationsverstärkers 104 verbunden. Die andere des Paares von Elektroden des Kondensators 114 ist mit dem zweiten Anschluss verbunden. Hierbei wird ein Anschlusspunkt, wo das andere Ende des Schalters 113, die eine des Paares von Elektroden des Kondensators 114 und der nichtinvertierende Eingangsanschluss des Operationsverstärkers 104 verbunden sind, als ein Knoten B bezeichnet.

**[0044]** Der Schalter 113 wird gemäß dem Steuersignal SEL2 eingeschaltet oder ausgeschaltet. In dem

Fall, in dem sich der Schalter 113 in einem Ein-Zustand befindet, wird die Bezugsspannung  $V_{ref}$ , die von der Spannungsteilerschaltung 102 ausgegeben wird, dem nichtinvertierenden Eingangsanschluss des Operationsverstärkers 104 zugeführt. In dem Fall, in dem sich der Schalter 113 in einem Aus-Zustand befindet, wird die Bezugsspannung  $V_{ref}$ , die von der Spannungsteilerschaltung 102 ausgegeben wird, bei dem Knoten B gehalten.

**[0045]** Fig. 2 zeigt Beispiele für den Schalter 103, die Vorspannungsschaltung 105, die Halteschaltung 106 und die Halteschaltung 107 in der Signalverarbeitungsschaltung, die in Fig. 1 gezeigt ist.

**[0046]** Als der Schalter 103 wird beispielsweise ein Transistor 115 verwendet, der gemäß dem Steuersignal SEL1 eingeschaltet oder ausgeschaltet wird.

**[0047]** Als die Vorspannungsschaltung 105 wird beispielsweise ein Transistor 116 verwendet, der gemäß der Bezugsspannung  $V_a$ , die von der Schaltung 101 zur Erzeugung einer Bezugsspannung ausgegeben wird, eingeschaltet oder ausgeschaltet wird. Der Transistor 116 wird eingeschaltet, wenn die Spannung des Knotens A höher als oder gleich der Schwellenspannung des Transistors 116 ist. In diesem Fall wird der Vorstrom dem Operationsverstärker 104 zugeführt. Der Transistor 116 wird ausgeschaltet, wenn die Spannung des Knotens A niedriger als die Schwellenspannung des Transistors 116 ist. In diesem Fall wird die Zuführung des Vorstroms zu dem Operationsverstärker 104 angehalten. Es sei angemerkt, dass in Fig. 2 der Transistor 116 ein n-Kanal-Transistor ist.

**[0048]** Als der Schalter 111 in der Halteschaltung 106 wird beispielsweise ein Transistor 117 verwendet, der gemäß dem Steuersignal SEL2 eingeschaltet oder ausgeschaltet wird. Hierbei wird als der Transistor 117 ein Transistor mit einem sehr geringen Aus-Zustandsstrom verwendet.

**[0049]** Als der Schalter 113 in der Halteschaltung 107 wird beispielsweise ein Transistor 118 verwendet, der gemäß dem Steuersignal SEL2 eingeschaltet oder ausgeschaltet wird. Hierbei wird als der Transistor 118 ein Transistor mit einem sehr geringen Aus-Zustandsstrom verwendet.

**[0050]** Als der Transistor mit einem sehr geringen Aus-Zustandsstrom kann ein Transistor verwendet werden, dessen Kanal in einem Film oder einem Substrat gebildet wird, der bzw. das einen Halbleiter umfasst, der eine breitere Bandlücke als Silizium aufweist. Ein Beispiel für einen Halbleiter, der eine breitere Bandlücke als Silizium aufweist, ist ein Verbindungshalbleiter wie z. B. ein Oxidhalbleiter oder ein Nitridhalbleiter. Beispielsweise kann als der Transistor mit einem sehr geringen Aus-Zustandsstrom ein

Transistor verwendet werden, dessen Kanal in einem Oxidhalbleiterfilm gebildet wird.

**[0051]** Wenn als der Schalter 111 in der Halteschaltung 106 der Transistor 117 mit einem sehr geringen Aus-Zustandsstrom verwendet wird und sich der Transistor 117 in einem Aus-Zustand befindet, kann die Spannung der einen des Paares von Elektroden des Kondensators 112 lange Zeit gehalten werden. Mit anderen Worten: in dem Fall, in dem sich der Schalter 111 in einem Aus-Zustand befindet, kann die Spannung des Knotens A in der Halteschaltung 106 lange Zeit gehalten werden.

**[0052]** Wenn als der Schalter 113 in der Halteschaltung 107 der Transistor 118 mit einem sehr geringen Aus-Zustandsstrom verwendet wird und sich der Transistor 118 in einem Aus-Zustand befindet, kann die Spannung der einen des Paares von Elektroden des Kondensators 114 lange Zeit gehalten werden. Mit anderen Worten: in dem Fall, in dem sich der Schalter 113 in einem Aus-Zustand befindet, kann die Spannung des Knotens B in der Halteschaltung 107 lange Zeit gehalten werden.

**[0053]** Als nächstes wird eine Operation der Signalverarbeitungsschaltung in Fig. 2 beschrieben.

**[0054]** Zuerst wird das Steuersignal SEL1 in den Transistor 115 eingegeben, um den Transistor 115 einzuschalten, wodurch die erste Leistungsversorgungsspannung  $V_1$  der Schaltung 101 zur Erzeugung einer Bezugsspannung von dem ersten Anschluss zugeführt wird. In dem Fall, in dem der Transistor 115 ein n-Kanal-Transistor ist, kann ein Hochpegelpotential als das Steuersignal SEL1 eingegeben werden. In dem Fall, in dem der Transistor 115 ein p-Kanal-Transistor ist, kann ein Niedrigpegelpotential als das Steuersignal SEL1 eingegeben werden. Es sei angemerkt, dass nachstehend der Fall, in dem der Transistor 115, der Transistor 117 und der Transistor 118 n-Kanal-Transistoren sind, beschrieben wird. Die Schaltung 101 zur Erzeugung einer Bezugsspannung arbeitet mit der ihr zugeführten ersten Leistungsversorgungsspannung  $V_1$ , und gibt die Bezugsspannung  $V_b$  und die Bezugsspannung  $V_a$  an die Spannungsteilerschaltung 102 beziehungsweise die Halteschaltung 106 aus.

**[0055]** Die Spannungsteilerschaltung 102 gibt die Bezugsspannung  $V_{ref}$ , die durch Teilen der Bezugsspannung  $V_b$  erhalten wird, an die Halteschaltung 107 aus.

**[0056]** Das Steuersignal SEL2 wird auf einen hohen Pegel eingestellt, um den Transistor 117 und den Transistor 118 einzuschalten. Wenn der Transistor 117 eingeschaltet wird, wird die Bezugsspannung  $V_a$ , die von der Schaltung 101 zur Erzeugung einer Bezugsspannung ausgegeben wird, dem Transistor

116 zugeführt. Dadurch wird der Transistor 116 eingeschaltet, so dass die zweite Leistungsversorgungsspannung V2 dem Operationsverstärker 104 von dem zweiten Anschluss zugeführt wird. Zusätzlich wird dann, wenn der Transistor 118 eingeschaltet wird, die Bezugsspannung Vref, die von der Spannungsteilerschaltung 102 ausgegeben wird, an den nichtinvertierenden Eingangsanschluss des Operationsverstärkers 104 ausgegeben. Dadurch arbeitet der Operationsverstärker 104; die Ausgangsspannung Vout wird von dem Ausgangsanschluss des Operationsverstärkers 104 ausgegeben, und ein Teil der Ausgangsspannung Vout wird an dessen invertierenden Eingangsanschluss ausgegeben.

**[0057]** Nachdem die Signalverarbeitungsschaltung in **Fig. 2** einen stabilen Zustand (den Zustand, in dem die Bezugsspannung Va der Vorspannungsschaltung 105 normal zugeführt wird und die Bezugsspannung Vref dem nichtinvertierenden Eingangsanschluss des Operationsverstärkers 104 normal zugeführt wird) erreicht hat, wird das Steuersignal SEL2 auf einen niedrigen Pegel eingestellt, um den Transistor 117 und den Transistor 118 auszuschalten. Da der Transistor 117 und der Transistor 118 Transistoren mit einem sehr geringen Aus-Zustandsstrom sind, können die Spannung des Knotens A (Bezugsspannung Va) und die Spannung des Knotens B (Bezugsspannung Vref) lange Zeit gehalten werden.

**[0058]** Als nächstes wird das Steuersignal SEL1 auf einen niedrigen Pegel eingestellt, um den Transistor 115 auszuschalten. Dadurch wird die Zuführung der ersten Leistungsversorgungsspannung V1 von dem ersten Anschluss zu der Schaltung 101 zur Erzeugung einer Bezugsspannung angehalten. Da die erste Leistungsversorgungsspannung V1 der Schaltung 101 zur Erzeugung einer Bezugsspannung nicht zugeführt wird, wird die Operation der Schaltung 101 zur Erzeugung einer Bezugsspannung angehalten.

**[0059]** In der Signalverarbeitungsschaltung in **Fig. 2** wird der Transistor 117 mit einem sehr geringen Aus-Zustandsstrom in der Halteschaltung 106 verwendet. Deswegen kann durch Ausschalten des Transistors 117 die Spannung des Knotens A (Bezugsspannung Va) lange Zeit gehalten werden. Folglich kann dann, auch wenn die Operation der Schaltung 101 zur Erzeugung einer Bezugsspannung angehalten wird, die Bezugsspannung Va dem Transistor 116 weiterhin zugeführt werden. Ähnlicherweise wird der Transistor 118 mit einem sehr geringen Aus-Zustandsstrom in der Halteschaltung 107 verwendet. Deswegen kann durch Ausschalten des Transistors 118 die Spannung des Knotens B (Bezugsspannung Vref) lange Zeit gehalten werden. Folglich kann dann, auch wenn die Operation der Schaltung 101 zur Erzeugung einer Bezugsspannung angehalten

wird, die Bezugsspannung Vref dem nichtinvertierenden Eingangsanschluss des Operationsverstärkers 104 weiterhin zugeführt werden.

**[0060]** Zum Beispiel beträgt in dem Fall, in dem ein Transistor, der Silizium enthält, als der Schalter 111 verwendet wird, sein Aus-Zustandsstrom 1 pA. Wenn die Kapazität des Kondensators 112 beispielsweise 1 pF ist, kann der Knoten A die Bezugsspannung Va mit einem Änderungsbetrag von weniger als 1 mV nur 1 Millisekunde lang halten. Infolgedessen wird dann, wenn die Operation der Schaltung 101 zur Erzeugung einer Bezugsspannung angehalten wird, auch die Operation der Vorspannungsschaltung 105 angehalten. Deswegen kann die Operation der Schaltung 101 zur Erzeugung einer Bezugsspannung nicht angehalten werden, auch wenn die Signalverarbeitungsschaltung einen stabilen Zustand erreicht.

**[0061]** Jedoch wird bei einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung der Transistor 117, der einen Oxidhalbleiter enthält, als der Schalter 111 verwendet, wodurch sein Aus-Zustandsstrom 100 yA sein kann. Wenn die Kapazität des Kondensators 112 beispielsweise 1 pF ist, kann der Knoten A die Bezugsspannung Va mit einem Änderungsbetrag von weniger als 1 mV  $10^7$  Sekunden (zirka 115 Tage) lang halten.

**[0062]** Ähnlicherweise wird der Transistor 118, der einen Oxidhalbleiter enthält, als der Schalter 113 verwendet, wodurch sein Aus-Zustandsstrom 100 yA sein kann. Wenn die Kapazität des Kondensators 114 beispielsweise 1 pF ist, kann der Knoten B die Bezugsspannung Vref mit einem Änderungsbetrag von weniger als 1 mV  $10^7$  Sekunden (zirka 115 Tage) lang halten.

**[0063]** Die Operation der Schaltung 101 zur Erzeugung einer Bezugsspannung kann folglich  $10^7$  Sekunden (zirka 115 Tage) lang angehalten werden. Bevor  $10^7$  Sekunden (zirka 115 Tage) vergehen, kann die Schaltung 101 zur Erzeugung einer Bezugsspannung arbeiten und können, durch Einschalten des Schalters 103 und Zuführen der ersten Leistungsversorgungsspannung V1 zu der Schaltung 101 zur Erzeugung einer Bezugsspannung, die Bezugsspannung Va und die Bezugsspannung Vref an die Halteschaltung 106 beziehungsweise die Halteschaltung 107 ausgegeben werden.

**[0064]** Bei einer herkömmlichen Schaltung zur Erzeugung einer Bezugsspannung ist es erforderlich, dass eine Leistungsversorgungsspannung stets zugeführt wird, solange die Schaltung zur Erzeugung einer Bezugsspannung eine Spannung ausgibt. Deswegen wird bei der herkömmlichen Schaltung zur Erzeugung einer Bezugsspannung stets Leistung verbraucht.



**[0065]** Dagegen wird bei einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ein Transistor, dessen Kanal in einem Oxidhalbleiterfilm gebildet wird, als jeder der Schalter 111 und 113 verwendet. Zum Beispiel kann die Menge an elektrischen Ladungen, die durch den Schalter 113 lecken, bis zu einem sehr geringen Wert verringert werden, auch wenn der Schalter 113 ausgeschaltet wird, nachdem das Potential des Knotens B, wo der Schalter 113 und der Kondensator 114 verbunden sind, auf einem konstanten Pegel gehalten worden ist.

**[0066]** Deswegen kann durch Ausschalten des Schalters 111 in der Halteschaltung 106 die Spannung, die von der Schaltung 101 zur Erzeugung einer Bezugsspannung ausgegeben wird, bei dem Knoten A, wo der Schalter 111 und der Kondensator 112 verbunden sind, gehalten werden. Außerdem kann durch Ausschalten des Schalters 113 in der Halteschaltung 107 die Spannung, die von der Spannungsteilerschaltung 102 ausgegeben wird, bei dem Knoten B, wo der Schalter 113 und der Kondensator 114 verbunden sind, gehalten werden.

**[0067]** Folglich ist es unnötig, eine Spannung von der Schaltung 101 zur Erzeugung einer Bezugsspannung an die Vorspannungsschaltung 105 oder den Operationsverstärker 104 ständig auszugeben, so dass die Schaltung 101 zur Erzeugung einer Bezugsspannung nicht stets zu arbeiten braucht. Dies ermöglicht, dass durch Ausschalten des Schalters 103 die Zuführung von Leistung zu der Schaltung 101 zur Erzeugung einer Bezugsspannung angehalten wird, und dadurch kann die Leistung, die bei der Schaltung 101 zur Erzeugung einer Bezugsspannung verbraucht wird, verringert werden.

**[0068]** Bei dieser Ausführungsform ist zwar der Fall beschrieben worden, in dem der Schalter 111 und der Schalter 113 jeweils ein Transistor sind, der einen Oxidhalbleiter enthält, aber der Schalter 103 kann ein Transistor sein, der einen Oxidhalbleiter enthält.

**[0069]** Ferner können der Schalter 103, der Schalter 111 und der Schalter 113 jeweils ein Transistor mit zwei Gates sein, die über und unter einer Oxidhalbleiterschicht vorgesehen sind. Im Fall des Schalters 103 kann das Steuersignal SEL1 in ein Gate eingegeben werden, und ein anderes Steuersignal kann in das andere Gate eingegeben werden. Im Fall des Schalters 111 und des Schalters 113 kann das Steuersignal SEL2 in ein Gate eingegeben werden, und ein anderes Steuersignal kann in das andere Gate eingegeben werden. Das andere Steuersignal kann ein Signal mit einem festen Potential sein. Das feste Potential kann ein niedriges Leistungsversorgungspotential oder ein hohes Leistungsversorgungspotential sein. Es sei angemerkt, dass die zwei Gates elektrisch miteinander verbunden sein können und ein Steuersignal in die zwei Gates ein-

gegeben werden kann. Mittels eines Signals, das in das andere Gate eingegeben wird, kann die Schwellenspannung des Transistors oder dergleichen gesteuert werden. Außerdem kann der Aus-Zustandsstrom des Transistors weiter verringert werden.

**[0070]** Bei dieser Ausführungsform ist zwar der Fall beschrieben worden, in dem das Steuersignal SEL1 und das Steuersignal SEL2 unterschiedliche Signale sind, aber das Steuersignal SEL1 und das Steuersignal SEL2 können das gleiche Signal sein.

**[0071]** In dem Fall, in dem die Schaltung 101 zur Erzeugung einer Bezugsspannung, die Spannungsteilerschaltung 102 und der Operationsverstärker 104 Transistoren beinhalten, können die Transistoren jeweils ein Transistor sein, dessen Kanal in einer Schicht oder einem Substrat, die bzw. das einen anderen Halbleiter als einem Oxidhalbleiter umfasst, gebildet wird. Zum Beispiel können die Transistoren jeweils ein Transistor sein, dessen Kanal in einer Siliziumschicht oder einem Siliziumsubstrat gebildet wird.

**[0072]** Fig. 3 zeigt ausführlicher die Signalverarbeitungsschaltung in Fig. 1.

**[0073]** Die Schaltung 101 zur Erzeugung einer Bezugsspannung beinhaltet Transistoren 131 bis 134 und einen Widerstand 135. Die Transistoren 131 und 132 sind p-Kanal-Transistoren, und die Transistoren 133 und 134 sind n-Kanal-Transistoren. Ein Knoten a ist mit einer Source oder einem Drain des Transistors 115 in der Halteschaltung 106 verbunden, und ein Knoten b ist mit einem Gate eines Transistors 136 in der Spannungsteilerschaltung 102 verbunden. Die Bezugsspannung  $V_a$  ist eine Spannung des Knotens a, und die Bezugsspannung  $V_b$  ist eine Spannung des Knotens b.

**[0074]** Die Spannungsteilerschaltung 102 beinhaltet den Transistor 136 und einen Widerstand 137. Der Transistor 136 ist ein p-Kanal-Transistor. Eine Source oder ein Drain des Transistors 136 ist mit einer Source oder einem Drain des Transistors 118 in der Halteschaltung 107 verbunden.

**[0075]** Der Operationsverstärker 104 beinhaltet Transistoren 138 bis 141, einen Transistor 143 und einen Kondensator 144. Der Transistor 138, der Transistor 139 und der Transistor 143 sind p-Kanal-Transistoren, und der Transistor 138 und der Transistor 139 bilden eine Stromspiegelschaltung. Der Transistor 140 und der Transistor 141 sind n-Kanal-Transistoren und bilden eine Differenzschaltung. Der Transistor 143 und der Kondensator 144 bilden eine Pufferschaltung.

**[0076]** Bei dieser Ausführungsform wird zwar ein Beispiel beschrieben, in dem eine Signalverarbeitungsschaltung einen Operationsverstärker beinhaltet, aber die Signalverarbeitungsschaltung kann einen Komparator statt des Operationsverstärkers beinhalten.

**[0077]** Die Vorspannungsschaltung 105 beinhaltet den Transistor 116 und einen Transistor 142. Der Transistor 116 und der Transistor 142 sind n-Kanal-Transistoren.

**[0078]** In der Signalverarbeitungsschaltung, die bei dieser Ausführungsform beschrieben worden ist, ist die Halteschaltung 106 zwischen der Schaltung 101 zur Erzeugung einer Bezugsspannung und der Vorspannungsschaltung 105 verbunden, somit kann die Bezugsspannung  $V_a$ , die von der Schaltung 101 zur Erzeugung einer Bezugsspannung ausgegeben wird, in der Halteschaltung 106 gehalten werden. Ferner ist die Halteschaltung 107 zwischen der Spannungsteilerschaltung 102 und dem Operationsverstärker 104 verbunden, somit kann die Bezugsspannung  $V_{ref}$ , die von der Spannungsteilerschaltung 102 ausgegeben wird, in der Halteschaltung 107 gehalten werden. Dadurch kann, während die Bezugsspannung  $V_a$  und die Bezugsspannung  $V_{ref}$  in der Halteschaltung 106 beziehungsweise der Halteschaltung 107 gehalten sind, die Operation der Schaltung 101 zur Erzeugung einer Bezugsspannung angehalten werden. Daher kann die Leistung, die bei der Schaltung 101 zur Erzeugung einer Bezugsspannung verbraucht wird, verringert werden. Folglich kann die Leistung, die bei der Signalverarbeitungsschaltung verbraucht wird, verringert werden.

**[0079]** Die Signalverarbeitungsschaltung, die bei dieser Ausführungsform beschrieben worden ist, kann beispielsweise für einen Wechselstrom (AC)-Gleichstrom (DC)-Wandler, einen Sensor oder dergleichen verwendet werden. Die Signalverarbeitungsschaltung, die bei dieser Ausführungsform beschrieben worden ist, wird besonders effektiv in einer Schaltung verwendet, bei der eine analoge Schaltung wie z. B. ein Operationsverstärker oder ein Komparator verwendet wird und bei der es nötig ist, eine feste Spannung oder ein Signal ständig auszugeben.

**[0080]** Diese Ausführungsform kann mit einer der anderen Ausführungsformen soweit angemessen kombiniert werden.

(Ausführungsform 2)

**[0081]** Bei dieser Ausführungsform wird eine andere Ausführungsform einer Signalverarbeitungsschaltung nach einer Ausführungsform der vorliegenden

Erfindung unter Benutzung der **Fig. 4**, **Fig. 5** und **Fig. 6** beschrieben.

**[0082]** **Fig. 4** ist ein Blockdiagramm einer Signalverarbeitungsschaltung. Die Signalverarbeitungsschaltung in **Fig. 4** beinhaltet die Schaltung 101 zur Erzeugung einer Bezugsspannung, die Spannungsteilerschaltung 102, den Schalter 103, den Operationsverstärker 104, die Halteschaltung 107, eine Vorspannungsschaltung 109 und eine Halteschaltung 108.

**[0083]** Die Schaltung 101 zur Erzeugung einer Bezugsspannung ist zwischen dem ersten Anschluss, dem die erste Leistungsversorgungsspannung  $V_1$  zugeführt wird, und dem zweiten Anschluss, dem die zweite Leistungsversorgungsspannung  $V_2$  zugeführt wird, verbunden und gibt die Bezugsspannung  $V_b$  an die Vorspannungsschaltung 109 und die Spannungsteilerschaltung 102 aus. Beispielsweise ist die erste Leistungsversorgungsspannung  $V_1$  VDD, und die zweite Leistungsversorgungsspannung  $V_2$  ist GND.

**[0084]** Die Spannungsteilerschaltung 102 ist zwischen dem ersten Anschluss und dem zweiten Anschluss verbunden und gibt die Bezugsspannung  $V_{ref}$  durch Teilen der Bezugsspannung  $V_b$  an den nichtinvertierenden Eingangsanschluss des Operationsverstärkers 104 aus.

**[0085]** Der Schalter 103 ist zwischen dem ersten Anschluss und der Schaltung 101 zur Erzeugung einer Bezugsspannung verbunden und wird gemäß dem Steuersignal SEL1 eingeschaltet oder ausgeschaltet. In dem Fall, in dem sich der Schalter 103 in einem Ein-Zustand befindet, wird die erste Leistungsversorgungsspannung  $V_1$  der Schaltung 101 zur Erzeugung einer Bezugsspannung von dem ersten Anschluss zugeführt. In dem Fall, in dem sich der Schalter 103 in einem Aus-Zustand befindet, wird die Zuführung der ersten Leistungsversorgungsspannung  $V_1$  von dem ersten Anschluss zu der Schaltung 101 zur Erzeugung einer Bezugsspannung angehalten.

**[0086]** Bei dem Operationsverstärker 104 wird die Bezugsspannung  $V_{ref}$  in den nichtinvertierenden Eingangsanschluss eingegeben, und die Ausgangsspannung  $V_{out}$  wird von dem Ausgangsanschluss ausgegeben. Zusätzlich wird ein Teil der Ausgangsspannung  $V_{out}$  an den invertierenden Eingangsanschluss rückgekoppelt.

**[0087]** Die Vorspannungsschaltung 109 ist zwischen dem ersten Anschluss und dem Operationsverstärker 104 verbunden und führt dem Operationsverstärker 104 einen Vorstrom zu.

**[0088]** Die Halteschaltung 108 ist zwischen der Schaltung 101 zur Erzeugung einer Bezugsspannung und der Vorspannungsschaltung 109 verbunden. Die Halteschaltung 108 beinhaltet einen Schalter 119 und einen Kondensator 120. Ein Ende des Schalters 119 ist mit der Schaltung 101 zur Erzeugung einer Bezugsspannung verbunden, und das andere Ende ist mit der Vorspannungsschaltung 109 und einer eines Paares von Elektroden des Kondensators 120 verbunden. Die andere des Paares von Elektroden des Kondensators 120 ist mit dem ersten Anschluss verbunden. Hierbei wird ein Anschlusspunkt, wo das andere Ende des Schalters 119, die eine des Paares von Elektroden des Kondensators 120 und die Vorspannungsschaltung 109 verbunden sind, als ein Knoten C bezeichnet.

**[0089]** Der Schalter 119 wird gemäß dem Steuersignal SEL2 eingeschaltet oder ausgeschaltet. In dem Fall, in dem sich der Schalter 119 in einem Ein-Zustand befindet, wird die Bezugsspannung  $V_b$ , die von der Schaltung 101 zur Erzeugung einer Bezugsspannung ausgegeben wird, der Vorspannungsschaltung 109 zugeführt. In dem Fall, in dem sich der Schalter 119 in einem Aus-Zustand befindet, wird die Bezugsspannung  $V_b$ , die von der Schaltung 101 zur Erzeugung einer Bezugsspannung ausgegeben wird, bei dem Knoten C gehalten.

**[0090]** Die Struktur der Halteschaltung 107 ist der bei der Ausführungsform 1 ähnlich, und ihre ausführliche Beschreibung wird deshalb weggelassen.

**[0091]** Fig. 5 zeigt Beispiele für die Vorspannungsschaltung 109 und die Halteschaltung 108 in der Signalverarbeitungsschaltung, die in Fig. 4 gezeigt ist.

**[0092]** Als die Vorspannungsschaltung 109 wird beispielsweise ein Transistor 121 verwendet, der gemäß der Bezugsspannung  $V_b$ , die von der Schaltung 101 zur Erzeugung einer Bezugsspannung ausgegeben wird, eingeschaltet oder ausgeschaltet wird. Der Transistor 121 wird eingeschaltet, wenn die Spannung des Knotens C höher als oder gleich der Schwellenspannung des Transistors 121 ist. In diesem Fall wird der Vorstrom dem Operationsverstärker 104 zugeführt. Der Transistor 121 wird ausgeschaltet, wenn die Spannung des Knotens C niedriger als die Schwellenspannung des Transistors 121 ist. In diesem Fall wird die Zuführung des Vorstroms zu dem Operationsverstärker 104 angehalten. Es sei angemerkt, dass in Fig. 5 der Transistor 121 ein p-Kanal-Transistor ist.

**[0093]** Als der Schalter 119 in der Halteschaltung 108 wird beispielsweise ein Transistor 122 verwendet, der gemäß dem Steuersignal SEL2 eingeschaltet oder ausgeschaltet wird. Hierbei wird als der Transistor 122 ein Transistor mit einem sehr geringen Aus-Zustandsstrom verwendet. Es sei angemerkt,

dass als der Transistor mit einem sehr geringen Aus-Zustandsstrom ein Transistor verwendet werden kann, der dem Transistor 118 in Fig. 2 ähnlich ist.

**[0094]** Wenn als der Schalter 119 in der Halteschaltung 108 der Transistor 122 mit einem sehr geringen Aus-Zustandsstrom verwendet wird und sich der Transistor 122 in einem Aus-Zustand befindet, kann die Spannung der einen des Paares von Elektroden des Kondensators 120 lange Zeit gehalten werden. Mit anderen Worten: in dem Fall, in dem sich der Schalter 119 in einem Aus-Zustand befindet, kann die Spannung des Knotens C in der Halteschaltung 108 lange Zeit gehalten werden.

**[0095]** Als nächstes wird eine Operation der Signalverarbeitungsschaltung in Fig. 5 beschrieben.

**[0096]** Zuerst wird das Steuersignal SEL1 in den Transistor 115 eingegeben, um den Transistor 115 einzuschalten, wodurch die erste Leistungsversorgungsspannung  $V_1$  der Schaltung 101 zur Erzeugung einer Bezugsspannung von dem ersten Anschluss zugeführt wird. In dem Fall, in dem der Transistor 115 ein n-Kanal-Transistor ist, kann ein Hochpegelpotential als das Steuersignal SEL1 eingegeben werden. In dem Fall, in dem der Transistor 115 ein p-Kanal-Transistor ist, kann ein Niedrigpegelpotential als das Steuersignal SEL1 eingegeben werden. Es sei angemerkt, dass nachstehend der Transistor 115, der Transistor 118 und der Transistor 122 als n-Kanal-Transistoren beschrieben werden. Die Schaltung 101 zur Erzeugung einer Bezugsspannung arbeitet mit der ihr zugeführten ersten Leistungsversorgungsspannung  $V_1$ , und gibt die Bezugsspannung  $V_b$  an die Halteschaltung 108 und die Spannungsteilerschaltung 102 aus.

**[0097]** Die Spannungsteilerschaltung 102 gibt die Bezugsspannung  $V_{ref}$ , die durch Teilen der Bezugsspannung  $V_b$  erhalten wird, an die Halteschaltung 107 aus.

**[0098]** Das Steuersignal SEL2 wird auf einen hohen Pegel eingestellt, um den Transistor 118 und den Transistor 122 einzuschalten. Wenn der Transistor 122 eingeschaltet wird, wird die Bezugsspannung  $V_b$ , die von der Schaltung 101 zur Erzeugung einer Bezugsspannung ausgegeben wird, dem Transistor 121 zugeführt. Dadurch wird der Transistor 121 eingeschaltet, so dass die erste Leistungsversorgungsspannung  $V_1$  dem Operationsverstärker 104 von dem ersten Anschluss zugeführt wird. Zusätzlich wird dann, wenn der Transistor 118 eingeschaltet wird, die Bezugsspannung  $V_{ref}$ , die von der Spannungsteilerschaltung 102 ausgegeben wird, an den nichtinvertierenden Eingangsanschluss des Operationsverstärkers 104 ausgegeben. Dadurch arbeitet der Operationsverstärker 104; die Ausgangsspannung  $V_{out}$  wird von dem Ausgangsanschluss des

Operationsverstärkers 104 ausgegeben, und ein Teil der Ausgangsspannung  $V_{out}$  wird an dessen invertierenden Eingangsanschluss ausgegeben.

**[0099]** Nachdem die Signalverarbeitungsschaltung in **Fig. 5** einen stabilen Zustand (den Zustand, in dem die Bezugsspannung  $V_b$  dem Transistor 121 normal zugeführt wird und die Bezugsspannung  $V_{ref}$  dem nichtinvertierenden Eingangsanschluss des Operationsverstärkers 104 normal zugeführt wird) erreicht hat, wird das Steuersignal SEL2 auf einen niedrigen Pegel eingestellt, um den Transistor 118 und den Transistor 122 auszuschalten. Da der Transistor 118 und der Transistor 122 Transistoren mit einem sehr geringen Aus-Zustandsstrom sind, können die Spannung des Knotens B (Bezugsspannung  $V_{ref}$ ) und die Spannung des Knotens C (Bezugsspannung  $V_b$ ) lange Zeit gehalten werden.

**[0100]** Als nächstes wird das Steuersignal SEL1 auf einen niedrigen Pegel eingestellt, um den Transistor 115 auszuschalten. Dadurch wird die Zuführung der ersten Leistungsversorgungsspannung  $V_1$  von dem ersten Anschluss zu der Schaltung 101 zur Erzeugung einer Bezugsspannung angehalten. Da die erste Leistungsversorgungsspannung  $V_1$  der Schaltung 101 zur Erzeugung einer Bezugsspannung nicht zugeführt wird, wird die Operation der Schaltung 101 zur Erzeugung einer Bezugsspannung angehalten.

**[0101]** In der Signalverarbeitungsschaltung in **Fig. 5** wird der Transistor 122 mit einem sehr geringen Aus-Zustandsstrom in der Halteschaltung 108 verwendet. Deswegen kann durch Ausschalten des Transistors 122 die Spannung des Knotens C (Bezugsspannung  $V_b$ ) lange Zeit gehalten werden. Folglich kann dann, auch wenn die Operation der Schaltung 101 zur Erzeugung einer Bezugsspannung angehalten wird, die Bezugsspannung  $V_b$  dem Transistor 121 weiterhin zugeführt werden. Ähnlicherweise wird der Transistor 118 mit einem sehr geringen Aus-Zustandsstrom in der Halteschaltung 107 verwendet. Deswegen kann durch Ausschalten des Transistors 118 die Spannung des Knotens B (Bezugsspannung  $V_{ref}$ ) lange Zeit gehalten werden. Folglich kann dann, auch wenn die Operation der Schaltung 101 zur Erzeugung einer Bezugsspannung angehalten wird, die Bezugsspannung  $V_{ref}$  dem nichtinvertierenden Eingangsanschluss des Operationsverstärkers 104 weiterhin zugeführt werden.

**[0102]** Bei einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird der Transistor 122, der einen Oxidhalbleiter enthält, als der Schalter 119 verwendet, wodurch sein Aus-Zustandsstrom 100  $\mu A$  sein kann. Wenn die Kapazität des Kondensators 120 beispielsweise 1 pF ist, kann der Knoten C die Bezugsspannung  $V_b$   $10^7$  Sekunden (zirka 115 Tage) lang halten.

**[0103]** Ähnlicherweise wird der Transistor 118, der einen Oxidhalbleiter enthält, als der Schalter 113 verwendet, wodurch sein Aus-Zustandsstrom 100  $\mu A$  sein kann. Wenn die Kapazität des Kondensators 114 beispielsweise 1 pF ist, kann der Knoten B die Bezugsspannung  $V_{ref}$   $10^7$  Sekunden (zirka 115 Tage) lang halten.

**[0104]** Die Operation der Schaltung 101 zur Erzeugung einer Bezugsspannung kann folglich  $10^7$  Sekunden (zirka 115 Tage) lang angehalten werden. Bevor  $10^7$  Sekunden (zirka 115 Tage) vergehen, kann die Schaltung 101 zur Erzeugung einer Bezugsspannung arbeiten und können, durch Einschalten des Transistors 115 und Zuführen der ersten Leistungsversorgungsspannung  $V_1$  zu der Schaltung 101 zur Erzeugung einer Bezugsspannung, die Bezugsspannung  $V_b$  und die Bezugsspannung  $V_{ref}$  an die Halteschaltung 108 beziehungsweise die Halteschaltung 107 ausgegeben werden.

**[0105]** Bei einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird ein Transistor, dessen Kanal in einem Oxidhalbleiterfilm gebildet wird, als jeder der Schalter 113 und 119 verwendet. Zum Beispiel kann die Menge an elektrischen Ladungen, die durch den Schalter 113 lecken, bis zu einem sehr geringen Wert verringert werden, auch wenn der Schalter 113 ausgeschaltet wird, nachdem das Potential des Knotens B, wo der Schalter 113 und der Kondensator 114 verbunden sind, auf einem konstanten Pegel gehalten worden ist.

**[0106]** Deswegen kann durch Ausschalten des Schalters 119 in der Halteschaltung 108 die Spannung, die von der Schaltung 101 zur Erzeugung einer Bezugsspannung ausgegeben wird, bei dem Knoten C, wo der Schalter 119 und der Kondensator 120 verbunden sind, gehalten werden. Außerdem kann durch Ausschalten des Schalters 113 in der Halteschaltung 107 die Spannung, die von der Spannungsteilerschaltung 102 ausgegeben wird, bei dem Knoten B, wo der Schalter 113 und der Kondensator 114 verbunden sind, gehalten werden.

**[0107]** Folglich ist es unnötig, eine Spannung von der Schaltung 101 zur Erzeugung einer Bezugsspannung an die Vorspannungsschaltung 109 oder den Operationsverstärker 104 ständig auszugeben, so dass die Schaltung 101 zur Erzeugung einer Bezugsspannung nicht stets zu arbeiten braucht. Dies ermöglicht, dass durch Ausschalten des Transistors 115 die Zuführung von Leistung zu der Schaltung 101 zur Erzeugung einer Bezugsspannung angehalten wird, und dadurch kann die Leistung, die bei der Schaltung 101 zur Erzeugung einer Bezugsspannung verbraucht wird, verringert werden.

**[0108]** Bei dieser Ausführungsform ist zwar der Fall beschrieben worden, in dem der Schalter 113 und

der Schalter 119 jeweils ein Transistor sind, der einen Oxidhalbleiter enthält, aber der Schalter 103 kann ein Transistor sein, der einen Oxidhalbleiter enthält.

**[0109]** Ferner können der Schalter 103, der Schalter 113 und der Schalter 119 jeweils ein Transistor mit zwei Gates sein, die über und unter einer Oxidhalbleiterschicht vorgesehen sind. Im Fall des Schalters 103 kann das Steuersignal SEL1 in ein Gate eingegeben werden, und ein anderes Steuersignal kann in das andere Gate eingegeben werden. Im Fall des Schalters 113 und des Schalters 119 kann das Steuersignal SEL2 in ein Gate eingegeben werden, und ein anderes Steuersignal kann in das andere Gate eingegeben werden. Das andere Steuersignal kann ein Signal mit einem festen Potential sein. Das feste Potential kann ein niedriges Leistungsversorgungspotential oder ein hohes Leistungsversorgungspotential sein. Es sei angemerkt, dass die zwei Gates elektrisch miteinander verbunden sein können und ein Steuersignal in die zwei Gates eingegeben werden kann. Mittels eines Signals, das in das andere Gate eingegeben wird, kann die Schwellenspannung des Transistors oder dergleichen gesteuert werden. Außerdem kann der Auszustandsstrom des Transistors weiter verringert werden.

**[0110]** Bei dieser Ausführungsform ist zwar der Fall beschrieben worden, in dem das Steuersignal SEL1 und das Steuersignal SEL2 unterschiedliche Signale sind, aber das Steuersignal SEL1 und das Steuersignal SEL2 können das gleiche Signal sein.

**[0111]** In dem Fall, in dem die Schaltung 101 zur Erzeugung einer Bezugsspannung, die Spannungsteilerschaltung 102 und der Operationsverstärker 104 Transistoren beinhalten, können die Transistoren jeweils ein Transistor sein, dessen Kanal in einer Schicht oder einem Substrat, die bzw. das einen anderen Halbleiter als einem Oxidhalbleiter umfasst, gebildet wird. Zum Beispiel können die Transistoren jeweils ein Transistor sein, dessen Kanal in einer Siliziumschicht oder einem Siliziumsubstrat gebildet wird.

**[0112]** Fig. 6 zeigt ausführlicher die Signalverarbeitungsschaltung in Fig. 4.

**[0113]** Die Schaltung 101 zur Erzeugung einer Bezugsspannung beinhaltet die Transistoren 131 bis 134 und den Widerstand 135. Der Knoten b ist mit dem Gate des Transistors 136 in der Spannungsteilerschaltung 102 und einer Source oder einem Drain des Transistors 122 in der Halteschaltung 108 verbunden. Die Bezugsspannung Vb ist die Spannung des Knotens b.

**[0114]** Die Spannungsteilerschaltung 102 beinhaltet den Transistor 136 und den Widerstand 137. Die

Source oder der Drain des Transistors 136 ist mit der Source oder dem Drain des Transistors 118 in der Halteschaltung 107 verbunden.

**[0115]** Der Operationsverstärker 104 beinhaltet die Transistoren 138 bis 141, den Transistor 143 und den Kondensator 144. Der Transistor 138 und der Transistor 139 bilden eine Differenzschaltung. Der Transistor 140 und der Transistor 141 bilden eine Stromspiegelschaltung. Der Transistor 143 und der Kondensator 144 bilden eine Pufferschaltung.

**[0116]** Bei dieser Ausführungsform wird zwar ein Beispiel beschrieben, in dem eine Signalverarbeitungsschaltung einen Operationsverstärker beinhaltet, aber die Signalverarbeitungsschaltung kann einen Komparator statt des Operationsverstärkers beinhalten.

**[0117]** Die Vorspannungsschaltung 109 beinhaltet den Transistor 121 und einen Transistor 145. Der Transistor 121 und der Transistor 145 sind p-Kanal-Transistoren.

**[0118]** In der Signalverarbeitungsschaltung, die in Fig. 4, Fig. 5 und Fig. 6 gezeigt ist, ist die Halteschaltung 108 zwischen der Schaltung 101 zur Erzeugung einer Bezugsspannung und der Vorspannungsschaltung 109 verbunden, somit kann die Bezugsspannung Vb, die von der Schaltung 101 zur Erzeugung einer Bezugsspannung ausgegeben wird, in der Halteschaltung 108 gehalten werden. Ferner ist die Halteschaltung 107 zwischen der Spannungsteilerschaltung 102 und dem Operationsverstärker 104 verbunden, somit kann die Bezugsspannung Vref, die von der Spannungsteilerschaltung 102 ausgegeben wird, in der Halteschaltung 107 gehalten werden. Dadurch kann, während die Bezugsspannung Vb und die Bezugsspannung Vref in der Halteschaltung 108 beziehungsweise der Halteschaltung 107 gehalten sind, die Operation der Schaltung 101 zur Erzeugung einer Bezugsspannung angehalten werden. Daher kann die Leistung, die bei der Schaltung 101 zur Erzeugung einer Bezugsspannung verbraucht wird, verringert werden. Folglich kann die Leistung, die bei der Signalverarbeitungsschaltung verbraucht wird, verringert werden.

**[0119]** Als nächstes wird eine andere Ausführungsform einer Signalverarbeitungsschaltung nach einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung unter Benutzung der Fig. 7 und Fig. 8 beschrieben.

**[0120]** Fig. 7 ist ein Blockdiagramm einer Signalverarbeitungsschaltung. Die Signalverarbeitungsschaltung in Fig. 7 beinhaltet die Schaltung 101 zur Erzeugung einer Bezugsspannung, die Spannungsteilerschaltung 102, den Schalter 103, den Operationsverstärker 104, die Vorspannungsschaltung 105, die Halteschaltung 106, die Halte-

schaltung 107, die Halteschaltung 108 und die Vorspannungsschaltung 109.

**[0121]** Die Schaltung 101 zur Erzeugung einer Bezugsspannung ist zwischen dem ersten Anschluss, dem die erste Leistungsversorgungsspannung V1 zugeführt wird, und dem zweiten Anschluss, dem die zweite Leistungsversorgungsspannung V2 zugeführt wird, verbunden, gibt die Bezugsspannung Va an die Vorspannungsschaltung 105 aus, und gibt die Bezugsspannung Vb an die Spannungsteilerschaltung 102 und die Halteschaltung 108 aus. Beispielsweise ist die erste Leistungsversorgungsspannung V1 VDD, und die zweite Leistungsversorgungsspannung V2 ist GND.

**[0122]** Die Spannungsteilerschaltung 102 ist zwischen dem ersten Anschluss und dem zweiten Anschluss verbunden und gibt die Bezugsspannung Vref durch Teilen der Bezugsspannung Vb an den nichtinvertierenden Eingangsanschluss des Operationsverstärkers 104 aus.

**[0123]** Der Schalter 103 ist zwischen dem ersten Anschluss und der Schaltung 101 zur Erzeugung einer Bezugsspannung verbunden und wird gemäß dem Steuersignal SEL1 eingeschaltet oder ausgeschaltet. In dem Fall, in dem sich der Schalter 103 in einem Ein-Zustand befindet, wird die erste Leistungsversorgungsspannung V1 der Schaltung 101 zur Erzeugung einer Bezugsspannung von dem ersten Anschluss zugeführt. In dem Fall, in dem sich der Schalter 103 in einem Aus-Zustand befindet, wird die Zuführung der ersten Leistungsversorgungsspannung V1 von dem ersten Anschluss zu der Schaltung 101 zur Erzeugung einer Bezugsspannung angehalten.

**[0124]** Bei dem Operationsverstärker 104 wird die Bezugsspannung Vref in den nichtinvertierenden Eingangsanschluss eingegeben, und die Ausgangsspannung Vout wird von dem Ausgangsanschluss ausgegeben. Zusätzlich wird ein Teil der Ausgangsspannung Vout an den invertierenden Eingangsanschluss rückgekoppelt.

**[0125]** Zwischen dem ersten Anschluss und dem Operationsverstärker 104 ist die Vorspannungsschaltung 109 verbunden. Zwischen dem zweiten Anschluss und dem Operationsverstärker 104 ist die Vorspannungsschaltung 105 verbunden. Die Vorspannungsschaltung 109 und die Vorspannungsschaltung 105 führen jeweils dem Operationsverstärker 104 einen Vorstrom zu.

**[0126]** Wie in der Signalverarbeitungsschaltung in **Fig. 1** ist die Halteschaltung 106 zwischen der Schaltung 101 zur Erzeugung einer Bezugsspannung und der Vorspannungsschaltung 105 verbunden, und die Halteschaltung 107 ist zwischen der Spannungstei-

lerschaltung 102 und dem nichtinvertierenden Eingangsanschluss des Operationsverstärkers 104 verbunden. Wie in der Signalverarbeitungsschaltung in **Fig. 4** ist die Halteschaltung 108 zwischen der Schaltung 101 zur Erzeugung einer Bezugsspannung und der Vorspannungsschaltung 109 verbunden.

**[0127]** Die Halteschaltung 106, die Halteschaltung 107 und die Halteschaltung 108 beinhalten jeweils einen Schalter und einen Kondensator. Die Schalter in der Halteschaltung 106, der Halteschaltung 107 und der Halteschaltung 108 werden gemäß dem Steuersignal SEL2 eingeschaltet oder ausgeschaltet.

**[0128]** Hinsichtlich der Details der Halteschaltung 106, der Halteschaltung 107 und der Halteschaltung 108 kann auf **Fig. 1**, **Fig. 2**, **Fig. 3**, **Fig. 4**, **Fig. 5**, **Fig. 6** und **Fig. 7** Bezug genommen werden.

**[0129]** **Fig. 8** zeigt Beispiele für den Operationsverstärker 104, die Vorspannungsschaltung 105 und die Vorspannungsschaltung 109 in der Signalverarbeitungsschaltung in **Fig. 7**.

**[0130]** Der Operationsverstärker 104 beinhaltet Transistoren 151 bis 162, einen Widerstand 163 und einen Kondensator 164. Die Transistoren 151 bis 156 sind p-Kanal-Transistoren, und die Transistoren 157 bis 162 sind n-Kanal-Transistoren.

**[0131]** Eine Vorspannungsschaltung 105a beinhaltet einen Transistor 165, und eine Vorspannungsschaltung 105b beinhaltet einen Transistor 166 und einen Transistor 167. Die Transistoren 165 bis 167 sind n-Kanal-Transistoren.

**[0132]** Die Vorspannungsschaltung 109 beinhaltet einen Transistor 168 und einen Transistor 169. Der Transistor 168 und der Transistor 169 sind p-Kanal-Transistoren.

**[0133]** Ein Anschluss A entspricht dem Knoten A der Halteschaltung 106 in der Signalverarbeitungsschaltung in **Fig. 7**. Ein Anschluss B entspricht dem Knoten B der Halteschaltung 107 in der Signalverarbeitungsschaltung in **Fig. 7**. Ein Anschluss C entspricht dem Knoten C der Halteschaltung 108 in der Signalverarbeitungsschaltung in **Fig. 7**.

**[0134]** In der Signalverarbeitungsschaltung, die in **Fig. 7** und **Fig. 8** gezeigt ist, ist die Halteschaltung 106 zwischen der Schaltung 101 zur Erzeugung einer Bezugsspannung und der Vorspannungsschaltung 105a verbunden, somit kann die Bezugsspannung Va, die von der Schaltung 101 zur Erzeugung einer Bezugsspannung ausgegeben wird, in der Halteschaltung 106 gehalten werden. Die Halteschaltung 107 ist zwischen der Spannungsteilerschaltung 102 und dem Operationsverstärker 104 verbunden,

somit kann die Bezugsspannung  $V_{ref}$ , die von der Spannungsteilerschaltung 102 ausgegeben wird, in der Halteschaltung 107 gehalten werden. Die Halteschaltung 108 ist zwischen der Schaltung 101 zur Erzeugung einer Bezugsspannung und der Vorspannungsschaltung 109 verbunden, somit kann die Bezugsspannung  $V_b$ , die von der Schaltung 101 zur Erzeugung einer Bezugsspannung ausgegeben wird, in der Halteschaltung 108 gehalten werden.

**[0135]** Dadurch kann, während die Bezugsspannung  $V_a$  in der Halteschaltung 106 gehalten ist, die Bezugsspannung  $V_{ref}$  in der Halteschaltung 107 gehalten ist, und die Bezugsspannung  $V_b$  in der Halteschaltung 108 gehalten ist, die Operation der Schaltung 101 zur Erzeugung einer Bezugsspannung angehalten werden. Daher kann die Leistung, die bei der Schaltung 101 zur Erzeugung einer Bezugsspannung verbraucht wird, verringert werden. Folglich kann die Leistung, die bei der Signalverarbeitungsschaltung verbraucht wird, verringert werden.

**[0136]** Die Signalverarbeitungsschaltung, die bei dieser Ausführungsform beschrieben worden ist, kann beispielsweise für einen AC-DC-Wandler, einen Sensor oder dergleichen verwendet werden. Die Signalverarbeitungsschaltung, die bei dieser Ausführungsform beschrieben worden ist, wird besonders effektiv in einer Schaltung verwendet, bei der eine analoge Schaltung wie z. B. ein Operationsverstärker oder ein Komparator verwendet wird und bei der es nötig ist, eine feste Spannung oder ein Signal ständig auszugeben.

**[0137]** Diese Ausführungsform kann mit einer der anderen Ausführungsformen soweit angemessen kombiniert werden.

(Ausführungsform 3)

**[0138]** Bei dieser Ausführungsform wird eine andere Ausführungsform einer Signalverarbeitungsschaltung nach einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung unter Benutzung der **Fig. 11** beschrieben.

**[0139]** **Fig. 11** ist ein Schaltplan einer Signalverarbeitungsschaltung. Die Signalverarbeitungsschaltung in **Fig. 11** beinhaltet eine Schaltung 190 zur Erzeugung einer Bezugsspannung, den Operationsverstärker 104, die Halteschaltung 107, eine Halteschaltung 171, einen Transistor 172 und Widerstände 173 und 174.

**[0140]** Bei dieser Ausführungsform unterscheidet sich die Struktur der Schaltung 190 zur Erzeugung einer Bezugsspannung, die in **Fig. 11** gezeigt ist, teilweise von der Struktur der Schaltung 101 zur Erzeugung einer Bezugsspannung, die bei den vorstehenden Ausführungsformen beschrieben worden ist. Die

Schaltung 190 zur Erzeugung einer Bezugsspannung in **Fig. 11** beinhaltet eine Halteschaltung 175, einen Schalter 176, einen Widerstand 177 und Transistoren 178 und 179. Die Halteschaltung 175 beinhaltet einen Schalter 180 und einen Kondensator 181. Die Schaltung 190 zur Erzeugung einer Bezugsspannung ist zwischen dem ersten Anschluss, dem die erste Leistungsversorgungsspannung  $V_1$  zugeführt wird, und dem zweiten Anschluss, dem die zweite Leistungsversorgungsspannung  $V_2$  zugeführt wird, verbunden und gibt die Bezugsspannung  $V_{ref}$  an die Halteschaltung 107 aus.

**[0141]** Der Schalter 176 ist zwischen dem ersten Anschluss und einem Anschluss des Widerstands 177 verbunden und wird gemäß einem Steuersignal SEL3 eingeschaltet oder ausgeschaltet. In dem Fall, in dem sich der Schalter 176 in einem Ein-Zustand befindet, wird die erste Leistungsversorgungsspannung  $V_1$  der Schaltung 190 zur Erzeugung einer Bezugsspannung von dem ersten Anschluss zugeführt. In dem Fall, in dem sich der Schalter 176 in einem Aus-Zustand befindet, wird die Zuführung der ersten Leistungsversorgungsspannung  $V_1$  von dem ersten Anschluss zu der Schaltung 190 zur Erzeugung einer Bezugsspannung angehalten.

**[0142]** Der andere Anschluss des Widerstands 177 ist elektrisch mit einem Gate und einer Source oder einem Drain des Transistors 178 und einem Ende des Schalters 180 verbunden. Das andere Ende des Schalters 180 ist elektrisch mit einer eines Paares von Elektroden des Kondensators 181 und einem Gate des Transistors 179 verbunden. Eine Source oder ein Drain des Transistors 179 ist elektrisch mit dem ersten Anschluss verbunden. Die/der andere der Source und des Drains des Transistors 178, die andere des Paares von Elektroden des Kondensators 181 und die/der andere der Source und des Drains des Transistors 179 sind elektrisch mit dem zweiten Anschluss verbunden.

**[0143]** Die Halteschaltung 175 beinhaltet den Schalter 180 und den Kondensator 181. Als der Schalter 180 in der Halteschaltung 175 wird beispielsweise ein Transistor verwendet, der gemäß einem Steuersignal SEL4 eingeschaltet oder ausgeschaltet wird. Als der Transistor wird ein Transistor mit einem sehr geringen Aus-Zustandsstrom verwendet.

**[0144]** Wenn als der Schalter 180 in der Halteschaltung 175 ein Transistor mit einem sehr geringen Aus-Zustandsstrom verwendet wird und sich der Transistor in einem Aus-Zustand befindet, kann die Spannung der einen des Paares von Elektroden des Kondensators 181 lange Zeit gehalten werden. Mit anderen Worten: in dem Fall, in dem sich der Schalter 180 in einem Aus-Zustand befindet, kann die Bezugsspannung  $V_{ref}$  in der Halteschaltung 175 lange Zeit gehalten werden.

**[0145]** Die Bezugsspannung  $V_{ref}$  wird in den invertierenden Eingangsanschluss des Operationsverstärkers 104 eingegeben. Der nichtinvertierende Eingangsanschluss des Operationsverstärkers 104 ist mit der Halteschaltung 171 verbunden. Der Ausgangsanschluss des Operationsverstärkers 104 ist mit einem Gate des Transistors 172 verbunden.

**[0146]** Eine Source oder ein Drain des Transistors 172 ist mit dem ersten Anschluss verbunden, und die/der andere ist mit einem Anschluss des Widerstands 173 und dem Ausgangsanschluss verbunden. Die Ausgangsspannung  $V_{out}$  wird von dem Ausgangsanschluss ausgegeben. Der andere Anschluss des Widerstands 173 ist mit einem Anschluss des Widerstands 174 verbunden. Der andere Anschluss des Widerstands 174 ist mit dem zweiten Anschluss verbunden.

**[0147]** Die Halteschaltung 171 beinhaltet einen Schalter 182 und einen Kondensator 183. Als der Schalter 182 in der Halteschaltung 171 wird beispielsweise ein Transistor verwendet, der gemäß einem Steuersignal SEL5 eingeschaltet oder ausgeschaltet wird. Als der Transistor wird ein Transistor mit einem sehr geringen Aus-Zustandsstrom verwendet.

**[0148]** Wenn als der Schalter 182 in der Halteschaltung 171 ein Transistor mit einem sehr geringen Aus-Zustandsstrom verwendet wird und sich der Transistor in einem Aus-Zustand befindet, kann die Spannung einer eines Paares von Elektroden des Kondensators 183 lange Zeit gehalten werden. Mit anderen Worten: in dem Fall, in dem sich der Schalter 182 in einem Aus-Zustand befindet, kann die Spannung eines Knotens D in der Halteschaltung 171 lange Zeit gehalten werden.

**[0149]** Als nächstes wird eine Operation der Signalverarbeitungsschaltung in **Fig. 11** beschrieben.

**[0150]** Zuerst wird das Steuersignal SEL3 in den Schalter 176 eingegeben, um den Schalter 176 einzuschalten, wodurch die erste Leistungsversorgungsspannung  $V_1$  der Schaltung 190 zur Erzeugung einer Bezugsspannung von dem ersten Anschluss zugeführt wird. In dem Fall, in dem der Schalter 176 ein n-Kanal-Transistor ist, kann ein Hochpegelpotential als das Steuersignal SEL3 eingegeben werden. In dem Fall, in dem der Schalter 176 ein p-Kanal-Transistor ist, kann ein Niedrigpegelpotential als das Steuersignal SEL3 eingegeben werden. Es sei angemerkt, dass nachstehend der Schalter 113, der Schalter 182, der Schalter 176 und der Schalter 180 als n-Kanal-Transistoren beschrieben werden. In diesem Fall wird das Steuersignal SEL4 auf einen hohen Pegel eingestellt, um den Schalter 180 einzuschalten, wodurch die

Bezugsspannung  $V_{ref}$  an die Halteschaltung 107 ausgegeben wird.

**[0151]** Das Steuersignal SEL2 wird auf einen hohen Pegel eingestellt, um den Schalter 113 einzuschalten, wodurch die Bezugsspannung  $V_{ref}$ , die von der Schaltung 190 zur Erzeugung einer Bezugsspannung ausgegeben wird, an den invertierenden Eingangsanschluss des Operationsverstärkers 104 ausgegeben wird. Dadurch arbeitet der Operationsverstärker 104, und eine Spannung, die von dem Ausgangsanschluss des Operationsverstärkers 104 ausgegeben wird, wird in das Gate des Transistors 172 eingegeben.

**[0152]** Nachdem die Signalverarbeitungsschaltung in **Fig. 11** einen stabilen Zustand (den Zustand, in dem die Bezugsspannung  $V_{ref}$  dem invertierenden Eingangsanschluss des Operationsverstärkers normal zugeführt wird) erreicht hat, wird das Steuersignal SEL4 auf einen niedrigen Pegel eingestellt, um den Schalter 180 auszuschalten. Als der Schalter 180 wird ein Transistor mit einem sehr geringen Aus-Zustandsstrom verwendet, wodurch die Bezugsspannung  $V_{ref}$  lange Zeit gehalten werden kann.

**[0153]** Da die Bezugsspannung  $V_{ref}$  lange Zeit gehalten werden kann, ist es unnötig, die erste Leistungsversorgungsspannung  $V_1$  der Schaltung 190 zur Erzeugung einer Bezugsspannung von dem ersten Anschluss ständig zuzuführen. Deswegen kann durch Einstellen des Steuersignals SEL3 auf einen niedrigen Pegel der Schalter 176 ausgeschaltet werden.

**[0154]** Außerdem ist in der Signalverarbeitungsschaltung in **Fig. 11** in einigen Fällen ein Rückkopplungsabschnitt zur Rückkopplungsregelung an dem Operationsverstärker 104 vorgesehen, um das Potential eines Ausgangs-(VOUT-) Knotens auf einem konstanten Pegel zu halten, auch wenn eine Laständerung an der VOUT-Seite entsteht. Jedoch verbraucht der Operationsverstärker 104 ständig eine elektrische Leistung; daher wird in dem Fall, in dem die Rückkopplung nicht erforderlich ist (z. B. in dem Fall, in dem eine Laständerung an der Ausgangsseite gering ist), der Schalter 182 in der Halteschaltung 171 ausgeschaltet, um die Spannung eines Rückkopplungseingangsabschnitts zu fixieren. Des Weiteren ist es nötig in dem Fall, in dem der Schalter 182 in der Halteschaltung 171 ausgeschaltet wird, den Schalter 113 in der Halteschaltung 107 auszuschalten. Folglich kann in dem Fall, in dem die Rückkopplung nicht erforderlich ist, der Leistungsverbrauch des Operationsverstärkers 104 weiter verringert werden.

**[0155]** Obwohl bei dieser Ausführungsform eine Spannungsteilerschaltung in der Signalverarbei-



tungsschaltung nicht vorgesehen ist, kann eine Spannungsteilerschaltung wie in den Signalverarbeitungsschaltungen, die bei den vorstehenden Ausführungsformen beschrieben worden sind, vorgesehen sein. Zum Beispiel kann in **Fig. 11** eine Spannungsteilerschaltung zwischen dem ersten Anschluss und dem zweiten Anschluss verbunden sein, und die Bezugsspannung  $V_{ref}$  von der Schaltung 190 zur Erzeugung einer Bezugsspannung kann in die Spannungsteilerschaltung eingegeben werden. In diesem Fall kann eine Ausgabe der Spannungsteilerschaltung in die Halteschaltung 107 und den Ausgangsanschluss des Operationsverstärkers 104 eingegeben werden.

**[0156]** Diese Ausführungsform kann mit einer der anderen Ausführungsformen soweit angemessen kombiniert werden.

(Ausführungsform 4)

**[0157]** Bei dieser Ausführungsform wird ein Beispiel für eine Leistungsversorgungssteuervorrichtung, bei der eine der bei den vorstehenden Ausführungsformen beschriebenen Signalverarbeitungsschaltungen verwendet werden kann, unter Benutzung der **Fig. 9** beschrieben. Eine Leistungsversorgungssteuervorrichtung 300 in **Fig. 9** führt Peripheriegeräten eine Leistung wie folgt zu: sie gibt Wechselstromsignale, die von einem Anschluss AC\_IN und einem Anschluss AC\_INB eingegeben werden, von einem Anschluss AC\_OUT und einem Anschluss AC\_OUTB aus.

**[0158]** Die Leistungsversorgungssteuervorrichtung 300 beinhaltet einen Hauptschalter 301, einen Sub-Schalter 302 und ein Datenverarbeitungsgerät 303. Die Leistungsversorgungssteuervorrichtung 300 beinhaltet auch eine Gleichrichterschaltung 304, einen AC/DC-Wandler 305, einen DC/DC-Wandler 306, einen Kondensator 307 und einen nichtflüchtigen Speicher 308. Das Datenverarbeitungsgerät 303 beinhaltet eine flüchtige Speichereinheit 309, eine nichtflüchtige Speichereinheit 310 und einen Sensor 311.

**[0159]** Wenn der Hauptschalter 301 eingeschaltet wird, werden die Wechselstromsignale, die von dem Anschluss AC\_IN und dem Anschluss AC\_INB eingegeben werden, von dem Anschluss AC\_OUT und dem Anschluss AC\_OUTB an die Peripheriegeräte ausgegeben. Wenn der Hauptschalter 301 ausgeschaltet wird, wird das Ausgeben der Wechselstromsignale, die von dem Anschluss AC\_IN und dem Anschluss AC\_INB eingegeben werden, von dem Anschluss AC\_OUT und dem Anschluss AC\_OUTB an die Peripheriegeräte angehalten. Der Hauptschalter 301 wird unter Leitung des Datenverarbeitungsgeräts 303 gemäß einem Nutzungszustand der Peripheriegeräte eingeschaltet oder ausgeschaltet. Das

Ausschalten des Hauptschalters 301 ermöglicht eine Verringerung der Standby-Leistung der Peripheriegeräte.

**[0160]** Wenn der Sub-Schalter 302 eingeschaltet wird, werden die Wechselstromsignale, die von dem Anschluss AC\_IN und dem Anschluss AC\_INB eingegeben werden, an die Gleichrichterschaltung 304 ausgegeben. Wenn der Sub-Schalter 302 ausgeschaltet wird, wird das Ausgeben der Wechselstromsignale, die von dem Anschluss AC\_IN und dem Anschluss AC\_INB eingegeben werden, an die Gleichrichterschaltung 304 angehalten. Der Sub-Schalter 302 wird unter Leitung des Datenverarbeitungsgeräts 303 eingeschaltet oder ausgeschaltet.

**[0161]** Als der Hauptschalter und der Sub-Schalter, die bei dieser Beschreibung beschrieben werden, kann ein Schalter, der mechanisch arbeiten kann, wie z. B. eine Relaischaltung, oder ein Schalter, der elektrisch arbeiten kann, wie z. B. ein Thyristor oder ein Leistungstransistor, verwendet werden.

**[0162]** Die Gleichrichterschaltung 304 ist eine Schaltung zum Gleichrichten eines eingegebenen Wechselstromsignals.

**[0163]** Der AC/DC-Wandler 305 ist eine Schaltung zum Glätten eines Signals, das eine durch die Gleichrichterschaltung 304 gleichgerichtete Welligkeit aufweist, um ein Gleichstromsignal zu erzeugen und eine Leistungsfaktor anzupassen.

**[0164]** Der DC/DC-Wandler 306 ist eine Schaltung zum Umwandeln des Gleichstromsignals, das durch die Umwandlung im AC/DC-Wandler 305 erhalten wird, in ein Gleichstromsignal mit einer Spannung, mit der das Datenverarbeitungsgerät 303 arbeiten kann.

**[0165]** Der Kondensator 307 ist vorgesehen, um die Spannung zu halten, die durch den DC/DC-Wandler 306 erhalten wird und mit der das Datenverarbeitungsgerät 303 arbeiten kann.

**[0166]** Der nichtflüchtige Speicher 308 ist eine Schaltung zum Speichern von Daten oder einem Programm, die/das bei dem Datenverarbeitungsgerät 303 verarbeitet werden/wird. Es sei angemerkt, dass Beispiele für ein Speicherelement, das in dem nichtflüchtigen Speicher 308 beinhaltet ist, das Folgende zusätzlich zu einem Flash-Speicher enthalten: einen ferroelektrischen Speicher (ferroelectric random access memory: FeRAM), einen magnetischen Speicher (magnetoresistive random access memory: MRAM), einen Phase-Change-Speicher (phase-change random access memory: PRAM) und einen resistiven Speicher (resistive random access memory: ReRAM), der den kolossalen elektroresistiven Effekt nutzt. Jedes Speicherelement

kann verwendet werden, sofern es Daten ohne Leistungsversorgung halten kann.

**[0167]** Die flüchtige Speichereinheit 309 in dem Datenverarbeitungsgerät 303 ist eine Speicherschaltung, die ein Ergebnis eines Rechnens, das bei dem Datenverarbeitungsgerät 303 durchführt wird, oder Daten oder ein Programm, die/das für das Rechnen verwendet werden/wird, speichert, während eine Leistung zugeführt wird. Die Speicherschaltung entspricht einem Register, das eine Funktion zum zeitweiligen Speichern von Daten in dem Datenverarbeitungsgerät 303 hat. Die flüchtige Speichereinheit 309 kann beispielsweise unter Verwendung eines Flip-Flops ausgebildet sein. Die flüchtige Speichereinheit 309 ist vorzugsweise konfiguriert, Daten mit einer höheren Geschwindigkeit als die nichtflüchtige Speichereinheit 310 zu speichern. Wenn die flüchtige Speichereinheit 309 Daten mit einer hohen Geschwindigkeit speichert, kann die Leistungsfähigkeit des Datenverarbeitungsgeräts 303 verbessert werden.

**[0168]** Die nichtflüchtige Speichereinheit 310 in dem Datenverarbeitungsgerät 303 ist eine Schaltung zum Speichern von dem Ergebnis des Rechnens oder den Daten oder dem Programm, die/das für das Rechnen verwendet werden/wird, welche in dem Datenverarbeitungsgerät 303 gespeichert sind, während die Leistung nicht zugeführt wird. Die nichtflüchtige Speichereinheit 310 kann beispielsweise unter Verwendung eines nichtflüchtigen Speicherelements ausgebildet sein.

**[0169]** Das Datenverarbeitungsgerät 303 steuert einen Ein-Zustand und einen Aus-Zustand des Hauptschalters 301, steuert einen Ein-Zustand und einen Aus-Zustand des Sub-Schalters 302 und führt eine arithmetische Operation durch, die zum Betreiben der Geräte in der Leistungsversorgungssteuervorrichtung 300 nötig ist.

**[0170]** Zum Beispiel arbeitet das Datenverarbeitungsgerät 303, um Daten in Bearbeitung von der flüchtigen Speichereinheit 309 in der nichtflüchtigen Speichereinheit 310 in regelmäßigen Abständen abzuspeichern und den Sub-Schalter 302 auszuschaalten. Ferner arbeitet das Datenverarbeitungsgerät 303, um den Sub-Schalter 302 einzuschalten und die Daten, die in der nichtflüchtigen Speichereinheit 310 abgespeichert sind, der flüchtigen Speichereinheit 309 zurückzusenden, und eine arithmetische Operation wieder durchzuführen.

**[0171]** Das Datenverarbeitungsgerät 303 beinhaltet auch den Sensor 311. Mit dem Sensor 311 kann eine arithmetische Operation gemäß einem Signal von dem Sensor 311 durchgeführt werden, und ein Ein-Zustand und ein Aus-Zustand des Hauptschalters 301 können nach Bedarf gesteuert werden.

**[0172]** Eine der Signalverarbeitungsschaltungen, die bei den vorstehenden Ausführungsformen beschrieben worden sind, kann als der Sensor 311 in dem Datenverarbeitungsgerät verwendet werden. Durch die Verwendung einer der Signalverarbeitungsschaltungen, die bei den vorstehenden Ausführungsformen beschrieben worden sind, als der Sensor 311 kann in der Signalverarbeitungsschaltung die Bezugsspannung, die von der Schaltung zur Erzeugung einer Bezugsspannung ausgegeben wird, in der Halteschaltung gehalten werden. Deshalb kann in einem Zeitraum, in dem die Bezugsspannung in der Halteschaltung gehalten ist, die Operation der Schaltung zur Erzeugung einer Bezugsspannung angehalten sein. Folglich kann der Leistungsverbrauch der Schaltung zur Erzeugung einer Bezugsspannung verringert werden, was zu einer Verringerung des Leistungsverbrauchs der Signalverarbeitungsschaltung führt. Zudem kann der Leistungsverbrauch der Leistungsversorgungsteuervorrichtung, die die Signalverarbeitungsschaltung beinhaltet, verringert werden.

(Ausführungsform 5)

**[0173]** Bei dieser Ausführungsform wird ein Beispiel für eine Querschnittstruktur einer Signalverarbeitungsschaltung nach einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung unter Benutzung der **Fig. 10** beschrieben.

**[0174]** In den Signalverarbeitungsschaltungen, die bei den vorstehenden Ausführungsformen beschrieben worden sind, sind die Schaltung 101 zur Erzeugung einer Bezugsspannung, die Spannungsteilerschaltung 102 und der Operationsverstärker 104 jeweils unter Verwendung eines Transistors, der Silizium oder dergleichen enthält, ausgebildet, und die Halteschaltung 106, die Halteschaltung 107, die Halteschaltung 108 und dergleichen sind über diesen Schaltungen gestapelt und sind jeweils unter Verwendung eines Transistors, der einen Oxidhalbleiter enthält, ausgebildet.

**[0175]** **Fig. 10** zeigt einen Querschnitt eines Teils einer Signalverarbeitungsschaltung nach einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Die Signalverarbeitungsschaltung in **Fig. 10** beinhaltet in einem unteren Bereich einen n-Kanal-Transistor und einen p-Kanal-Transistor, die jeweils ein erstes Halbleitermaterial (z. B. Silizium) enthalten, und beinhaltet in einem oberen Bereich einen Transistor, der ein zweites Halbleitermaterial (z. B. einen Oxidhalbleiter) enthält, und einen Kondensator.

<Struktur eines Transistors im unteren Bereich>

**[0176]** Ein n-Kanal-Transistor 510 beinhaltet einen Kanalbildungsbereich 501 in einem Substrat 500, das ein Halbleitermaterial enthält, Niedrigkonzentra-

tion-Verunreinigungsgebiete 502 und Hochkonzentration-Verunreinigungsgebiete 503 (die in manchen Fällen gemeinsam als Verunreinigungsgebiete bezeichnet werden), zwischen denen der Kanalbildungsbereich 501 liegt, Bereiche 507 mit intermetallischen Verbindungen, die mit den Verunreinigungsgebieten in Kontakt stehen, einen Gate-Isolierfilm 504a über dem Kanalbildungsbereich 501, eine Gate-Elektroden-schicht 505a über dem Gate-Isolierfilm 504a, und eine Source-Elektroden-schicht 506a und eine Drain-Elektroden-schicht 506b, die mit den Bereichen 507 mit intermetallischen Verbindungen in Kontakt stehen. An seitlichen Oberflächen der Gate-Elektroden-schicht 505a befinden sich Seitenwand-Isolierfilme 508a. Ein Zwischenschicht-Isolierfilm 521 und ein Zwischenschicht-Isolierfilm 522 sind vorgesehen, um den Transistor 510 zu bedecken. Durch Öffnungen, die in dem Zwischenschicht-Isolierfilm 521 und dem Zwischenschicht-Isolierfilm 522 ausgebildet sind, sind die Source-Elektroden-schicht 506a und die Drain-Elektroden-schicht 506b mit den Bereichen 507 mit intermetallischen Verbindungen verbunden.

**[0177]** Ein p-Kanal-Transistor 520 beinhaltet einen Kanalbildungsbereich 511 in dem Substrat 500, das das Halbleitermaterial enthält, Niedrigkonzentration-Verunreinigungsgebiete 512 und Hochkonzentration-Verunreinigungsgebiete 513 (die in manchen Fällen gemeinsam einfach auch als Verunreinigungsgebiete bezeichnet werden), zwischen denen der Kanalbildungsbereich 511 liegt, Bereiche 517 mit intermetallischen Verbindungen, die mit den Verunreinigungsgebieten in Kontakt stehen, einen Gate-Isolierfilm 504b über dem Kanalbildungsbereich 511, eine Gate-Elektroden-schicht 505b über dem Gate-Isolierfilm 504b, und eine Source-Elektroden-schicht 506c und eine Drain-Elektroden-schicht 506d, die mit den Bereichen 517 mit intermetallischen Verbindungen in Kontakt stehen. An seitlichen Oberflächen der Gate-Elektroden-schicht 505b befinden sich Seitenwand-Isolierfilme 508b. Der Zwischenschicht-Isolierfilm 521 und der Zwischenschicht-Isolierfilm 522 sind vorgesehen, um den Transistor 520 zu bedecken. Durch Öffnungen, die in dem Zwischenschicht-Isolierfilm 521 und dem Zwischenschicht-Isolierfilm 522 ausgebildet sind, sind die Source-Elektroden-schicht 506c und die Drain-Elektroden-schicht 506d mit den Bereichen 517 mit intermetallischen Verbindungen verbunden.

**[0178]** Zusätzlich sind Elementtrennungsisolierfilme 509 für das Substrat 500 vorgesehen, um sowohl den Transistor 510 als auch den Transistor 520 zu umgeben.

**[0179]** Zwar zeigt **Fig. 10** den Fall, in dem die Kanäle der Transistoren 510 und 520 in dem Halbleitersubstrat gebildet werden, aber die Kanäle der Transistoren 510 und 520 können auch in einem

amorphen Halbleiterfilm oder einem polykristallinen Halbleiterfilm gebildet werden, der über einer isolierenden Oberfläche ausgebildet ist. Alternativ können die Kanäle in einem einkristallinen Halbleiterfilm wie in dem Fall der Verwendung eines SOI-Substrats gebildet werden.

**[0180]** Wenn ein einkristallines Halbleitersubstrat als das Halbleitersubstrat verwendet wird, können die Transistoren 510 und 520 mit einer hohen Geschwindigkeit arbeiten. Deshalb ist es bevorzugt, dass die Schaltung zur Erzeugung einer Bezugsspannung, die Spannungsteilerschaltung, der Operationsverstärker und dergleichen in einer der Signalverarbeitungsschaltungen, die bei den vorstehenden Ausführungsformen beschrieben worden sind, unter Verwendung eines einkristallinen Halbleitersubstrats ausgebildet sind.

**[0181]** Der Transistor 510 und der Transistor 520 sind über eine Leitung 523 miteinander verbunden, und ein Isolierfilm 524 befindet sich über der Leitung 523. Ferner befinden sich leitende Schichten 525a und 525b und ein Isolierfilm 526 über dem Isolierfilm 524. Der Isolierfilm 526 wird vorzugsweise wie folgt ausgebildet: nachdem die leitenden Schichten 525a und 525b über dem Isolierfilm 524 ausgebildet worden sind, wird ein Isolierfilm über den leitenden Schichten 525a und 525b ausgebildet, und dann wird der Isolierfilm einer Polierbehandlung unterzogen, bis nach oben weisende Oberflächen der leitenden Schichten 525a und 525b freigelegt werden.

<Struktur eines Transistors im oberen Bereich>

**[0182]** Ein Transistor 530 in im oberen Bereich ist ein Transistor, dessen Kanal in einem Film aus einem Halbleiter, der eine breitere Bandlücke als Silizium aufweist, gebildet wird. Der Transistor 530 beinhaltet die leitende Schicht 525b über dem Isolierfilm 524, einen Isolierfilm 531 und einen Isolierfilm 532 über der leitenden Schicht 525b, einen Halbleiterfilm 533 über dem Isolierfilm 532, eine Source-Elektroden-schicht 534a und eine Drain-Elektroden-schicht 534b, die mit dem Halbleiterfilm 533 in Kontakt stehen, einen Gate-Isolierfilm 535 über dem Halbleiterfilm 533, der Source-Elektroden-schicht 534a und der Drain-Elektroden-schicht 534b, und eine Gate-Elektroden-schicht 536a über dem Gate-Isolierfilm 535. Es sei angemerkt, dass die leitende Schicht 525b als eine Gate-Elektroden-schicht dient.

**[0183]** **Fig. 10** zeigt den Fall, in dem zwei Gate-Elektroden-schichten, die über und unter einem Halbleiterfilm liegen, vorgesehen sind. Ein Signal zum Steuern eines Ein-Zustands und eines Aus-Zustands wird einer der Gate-Elektroden-schichten zugeführt. Die andere Gate-Elektroden-schicht kann sich in einem schwebenden Zustand befinden (d. h. elektrisch isoliert sein) oder kann sich in einem Zustand

befinden, in dem ihr ein Potential zugeführt wird. Im letzteren Fall können dem Paar von Gate-Elektroden-schichten Potentiale auf dem gleichen Pegel zugeführt werden, oder ein festes Potential wie z. B. ein Erdpotential kann nur der anderen Gate-Elektroden-schicht zugeführt werden. Durch das Steuern des Pegels eines der anderen Gate-Elektroden-schicht zugeführten Potentials kann die Schwellenspannung des Transistors gesteuert werden.

**[0184]** Eine leitende Schicht 534c befindet sich über dem Isolierfilm 532, der Gate-Isolierfilm 535 befindet sich über der leitenden Schicht 534c, und eine leitende Schicht 536b befindet sich über dem Gate-Isolierfilm 535. Die leitende Schicht 534c, der Gate-Isolierfilm 535 und die leitende Schicht 536b bilden einen Kondensator 540.

**[0185]** Ferner sind ein Zwischenschicht-Isolierfilm 537 und ein Zwischenschicht-Isolierfilm 538 vorgesehen, um den Transistor 530 und den Kondensator 540 zu bedecken. Durch eine Öffnung, die in dem Zwischenschicht-Isolierfilm 537 und dem Zwischenschicht-Isolierfilm 538 ausgebildet ist, ist die Source-Elektroden-schicht 534a mit einer Leitung 539 verbunden.

**[0186]** Ein Beispiel für den Film aus dem Halbleiter, der eine breitere Bandlücke als Silizium aufweist, ist ein Film aus einem Verbindungshalbleiter wie z. B. einem Oxidhalbleiter oder einem Nitridhalbleiter. Bei dieser Ausführungsform wird ein Fall beschrieben, in dem ein Oxidhalbleiter für den Halbleiterfilm 533 verwendet wird.

**[0187]** Der Oxidhalbleiter, der für den Transistor 530 verwendet wird, ist vorzugsweise ein gereinigter Oxidhalbleiter, bei dem Fremdstoffe, die als Elektronendonatoren (Donatoren) dienen, wie z. B. Feuchtigkeit oder Wasserstoff, vermindert werden und Sauerstoffleerstellen vermindert werden. Der gereinigte Oxidhalbleiter ist ein i-Typ- (intrinsischer) Halbleiter oder ein im Wesentlichen i-Typ-Halbleiter. Folglich zeichnet sich ein Transistor, der den Oxidhalbleiter enthält, durch einen sehr geringen Aus-Zustandsstrom aus. Außerdem beträgt die Bandlücke des Oxidhalbleiters 2 eV oder mehr, bevorzugt 2,5 eV oder mehr, stärker bevorzugt 3 eV oder mehr. Die Verwendung des Oxidhalbleiterfilms, der infolge einer hinreichenden Verringerung der Konzentration der Fremdstoffe wie z. B. Feuchtigkeit oder Wasserstoff und einer Verminderung von Sauerstoffleerstellen gereinigt ist, ermöglicht einen sehr geringen Aus-Zustandsstrom des Transistors.

**[0188]** Im Besonderen kann ein geringer Aus-Zustandsstrom eines Transistors, bei dem ein gereinigter Oxidhalbleiter für einen Halbleiterfilm verwendet wird, durch verschiedene Versuche nachgewiesen werden. Selbst bei einem Element mit einer

Kanalbreite von  $1 \times 10^6 \mu\text{m}$  und einer Kanallänge von  $10 \mu\text{m}$  kann beispielsweise bei einer Spannung (Drain-Spannung) zwischen einem Source-Anschluss und einem Drain-Anschluss im Bereich von 1 V bis 10 V ein Aus-Zustandsstrom weniger als oder gleich der Messgrenze eines Halbleiterparameteranalysators, d. h. weniger als oder gleich  $1 \times 10^{-13} \text{ A}$  sein. In diesem Fall ist festzustellen, dass die Aus-Zustandsstromdichte, die einem Wert entspricht, der durch Teilen des Aus-Zustandsstroms durch die Kanalbreite des Transistors erhalten wird, niedriger als oder gleich  $100 \text{ zA}/\mu\text{m}$  beträgt. Außerdem wurden ein Kondensator und ein Transistor miteinander verbunden, und die Aus-Zustandsstromdichte wurde unter Verwendung einer Schaltung gemessen, bei der elektrische Ladungen, die zu dem Kondensator hin oder von dem Kondensator weg fließen, durch den Transistor gesteuert werden. Bei der Messung wurde für einen Kanalbildungsbereich des Transistors der gereinigte Oxidhalbleiterfilm verwendet, und die Aus-Zustandsstromdichte des Transistors wurde anhand einer Änderung der Menge an elektrischen Ladungen des Kondensators pro Zeiteinheit bestimmt. Als Ergebnis wurde festgestellt, dass bei einer Spannung zwischen dem Source-Anschluss und dem Drain-Anschluss des Transistors von 3 V eine niedrigere Aus-Zustandsstromdichte von mehreren zehn Yoktoampere pro Mikrometer ( $\text{yA}/\mu\text{m}$ ) erhalten werden kann. Demzufolge kann man sagen, dass ein Transistor, dessen Kanalbildungsbereich in einem gereinigten Oxidhalbleiterfilm gebildet wird, einen viel geringeren Aus-Zustandsstrom als ein Transistor aufweist, der Silizium enthält.

**[0189]** Der Oxidhalbleiter enthält vorzugsweise mindestens Indium (In) oder Zink (Zn). Als ein Stabilisator zum Abmildern von Schwankungen der elektrischen Eigenschaften eines Transistors, der den Oxidhalbleiter enthält, ist es bevorzugt, dass zusätzlich dazu eines oder mehrere von Gallium (Ga), Zinn (Sn), Hafnium (Hf), Aluminium (Al) und Zirkonium (Zr) enthalten sind.

**[0190]** Als ein weiterer Stabilisator kann eine oder mehrere Arten von Lanthanoiden wie z. B. 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) enthalten sein.

**[0191]** Als der Oxidhalbleiter kann beispielsweise das Folgende verwendet werden: Indiumoxid, Zinnoxid, Zinkoxid, ein zwei Metall-Hauptkomponenten enthaltendes Oxid, wie z. B. ein Oxid auf In-Zn-Basis, ein Oxid auf Sn-Zn-Basis, ein Oxid auf Al-Zn-Basis, ein Oxid auf Zn-Mg-Basis, ein Oxid auf Sn-Mg-Basis, ein Oxid auf In-Mg-Basis oder ein Oxid auf In-Ga-Basis, ein drei Metall-Hauptkomponenten

enthaltendes Oxid, wie z. B. ein Oxid auf In-Ga-Zn-Basis (auch als IGZO bezeichnet), ein Oxid auf In-Al-Zn-Basis, ein Oxid auf In-Sn-Zn-Basis, ein Oxid auf Sn-Ga-Zn-Basis, ein Oxid auf Al-Ga-Zn-Basis, ein Oxid auf Sn-Al-Zn-Basis, ein Oxid auf In-Hf-Zn-Basis, ein Oxid auf In-La-Zn-Basis, ein Oxid auf In-Pr-Zn-Basis, ein Oxid auf In-Nd-Zn-Basis, ein Oxid auf In-Sm-Zn-Basis, ein Oxid auf In-Eu-Zn-Basis, ein Oxid auf In-Gd-Zn-Basis, ein Oxid auf In-Tb-Zn-Basis, ein Oxid auf In-Dy-Zn-Basis, ein Oxid auf In-Ho-Zn-Basis, ein Oxid auf In-Er-Zn-Basis, ein Oxid auf In-Tm-Zn-Basis, ein Oxid auf In-Yb-Zn-Basis oder ein Oxid auf In-Lu-Zn-Basis, oder ein vier Metall-Hauptkomponenten enthaltendes Oxid, wie z. B. ein Oxid auf In-Sn-Ga-Zn-Basis, ein Oxid auf In-Hf-Ga-Zn-Basis, ein Oxid auf In-Al-Ga-Zn-Basis, ein Oxid auf In-Sn-Al-Zn-Basis, ein Oxid auf In-Sn-Hf-Zn-Basis oder ein Oxid auf In-Hf-Al-Zn-Basis.

**[0192]** Es sei angemerkt, dass beispielsweise ein Oxid auf In-Ga-Zn-Basis die Bedeutung eines In, Ga und Zn enthaltenden Oxids hat, wobei es keine Einschränkung für das Verhältnis von In, Ga und Zn gibt. Überdies kann das Oxid auf In-Ga-Zn-Basis zusätzlich ein Metallelement enthalten, das von In, Ga und Zn verschieden ist. Das Oxid auf In-Ga-Zn-Basis weist einen hinreichend hohen Widerstand bei fehlendem elektrischem Feld auf, so dass der Aus-Zustandsstrom hinreichend verringert werden kann. Außerdem weist das Oxid auf In-Ga-Zn-Basis eine hohe Mobilität auf.

**[0193]** Beispielsweise kann ein Oxid auf In-Ga-Zn-Basis mit einem Atomverhältnis von In:Ga:Zn = 1:1:1 (= 1/3:1/3:1/3) oder In:Ga:Zn = 2:2:1 (= 2/5:2/5:1/5) oder ein Oxid mit einem Atomverhältnis, das den zuvor erwähnten Atomverhältnissen nahe ist, verwendet werden. Alternativ kann ein Oxid auf In-Sn-Zn-Basis mit einem Atomverhältnis von In:Sn:Zn = 1:1:1 (= 1/3:1/3:1/3), In:Sn:Zn = 2:1:3 (= 1/3:1/6:1/2) oder In:Sn:Zn = 2:1:5 (= 1/4:1/8:5/8) oder ein Oxid mit einem Atomverhältnis, das den zuvor erwähnten Atomverhältnissen nahe ist, verwendet werden.

**[0194]** Beispielsweise lässt sich bei der Verwendung eines Oxids auf In-Sn-Zn-Basis verhältnismäßig leicht eine hohe Mobilität erzielen. Doch auch im Fall der Verwendung eines Oxids auf In-Ga-Zn-Basis lässt sich die Mobilität durch ein Verringern der Defektdichte im Bulk steigern.

**[0195]** Ein Oxidhalbleiterfilm kann sich beispielsweise in einem nichteinkristallinen Zustand befinden. Der nichteinkristalline Zustand enthält beispielsweise zumindest einen von einem bezüglich der c-Achse ausgerichteten Kristall (c-axis aligned crystal: CAAC), einem Polykristall, einem Mikrokristall und einem amorphen Teil. Die Dichte von Defektzuständen eines amorphen Teils ist höher als die des Mikro-

kristalls und des CAAC. Ferner ist die Dichte von Defektzuständen des Mikrokristalls höher als die des CAAC. Es sei angemerkt, dass ein Oxidhalbleiter, der einen CAAC enthält, als ein CAAC-OS (c-axis aligned crystalline oxide semiconductor; Oxidhalbleiter mit Ausrichtung bezüglich der c-Achse) bezeichnet wird.

**[0196]** Beispielsweise kann ein Oxidhalbleiterfilm einen CAAC-OS enthalten. Bei dem CAAC-OS sind beispielsweise c-Achsen ausgerichtet, und a-Achsen und/oder b-Achsen sind makroskopisch nicht ausgerichtet.

**[0197]** Beispielsweise kann ein Oxidhalbleiterfilm einen Mikrokristall enthalten. Es sei angemerkt, dass ein Oxidhalbleiter, der einen Mikrokristall enthält, als ein mikrokristalliner Oxidhalbleiter bezeichnet wird. Ein mikrokristalliner Oxidhalbleiterfilm enthält beispielsweise einen Mikrokristall (auch als ein Nanokristall bezeichnet) mit einer Größe von größer als oder gleich 1 nm und kleiner als 10 nm.

**[0198]** Beispielsweise kann ein Oxidhalbleiterfilm einen amorphen Teil enthalten. Es sei angemerkt, dass ein Oxidhalbleiter, der einen amorphen Teil enthält, als ein amorpher Oxidhalbleiter bezeichnet wird. Ein amorpher Oxidhalbleiterfilm weist beispielsweise eine ungeordnete Atomanordnung und keine kristalline Komponente auf. Alternativ ist ein amorpher Oxidhalbleiterfilm beispielsweise völlig amorph und enthält keinen Kristallteil.

**[0199]** Es sei angemerkt, dass ein Oxidhalbleiterfilm ein Mischfilm sein kann, der irgendeinen von einem CAAC-OS, einem mikrokristallinen Oxidhalbleiter und einem amorphen Oxidhalbleiter enthält. Der Mischfilm beinhaltet beispielsweise einen Bereich eines amorphen Oxidhalbleiters, einen Bereich eines mikrokristallinen Oxidhalbleiters und einen Bereich eines CAAC-OS. Ferner kann der Mischfilm beispielsweise eine gestapelte Struktur haben, die einen Bereich eines amorphen Oxidhalbleiters, einen Bereich eines mikrokristallinen Oxidhalbleiters und einen Bereich eines CAAC-OS beinhaltet.

**[0200]** Es sei angemerkt, dass sich ein Oxidhalbleiterfilm beispielsweise in einem einkristallinen Zustand befinden kann.

**[0201]** Ein Oxidhalbleiterfilm beinhaltet vorzugsweise eine Vielzahl von Kristallteilen. Bei jedem Kristallteil ist vorzugsweise eine c-Achse in einer Richtung ausgerichtet, die zu einem Normalenvektor einer Oberfläche, wo der Oxidhalbleiterfilm ausgebildet ist, oder zu einem Normalenvektor einer Oberfläche des Oxidhalbleiterfilms parallel ist. Es sei angemerkt, dass bei Kristallteilen die Richtungen der a-Achse und der b-Achse eines Kristallteils von denen eines anderen Kristallteils unterschiedlich sein kön-

nen. Ein Beispiel für einen solchen Oxidhalbleiterfilm ist ein CAAC-OS-Film.

**[0202]** Es sei angemerkt, dass in den meisten Fällen ein Kristallteil in dem CAAC-OS-Film in einen Würfel mit einer Kantenlänge von weniger als 100 nm passt. In einem Beobachtungsbild, das mit einem Transmissionselektronenmikroskop (TEM) erhaltenen wird, ist eine Grenze zwischen Kristallteilen in dem CAAC-OS-Film nicht deutlich nachweisbar. Ferner wird mit dem TEM keine deutliche Korngrenze in dem CAAC-OS-Film gefunden. Folglich wird in dem CAAC-OS-Film eine Verringerung der Elektronenmobilität, die der Korngrenze zugeschrieben wird, unterbunden.

**[0203]** Bei jedem der in dem CAAC-OS-Film eingeschlossenen Kristallteile ist beispielsweise eine c-Achse in einer Richtung ausgerichtet, die zu einem Normalenvektor einer Oberfläche, wo der CAAC-OS-Film ausgebildet ist, oder zu einem Normalenvektor einer Oberfläche des CAAC-OS-Films parallel ist. Ferner weisen bei jedem Kristallteil Metallatome eine trigonale oder hexagonale Anordnung auf, wenn die Beobachtung aus der Richtung erfolgt, die zur a-b-Ebene senkrecht ist, und Metallatome sind in einer geschichteten Weise angeordnet oder Metallatome und Sauerstoffatome sind in einer geschichteten Weise angeordnet, wenn die Beobachtung aus der Richtung erfolgt, die zur c-Achse senkrecht ist. Es sei angemerkt, dass bei Kristallteilen die Richtungen der a-Achse und der b-Achse eines Kristallteils von denen eines anderen Kristallteils unterschiedlich sein können. In dieser Beschreibung enthält ein Ausdruck „senkrecht“ einen Bereich von 80° bis 100°, bevorzugt 85° bis 95°. Außerdem enthält ein Ausdruck „parallel“ einen Bereich von -10° bis 10°, bevorzugt -5° bis 5°.

**[0204]** In dem CAAC-OS-Film ist die Verteilung der Kristallteile nicht unbedingt gleichmäßig. Beispielsweise ist in dem Fall, in dem bei dem Formierungsprozess des CAAC-OS-Films das Kristallwachstum von einer Oberflächenseite des Oxidhalbleiterfilms ausgeht, der Anteil der Kristallteile in der Nähe der Oberfläche des Oxidhalbleiterfilms in einigen Fällen höher als der in der Nähe der Oberfläche, wo der Oxidhalbleiterfilm ausgebildet ist. Ferner wird bei einem Fremdstoffzusatz zu dem CAAC-OS-Film die Kristallinität des Kristallteils in einem Bereich, dem der Fremdstoff zugesetzt worden ist, in einigen Fällen vermindert.

**[0205]** Da die c-Achsen der in dem CAAC-OS-Film eingeschlossenen Kristallteile in der Richtung ausgerichtet sind, die zu einem Normalenvektor einer Oberfläche, wo der CAAC-OS-Film ausgebildet ist, oder zu einem Normalenvektor einer Oberfläche des CAAC-OS-Films parallel ist, können in Abhängigkeit von der Form des CAAC-OS-Films (der Querschnittsform der Oberfläche, wo der CAAC-OS-Film

ausgebildet ist, oder der Querschnittsform der Oberfläche des CAAC-OS-Films) die Richtungen der c-Achsen voneinander unterschiedlich sein. Es sei angemerkt, dass die Filmabscheidung die Ausbildung der Kristallteile bewirkt, oder nach der Filmabscheidung die Kristallteile durch eine Kristallbildungsbehandlung wie z. B. eine Wärmebehandlung ausgebildet werden. Folglich sind die c-Achsen der Kristallteile in der Richtung ausgerichtet, die zu einem Normalenvektor der Oberfläche, wo der CAAC-OS-Film ausgebildet ist, oder zu einem Normalenvektor der Oberfläche des CAAC-OS-Films parallel ist.

**[0206]** Bei einem Transistor unter Verwendung des CAAC-OS-Films ist eine Veränderung der elektrischen Eigenschaften klein, die auf eine Bestrahlung mit sichtbarem Licht oder UV-Licht zurückzuführen ist. Folglich weist der Transistor hohe Zuverlässigkeit auf.

**[0207]** In dem Fall, in dem die Gate-Isolierfilme unter Verwendung des gleichen Materials ausgebildet sind, kann der Betrag der Verschiebung der Schwellenspannung des Transistors anhand des Dickenverhältnisses zwischen den Gate-Isolierfilmen gesteuert werden. Wenn das Dickenverhältnis eines der Gate-Isolierfilme zu dem anderen Gate-Isolierfilm 1:10 ist, tendiert Betrag der Verschiebung der Schwellenspannung des Transistors dazu, größer als der im Fall eines Dickenverhältnisses von 1:1 zu werden.

**[0208]** Es ist bevorzugt, dass der Halbleiterfilm 533 vor, bei und nach der Abscheidung keinen Wasserstoff enthält. Zum Beispiel ist es bevorzugt, dass bei der Abscheidung des Halbleiterfilms 533 so wenig Wasserstoff wie möglich enthalten wird, und dass eine Wärmebehandlung zum Entziehen von Wasser oder Wasserstoff nach der Abscheidung des Halbleiterfilms 533 durchgeführt wird. Zusätzlich ist es bevorzugt, dass bei einer Abscheidung eines Isolierfilms, der mit dem Halbleiterfilm 533 in Kontakt steht, so wenig Wasserstoff wie möglich enthalten wird, und dass eine Wärmebehandlung zum Entziehen von Wasser oder Wasserstoff nach der Abscheidung des Isolierfilms durchgeführt wird.

**[0209]** Wenn ein Film, der Passieren von Wasserstoff verhindert, als der Isolierfilm 531 verwendet wird, kann verhindert werden, dass Wasserstoff, der in den Transistoren im unteren Bereich, dem Isolierfilm 524, dem Zwischenschicht-Isolierfilm 522 und dergleichen enthalten ist, den Halbleiterfilm 533 erreicht. Als der Film, der Passieren von Wasserstoff verhindert, wird vorzugsweise ein Siliziumnitridfilm, ein Siliziumoxinitridfilm, ein Aluminiumoxidfilm, ein Aluminiumoxinitridfilm oder dergleichen verwendet. Zudem kann dann, wenn ein Film, der Passieren von Wasserstoff verhindert, als der Zwischenschicht-Isolierfilm 537 verwendet wird, verhindert

werden, dass Wasserstoff, der in dem Zwischenschicht-Isolierfilm 538 enthalten ist, den Halbleiterfilm 533 erreicht.

**[0210]** Eine Behandlung zur Zuführung von Sauerstoff zu dem Halbleiterfilm 533 wird vorzugsweise durchgeführt, um Sauerstoffleerstellen in dem Halbleiterfilm 533 zu vermindern. Zum Beispiel wird ein Isolierfilm, der Sauerstoff in einer überschüssigen Menge enthält, in Kontakt mit dem Halbleiterfilm 533 gebracht und eine Wärmebehandlung wird durchgeführt, wodurch Sauerstoff dem Halbleiterfilm 533 von dem Isolierfilm, der Sauerstoff in einer überschüssigen Menge enthält, zugeführt werden kann. Durch die Zuführung von Sauerstoff zu dem Halbleiterfilm 533 können Sauerstoffleerstellen in dem Halbleiterfilm 533 vermindert werden. Eine Behandlung zum Zusetzen von Sauerstoff zu dem Halbleiterfilm 533 kann durchgeführt werden, nachdem die Behandlung zum Entziehen von Wasser oder Wasserstoff an dem Halbleiterfilm 533 durchgeführt worden ist. Bei der Behandlung zum Zusetzen von Sauerstoff wird beispielsweise dem Halbleiterfilm 533 ein Sauerstoffradikal, Ozon, ein Sauerstoffatom, ein Sauerstoffion oder dergleichen durch ein Ionenimplantationsverfahren, ein Ionendotierungsverfahren, eine Plasmabehandlung oder dergleichen zugesetzt.

**[0211]** Auf diese Weise werden die Mengen an Fremdstoffen und Sauerstoffleerstellen in dem Halbleiterfilm 533 vermindert, so dass Erzeugung von Ladungsträgern unterdrückt werden kann. Das Unterdrücken des Anstiegs der Ladungsträgerdichte kann unterdrücken, dass sich die Schwellenspannung des Transistors wegen der Ladungsträgerdichte in negativer Richtung verschiebt. Als Ergebnis kann durch ein Potential, das an die andere Gate-Elektrode des Transistors angelegt wird, die Schwellenspannung des Transistors leicht gesteuert werden.

**[0212]** Diese Ausführungsform kann mit einer der anderen Ausführungsformen soweit angemessen kombiniert werden.

**[0213]** Diese Anmeldung basiert auf der japanischen Patentanmeldung mit der Seriennr. 2012-090058, eingereicht beim japanischen Patentamt am 11. April 2012, deren gesamter Inhalt hiermit zum Gegenstand der vorliegenden Offenlegung gemacht ist.

### Patentansprüche

1. Halbleitervorrichtung, die umfasst:  
eine erste Schaltung (190), die elektrisch zwischen einem ersten Anschluss, dem eine erste Leistungsversorgungsspannung (V1) zugeführt wird, und einem zweiten Anschluss, dem eine zweite Leis-

tungsversorgungsspannung (V2) zugeführt wird, angeschlossen ist, wobei die erste Schaltung (190) konfiguriert ist, eine Bezugsspannung (Vref) auszugeben, und einen ersten Schalter (180) umfasst, der gemäß einem ersten Signal (SEL4) eingeschaltet oder ausgeschaltet wird;  
einen Operationsverstärker (104), dessen invertierenden Eingangsanschluss die Bezugsspannung (Vref) zugeführt wird;  
eine zweite Schaltung (107), die elektrisch zwischen der ersten Schaltung (190) und dem Operationsverstärker (104) angeschlossen ist, wobei die zweite Schaltung (107) konfiguriert ist, die Bezugsspannung (Vref) gemäß einem zweiten Signal (SEL2) zu halten; und  
eine dritte Schaltung (171), die elektrisch zwischen dem zweiten Anschluss und einem nichtinvertierenden Eingangsanschluss des Operationsverstärkers (104) angeschlossen ist, wobei die dritte Schaltung (171) konfiguriert ist, ein Potential des nichtinvertierenden Eingangsanschlusses gemäß einem dritten Signal (SEL5) zu halten.

2. Halbleitervorrichtung nach Anspruch 1, wobei die zweiten und dritten Schaltungen (107, 171) jeweils einen zweiten Schalter (113, 182) und einen Kondensator (114, 183) umfassen.

3. Halbleitervorrichtung nach Anspruch 2, wobei der zweite Schalter (113, 182) ein Transistor ist, der eine Oxidhalbleiterschicht umfasst, die einen Kanalbildungsbereich beinhaltet.

4. Halbleitervorrichtung nach Anspruch 1, wobei der erste Schalter (180) ein Transistor ist, der eine Oxidhalbleiterschicht umfasst, die einen Kanalbildungsbereich beinhaltet.

Es folgen 11 Seiten Zeichnungen

FIG. 1

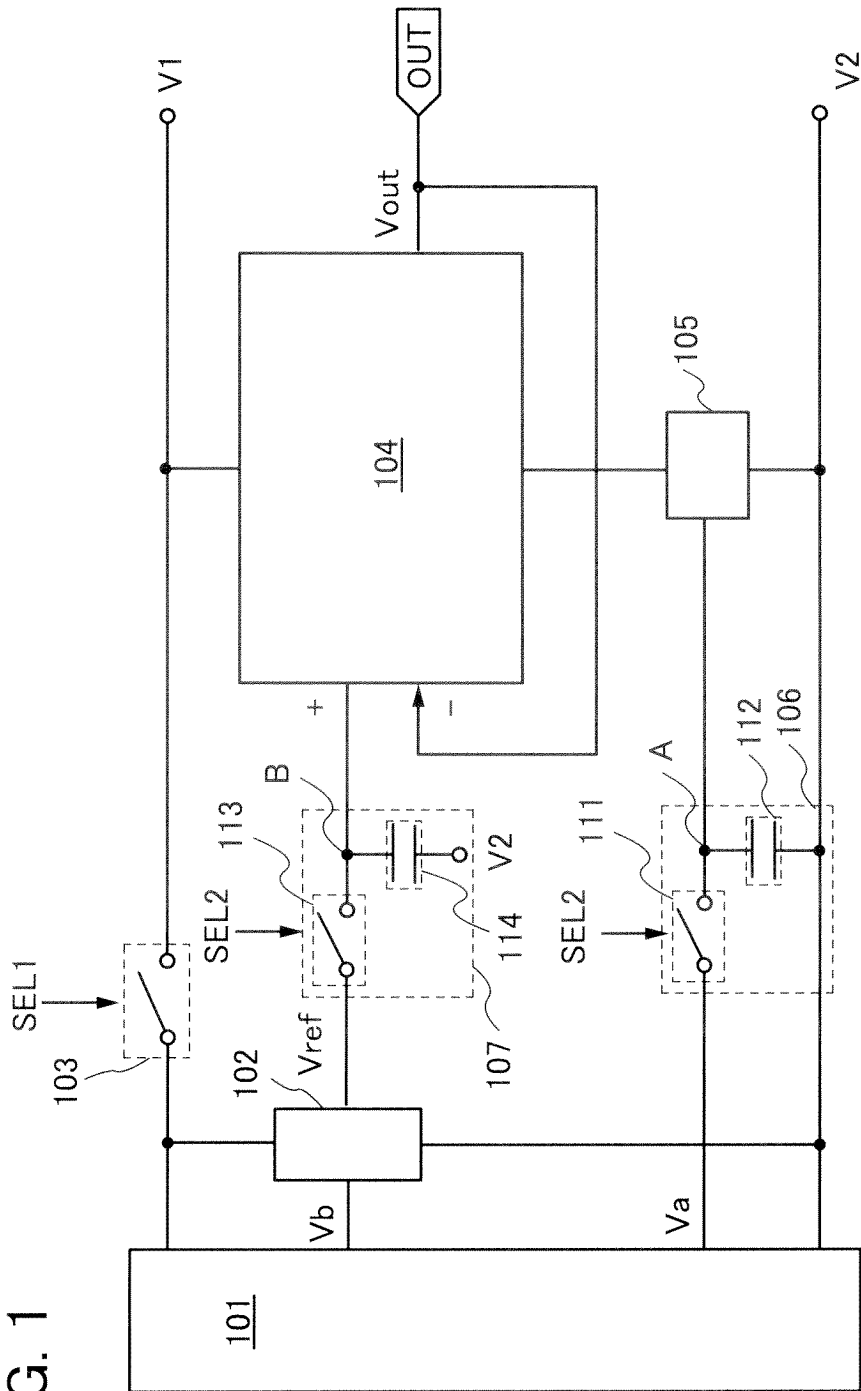




FIG. 2

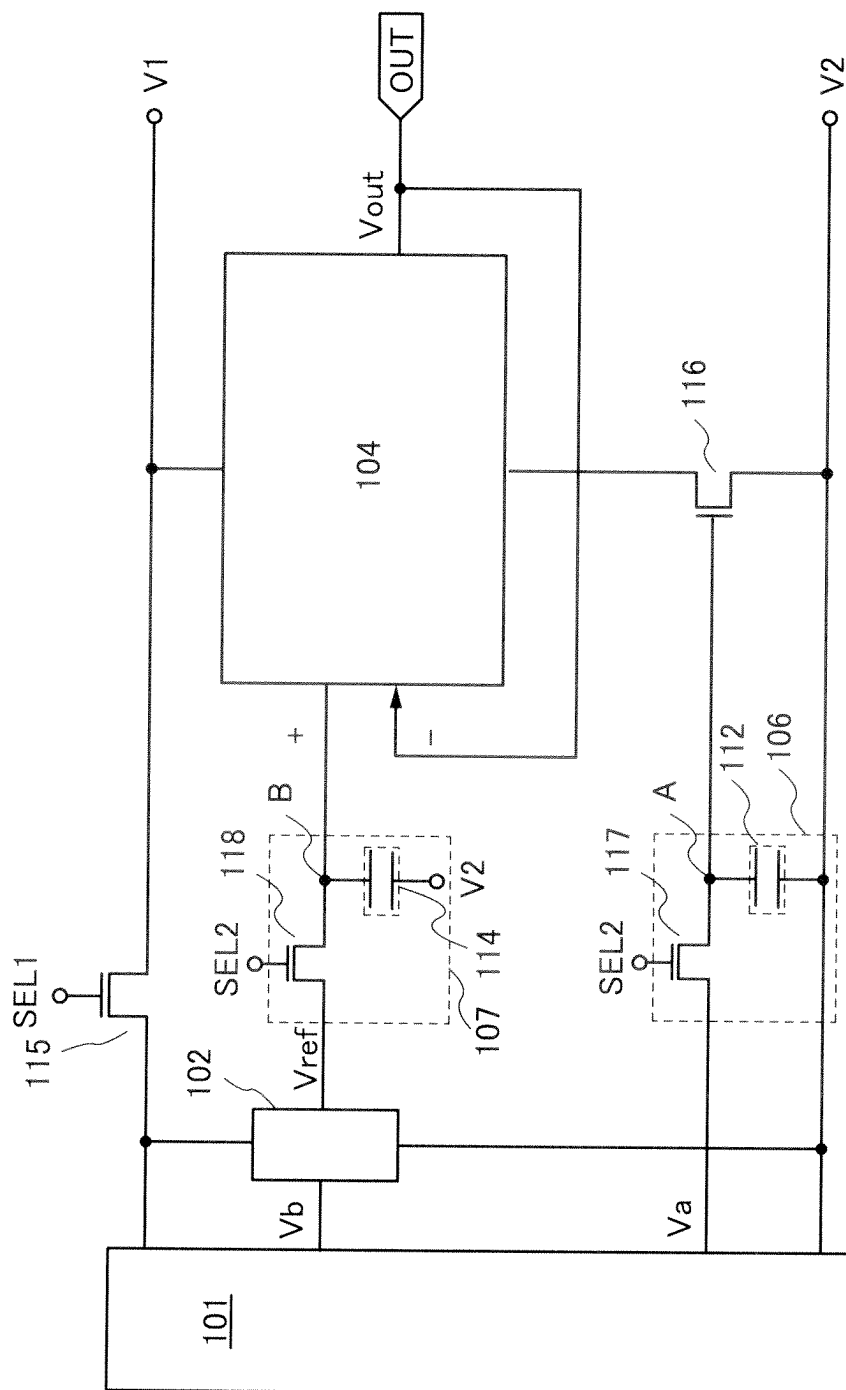
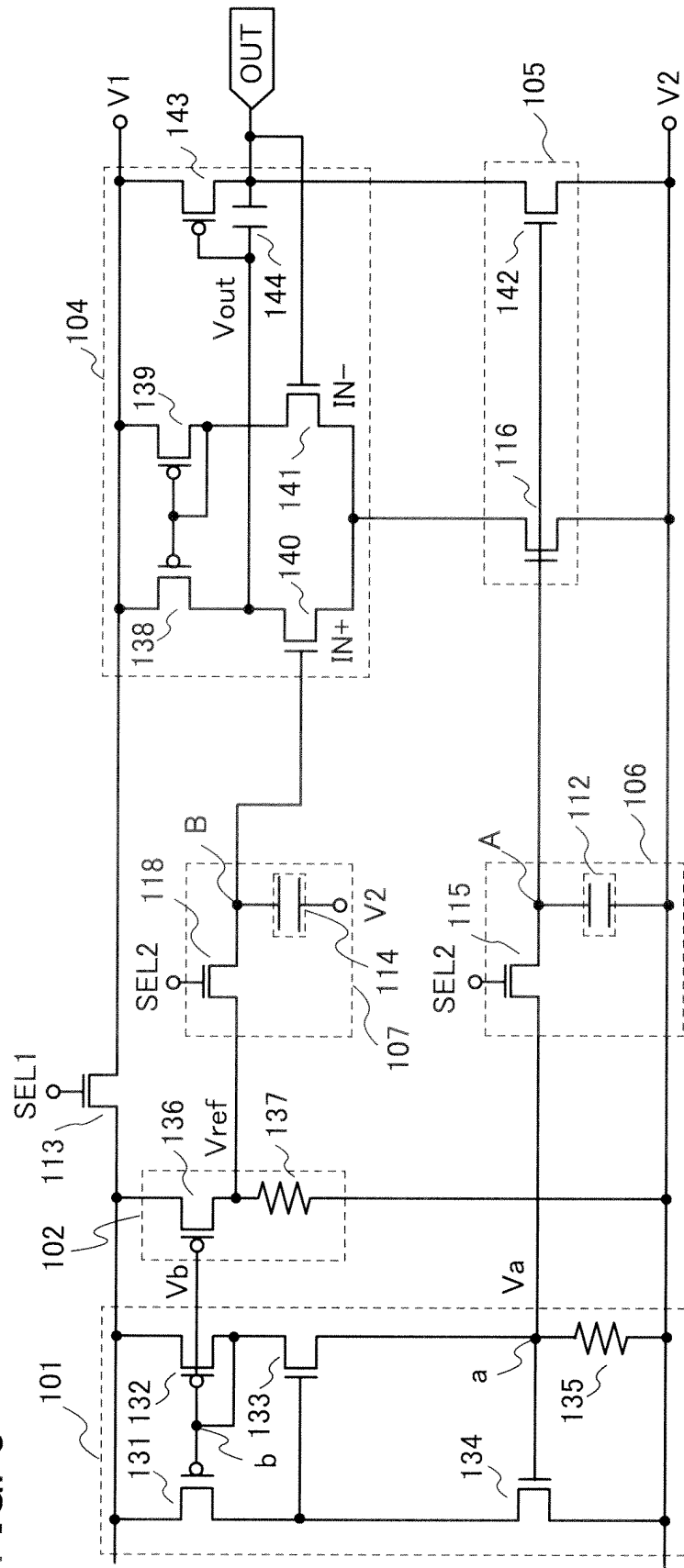
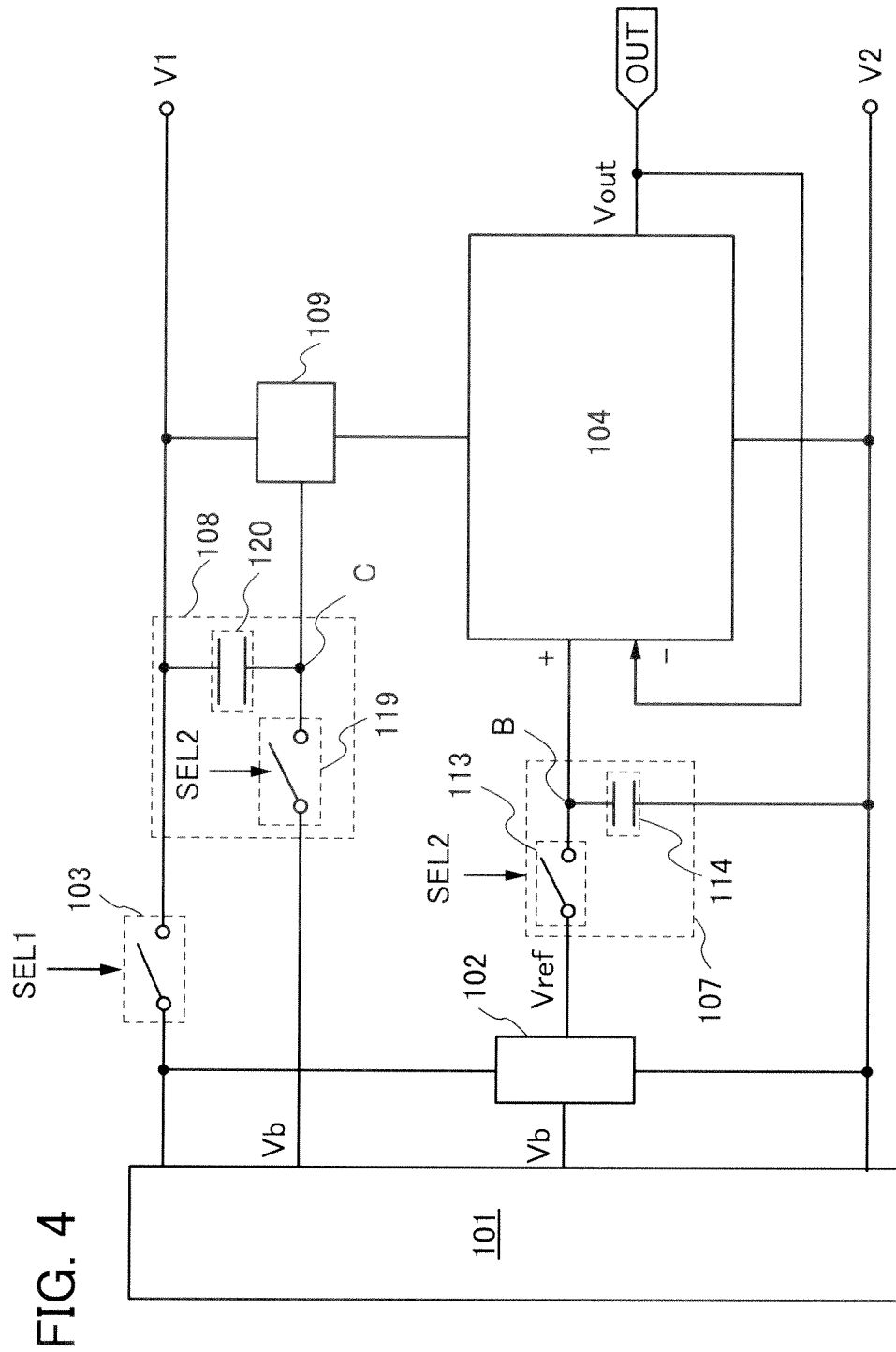


FIG. 3





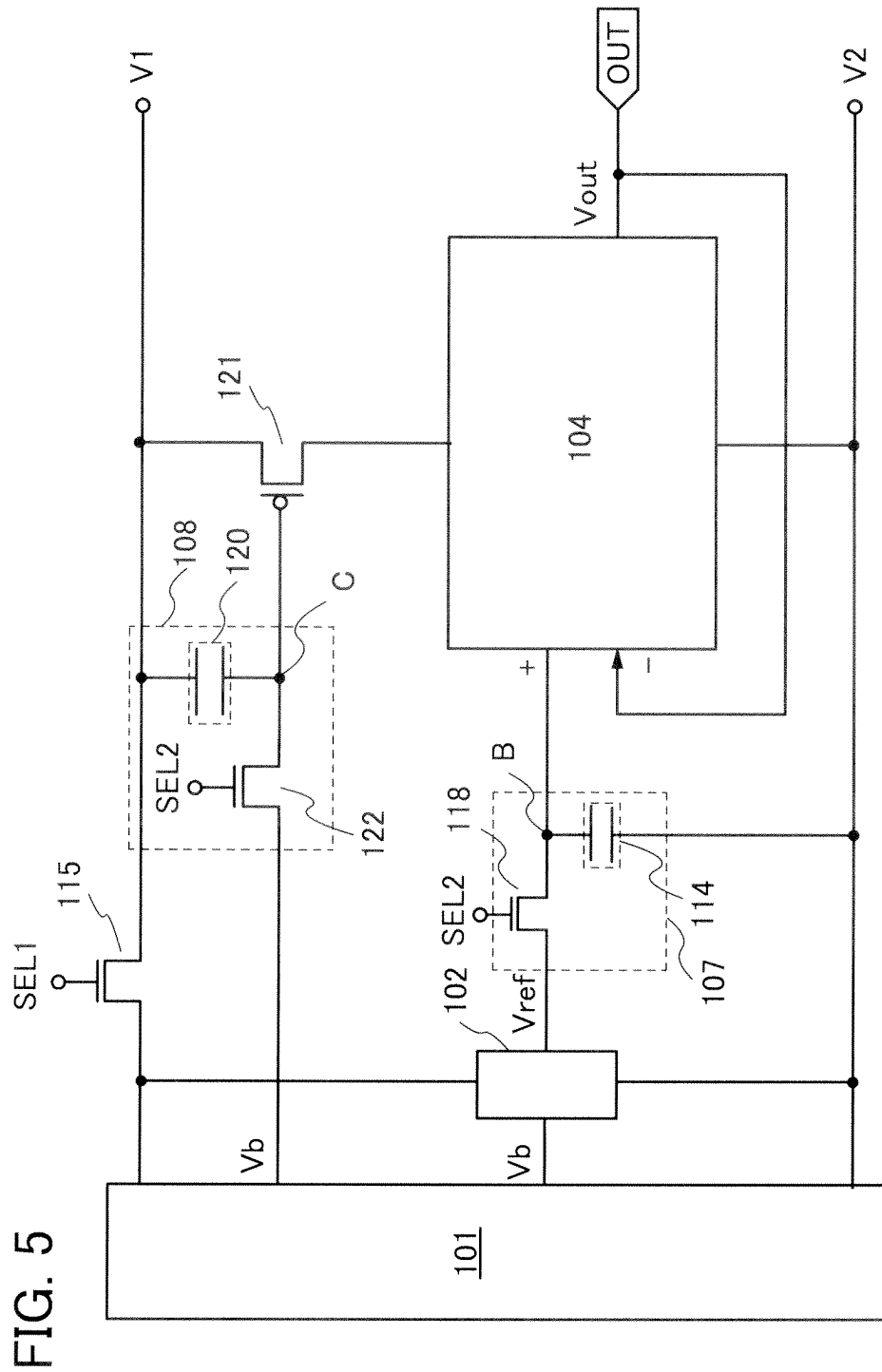
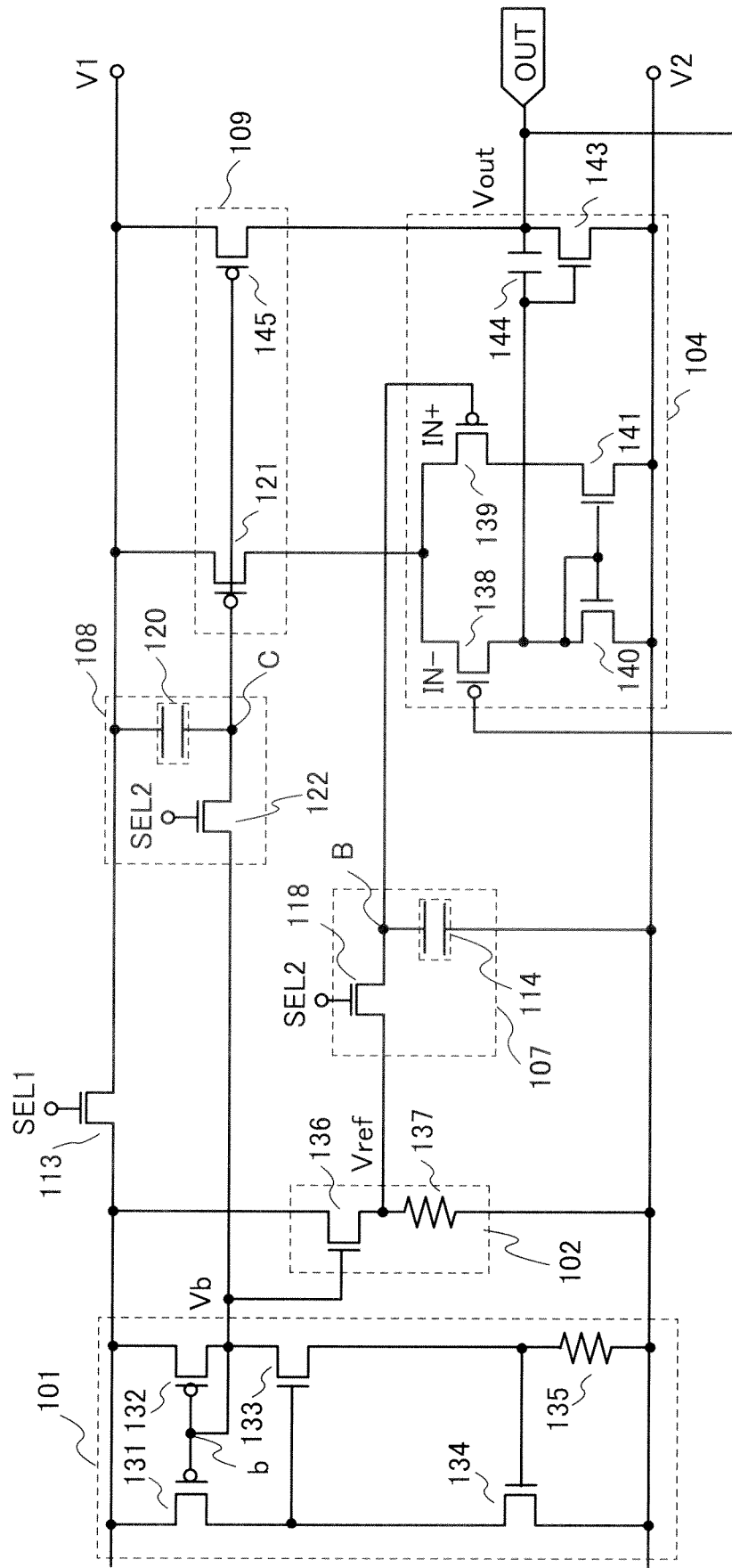


FIG. 6



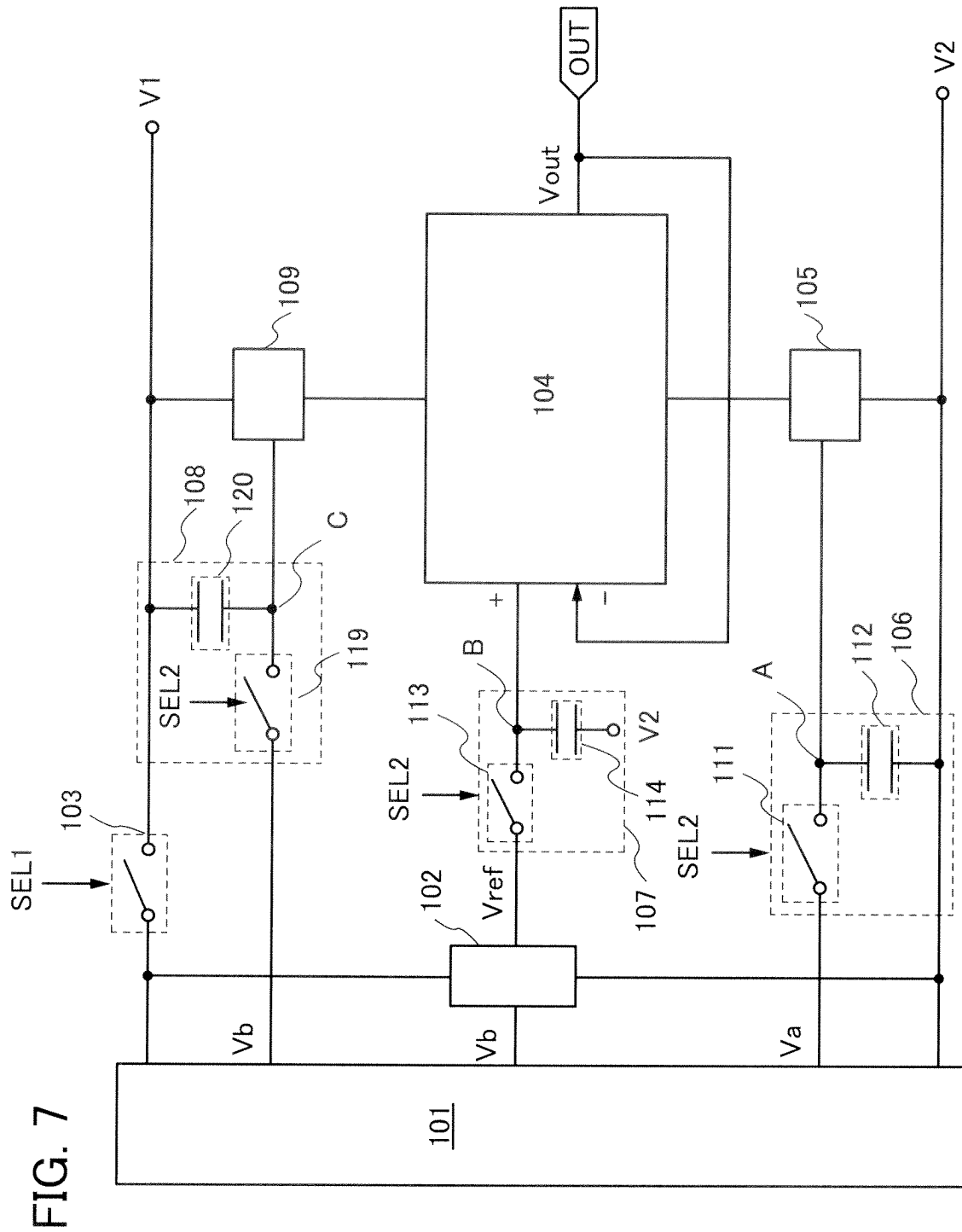
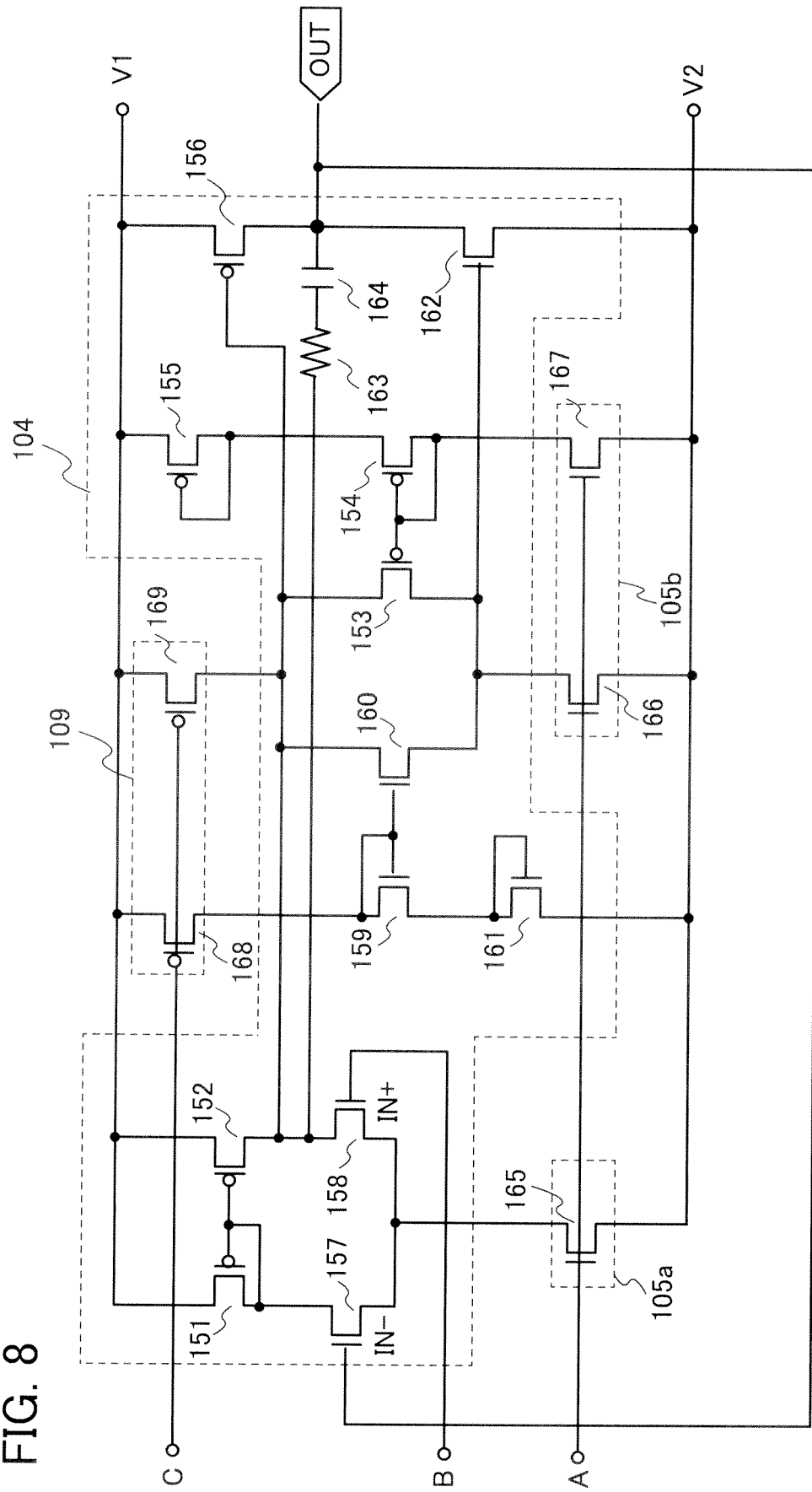


FIG. 8



300 FIG. 9

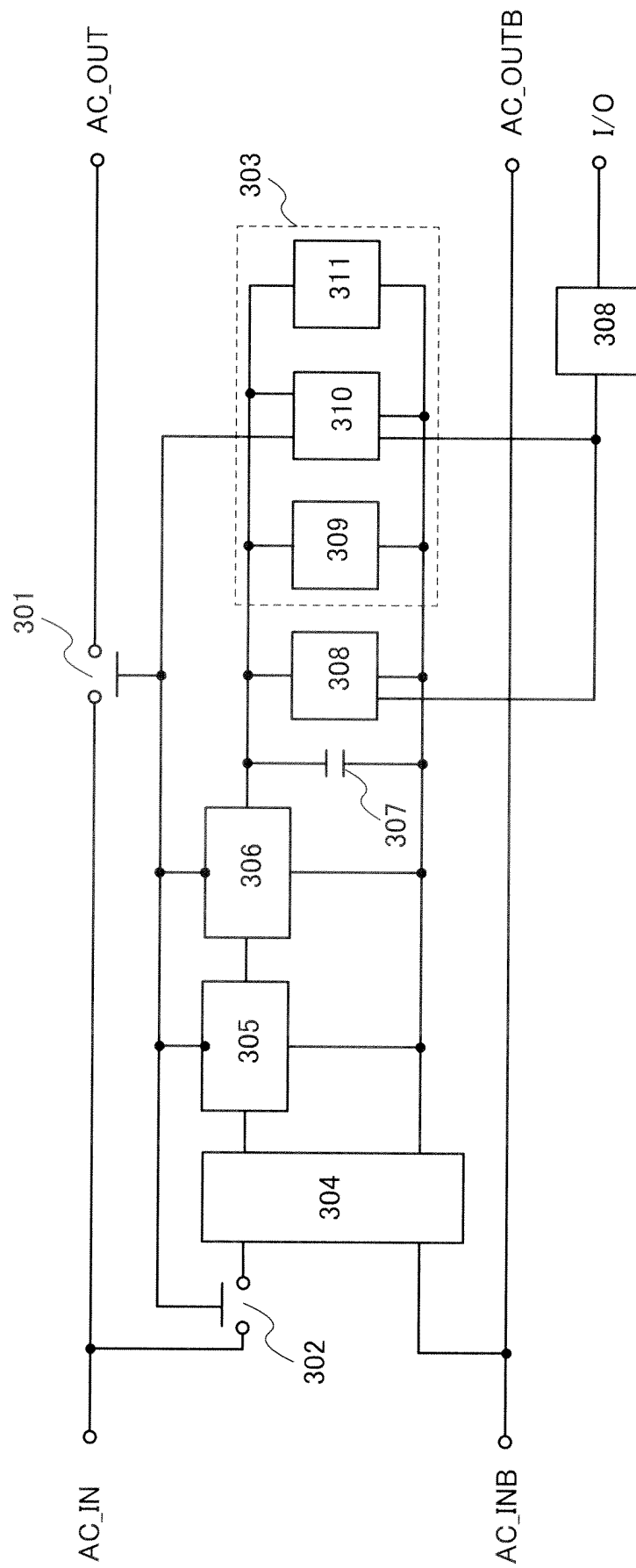




FIG. 10

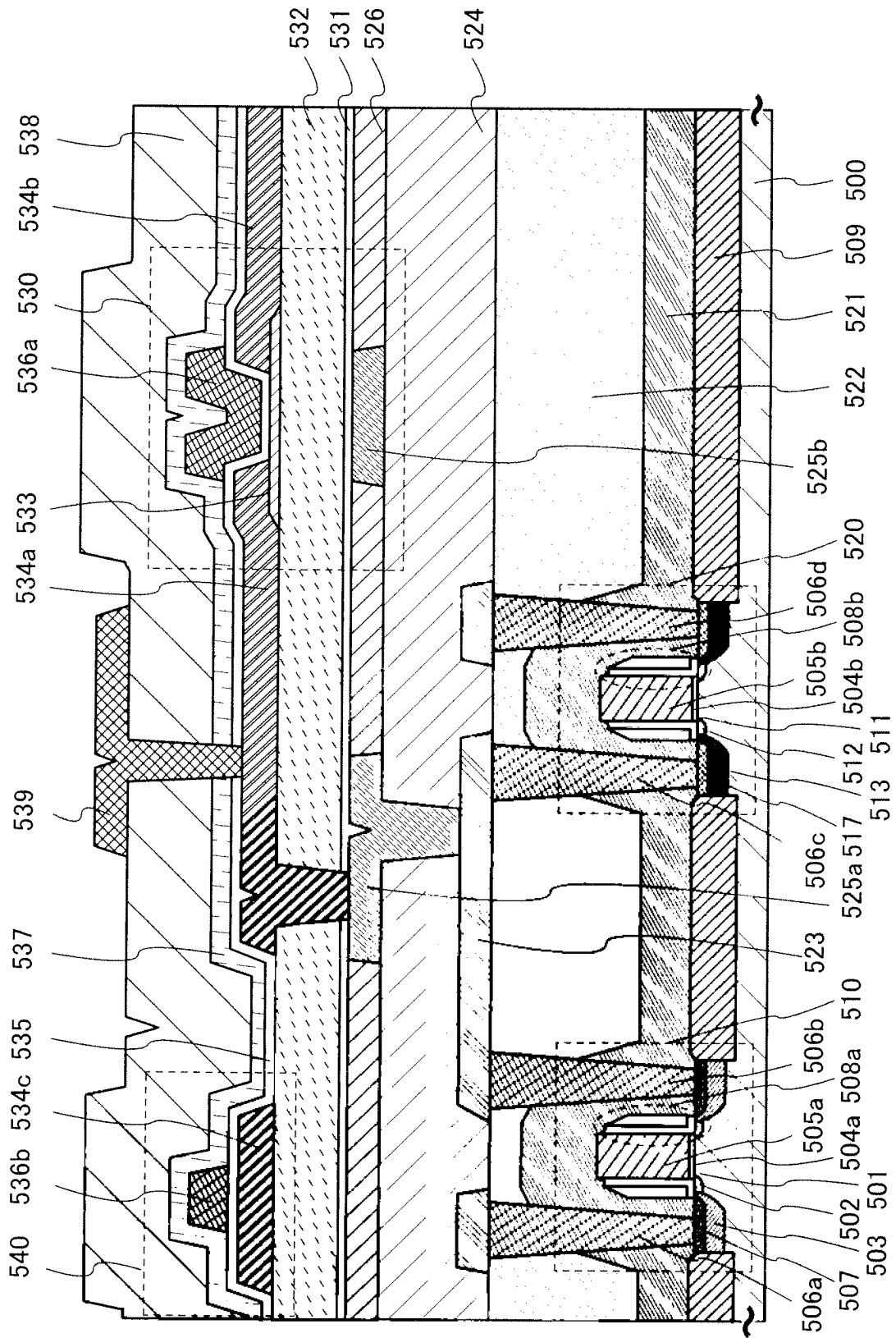


FIG. 11

