



(10) **DE 11 2017 004 584 T5** 2019.07.11

(12)

## Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der  
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2018/047067**  
in der deutschen Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2  
IntPatÜG)  
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2017 004 584.3**  
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/IB2017/055351**  
(86) PCT-Anmeldetag: **06.09.2017**  
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **15.03.2018**  
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung  
in deutscher Übersetzung: **11.07.2019**

(51) Int Cl.: **H01L 29/786** (2006.01)

**G02F 1/1368** (2006.01)

**H01L 21/336** (2006.01)

**H01L 51/50** (2006.01)

**H05B 33/14** (2006.01)

(30) Unionspriorität:

<b>2016-178106</b>	<b>12.09.2016</b>	<b>JP</b>
<b>2016-183322</b>	<b>20.09.2016</b>	<b>JP</b>
<b>2016-233577</b>	<b>30.11.2016</b>	<b>JP</b>
<b>2017-099483</b>	<b>19.05.2017</b>	<b>JP</b>

(71) Anmelder:

**Semiconductor Energy Laboratory Co., Ltd.,  
Atsugi-shi, Kanagawa-ken, JP**

(74) Vertreter:

**GLAWE DELFS MOLL Partnerschaft mbB von  
Patent- und Rechtsanwälten, 20148 Hamburg, DE**

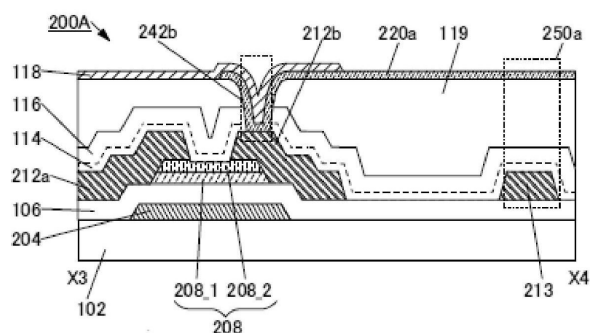
(72) Erfinder:

**Yamazaki, Shunpei, Atsugi-shi, Kanagawa, JP;  
Koezuka, Junichi, Atsugi-shi, Kanagawa, JP;  
Okazaki, Kenichi, Atsugi-shi, Kanagawa, JP**

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.**

(54) Bezeichnung: **Anzeigevorrichtung und elektronisches Gerät**

(57) Zusammenfassung: Eine neuartige Anzeigevorrichtung wird bereitgestellt. Die Anzeigevorrichtung beinhaltet einen Pixelabschnitt und eine Treiberschaltung zum Ansteuern des Pixelabschnitts. Die Treiberschaltung beinhaltet einen ersten Transistor mit einer Dual-Gate-Struktur. Der Pixelabschnitt beinhaltet einen zweiten Transistor mit einer Single-Gate-Struktur und eine Pixelelektrode, die elektrisch mit dem zweiten Transistor verbunden ist. Der erste Transistor und der zweite Transistor beinhalten jeweils einen ersten Metalloxidfilm, der als Kanal dient. Die Metalloxidfilme beinhalten jeweils einen ersten Bereich und einen zweiten Bereich. Der erste Bereich enthält In oder Zn und Sauerstoff. Der zweite Bereich enthält In oder ein Element M und Sauerstoff. Der erste Bereich und der zweite Bereich sind mosaikartig dispergiert oder verteilt.



**Beschreibung**

## Technisches Gebiet

**[0001]** Eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung betrifft eine Anzeigevorrichtung und ein elektronisches Gerät.

**[0002]** Es sei angemerkt, dass eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung nicht auf das obige technische Gebiet beschränkt ist. Das technische Gebiet einer Ausführungsform der in dieser Beschreibung und dergleichen offenbarten Erfindung betrifft ein Objekt, ein Verfahren oder ein Herstellungsverfahren. Eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung betrifft zusätzlich einen Prozess, eine Maschine, ein Erzeugnis oder eine Zusammensetzung. Im Besonderen betrifft eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung eine Halbleitervorrichtung, eine Anzeigevorrichtung, eine Licht emittierende Vorrichtung, eine Energiespeichervorrichtung, eine Speichervorrichtung, ein Ansteuerungsverfahren dafür oder ein Herstellungsverfahren dafür.

**[0003]** In dieser Beschreibung und dergleichen bezeichnet eine Halbleitervorrichtung allgemein eine Vorrichtung, die durch Anwenden von Halbleitereigenschaften arbeiten kann. Ein Halbleiterelement, wie z. B. ein Transistor, eine Halbleiterschaltung, eine arithmetische Vorrichtung und eine Speichervorrichtung, sind jeweils eine Ausführungsform einer Halbleitervorrichtung. Eine Abbildungsvorrichtung, eine Anzeigevorrichtung, eine Flüssigkristallanzeigevorrichtung, eine Licht emittierende Vorrichtung, eine elektro-optische Vorrichtung, eine Energieerzeugungsvorrichtung (einschließlich einer Dünnschichtsolarzelle, einer organischen Dünnschichtsolarzelle und dergleichen) und ein elektronisches Gerät können jeweils eine Halbleitervorrichtung beinhalten.

## Stand der Technik

**[0004]** Als Halbleitermaterial, das bei einem Transistor verwendet werden kann, hat ein Oxidhalbleiter Aufmerksamkeit erregt. Beispielsweise ist eine Halbleitervorrichtung offenbart, deren Feldeffektmobilität (in einigen Fällen einfach als Mobilität oder  $\mu\text{PE}$  bezeichnet) verbessert wird, indem eine Vielzahl von Oxidhalbleiterschichten übereinander angeordnet wird, unter denen die als Kanal dienende Oxidhalbleiterschicht Indium und Gallium enthält und in denen der Anteil an Indium höher ist als der Anteil an Gallium (siehe Patentdokument 1).

**[0005]** Eine Technik zur Verwendung von Oxidhalbleitertransistoren für Anzeigevorrichtungen, wie z. B. Flüssigkristallanzeigen und organische Elektrolumineszenz- (EL-) Anzeigen, hat Aufmerksamkeit erregt. Der Sperrstrom der Oxidhalbleitertransistoren ist sehr niedrig. Die Patentdokumente 2 und 3 offenbaren jeweils eine Technik, bei der ein derartig niedriger Sperrstrom verwendet wird, um die Aktualisierungsfrequenz zum Zeitpunkt der Anzeige von Standbildern sowie den Stromverbrauch der Flüssigkristallanzeigen oder der organischen EL-Anzeigen zu reduzieren. Es sei angemerkt, dass ein derartiges Ansteuerungsverfahren, das den Stromverbrauch von Anzeigevorrichtungen reduziert, in dieser Beschreibung als Idling-Stop- (IDS) Betrieb bezeichnet wird.

## [Referenz]

## [Patentdokumente]

[Patentdokument 1] Japanische Patentoffenlegungsschrift Nr. 2014-007399

[Patentdokument 2] Japanische Patentoffenlegungsschrift Nr. 2011-141522

[Patentdokument 3] Japanische Patentoffenlegungsschrift Nr. 2011-141524

## Offenbarung der Erfindung

**[0006]** Vorzugsweise ist die Feldeffektmobilität eines Transistors, bei dem ein Oxidhalbleiterfilm als Kanalbereich verwendet wird, möglichst hoch. Wenn jedoch die Feldeffektmobilität erhöht wird, bekommt der Transistor ein Problem hinsichtlich seiner Eigenschaften, d. h., dass der Transistor dazu neigt, selbstleitend („normally on“) zu sein. Es sei angemerkt, dass „selbstleitend“ einen Zustand bezeichnet, in dem ein Kanal sogar dann existiert, wenn keine Spannung an eine Gate-Elektrode angelegt wird, und ein Strom durch den Transistor fließt.

**[0007]** Ferner beeinflussen bei einem Transistor, in dem ein Oxidhalbleiterfilm in einem Kanalbereich verwendet wird, Sauerstofffehlstellen, die in dem Oxidhalbleiterfilm gebildet werden, die Transistoreigenschaften in

negativer Weise. Beispielsweise werden die Sauerstofffehlstellen, die in dem Oxidhalbleiterfilm gebildet werden, an Wasserstoff gebunden, wodurch sie als Ladungsträgerversorgungsquellen dienen. Die Ladungsträgerversorgungsquellen, die in dem Oxidhalbleiterfilm gebildet werden, verursachen eine Veränderung der elektrischen Eigenschaften, typischerweise eine Verschiebung der Schwellenspannung, des Transistors, der den Oxidhalbleiterfilm beinhaltet.

**[0008]** Wenn die Menge an Sauerstofffehlstellen in dem Oxidhalbleiterfilm zu groß ist, verschiebt sich beispielsweise die Schwellenspannung des Transistors in negativer Richtung und der Transistor weist selbstleitende Eigenschaften auf. Somit ist insbesondere in dem Kanalbereich des Oxidhalbleiterfilms die Menge an Sauerstofffehlstellen vorzugsweise klein oder die Menge, bei der die selbstleitenden Eigenschaften nicht auftreten.

**[0009]** In dem Fall, in dem eine Vielzahl von verschiedenen Schaltungen auf einer isolierenden Oberfläche ausgebildet wird (z. B. in dem Fall, in dem ein Pixelabschnitt und eine Treiberschaltung über demselben Substrat ausgebildet werden), um eine Anzeigevorrichtung herzustellen, sind ausgezeichnete Schalteigenschaften, wie z. B. ein hohes Ein-/Aus-Verhältnis für einen für den Pixelabschnitt verwendeten Transistor, und eine hohe Betriebsgeschwindigkeit für einen für die Treiberschaltung verwendeten Transistor erforderlich. Insbesondere gilt: Je höher die Auflösung einer Anzeigevorrichtung ist, wie bei einer ultrahochauflösenden (auch als 4K-Auflösung, 4K2K oder 4K bezeichneten) Anzeigevorrichtung oder einer superhochauflösenden (auch als 8K-Auflösung, 8K4K oder 8K bezeichneten) Anzeigevorrichtung, desto kürzer ist die Schreibzeit eines Anzeigebildes; daher ist es vorzuziehen, dass der für die Treiberschaltung verwendete Transistor mit hoher Geschwindigkeit arbeitet.

**[0010]** Angesichts der vorstehenden Probleme ist eine Aufgabe einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, die Feldeffektmobilität und die Zuverlässigkeit eines Transistors, der einen Metalloxidfilm beinhaltet, zu verbessern. Eine weitere Aufgabe einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist, eine Veränderung der elektrischen Eigenschaften eines Transistors zu verhindern, der einen Metalloxidfilm beinhaltet, und die Zuverlässigkeit des Transistors zu verbessern. Eine weitere Aufgabe einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist, eine Anzeigevorrichtung mit hoher Anzeigenqualität und hoher Auflösung bereitzustellen. Eine weitere Aufgabe einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist, eine Anzeigevorrichtung mit reduziertem Stromverbrauch bereitzustellen. Eine weitere Aufgabe einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist, eine neuartige Anzeigevorrichtung bereitzustellen. Eine weitere Aufgabe einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist, ein neuartiges elektronisches Gerät bereitzustellen.

**[0011]** Es sei angemerkt, dass die Beschreibung der vorstehenden Aufgaben dem Vorhandensein weiterer Aufgaben nicht im Wege steht. Bei einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist es unnötig, alle Aufgaben zu erfüllen. Andere Aufgaben als die vorstehenden Aufgaben werden aus der Erläuterung der Beschreibung und dergleichen ersichtlich sein und können davon abgeleitet werden.

**[0012]** Eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist eine Anzeigevorrichtung, die einen Pixelabschnitt und eine Treiberschaltung zum Ansteuern des Pixelabschnitts beinhaltet. Die Treiberschaltung beinhaltet einen ersten Transistor. Der Pixelabschnitt beinhaltet einen zweiten Transistor und eine Pixelelektrode, die elektrisch mit dem zweiten Transistor verbunden ist. Der erste Transistor beinhaltet eine erste Gate-Elektrode, eine zweite Gate-Elektrode und einen ersten Metalloxidfilm, der als Kanal zwischen der ersten Gate-Elektrode und der zweiten Gate-Elektrode dient. Die erste Gate-Elektrode und die zweite Gate-Elektrode sind elektrisch miteinander verbunden. Der zweite Transistor beinhaltet einen zweiten Metalloxidfilm, der als Kanal dient. Die Pixelelektrode wird unter Verwendung eines dritten Metalloxidfilms ausgebildet. Der dritte Metalloxidfilm beinhaltet einen Bereich mit einer höheren Wasserstoffkonzentration als der zweite Metalloxidfilm. Der erste Metalloxidfilm, der zweite Metalloxidfilm und der dritte Metalloxidfilm beinhalten jeweils einen ersten Bereich und einen zweiten Bereich. Der erste Bereich enthält In oder Zn und Sauerstoff. Der zweite Bereich enthält In oder ein Element M und Sauerstoff. Der erste Bereich und der zweite Bereich sind mosaikartig dispergiert oder verteilt.

**[0013]** Es sei angemerkt, dass die Anzeigevorrichtung die folgende Struktur aufweisen kann: Ein Isolierfilm befindet sich über dem ersten Metalloxidfilm und dem zweiten Transistor; der Isolierfilm weist eine Öffnung über dem zweiten Transistor auf; der zweite Metalloxidfilm befindet sich über einem Gate-Isolierfilm; der dritte Metalloxidfilm und eine der ersten Gate-Elektrode und der zweiten Gate-Elektrode befinden sich über dem Isolierfilm; und der dritte Metalloxidfilm ist elektrisch mit dem zweiten Transistor in der Öffnung des Isolierfilms verbunden.

**[0014]** Alternativ kann die Anzeigevorrichtung die folgende Struktur aufweisen: Ein erster Isolierfilm und ein zweiter Isolierfilm sind in dieser Reihenfolge über dem ersten Metalloxidfilm und dem zweiten Transistor angeordnet; der erste Isolierfilm und der zweite Isolierfilm weisen jeweils eine Öffnung über dem zweiten Transistor auf; der zweite Metalloxidfilm befindet sich über einem Gate-Isolierfilm; eine der ersten Gate-Elektrode und der zweite Gate-Elektrode befindet sich über dem ersten Isolierfilm; der dritte Metalloxidfilm befindet sich über dem zweiten Isolierfilm; und der dritte Metalloxidfilm ist elektrisch mit dem zweiten Transistor in den Öffnungen des ersten Isolierfilms und des zweiten Isolierfilms verbunden.

**[0015]** Der erste Isolierfilm kann einen anorganischen Isolierfilm beinhalten und der zweite Isolierfilm kann einen organischen Harzfilm beinhalten.

**[0016]** Der zweite Transistor kann eine dritte Gate-Elektrode und einen Gate-Isolierfilm beinhalten. Der zweite Metalloxidfilm und der dritte Metalloxidfilm können sich über dem Gate-Isolierfilm befinden.

**[0017]** Eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist eine Anzeigevorrichtung, die einen Pixelabschnitt und eine Treiberschaltung zum Ansteuern des Pixelabschnitts beinhaltet. Die Treiberschaltung beinhaltet einen ersten Transistor. Der Pixelabschnitt beinhaltet einen zweiten Transistor und eine Pixelelektrode, die elektrisch mit dem zweiten Transistor verbunden ist. Ein erster Isolierfilm und ein zweiter Isolierfilm sind in dieser Reihenfolge über dem zweiten Transistor angeordnet. Der erste Isolierfilm und der zweite Isolierfilm weisen jeweils eine Öffnung über dem zweiten Transistor auf. Der erste Transistor beinhaltet eine erste Gate-Elektrode, eine zweite Gate-Elektrode und einen ersten Metalloxidfilm, der als Kanal zwischen der ersten Gate-Elektrode und der zweiten Gate-Elektrode dient. Die erste Gate-Elektrode und die zweite Gate-Elektrode sind elektrisch miteinander verbunden. Der zweite Transistor beinhaltet einen zweiten Metalloxidfilm, der als Kanal dient. Eine der ersten Gate-Elektrode und der zweiten Gate-Elektrode befindet sich über dem ersten Isolierfilm. Die Pixelelektrode befindet sich über dem zweiten Isolierfilm. Die Pixelelektrode ist mit dem zweiten Transistor in den Öffnungen des ersten Isolierfilms und des zweiten Isolierfilms elektrisch verbunden. Der erste Metalloxidfilm und der zweite Metalloxidfilm beinhalten jeweils einen ersten Bereich und einen zweiten Bereich. Der erste Bereich enthält In oder Zn und Sauerstoff. Der zweite Bereich enthält In oder ein Element M und Sauerstoff. Der erste Bereich und der zweite Bereich sind mosaikartig dispergiert oder verteilt.

**[0018]** Der erste Isolierfilm kann einen anorganischen Isolierfilm beinhalten und der zweite Isolierfilm kann einen organischen Harzfilm beinhalten.

**[0019]** Die Wasserstoffkonzentration des dritten Metalloxidfilms kann höher als oder gleich  $1 \times 10^{20}$  Atome/cm<sup>3</sup> sein.

**[0020]** Der erste Metalloxidfilm, der zweite Metalloxidfilm und der dritte Metalloxidfilm können jeweils einen Bereich, in dem ein In-Gehalt 40 % oder mehr und 50 % oder weniger der Gesamtsumme von In-, M- und Zn-Atomen ausmacht, und einen Bereich umfassen, in dem ein M-Gehalt 5 % oder mehr und 30 % oder weniger der Gesamtsumme von In-, M- und Zn-Atomen ausmacht.

**[0021]** In jedem von dem ersten Metalloxidfilm, dem zweiten Metalloxidfilm und dem dritten Metalloxidfilm kann, wenn das Atomverhältnis von In zu M und Zn 4:x:y ist, x größer als oder gleich 1,5 und kleiner als oder gleich 2,5 sein und kann y größer als oder gleich 2 und kleiner als oder gleich 4 sein.

**[0022]** In jedem von dem ersten Metalloxidfilm, dem zweiten Metalloxidfilm und dem dritten Metalloxidfilm kann, wenn das Atomverhältnis von In zu M und Zn 5:x:y ist, x größer als oder gleich 0,5 und kleiner als oder gleich 1,5 sein und kann y größer als oder gleich 5 und kleiner als oder gleich 7 sein.

**[0023]** Das Element M kann eines oder mehrere von Gallium, Aluminium, Silizium, Bor, Yttrium, Zinn, Kupfer, Vanadium, Beryllium, Titan, Eisen, Nickel, Germanium, Zirkonium, Molybdän, Lanthan, Cer, Neodym, Hafnium, Tantal, Wolfram und Magnesium sein.

**[0024]** Der erste Transistor kann eine Dual-Gate-Struktur aufweisen und der zweite Transistor kann eine Single-Gate-Struktur aufweisen.

**[0025]** Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist ein Anzeigemodul, das eine beliebige der Anzeigevorrichtungen und einen Berührungssensor beinhaltet. Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist ein elektronisches Gerät, das eine beliebige der Anzeigevorrichtungen oder das Anzeigemodul sowie einen Empfänger, eine Bedientaste oder eine Batterie beinhaltet.



**[0026]** Eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann die Feldeffektmobilität und die Zuverlässigkeit eines Transistors, der einen Metalloxidfilm beinhaltet, verbessern. Eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann eine Veränderung der elektrischen Eigenschaften eines Transistors verhindern, der einen Metalloxidfilm beinhaltet, und die Zuverlässigkeit des Transistors verbessern. Eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann eine Anzeigevorrichtung mit hoher Anzeigequalität und hoher Auflösung bereitstellen. Eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann eine Anzeigevorrichtung mit reduziertem Stromverbrauch bereitstellen. Eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann eine neuartige Anzeigevorrichtung bereitstellen. Eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann ein neuartiges elektronisches Gerät bereitstellen.

**[0027]** Es sei angemerkt, dass die Beschreibung dieser Effekte dem Vorhandensein weiterer Effekte nicht im Wege steht. Eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung muss nicht notwendigerweise sämtliche der vorstehend aufgeführten Effekte erzielen. Weitere Effekte werden aus der Erläuterung der Beschreibung, der Zeichnungen, der Patentansprüche und dergleichen ersichtlich und können davon abgeleitet werden.

#### Figurenliste

**Fig. 1A-1, Fig. 1A-2, Fig. 1B-1 und Fig. 1B-2** sind Querschnittsansichten, die eine Anzeigevorrichtung darstellen.

**Fig. 2A und Fig. 2B** sind Draufsichten, die eine Anzeigevorrichtung darstellen.

**Fig. 3** ist ein konzeptionelles Diagramm einer Zusammensetzung eines Metalloxids.

**Fig. 4A-1, Fig. 4A-2, Fig. 4B-1 und Fig. 4B-2** sind Querschnittsansichten, die eine Anzeigevorrichtung darstellen.

**Fig. 5A-1 bis Fig. 5A-3 und Fig. 5B-1 bis Fig. 5B-3** sind Querschnittsansichten, die ein Verfahren zur Herstellung einer Anzeigevorrichtung darstellen.

**Fig. 6A-1, Fig. 6A-2, Fig. 6B-1 und Fig. 6B-2** sind Querschnittsansichten, die ein Verfahren zur Herstellung einer Anzeigevorrichtung darstellen.

**Fig. 7A-1, Fig. 7A-2, Fig. 7B-1 und Fig. 7B-2** sind Querschnittsansichten, die ein Verfahren zur Herstellung einer Anzeigevorrichtung darstellen.

**Fig. 8A-1, Fig. 8A-2, Fig. 8B-1 und Fig. 8B-2** sind Querschnittsansichten, die eine Anzeigevorrichtung darstellen.

**Fig. 9A und Fig. 9B** sind Draufsichten, die eine Anzeigevorrichtung darstellen.

**Fig. 10A-1, Fig. 10A-2, Fig. 10B-1 und Fig. 10B-2** sind Querschnittsansichten, die eine Anzeigevorrichtung darstellen.

**Fig. 11A-1, Fig. 11A-2, Fig. 11B-1 und Fig. 11B-2** sind Querschnittsansichten, die ein Verfahren zur Herstellung einer Anzeigevorrichtung darstellen.

**Fig. 12A-1, Fig. 12A-2, Fig. 12B-1 und Fig. 12B-2** sind Querschnittsansichten, die ein Verfahren zur Herstellung einer Anzeigevorrichtung darstellen.

**Fig. 13A-1 und Fig. 13B-1** sind Querschnittsansichten, die ein Verfahren zur Herstellung einer Anzeigevorrichtung darstellen.

**Fig. 14A bis Fig. 14C** sind eine Draufsicht und Querschnittsansichten, die einen Transistor darstellen.

**Fig. 15A bis Fig. 15C** sind eine Draufsicht und Querschnittsansichten, die einen Transistor darstellen.

**Fig. 16A und Fig. 16B** sind konzeptionelle Diagramme, die Diffusionswege von Sauerstoff oder überschüssigem Sauerstoff darstellen, der in einen Metalloxidfilm diffundiert.

**Fig. 17A bis Fig. 17C** sind eine Draufsicht und Querschnittsansichten, die einen Transistor darstellen.

**Fig. 18** zeigt gemessene XRD-Spektren von Proben.

**Fig. 19A und Fig. 19B** sind TEM-Bilder von Proben und **Fig. 19C bis Fig. 19L** sind Elektronenbeugungsbilder davon.

**Fig. 20A bis Fig. 20C** zeigen EDX-Verteilungsbilder einer Probe.

- Fig. 21** stellt Herstellungsprozesse von Anzeigevorrichtungen dar, bei denen ein Flüssigkristallelement im Modus mit horizontalem elektrischen Feld verwendet wird.
- Fig. 22** ist eine Draufsicht, die eine Ausführungsform einer Anzeigevorrichtung darstellt.
- Fig. 23** ist eine Querschnittsansicht, die eine Ausführungsform einer Anzeigevorrichtung darstellt.
- Fig. 24** ist eine Querschnittsansicht, die eine Ausführungsform einer Anzeigevorrichtung darstellt.
- Fig. 25** ist eine Querschnittsansicht, die eine Ausführungsform einer Anzeigevorrichtung darstellt.
- Fig. 26** ist eine Querschnittsansicht, die eine Ausführungsform einer Anzeigevorrichtung darstellt.
- Fig. 27** ist eine Querschnittsansicht, die eine Ausführungsform einer Anzeigevorrichtung darstellt.
- Fig. 28** ist eine Querschnittsansicht, die eine Ausführungsform einer Anzeigevorrichtung darstellt.
- Fig. 29A bis Fig. 29C** sind ein Blockdiagramm und Schaltpläne, die jeweils eine Anzeigevorrichtung darstellen.
- Fig. 30** ist ein Blockdiagramm, das ein Konfigurationsbeispiel einer Steuer-IC darstellt.
- Fig. 31A bis Fig. 31C** sind Diagramme zur Veranschaulichung von Parametern.
- Fig. 32A und Fig. 32B** stellen ein Konfigurationsbeispiel eines Bildspeichers dar.
- Fig. 33** ist ein Blockdiagramm, das ein Konfigurationsbeispiel eines Registers darstellt.
- Fig. 34** ist ein Schaltplan, der ein Konfigurationsbeispiel eines Registers darstellt.
- Fig. 35** stellt ein Anzeigemodul dar.
- Fig. 36A bis Fig. 36E** stellen elektronische Geräte dar.
- Fig. 37A bis Fig. 37G** stellen elektronische Geräte dar.
- Fig. 38** ist ein Blockdiagramm, das ein Strukturbeispiel eines Rundfunksystems darstellt.
- Fig. 39** ist ein Blockdiagramm, das ein Strukturbeispiel eines Rundfunksystems darstellt.
- Fig. 40** ist ein schematisches Diagramm, das die Datenübertragung in einem Rundfunksystem darstellt.
- Fig. 41 bis Fig. 41 D** stellen jeweils ein Strukturbeispiel eines Empfängers dar.
- Fig. 42A und Fig. 42B** sind Blockdiagramme eines Beispiels.
- Fig. 43** zeigt die Betriebsbereiche von Anzeigen eines Beispiels.
- Fig. 44A und Fig. 44B** zeigen die  $I_d$ - $V_g$ -Eigenschaften von Transistoren eines Beispiels.
- Fig. 45A und Fig. 45B** zeigen Änderungen der Transistoreigenschaften eines Beispiels.
- Fig. 46A und Fig. 46B** sind Blockdiagramme eines Beispiels.
- Fig. 47** zeigt die Ergebnisse der GBT-Tests, die jeweils an einem Transistor eines Beispiels durchgeführt wurden.
- Fig. 48A und Fig. 48B** zeigen jeweils eine Änderung der Transistoreigenschaften eines Beispiels.
- Fig. 49** ist ein Blockdiagramm eines Beispiels.
- Fig. 50** ist ein Schaltplan eines Beispiels.
- Fig. 51** ist ein Blockdiagramm eines Beispiels.
- Fig. 52** ist ein Zeitdiagramm eines Beispiels.
- Fig. 53** zeigt eine Beziehung zwischen Mobilität und Schreibzeit eines Beispiels.
- Fig. 54A und Fig. 54B** zeigen jeweils  $I_d$ - $V_g$ -Eigenschaften eines Transistors eines Beispiels.
- Fig. 55** zeigt die Ergebnisse der GBT-Tests, die an Transistoren eines Beispiels durchgeführt wurden.
- Fig. 56A und Fig. 56B** zeigen jeweils eine Änderung der Transistoreigenschaften eines Beispiels.
- Fig. 57** zeigt eine Änderung der Transistoreigenschaften eines Beispiels.
- Fig. 58A und Fig. 58B** zeigen die Ergebnisse der ESR-Analyse eines Beispiels.

## Beste Art zum Ausführen der Erfindung

**[0028]** Im Folgenden werden Ausführungsformen anhand von Zeichnungen beschrieben. Jedoch können die Ausführungsformen in verschiedenen Modi implementiert werden. Es erschließt sich einem Fachmann ohne Weiteres, dass Modi und Details auf verschiedene Weise verändert werden können, ohne dabei vom Gedanken und Schutzbereich der vorliegenden Erfindung abzuweichen. Die vorliegende Erfindung sollte also nicht als auf die folgende Beschreibung der Ausführungsformen beschränkt angesehen werden.

**[0029]** In den Zeichnungen ist die Größe, die Schichtdicke oder der Bereich in einigen Fällen der Klarheit halber übertrieben dargestellt. Somit sind die Größe, die Schichtdicke oder der Bereich nicht auf die dargestellten Größenverhältnisse beschränkt. Es sei angemerkt, dass die Zeichnungen schematische Ansichten sind, die ideale Beispiele zeigen, und dass Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung nicht auf Formen oder Werte, welche in den Zeichnungen gezeigt sind, beschränkt sind.

**[0030]** Es sei angemerkt, dass in dieser Beschreibung Ordnungszahlen, wie z. B. „erste“, „zweite“ und „dritte“, verwendet werden, um eine Verwechslung zwischen Komponenten zu vermeiden, und die Begriffe schränken die Komponenten zahlenmäßig nicht ein.

**[0031]** In dieser Beschreibung werden Begriffe zum Beschreiben der Anordnung, wie z. B. „über“, „oberhalb“, „unter“ und „unterhalb“, der Einfachheit halber beim Beschreiben einer Positionsbeziehung zwischen Komponenten anhand von Zeichnungen verwendet. Ferner wird eine Positionsbeziehung zwischen Komponenten angemessen entsprechend einer Richtung verändert, in der jede Komponente beschrieben wird. Deswegen gibt es keine Beschränkung hinsichtlich der Begriffe, die in dieser Beschreibung verwendet werden, und eine Beschreibung kann in Abhängigkeit von der Situation angemessen vorgenommen werden.

**[0032]** In dieser Beschreibung und dergleichen ist ein Transistor ein Element, das mindestens drei Anschlüsse aufweist, nämlich ein Gate, einen Drain und eine Source. Der Transistor weist einen Kanalbereich zwischen einem Drain (einem Drain-Anschluss, einem Drain-Bereich oder einer Drain-Elektrode) und einer Source (einem Source-Anschluss, einem Source-Bereich oder einer Source-Elektrode) auf, und ein Strom kann über den Kanalbereich zwischen der Source und dem Drain fließen. Es sei angemerkt, dass in dieser Beschreibung und dergleichen ein Kanalbereich einen Bereich bezeichnet, durch den ein Strom hauptsächlich fließt.

**[0033]** Wenn beispielsweise Transistoren mit unterschiedlichen Polaritäten verwendet werden oder wenn die Stromflussrichtung im Schaltungsbetrieb geändert wird, könnten die Funktionen einer Source und eines Drains miteinander vertauscht werden. Somit können die Begriffe „Source“ und „Drain“ in dieser Beschreibung und dergleichen miteinander vertauscht werden.

**[0034]** Es sei angemerkt, dass der Begriff „elektrisch verbunden“ in dieser Beschreibung und dergleichen den Fall mit einschließt, in dem Komponenten über ein „Objekt mit einer elektrischen Funktion“ verbunden sind. Es gibt keine besondere Beschränkung hinsichtlich eines „Objekts mit einer elektrischen Funktion“, solange zwischen Komponenten, die über das Objekt verbunden sind, elektrische Signale gesendet und empfangen werden können. Beispiele für ein „Objekt mit einer elektrischen Funktion“ umfassen eine Elektrode und eine Leitung sowie ein Schaltelement, wie z. B. einen Transistor, einen Widerstand, einen Induktor, einen Kondensator und ein Element mit verschiedenen Funktionen.

**[0035]** In dieser Beschreibung und dergleichen deutet der Begriff „parallel“ darauf hin, dass der Winkel, der zwischen zwei geraden Linien gebildet wird, größer als oder gleich  $-10^\circ$  und kleiner als oder gleich  $10^\circ$  ist, und folglich umfasst er auch den Fall, in dem der Winkel größer als oder gleich  $-5^\circ$  und kleiner als oder gleich  $5^\circ$  ist. Der Begriff „senkrecht“ deutet darauf hin, dass der Winkel, der zwischen zwei geraden Linien gebildet wird, größer als oder gleich  $80^\circ$  und kleiner als oder gleich  $100^\circ$  ist, und folglich umfasst er auch den Fall, in dem der Winkel größer als oder gleich  $85^\circ$  und kleiner als oder gleich  $95^\circ$  ist.

**[0036]** In dieser Beschreibung und dergleichen können die Begriffe „Film“ und „Schicht“ miteinander vertauscht werden. Beispielsweise kann der Begriff „leitfähige Schicht“ in einigen Fällen in den Begriff „leitfähiger Film“ umgewandelt werden. Auch der Begriff „Isolierfilm“ kann in einigen Fällen in den Begriff „isolierende Schicht“ umgewandelt werden.

**[0037]** Sofern nicht anders angegeben, bezeichnet ein Sperrstrom in dieser Beschreibung und dergleichen einen Drain-Strom eines Transistors in einem Sperrzustand (auch als nichtleitender Zustand oder Cutoff-Zustand bezeichnet). Sofern nicht anders angegeben, bedeutet der Sperrzustand eines n-Kanal-Transistors, dass

die Spannung zwischen seinem Gate und seiner Source ( $V_{gs}$ : Gate-Source-Spannung) niedriger ist als die Schwellenspannung  $V_{th}$ , und der Sperrzustand eines p-Kanal-Transistors bedeutet, dass die Gate-Source-Spannung  $V_{gs}$  höher ist als die Schwellenspannung  $V_{th}$ . Beispielsweise bezeichnet manchmal der Sperrstrom eines n-Kanal-Transistors einen Drain-Strom, der dann fließt, wenn die Gate-Source-Spannung  $V_{gs}$  niedriger ist als die Schwellenspannung  $V_{th}$ .

**[0038]** In einigen Fällen hängt der Sperrstrom eines Transistors von  $V_{gs}$  ab. Folglich kann „der Sperrstrom eines Transistors ist niedriger als oder gleich I“ bedeuten, dass es eine  $V_{gs}$  gibt, bei der der Sperrstrom des Transistors niedriger als oder gleich I wird. Der Sperrstrom eines Transistors kann beispielsweise einen Sperrstrom bei einer gegebenen  $V_{gs}$ , bei einer  $V_{gs}$  in einem gegebenen Bereich, oder bei einer  $V_{gs}$  bezeichnen, bei der ein ausreichend niedriger Sperrstrom erhalten wird.

**[0039]** Als Beispiel wird ein n-Kanal-Transistor vorausgesetzt, bei dem die Schwellenspannung  $V_{th}$  0,5 V beträgt und der Drain-Strom  $1 \times 10^{-9}$  A bei  $V_{gs}$  von 0,5 V,  $1 \times 10^{-13}$  A bei  $V_{gs}$  von 0,1 V,  $1 \times 10^{-19}$  A bei  $V_{gs}$  von -0,5 V und  $1 \times 10^{-22}$  A bei  $V_{gs}$  von -0,8 V beträgt. Der Drain-Strom des Transistors ist  $1 \times 10^{-19}$  A oder niedriger bei  $V_{gs}$  von -0,5 V oder bei  $V_{gs}$  im Bereich von -0,5 V bis -0,8 V; daher kann man sagen, dass der Sperrstrom des Transistors  $1 \times 10^{-19}$  A oder niedriger ist. Da es  $V_{gs}$  gibt, bei der der Drain-Strom des Transistors  $1 \times 10^{-22}$  A oder niedriger ist, kann man sagen, dass der Sperrstrom des Transistors  $1 \times 10^{-22}$  A oder niedriger ist.

**[0040]** In dieser Beschreibung und dergleichen wird der Sperrstrom eines Transistors mit einer Kanalbreite  $W$  manchmal durch einen Stromwert pro Kanalbreite  $W$  oder durch einen Stromwert je festgelegter Kanalbreite (z. B. 1  $\mu\text{m}$ ) dargestellt. Im letzteren Fall kann der Sperrstrom durch die Einheit mit der Dimension von Strom pro Länge (z. B. A/ $\mu\text{m}$ ) dargestellt werden.

**[0041]** In einigen Fällen hängt der Sperrstrom eines Transistors von der Temperatur ab. Sofern nicht anders angegeben, kann der Sperrstrom in dieser Beschreibung ein Sperrstrom bei Raumtemperatur, 60 °C, 85 °C, 95 °C oder 125 °C sein. Alternativ kann der Sperrstrom ein Sperrstrom bei einer Temperatur, bei der die Zuverlässigkeit einer Halbleitervorrichtung oder dergleichen mit dem Transistor sichergestellt wird, oder bei einer Temperatur sein, bei der die Halbleitervorrichtung oder dergleichen verwendet wird (z. B. einer Temperatur in dem Bereich von 5 °C bis 35 °C). Der Zustand, in dem der Sperrstrom eines Transistors / oder niedriger ist, kann darauf hindeuten, dass bei einer bestimmten  $V_{gs}$  der Sperrstrom des Transistors bei Raumtemperatur, 60 °C, 85 °C, 95 °C, 125 °C, einer Temperatur, bei der die Zuverlässigkeit einer Halbleitervorrichtung oder dergleichen, die den Transistor beinhaltet, sichergestellt ist, oder einer Temperatur, bei der die Halbleitervorrichtung oder dergleichen verwendet wird (z. B. einer Temperatur in dem Bereich von 5 °C bis 35 °C), I oder niedriger ist.

**[0042]** In einigen Fällen hängt der Sperrstrom eines Transistors von der Spannung  $V_{ds}$  zwischen seinem Drain und seiner Source ab. Sofern nicht anders angegeben, kann es sich bei dem Sperrstrom in dieser Beschreibung um einen Sperrstrom bei  $V_{ds}$  von 0,1 V, 0,8 V, 1 V, 1,2 V, 1,8 V, 2,5 V, 3 V, 3,3 V, 10 V, 12 V, 16 V oder 20 V handeln. Alternativ kann der Sperrstrom ein Sperrstrom bei  $V_{ds}$ , bei der die Zuverlässigkeit einer Halbleitervorrichtung oder dergleichen mit dem Transistor sichergestellt wird, oder bei  $V_{ds}$  sein, die in der Halbleitervorrichtung oder dergleichen verwendet wird. Der Zustand, in dem der Sperrstrom eines Transistors niedriger als oder gleich / ist, kann darauf hindeuten, dass bei einer bestimmten  $V_{gs}$  der Sperrstrom des Transistors bei  $V_{ds}$  von 0,1 V, 0,8 V, 1 V, 1,2 V, 1,8 V, 2,5 V, 3 V, 3,3 V, 10 V, 12 V, 16 V oder 20 V, bei einer  $V_{ds}$ , bei der die Zuverlässigkeit einer Halbleitervorrichtung oder dergleichen, die den Transistor beinhaltet, sichergestellt ist, oder bei einer  $V_{ds}$ , die in der Halbleitervorrichtung oder dergleichen verwendet wird, niedriger als oder gleich / ist.

**[0043]** In der vorstehenden Beschreibung des Sperrstroms kann ein Drain gegen eine Source ausgetauscht werden. Das heißt, dass in einigen Fällen der Sperrstrom einen Strom bezeichnet, der durch eine Source eines Transistors im Sperrzustand fließt.

**[0044]** In dieser Beschreibung und dergleichen weist der Begriff „Leckstrom“ manchmal die gleiche Bedeutung wie Sperrstrom auf. In dieser Beschreibung und dergleichen bezeichnet in einigen Fällen der Sperrstrom beispielsweise einen Strom, der zwischen einer Source und einem Drain fließt, wenn ein Transistor ausgeschaltet ist.

**[0045]** In dieser Beschreibung und dergleichen bezeichnet die Schwellenspannung eines Transistors eine Gate-Spannung ( $V_g$ ), bei der ein Kanal in dem Transistor gebildet wird. Insbesondere kann in einem Diagramm, bei dem die horizontale Achse die Gate-Spannung ( $V_g$ ) und die vertikale Achse die Quadratwurzel des Drain-Stroms ( $I_d$ ) darstellt, die Schwellenspannung eines Transistors eine Gate-Spannung ( $V_g$ ) an dem Kreuzungs-

punkt der Quadratwurzel des Drain-Stroms ( $I_d$ ) von 0 ( $I_d = 0$  A) und einer extrapolierten geraden Linie, die eine dargestellte Kurve ( $V_g$ -/ $I_d$ -Eigenschaften) mit der größten Neigung tangiert, bezeichnen. Alternativ kann die Schwellenspannung eines Transistors eine Gate-Spannung ( $V_g$ ) bezeichnen, bei der der Wert von  $I_d$  [A]  $\times$  L [ $\mu$ m]/W [ $\mu$ m] bei  $1 \times 10^{-9}$  [A] liegt, wobei L die Kanallänge ist und W die Kanalbreite ist.

**[0046]** In dieser Beschreibung und dergleichen weist ein „Halbleiter“ in einigen Fällen Eigenschaften eines „Isolators“ auf, wenn beispielsweise die Leitfähigkeit ausreichend niedrig ist. Des Weiteren kann man einen „Halbleiter“ und einen „Isolator“ in einigen Fällen nicht genau voneinander unterscheiden, da eine Grenze zwischen dem „Halbleiter“ und dem „Isolator“ nicht eindeutig ist. Dementsprechend kann ein „Halbleiter“ in dieser Beschreibung und dergleichen in einigen Fällen als „Isolator“ bezeichnet werden. In ähnlicher Weise kann ein „Isolator“ in dieser Beschreibung und dergleichen in einigen Fällen als „Halbleiter“ bezeichnet werden. Ein „Isolator“ in dieser Beschreibung und dergleichen kann in einigen Fällen als „Halbisolator“ bezeichnet werden.

**[0047]** In dieser Beschreibung und dergleichen weist ein „Halbleiter“ in einigen Fällen Eigenschaften eines „Leiters“ auf, wenn beispielsweise die Leitfähigkeit ausreichend hoch ist. Des Weiteren kann man einen „Halbleiter“ und einen „Leiter“ in einigen Fällen nicht genau voneinander unterscheiden, da eine Grenze zwischen dem „Halbleiter“ und dem „Leiter“ nicht eindeutig ist. Dementsprechend kann ein „Halbleiter“ in dieser Beschreibung in einigen Fällen als „Leiter“ bezeichnet werden. In ähnlicher Weise kann ein „Leiter“ in dieser Beschreibung und dergleichen in einigen Fällen als „Halbleiter“ bezeichnet werden.

**[0048]** In dieser Beschreibung und dergleichen bezeichnet eine Verunreinigung in einem Halbleiter ein Element, bei dem es sich um keinen Hauptbestandteil eines Halbleiterfilms handelt. Zum Beispiel handelt es sich bei einem Element mit einer Konzentration von weniger als 0,1 Atom-%, um eine Verunreinigung. Wenn ein Halbleiter eine Verunreinigung enthält, können beispielsweise DOS (density of states, Dichte der Zustände) darin gebildet werden, kann die Ladungsträgermobilität verringert werden, oder kann die Kristallinität verringert werden. In dem Fall, in dem der Halbleiter einen Oxidhalbleiter enthält, umfassen Beispiele für die Verunreinigung, die die Eigenschaften des Halbleiters verändert, die Elemente der Gruppe 1, die Elemente der Gruppe 2, die Elemente der Gruppe 13, die Elemente der Gruppe 14, die Elemente der Gruppe 15 und Übergangsmetalle verschieden von den Hauptbestandteilen; spezifische Beispiele umfassen Wasserstoff (auch im Wasser enthalten), Lithium, Natrium, Silizium, Bor, Phosphor, Kohlenstoff und Stickstoff. Wenn es sich bei dem Halbleiter um einen Oxidhalbleiter handelt, können beispielsweise Sauerstofffehlstellen durch Eindringen von Verunreinigungen, wie z. B. Wasserstoff, gebildet werden. In dem Fall, in dem der Halbleiter Silizium enthält, umfassen Beispiele für die Verunreinigung, die die Eigenschaften des Halbleiters verändert, ferner Sauerstoff, die Elemente der Gruppe 1 außer Wasserstoff, die Elemente der Gruppe 2, die Elemente der Gruppe 13 und die Elemente der Gruppe 15.

**[0049]** In dieser Beschreibung und dergleichen bedeutet ein Metalloxid ein Oxid eines Metalls im weiteren Sinne. Metalloxide werden in einen Oxidisolator, einen Oxidleiter (darunter auch einen durchsichtigen Oxidleiter), einen Oxidhalbleiter (auch einfach als OS bezeichnet) und dergleichen eingeteilt. Beispielsweise wird ein Metalloxid, das für eine aktive Schicht eines Transistors verwendet wird, in einigen Fällen als Oxidhalbleiter bezeichnet. Mit anderen Worten: Ein Metalloxid, das mindestens eine Verstärkungsfunktion, eine Gleichrichtungsfunktion oder eine Schalterfunktion aufweist, kann als Metalloxidhalbleiter (mit OS abgekürzt) bezeichnet werden. Das heißt, dass es sich bei einem OS-FET um einen Transistor handelt, der ein Metalloxid oder einen Oxidhalbleiter enthält.

**[0050]** In dieser Beschreibung und dergleichen wird ein Metalloxid, das Stickstoff enthält, in einigen Fällen auch als Metalloxid bezeichnet. Zudem kann ein Metalloxid, das Stickstoff enthält, als Metalloxynitrid bezeichnet werden.

(Ausführungsform 1)

**[0051]** Bei dieser Ausführungsform wird eine Anzeigevorrichtung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung und ein Verfahren zur Herstellung der Anzeigevorrichtung anhand von Fig. 1A-1, Fig. 1A-2, Fig. 1B-1 und Fig. 1B-2, Fig. 2A und Fig. 2B, Fig. 3, Fig. 4A-1, Fig. 4A-2, Fig. 4B-1 und Fig. 4B-2, Fig. 5A-1 bis Fig. 5A-3 und Fig. 5B-1 bis Fig. 5B-3, Fig. 6A-1, Fig. 6A-2, Fig. 6B-1 und Fig. 6B-2, Fig. 7A-1, Fig. 7A-2, Fig. 7B-1 und Fig. 7B-2, Fig. 8A-1, Fig. 8A-2, Fig. 8B-1 und Fig. 8B-2, Fig. 9A und Fig. 9B, Fig. 10A-1, Fig. 10A-2, Fig. 10B-1 und Fig. 10B-2, Fig. 11A-1, Fig. 11A-2, Fig. 11B-1 und Fig. 11B-2, Fig. 12A-1, Fig. 12A-2, Fig. 12B-1 und Fig. 12B-2, Fig. 13A-1 und Fig. 13B-1, Fig. 14A bis Fig. 14C, Fig. 15A bis Fig. 15C und Fig. 16A und Fig. 16B beschrieben.

## &lt;Strukturbeispiel 1 der Anzeigevorrichtung&gt;

**[0052]** **Fig. 2A** und **Fig. 2B** sind Draufsichten auf Transistoren, die in einer Treiberschaltung und einem Anzeigeabschnitt einer Anzeigevorrichtung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung enthalten sind. **Fig. 2A** ist eine Draufsicht auf einen Transistor **100A**, der in der Treiberschaltung enthalten ist, und **Fig. 2B** ist eine Draufsicht auf einen Transistor **200A**, der in einem Pixelabschnitt enthalten ist. **Fig. 1A-1** entspricht einer Querschnittsansicht entlang der Strichpunktlinie **X1-X2** in **Fig. 2A**, **Fig. 1A-2** entspricht einer Querschnittsansicht entlang der Strichpunktlinie **Y1-Y2** in **Fig. 2A**, **Fig. 1B-1** entspricht einer Querschnittsansicht entlang der Strichpunktlinie **X3-X4** in **Fig. 2B**, und **Fig. 1B-2** entspricht einer Querschnittsansicht entlang der Strichpunktlinie **Y3-Y4** in **Fig. 2B**. Es sei angemerkt, dass in **Fig. 2A** und **Fig. 2B** einige Komponenten der Transistoren **100A** und **200A** (z. B. ein Isolierfilm, der als Gate-Isolierfilm dient) nicht dargestellt sind, um Komplexität zu vermeiden. Bei den Transistoren können die Richtungen der Strichpunktlinien **X1-X2** und **X3-X4** als Kanallängsrichtungen bezeichnet werden, und die Richtungen der Strichpunktlinien **Y1-Y2** und **Y3-Y4** können als Kanalbreitenrichtungen bezeichnet werden. Wie in **Fig. 2A** und **Fig. 2B** sind in einigen Fällen einige Komponenten in den Draufsichten der Transistoren, die nachstehend beschrieben werden, nicht dargestellt.

**[0053]** Wie in den **Fig. 1A-1** und **Fig. 1A-2** dargestellt, beinhaltet die Treiberschaltung den Transistor **100A**.

**[0054]** Der Transistor **100A** beinhaltet einen leitfähigen Film **104** über einem Substrat **102**, einen Isolierfilm **106** über dem Substrat **102** und dem leitfähigen Film **104**, einen Metalloxydfilm **108** über dem Isolierfilm **106**, einen leitfähigen Film **112a** über dem Metalloxydfilm **108** und einen leitfähigen Film **112b** über dem Metalloxydfilm **108**. Ein Isolierfilm **114**, ein Isolierfilm **116** über dem Isolierfilm **114** und ein Isolierfilm **118** über dem Isolierfilm **116** sind ferner über dem Transistor **100A**, insbesondere über dem Metalloxydfilm **108**, dem leitfähigen Film **112a** und dem leitfähigen Film **112b** ausgebildet.

**[0055]** Die Isolierfilme **106**, **114** und **116** weisen eine Öffnung **142a** auf. Über die Öffnung **142a** ist ein leitfähiger Film **120a** elektrisch mit dem leitfähigen Film **104** verbunden.

**[0056]** Es sei angemerkt, dass der Transistor **100A** ein sogenannter kanalgeätzter Transistor ist und eine Dual-Gate-Struktur aufweist.

**[0057]** Wie in **Fig. 1B-1** und **Fig. 1B-2** dargestellt, beinhaltet der Pixelabschnitt den Transistor **200A**, einen leitfähigen Film **220a**, der als Pixelelektrode dient, einen leitfähigen Film **213**, der als Kondensatorleitung dient, und einen Kondensator **250a**.

**[0058]** Der Transistor **200A** beinhaltet einen leitfähigen Film **204** über dem Substrat **102**, den Isolierfilm **106** über dem Substrat **102** und dem leitfähigen Film **204**, einen Metalloxydfilm **208** über dem Isolierfilm **106**, einen leitfähigen Film **212a** über dem Metalloxydfilm **208** und einen leitfähigen Film **212b** über dem Metalloxydfilm **208**. Der Isolierfilm **114**, der Isolierfilm **116** über dem Isolierfilm **114** und der Isolierfilm **118** über dem Isolierfilm **116** sind ferner über dem Transistor **200A**, insbesondere über dem Metalloxydfilm **208**, dem leitfähigen Film **212a** und dem leitfähigen Film **212b** ausgebildet.

**[0059]** Die Isolierfilme **114** und **116** weisen eine Öffnung **242a** auf. Der als Pixelelektrode dienende leitfähige Film **220a** ist elektrisch über die Öffnung **242a** mit dem leitfähigen Film **212b** verbunden. Der leitfähige Film **213**, der als Kondensatorleitung dient, ist über dem Isolierfilm **106** ausgebildet. Der leitfähige Film **213** wird gleichzeitig mit den leitfähigen Filmen **112a**, **112b**, **212a** und **212b** ausgebildet; alternativ kann der leitfähige Film **213** gleichzeitig mit den leitfähigen Filmen **104** und **204** ausgebildet werden. Der leitfähige Film **213**, die Isolierfilme **114** und **116** und der leitfähige Film **220a** bilden den Kondensator **250a**.

**[0060]** Es sei angemerkt, dass der Transistor **200A** ein sogenannter kanalgeätzter Transistor ist und eine Single-Gate-Struktur aufweist.

**[0061]** Der in dem Transistor **100A** enthaltene leitfähige Film **120a** und der als Pixelelektrode dienende leitfähige Film **220a** werden im gleichen Schritt ausgebildet. Die leitfähigen Filme **120a** und **220a** werden vorzugsweise unter Verwendung von einem Oxidleiter- (oxide conductor, OC-) Film ausgebildet, der später beschrieben wird. Wenn ein Oxidleiterfilm für die leitfähigen Filme **120a** und **220a** verwendet wird, kann den Isolierfilmen **114** und **116** Sauerstoff hinzugefügt werden. Der den Isolierfilmen **114** und **116** hinzugefügte Sauerstoff kann zu den Metalloxydfilmen **108** und **208** wandern, um Sauerstofffehlstellen in den Metalloxydfilmen **108** und **208** zu füllen. Als ein Ergebnis kann die Zuverlässigkeit der Transistoren **100A** und **200A** erhöht werden. Es sei

angemerkt, dass die leitfähigen Filme **120a** und **220a** unter Verwendung eines Materials ausgebildet werden können, das auch für die leitfähigen Filme **104**, **112a**, **112b**, **112b**, **204**, **212a** und **212b** verwendet werden kann.

**[0062]** Der Isolierfilm **106** dient als erster Gate-Isolierfilm der Transistoren **100A** und **200A**. Die Isolierfilme **114** und **116** dienen als zweiter Gate-Isolierfilm des Transistors **100A**. Der Isolierfilm **118** dient als isolierender Schutzfilm der Transistoren **100A** und **200A**. In dem Transistor **100A** dient der leitfähige Film **104** als erste Gate-Elektrode, der leitfähige Film **112a** als Source-Elektrode, der leitfähige Film **112b** als Drain-Elektrode und der leitfähige Film **120a** als zweite Gate-Elektrode. In dem Transistor **200A** dient der leitfähige Film **204** als Gate-Elektrode, der leitfähige Film **212a** als Source-Elektrode und der leitfähige Film **212b** als Drain-Elektrode.

**[0063]** Im Transistor **100A** ist der leitfähige Film **120a** über die Öffnung **142a** elektrisch mit dem leitfähigen Film **104** verbunden, wie in **Fig. 1A-2** dargestellt.

**[0064]** Wie in **Fig. 1A-2** dargestellt, ist der Metalloxidfilm **108** ferner derart positioniert, dass er den leitfähigen Filmen **104** und **120a** zugewandt und zwischen den zwei leitfähigen Filmen angeordnet ist, die als Gate-Elektroden dienen. Die Länge des leitfähigen Films **120a** in der Kanallängsrichtung und die Länge des leitfähigen Films **120a** in der Kanalbreitenrichtung sind länger als die Länge des Metalloxidfilms **108** in der Kanallängsrichtung bzw. die Länge des Metalloxidfilms **108** in der Kanalbreitenrichtung, und der gesamte Metalloxidfilm **108** ist mit dem leitfähigen Film **120a** bedeckt, wobei die Isolierfilme **114** und **116** dazwischen positioniert sind.

**[0065]** Mit anderen Worten: Der leitfähige Film **104** und der leitfähige Film **120a** sind über die Öffnung verbunden, die in den Isolierfilmen **106**, **114** und **116** bereitgestellt ist, und umfassen jeweils einen Bereich, der sich außerhalb eines Kantenabschnitts des Metalloxidfilms **108** befindet.

**[0066]** Bei dieser Struktur kann der Metalloxidfilm **108**, der in dem Transistor **100A** enthalten ist, elektrisch von elektrischen Feldern der leitfähigen Filme **104** und **120a** umschlossen sein. Eine Bauteilstruktur eines Transistors, wie diejenige des Transistors **100A**, bei der elektrische Felder einer ersten Gate-Elektrode und einer zweiten Gate-Elektrode einen Metalloxidfilm, in dem ein Kanalbereich gebildet wird, elektrisch umschließen, kann als umschlossene Kanal- bzw. Surrounded-Channel- (S-Kanal-) Struktur bezeichnet werden.

**[0067]** Da der Transistor **100A** eine S-Kanal-Struktur aufweist, kann durch den leitfähigen Film **104**, der als erste Gate-Elektrode dient, ein elektrisches Feld zum Induzieren eines Kanals effektiv an den Metalloxidfilm **108** angelegt werden; demzufolge kann die Stromtreiberfähigkeit des Transistors **100A** verbessert werden, und hohe Durchlassstromeigenschaften können erzielt werden. Da der Durchlassstrom erhöht werden kann, ist es möglich, die Größe des Transistors **100A** zu verringern. Ferner kann die mechanische Festigkeit des Transistors **100A** erhöht werden, da der Transistor **100A** eine Struktur aufweist, bei der der Metalloxidfilm **108** von dem als erste Gate-Elektrode dienenden leitfähigen Film **104** und dem als zweite Gate-Elektrode dienenden leitfähigen Film **120a** umschlossen ist.

**[0068]** In dem Transistor **100A** beinhaltet der Metalloxidfilm **108** einen Metalloxidfilm **108 1** über dem Isolierfilm **106** und einen Metalloxidfilm **108 2** über dem Metalloxidfilm **108 1**. In dem Transistor **200A** beinhaltet der Metalloxidfilm **208** einen Metalloxidfilm **208 1** über dem Isolierfilm **106** und einen Metalloxidfilm **208 2** über dem Metalloxidfilm **208\_1**. Die Metalloxidfilme **108\_1**, **108\_2**, **208\_1** und **208\_2** enthalten das gleiche Element. Es ist beispielsweise vorzuziehen, dass die Metalloxidfilme **108\_1**, **108\_2**, **208\_1** und **208\_2** jeweils unabhängig voneinander In, **M** (**M** ist Gallium, Aluminium, Silizium, Bor, Yttrium, Zinn, Kupfer, Vanadium, Beryllium, Titan, Eisen, Nickel, Germanium, Zirkonium, Molybdän, Lanthan, Cer, Neodym, Hafnium, Tantal, Wolfram oder Magnesium) und Zn enthalten.

**[0069]** Darüber hinaus ist es vorzuziehen, dass die Metalloxidfilme **108 1**, **108 2**, **208\_1** und **208\_2** jeweils unabhängig voneinander einen Bereich aufweisen, in dem der Atomanteil von In höher ist als der von M. Beispielsweise ist das Atomverhältnis von In zu **M** und **Zn** in jedem der Metalloxidfilme **108\_1**, **108\_2**, **208\_1** und **208\_2** vorzugsweise In:M:Zn = 4:2:3 oder in seiner Nachbarschaft. Es sei angemerkt, dass der Begriff „Nachbarschaft“ hier Folgendes beinhaltet: Wenn In 4 ist, ist **M** größer als oder gleich 1,5 und kleiner als oder gleich 2,5 und Zn ist größer als oder gleich 2 und kleiner als oder gleich 4. Alternativ ist das Atomverhältnis von In zu **M** und **Zn** in jedem der Metalloxidfilme **108\_1**, **108\_2**, **208\_1** und **208\_2** vorzugsweise 5:1:6 oder in seiner Nachbarschaft. Die Metalloxidfilme **108 1**, **108 2**, **208 1** und **208 2**, die, wie vorstehend beschrieben, im Wesentlichen die gleiche Zusammensetzung aufweisen, können unter Verwendung desselben Sputtertargets ausgebildet werden; dadurch können die Herstellungskosten reduziert werden. Bei Verwendung desselben Sputtertargets können die Metalloxidfilme **108 1**, **108 2**, **208 1** und **208 2** nacheinander im Vakuum in derselben Kammer ausgebildet werden. Dadurch kann verhindert werden, dass Verunreinigungen in die Grenzflä-

che zwischen dem Metalloxidfilm **108\_1** und dem Metalloxidfilm **108\_2** und in die Grenzfläche zwischen dem Metalloxidfilm **208\_1** und dem Metalloxidfilm **208\_2** eindringen.

**[0070]** Ein Metalloxid mit einer wolkenausgerichteten Verbund- (cloud-aligned composite, CAC-) Zusammensetzung wird für die Metalloxidfilme **108\_1**, **108\_2**, **208\_1** und **208\_2** geeignet verwendet. Das Metalloxid wird unter Bezugnahme auf **Fig. 3** beschrieben.

**[0071]** **Fig. 3** ist ein konzeptionelles Diagramm des Metalloxids mit einer CAC-Zusammensetzung. In dieser Beschreibung ist ein Metalloxid einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung mit einer Halbleiterfunktion als wolkenausgerichteter Verbundmetalloxidhalbleiter (cloud-aligned composite metal oxide semiconductor, **CAC-MO**) oder wolkenausgerichteter Verbundoxidhalbleiter (cloud-aligned composite oxide semiconductor, **CAC-OS**) definiert.

**[0072]** Im **CAC-MO** oder **CAC-OS** sind, wie beispielsweise in **Fig. 3** dargestellt, die im Metalloxid enthaltenen Elemente ungleichmäßig verteilt, um die Bereiche **001** und **002** auszubilden, die jeweils eines der Elemente als Hauptkomponente enthalten. Die Bereiche sind vermischt, um ein Mosaikmuster zu bilden oder mosaikartig verteilt zu werden. Mit anderen Worten: Der **CAC-MO** oder der **CAC-OS** weist eine Zusammensetzung auf, bei der Elemente, die in einem Metalloxid enthalten sind, ungleichmäßig in Bereichen verteilt sind, die jeweils eine Größe von größer als oder gleich 0,5 nm und kleiner als oder gleich 10 nm, bevorzugt größer als oder gleich 1 nm und kleiner als oder gleich 2 nm oder eine ähnliche Größe aufweisen. Es sei angemerkt, dass bei der folgenden Beschreibung eines Metalloxids der Zustand, in dem ein oder mehrere Metallelement/e ungleichmäßig in Bereichen, die jeweils eine Größe von größer als oder gleich 0,5 nm und kleiner als oder gleich 10 nm, bevorzugt größer als oder gleich 1 nm und kleiner als oder gleich 2 nm oder eine ähnliche Größe aufweisen, verteilt ist/sind, und die Bereiche, die das/die Metallelement(e) enthalten, vermischt sind, als Mosaikmuster oder patchartiges Muster bezeichnet wird.

**[0073]** Das **CAC-MO** oder der **CAC-OS** weist eine leitende Funktion in einem Teil des Materials auf und weist eine isolierende Funktion in einem anderen Teil des Materials auf; als Ganzes weist das **CAC-MO** oder der **CAC-OS** eine Funktion eines Halbleiters auf. In dem Fall, in dem das **CAC-MO** oder der **CAC-OS** in einem Kanal eines Transistors verwendet wird, ermöglicht die leitende Funktion, dass Elektronen (oder Löcher), die als Ladungsträger dienen, fließen, und die isolierende Funktion verhindert, dass Elektronen, die als Ladungsträger dienen, fließen. Durch die komplementäre Wirkung der leitenden Funktion und der isolierenden Funktion kann das **CAC-MO** oder der **CAC-OS** eine Schaltfunktion (Ein-/Ausschaltfunktion) aufweisen. In dem **CAC-MO** oder dem **CAC-OS** kann eine Trennung der Funktionen jede Funktion maximieren.

**[0074]** In dieser Beschreibung und dergleichen beinhaltet das **CAC-MO** oder der **CAC-OS** leitende Bereiche und isolierende Bereiche. Beispielsweise kann einer der in **Fig. 3** dargestellten Bereiche **001** und **002** der leitende Bereich sein und der andere kann der isolierende Bereich sein. Die leitenden Bereiche weisen die vorstehend beschriebene leitende Funktion auf, und die isolierenden Bereiche weisen die vorstehend beschriebene isolierende Funktion auf. In einigen Fällen sind die leitenden Bereiche und die isolierenden Bereiche in der Größenordnung von Nanoteilchen in dem Material getrennt. In einigen Fällen sind die leitenden Bereiche und die isolierenden Bereiche in dem Material ungleichmäßig verteilt. Die leitenden Bereiche werden in einigen Fällen wolkenartig gekoppelt beobachtet, wobei ihre Grenzen unscharf sind.

**[0075]** Das **CAC-MO** oder der **CAC-OS** können Komponenten mit unterschiedlichen Bandlücken enthalten. Das **CAC-MO** oder der **CAC-OS** enthält beispielsweise eine Komponente mit einer großen Lücke aufgrund des isolierenden Bereichs und eine Komponente mit einer kleinen Lücke aufgrund des leitenden Bereichs. Im Falle einer derartigen Zusammensetzung fließen Ladungsträger hauptsächlich in der Komponente mit einer kleinen Lücke. Die Komponente mit einer kleinen Lücke komplementiert die Komponente mit einer großen Lücke, und Ladungsträger fließen auch in der Komponente mit einer großen Lücke in Zusammenhang mit der Komponente mit einer kleinen Lücke. Folglich kann in dem Fall, in dem das oben beschriebene **CAC-MO** oder der oben beschriebene **CAC-OS** in einem Kanalbereich eines Transistors verwendet wird, eine hohe Stromtreiberfähigkeit in dem Durchlasszustand des Transistors, d. h. ein hoher Durchlassstrom und eine hohe Feldeffektmobilität, erhalten werden.

**[0076]** Es sei angemerkt, dass das **CAC-MO** oder der **CAC-OS** als Matrix-Verbund oder Metall-Matrix-Verbund bezeichnet werden kann. Die Details des **CAC-MO** oder des **CAC-OS** werden bei der Ausführungsform **2** beschrieben.



[0077] Wenn die Metalloxidfilme **108\_1**, **108\_2**, **208\_1** und **208\_2** jeweils unabhängig voneinander einen CAC-Verbund und einen Bereich aufweisen, in dem der Atomanteil von In höher ist als der Atomanteil von M, können die Transistoren **100A** und **200A** eine hohe Feldeffektmobilität aufweisen. Insbesondere können die Transistoren **100A** und **200A** eine Feldeffektmobilität von mehr als  $40 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ , bevorzugt mehr als  $50 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ , und stärker bevorzugt mehr als  $100 \text{ cm}^2/\text{Vs}$  aufweisen.

[0078] Da der Transistor **100A** mit einer S-Kanal-Struktur eine hohe Feldeffektmobilität und eine hohe Ansteuerfähigkeit aufweist, ermöglicht die Verwendung des Transistors **100A** in der Treiberschaltung, für die ein Gate-Treiber, der ein Gate-Signal erzeugt, ein typisches Beispiel ist, dass die Anzeigevorrichtung eine schmale Rahmenbreite (schmalen Rahmen) aufweist. Die Verwendung des Transistors **100A** in einem Source-Treiber (insbesondere in einem Demultiplexer, der mit einem Ausgangsanschluss eines Schieberegisters verbunden ist, das in dem Source-Treiber enthalten ist), der ein Signal von einer Signalleitung zuführt, die in der Anzeigevorrichtung enthalten ist, kann die Anzahl von Leitungen verringern, die mit der Anzeigevorrichtung verbunden sind.

[0079] Darüber hinaus sind die Transistoren **100A** und **200A** jeweils ein kanalgeätzter Transistor und können daher in einer geringeren Anzahl von Schritten hergestellt werden als ein mit Niedertemperatur-Polysilizium ausgebildeter Transistor. Darüber hinaus werden die Metalloxidfilme für die Kanäle der Transistoren **100A** und **200A** verwendet, so dass ein Laserkristallisationsschritt im Gegensatz zu dem mit Niedertemperatur-Polysilizium ausgebildeten Transistor nicht erforderlich ist. Dadurch können die Herstellungskosten auch bei einer Anzeigevorrichtung, die unter Verwendung eines großen Substrats ausgebildet wird, reduziert werden. Transistoren mit hoher Feldeffektmobilität wie die Transistoren **100A** und **200A** werden vorzugsweise in einer Treiberschaltung und einem Anzeigeabschnitt einer großen Anzeigevorrichtung mit hoher Auflösung wie Ultra-High-Definition (**4K**-Auflösung, **4K2K** oder **4K**) oder Super-High-Definition (**8K**-Auflösung, **8K4K** oder **8K**) verwendet, wobei das Schreiben in diesem Fall in kurzer Zeit durchgeführt werden kann und Anzeigefehler reduziert werden können.

#### <Komponenten der Anzeigevorrichtung>

[0080] Als Nächstes werden Komponenten der Anzeigevorrichtung dieser Ausführungsform ausführlich beschrieben.

#### [Substrat]

[0081] Es gibt keine besondere Beschränkung hinsichtlich eines Materials und dergleichen des Substrats **102**, solange das Material eine Wärmebeständigkeit aufweist, die ausreicht, um mindestens einer Wärmebehandlung standzuhalten, die später durchgeführt wird. Beispielsweise kann als Substrat **102** ein Glassubstrat, ein Keramiksubstrat, ein Quarzsubstrat, ein Saphirsubstrat oder dergleichen verwendet werden. Alternativ kann ein einkristallines Halbleitersubstrat oder ein polykristallines Halbleitersubstrat aus Silizium oder Siliziumkarbid, ein Verbund-Halbleitersubstrat aus Siliziumgermanium, ein SOI-Substrat oder dergleichen verwendet werden, oder ein beliebiges dieser Substrate, das mit einem Halbleiterelement bereitgestellt ist, kann als Substrat **102** verwendet werden. In dem Fall, in dem ein Glassubstrat als Substrat **102** verwendet wird, kann ein Glassubstrat mit einer der folgenden Größen verwendet werden: die sechste Generation ( $1500 \text{ mm} \times 1850 \text{ mm}$ ), die siebte Generation ( $1870 \text{ mm} \times 2200 \text{ mm}$ ), die achte Generation ( $2200 \text{ mm} \times 2400 \text{ mm}$ ), die neunte Generation ( $2400 \text{ mm} \times 2800 \text{ mm}$ ) und die zehnte Generation ( $2950 \text{ mm} \times 3400 \text{ mm}$ ). Folglich kann eine große Anzeigevorrichtung hergestellt werden.

[0082] Alternativ kann ein flexibles Substrat als Substrat **102** verwendet werden, und die Transistoren **100A** und **200A** können direkt auf dem flexiblen Substrat angeordnet werden. Alternativ kann eine Trennschicht zwischen dem Substrat **102** und jedem der Transistoren **100A** und **200A** angeordnet werden. Die Trennschicht kann verwendet werden, wenn ein Teil oder die gesamte Halbleitervorrichtung, die über der Trennschicht ausgebildet ist, von dem Substrat **102** getrennt und auf ein anderes Substrat übertragen wird. In einem derartigen Fall können die Transistoren **100A** und **200A** auch auf ein Substrat mit niedriger Wärmebeständigkeit oder ein flexibles Substrat übertragen werden.

#### [leitfähiger Film]

[0083] Die leitfähigen Filme **104**, **204** und **120a**, die als Gate-Elektroden dienen, die leitfähigen Filme **112a** und **212a**, die als Source-Elektroden dienen und die leitfähigen Filme **112b** und **212b**, die als Drain-Elektrode dienen, können jeweils unter Verwendung eines Metallelements, das aus Chrom (Cr), Kupfer (Cu), Aluminium

(Al), Gold (Au), Silber (Ag), Zink (Zn), Molybdän (Mo), Tantal (Ta), Titan (Ti), Wolfram (W), Mangan (Mn), Nickel (Ni), Eisen (Fe) und Kobalt (Co) ausgewählt wird, einer Legierung, die ein beliebiges dieser Metallelemente als ihre Komponente enthält, einer Legierung, die eine Kombination beliebiger dieser Metallelemente enthält, oder dergleichen ausgebildet werden.

**[0084]** Die leitfähigen Filme **104**, **112a**, **112b**, **120a**, **204**, **212a** und **212b** können unter Verwendung eines Metalloids, wie z. B. eines Oxyds, das Indium und Zinn enthält (In-Sn-Oxyds), eines Oxyds, das Indium und Wolfram enthält (In-W-Oxyds), eines Oxyds, das Indium, Wolfram und Zink enthält (In-W-Zn-Oxyds), eines Oxyds, das Indium und Titan enthält (In-Ti-Oxyds), eines Oxyds, das Indium, Titan und Zinn enthält (In-Ti-Sn-Oxyds), eines Oxyds, das Indium und Zink enthält (In-Zn-Oxyds), eines Oxyds, das Indium, Zinn und Silizium enthält (In-Sn-Si-Oxyds), oder eines Oxyds, das Indium, Gallium und Zink enthält (In-Ga-Zn-Oxyds), ausgebildet werden. Das Metalloid kann ein Oxidleiter oder ein Oxidhalbleiter sein.

**[0085]** Hier wird ein Oxidleiter beschrieben. In dieser Beschreibung und dergleichen kann ein Oxidleiter als **OC** (Oxide Conductor) bezeichnet werden. Beispielsweise wird der Oxidleiter auf die folgende Weise erhalten. Sauerstofffehlstellen werden in einem Metalloid gebildet, und Wasserstoff wird dann den Sauerstofffehlstellen hinzugefügt, so dass ein Donatorniveau in der Nähe des Leitungsbandes gebildet wird. Dies erhöht die Leitfähigkeit des Metalloids; demzufolge wird das Metalloid zu einem Leiter. Das Metalloid, das zu einem Leiter geworden ist, kann als Oxidleiter bezeichnet werden. Ein Oxidhalbleiter lässt im Allgemeinen sichtbares Licht durch, da seine Energielücke groß ist. Da ein Oxidleiter ein Metalloid mit einem Donatorniveau in der Nähe des Leitungsbandes ist, ist der Einfluss der Absorption aufgrund des Donatorniveaus in dem Oxidleiter gering und der Oxidleiter weist eine Durchlässigkeitseigenschaft für sichtbares Licht auf, die mit der eines Oxidhalbleiters vergleichbar ist.

**[0086]** Die Wasserstoffkonzentration des Oxidleiters ist höher als diejenige des Metalloids (z. B. Oxidhalbleiters), das als Kanal dient, und typischerweise höher als oder gleich  $8 \times 10^{19}$  Atome/cm<sup>3</sup>, bevorzugt höher als oder gleich  $1 \times 10^{20}$  Atome/cm<sup>3</sup>, und stärker bevorzugt höher als oder gleich  $5 \times 10^{20}$  Atome/cm<sup>3</sup>.

**[0087]** Der Oxidleiter beinhaltet Defekte und Verunreinigungen und weist somit eine Leitfähigkeit auf. Der spezifische Widerstand des leitfähigen Films, der einen Oxidleiter enthält, ist höher als oder gleich  $1 \times 10^{-3}$  Ωcm und niedriger als  $1 \times 10^4$  Ωcm, bevorzugt höher als oder gleich  $1 \times 10^{-3}$  Ωcm und niedriger als  $1 \times 10^{-1}$  Ωcm.

**[0088]** Die Leitfähigkeit des leitfähigen Films, der einen Oxidleiter enthält, ist typischerweise höher als oder gleich  $1 \times 10^{-2}$  S/m und niedriger als oder gleich  $1 \times 10^5$  S/m, oder höher als oder gleich  $1 \times 10^3$  S/m und niedriger als oder gleich  $1 \times 10^5$  S/m.

**[0089]** Der Oxidleiter enthält sowohl Defekte als auch Verunreinigungen. Ein typisches Beispiel für den leitfähigen Film, der den Oxidleiter enthält, ist ein Film, in dem Defekte durch Hinzufügen eines Edelgases oder durch die Einwirkung von Plasma erzeugt werden.

**[0090]** Der Oxidleiter wird vorzugsweise unter Verwendung des Metalloids mit einer CAC-Zusammensetzung ausgebildet.

**[0091]** Ein Cu-X-Legierungsfilm (X ist Mn, Ni, Cr, Fe, Co, Mo, Ta oder Ti) kann für die leitfähigen Filme **104**, **112a**, **112b**, **120a**, **204**, **212a** und **212b** verwendet werden. Die Verwendung des Cu-X-Legierungsfilms ermöglicht die Reduzierung der Herstellungskosten, da bei der Verarbeitung ein Nassätzverfahren eingesetzt werden kann. Da der Widerstand des Cu-X-Legierungsfilms gering ist, kann die Verwendung des Cu-X-Legierungsfilms für die leitfähigen Filme **104**, **112a**, **112b**, **120a**, **204**, **212a** und **212b** die Leitungsverzögerung reduzieren. Somit wird bei der Herstellung einer großen Anzeigevorrichtung der Cu-X-Legierungsfilm für eine Leitung geeignet verwendet.

**[0092]** Unter den vorstehend erwähnten Metallelementen ist/sind vorzugsweise ein oder mehrere Element/e aus Kupfer, Titan, Wolfram, Tantal und Molybdän in den leitfähigen Filmen **112a**, **112b**, **212a** und **212b** enthalten. Insbesondere wird ein Tantalnitridfilm für die leitfähigen Filme **112a**, **112b**, **212a** und **212b** in geeigneter Weise verwendet. Ein Tantalnitridfilm weist Leitfähigkeit und eine hohe Barriereeigenschaft gegen Kupfer oder Wasserstoff auf. Da ein Tantalnitridfilm von sich aus nur wenig Wasserstoff abgibt, kann er vorteilhaft für den leitfähigen Film in Kontakt mit den Metalloidfilmen **108** und **208** oder für den leitfähigen Film in der Nähe der Metalloidfilme **108** und **208** verwendet werden. Es ist vorteilhaft, einen Kupferfilm für die leitfähigen Filme **112a**, **112b**, **212a** und **212b** zu verwenden, da der Widerstand der leitfähigen Filme **112a**, **112b**, **212a** und **212b** verringert werden kann.

**[0093]** Die leitfähigen Filme **112a**, **112b**, **212a** und **212b** können durch stromloses Plattieren ausgebildet werden. Als Material, das durch ein strom loses Plattierungsverfahren abgeschieden werden kann, kann/können beispielsweise ein oder mehrere Element/e verwendet werden, das/die aus Cu, Ni, Al, Au, Sn, Co, Ag und Pd ausgewählt wird/werden. Insbesondere wird vorzugsweise Cu oder Ag verwendet, da der Widerstand des leitfähigen Films verringert werden kann.

[Isolierfilm, der als Gate-Isolierfilm dient]

**[0094]** Als Isolierfilm **106**, der als Gate-Isolierfilm der Transistoren **100A** und **200A** dient, kann eine isolierende Schicht verwendet werden, die durch ein plasmaunterstütztes chemisches Gasphasenabscheidungs- (plasma enhanced chemical vapor deposition, PECVD-) Verfahren, ein Sputterverfahren oder dergleichen ausgebildet wird und mindestens einen der folgenden Filme beinhaltet: einen Siliziumoxidfilm, einen Siliziumoxynitridfilm, einen Siliziumnitridoxidfilm, einen Siliziumnitridfilm, einen Aluminiumoxidfilm, einen Hafniumoxidfilm, einen Yttriumoxidfilm, einen Zirkoniumoxidfilm, einen Galliumoxidfilm, einen Tantaloxidfilm, einen Magnesiumoxidfilm, einen Lanthanoxidfilm, einen Ceroxidfilm und einen Neodymoxidfilm. Es sei angemerkt, dass der Isolierfilm **106** eine mehrschichtige Struktur aus zwei, drei oder mehr Schichten aufweisen kann.

**[0095]** Der Isolierfilm **106**, der in Kontakt mit den Metalloxidfilmen **108** und **208** ist, die als Kanalbereiche der Transistoren **100A** und **200A** dienen, ist vorzugsweise ein isolierender Oxidfilm und umfasst vorzugsweise einen Bereich, der mehr Sauerstoff enthält als die stöchiometrische Zusammensetzung (Sauerstoffüberschussbereich). Mit anderen Worten: Der Isolierfilm **106** ist ein Isolierfilm, der Sauerstoff abgeben kann. Um den Sauerstoffüberschussbereich in dem Isolierfilm **106** bereitzustellen, wird beispielsweise der Isolierfilm **106** in einer Sauerstoffatmosphäre ausgebildet, oder der abgeschiedene Isolierfilm **106** wird einer Wärmebehandlung in einer Sauerstoffatmosphäre unterzogen.

**[0096]** In dem Fall, in dem Hafniumoxid für den Isolierfilm **106** verwendet wird, wird die folgende Wirkung erzielt. Hafniumoxid weist eine höhere Dielektrizitätskonstante auf als Siliziumoxid und Siliziumoxynitrid. Daher kann durch Verwendung von Hafniumoxid die Dicke des Isolierfilms **106** im Vergleich zu dem Fall groß ausgebildet werden, in dem Siliziumoxid verwendet wird; somit kann Leckstrom aufgrund von Tunnelstrom gering sein. Das heißt, dass es möglich ist, einen Transistor mit einem niedrigen Sperrstrom bereitzustellen. Außerdem weist Hafniumoxid mit einer kristallinen Struktur eine höhere Dielektrizitätskonstante auf als Hafniumoxid mit einer amorphen Struktur. Es ist deshalb bevorzugt, Hafniumoxid mit einer kristallinen Struktur zu verwenden, um einen Transistor mit einem niedrigen Sperrstrom bereitzustellen. Beispiele für die kristalline Struktur umfassen eine monokline Kristallstruktur und eine kubische Kristallstruktur. Es sei angemerkt, dass eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung nicht darauf beschränkt ist.

**[0097]** Es sei angemerkt, dass eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung nicht auf die obige Struktur beschränkt ist und für den Isolierfilm **106** in Kontakt mit den Metalloxidfilmen **108** und **208** ein isolierender Nitridfilm verwendet werden kann. So wird beispielsweise ein Siliziumnitridfilm ausgebildet und eine Oberfläche des Siliziumnitridfilms durch eine Sauerstoffplasmabehandlung oder dergleichen an der Oberfläche des Siliziumnitridfilms oxidiert. In dem Fall, in dem eine Sauerstoffplasmabehandlung oder dergleichen an der Oberfläche des Siliziumnitridfilms durchgeführt wird, kann die Oberfläche des Siliziumnitridfilms auf atomarer Ebene oxidiert werden. Aus diesem Grund wird bei einer Querschnittsbeobachtung des Transistors in einigen Fällen kein Oxidfilm beobachtet oder der Siliziumnitridfilm und das Metalloxid, die in Kontakt miteinander sind, werden beobachtet. Es sei angemerkt, dass bei der Sauerstoffplasmabehandlung ein Objekt mit Plasma bestrahlt wird, das in einer Atmosphäre erzeugt wird, die ein Sauerstoffgas enthält. Das Sauerstoffgas ist ein sauerstoffhaltiges Gas, wie beispielsweise Sauerstoff, Ozon oder Distickstoffmonoxid.

**[0098]** Es sei angemerkt, dass der Siliziumnitridfilm eine höhere Dielektrizitätskonstante als ein Siliziumoxidfilm aufweist und eine größere Dicke benötigt, um eine äquivalente Kapazität wie diejenige des Siliziumoxidfilms zu erreichen. Wenn der Siliziumnitridfilm als Gate-Isolierfilm des Transistors **100** enthalten ist, kann daher die Dicke des Isolierfilms **106** erhöht werden. Dies ermöglicht, dass eine Abnahme der Spannungsfestigkeit des Transistors unterdrückt wird und die Spannungsfestigkeit weiter erhöht wird, wodurch Schäden an dem Transistor infolge elektrostatischer Entladung verringert werden können.

**[0099]** Bei dieser Ausführungsform ist ein mehrschichtiger Film aus einem Siliziumnitridfilm und einem Siliziumoxidfilm als Isolierfilm **106** ausgebildet.

## [Metalloxidfilm]

**[0100]** Die Metalloxidfilme **108** und **208** können unter Verwendung der oben beschriebenen Materialien ausgebildet werden.

**[0101]** In dem Fall, in dem die Metalloxidfilme **108** und **208** ein In-M-Zn-Oxid enthalten, erfüllt das Atomverhältnis der Metallelemente eines Sputtertargets, das zum Ausbilden des In-M-Zn-Oxids verwendet wird, vorzugsweise  $\text{In} > \text{M}$ . Das Atomverhältnis von Metallelementen in einem derartigen Sputtertarget ist beispielsweise  $\text{In}:\text{M}:\text{Zn} = 2:1:3, 3:1:2, 4:2:4,1, 5:1:6, 5:1:7, 5:1:8, 6:1:6$  oder  $5:2:5$ .

**[0102]** In dem Fall, in dem die Metalloxidfilme **108** und **208** aus einem In-M-Zn-Oxid bestehen, wird vorzugsweise ein Target, das ein polykristallines In-M-Zn-Oxid enthält, als Sputtertarget verwendet. Die Verwendung des Targets, das ein polykristallines In-M-Zn-Oxid enthält, erleichtert die Bildung der Metalloxidfilme **108** und **208** mit Kristallinität. Es sei angemerkt, dass das Atomverhältnis von Metallelementen in den ausgebildeten Metalloxidfilmen **108** und **208** von den vorstehenden Atomverhältnissen von Metallelementen der Sputtertargets in einem Bereich von  $\pm 40\%$  abweicht. Wenn beispielsweise ein Sputtertarget mit einem Atomverhältnis von In zu Ga und Zn von  $4:2:4,1$  verwendet wird, kann das Atomverhältnis von In zu Ga und Zn in den ausgebildeten Metalloxidfilmen **108** und **208** bei  $4:2:3$  oder in der Nachbarschaft von  $4:2:3$  liegen.

**[0103]** Die Energielücke von jedem der Metalloxidfilme **108** und **208** ist 2 eV oder mehr, bevorzugt 2,5 eV oder mehr. Der Sperrstrom von jedem der Transistoren **100A** und **200A** kann unter Verwendung eines Oxidhalbleiters mit einer derart breiten Energielücke verringert werden.

**[0104]** Des Weiteren weisen die Metalloxidfilme **108** und **208** vorzugsweise jeweils eine nicht-einkristalline Struktur auf. Beispiele für die nicht-einkristalline Struktur umfassen einen c-Achsen-ausgerichteten kristallinen Oxidhalbleiter (c-axis-aligned crystalline oxide semiconductor, **CAAC-OS**), der später beschrieben wird, eine polykristalline Struktur, eine mikrokristalline Struktur oder eine amorphe Struktur. Unter den nicht-einkristallinen Strukturen weist die amorphe Struktur die höchste Dichte der Defektzustände auf, während der **CAAC-OS** die niedrigste Dichte der Defektzustände aufweist.

**[0105]** Selbst wenn die Metalloxidfilme **108\_1**, **108\_2**, **208\_1** und **208\_2** jeweils unabhängig voneinander einen Bereich umfassen, in dem der Atomanteil von In höher ist als der Atomanteil von M, könnte die Feldeffektmobilität niedrig sein, wenn die Metalloxidfilme **108\_1**, **108\_2**, **208\_1** und **208\_2** jeweils eine hohe Kristallinität aufweisen.

**[0106]** Somit kann der Metalloxidfilm **108\_1** einen Bereich mit einer niedrigeren Kristallinität als der Metalloxidfilm **108\_2** aufweisen, und der Metalloxidfilm **208\_1** kann einen Bereich mit einer niedrigeren Kristallinität als der Metalloxidfilm **208\_2** aufweisen. Es sei angemerkt, dass die Kristallinität der Metalloxidfilme **108\_1**, **108\_2**, **208\_1** und **208\_2** beispielsweise durch eine Analyse mit Röntgenstrahlbeugung (X-ray diffraction, XRD) oder mittels eines Transmissionselektronenmikroskops (TEM) bestimmt werden kann.

**[0107]** In dem Fall, in dem die Metalloxidfilme **108\_1** und **208\_1** jeweils einen Bereich mit einer niedrigen Kristallinität aufweisen, können die folgenden Wirkungen erzielt werden.

**[0108]** Zuerst werden Sauerstofffehlstellen beschrieben, die in dem Metalloxidfilm **108** gebildet werden können.

**[0109]** Sauerstofffehlstellen, die in dem Metalloxidfilm **108** gebildet werden, beeinflussen die Transistoreigenschaften in negativer Weise und verursachen daher ein Problem. Sauerstofffehlstellen, die in dem Metalloxidfilm **108** gebildet werden, werden beispielsweise an Wasserstoff gebunden, um als Ladungsträgerversorgungsquellen zu dienen. Die Ladungsträgerversorgungsquelle, die in dem Metalloxidfilm **108** erzeugt wird, verursacht eine Veränderung der elektrischen Eigenschaften, typischerweise eine Verschiebung der Schwellenspannung, des Transistors **100A**, der den Metalloxidfilm **108** beinhaltet. Deshalb ist die Menge an Sauerstofffehlstellen in dem Metalloxidfilm **108** vorzugsweise so gering wie möglich.

**[0110]** In Hinblick darauf ist eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung eine Struktur, bei der Isolierfilme in der Nähe des Metalloxidfilms **108**, insbesondere die Isolierfilme **114** und **116**, die über dem Metalloxidfilm **108** ausgebildet sind, überschüssigen Sauerstoff enthalten. Der Sauerstoff oder überschüssige Sauerstoff wird von den Isolierfilmen **114** und **116** auf den Metalloxidfilm **108** übertragen, so dass die Sauerstofffehlstellen in dem Metalloxidfilm reduziert werden können.

**[0111]** Hier werden Wege von Sauerstoff oder überschüssigem Sauerstoff, der in den Metalloxidfilm **108** diffundiert, anhand von **Fig. 16A** und **Fig. 16B** beschrieben. **Fig. 16A** und **Fig. 16B** sind konzeptionelle Diagramme, die die Wege von Sauerstoff oder überschüssigem Sauerstoff darstellen, der in den Metalloxidfilm **108** diffundiert. **Fig. 16A** ist das konzeptionelle Diagramm in der Kanallängsrichtung und **Fig. 16B** ist das konzeptionelle Diagramm in der Kanalbreitenrichtung. Obwohl hier zur Beschreibung der Metalloxidfilm **108** verwendet wird, wird analog zum Fall des Metalloxidfilms **108** Sauerstoff auch in den Metalloxidfilm **208** diffundiert.

**[0112]** Sauerstoff oder überschüssiger Sauerstoff in den Isolierfilmen **114** und **116** diffundiert in den Metalloxidfilm **108\_1** von oben aus, d. h. durch den Metalloxidfilm **108\_2** (Route **1** in **Fig. 16A** und **Fig. 16B**).

**[0113]** Sauerstoff oder überschüssiger Sauerstoff in den Isolierfilmen **114** und **116** diffundiert auch in den Metalloxidfilm **108** über die Seitenflächen der Metalloxidfilme **108\_1** und **108\_2** (Route **2** in **Fig. 16B**).

**[0114]** Beispielsweise wird die Diffusion von Sauerstoff oder überschüssigem Sauerstoff über die in **Fig. 16A** und **Fig. 16B** dargestellte Route **1** in einigen Fällen verhindert, wenn der Metalloxidfilm **108\_2** eine hohe Kristallinität aufweist. Im Gegensatz dazu kann in dem Fall der Route **2**, die in **Fig. 16B** dargestellt wird, Sauerstoff oder überschüssiger Sauerstoff über die Seitenflächen der Metalloxidfilme **108\_1** und **108\_2** in die Metalloxidfilme **108\_1** und **108\_2** diffundieren.

**[0115]** In dem Fall, in dem der Metalloxidfilm **108\_1** einen Bereich mit einer niedrigeren Kristallinität als der Metalloxidfilm **108\_2** umfasst, dient der Bereich ferner als Diffusionsweg von überschüssigem Sauerstoff; daher kann über die in **Fig. 16B** dargestellte Route **2** überschüssiger Sauerstoff zu dem Metalloxidfilm **108\_2** diffundieren, der eine höhere Kristallinität aufweist als der Metalloxidfilm **108\_1**. Obwohl in **Fig. 16A** und **Fig. 16B** nicht dargestellt, könnte dann, wenn der Isolierfilm **106** Sauerstoff oder überschüssigen Sauerstoff enthält, der Sauerstoff oder überschüssige Sauerstoff auch von dem Isolierfilm **106** in den Metalloxidfilm **108** diffundieren.

**[0116]** Wenn eine mehrschichtige Struktur, die die Metalloxidfilme mit unterschiedlichen Kristallinitäten beinhaltet, zur Anwendung kommt, und der Bereich mit einer niedrigen Kristallinität als Diffusionsweg von überschüssigem Sauerstoff verwendet wird, wie vorstehend beschrieben, kann der Transistor sehr zuverlässig sein.

**[0117]** Es sei angemerkt, dass sich in dem Fall, in dem der Metalloxidfilm **108** nur aus einem Metalloxidfilm mit einer niedrigen Kristallinität besteht, die Zuverlässigkeit aufgrund des Anhaftens oder Eindringens von Verunreinigungen (z. B. Wasserstoff oder Feuchtigkeit) an der bzw. in die Kanalrückseite des Metalloxidfilms, d. h. an einem bzw. in einen Bereich, der dem Metalloxidfilm **108\_2** entspricht, verringern könnte.

**[0118]** Verunreinigungen, wie z. B. Wasserstoff oder Feuchtigkeit, die in den Metalloxidfilm **108** eindringen, wirken sich negativ auf die Transistoreigenschaften aus und stellen daher ein Problem dar. Deshalb ist die Menge an Verunreinigungen, wie z. B. Wasserstoff oder Feuchtigkeit, in dem Metalloxidfilm **108** vorzugsweise so gering wie möglich.

**[0119]** Dementsprechend wird die Kristallinität der oberen Schicht des Metalloxidfilms **108** erhöht, so dass Verunreinigungen am Eintritt in den Metalloxidfilm **108** gehindert werden können. Insbesondere können Schäden beim Verarbeiten in die leitfähigen Filme **112a** und **112b** verhindert werden, wenn der Metalloxidfilm **108\_2** eine erhöhte Kristallinität aufweist. Eine Oberfläche des Metalloxidfilms **108**, d. h. eine Oberfläche des Metalloxidfilms **108\_2**, wird einem Ätzmittel oder einem Ätzgas beim Verarbeiten in die leitfähigen Filme **112a** und **112b** ausgesetzt. Wenn der Metalloxidfilm **108\_2** jedoch einen Bereich mit einer hohen Kristallinität aufweist, weist der Metalloxidfilm **108\_2** eine höhere Ätzbeständigkeit auf als der Metalloxidfilm **108\_1**. Daher dient der Metalloxidfilm **108\_2** als Ätzstopper.

**[0120]** Es sei angemerkt, dass als Metalloxidfilm **108** vorzugsweise ein Metalloxidfilm verwendet wird, in dem die Verunreinigungskonzentration niedrig ist und die Dichte der Defektzustände niedrig ist, in welchem Falle der Transistor bessere elektrische Eigenschaften aufweisen kann. Hier wird der Zustand, in dem die Verunreinigungskonzentration niedrig ist und die Dichte der Defektzustände niedrig ist (die Anzahl der Sauerstofffehlstellen klein ist), als „hochrein intrinsisch“ oder „im Wesentlichen hochrein intrinsisch“ bezeichnet. Typische Beispiele für Verunreinigungen in dem Metalloxidfilm umfassen Wasser und Wasserstoff. In dieser Beschreibung und dergleichen wird das Reduzieren oder Entfernen von Wasser und Wasserstoff aus einem Metalloxidfilm in einigen Fällen als Dehydratisierung oder Dehydrierung bezeichnet. Darüber hinaus wird die Zugabe von Sauerstoff zu einem Metalloxidfilm oder einem isolierenden Oxidfilm in einigen Fällen als Sauerstoffzugabe bezeichnet, und ein Zustand, in dem aufgrund der Sauerstoffzugabe mehr Sauerstoff als in der stöchiometrische Zusammensetzung enthalten ist, wird in einigen Fällen als Sauerstoffüberschusszustand bezeichnet.

**[0121]** Ein hochreiner intrinsischer oder im Wesentlichen hochreiner intrinsischer Metalloxidfilm weist nur wenige Ladungsträgererzeugungsquellen auf und kann deshalb eine niedrige Ladungsträgerdichte aufweisen. Daher weist ein Transistor, bei dem ein Kanalbereich in dem Metalloxidfilm gebildet wird, selten eine negative Schwellenspannung auf (er verhält sich kaum selbstleitend). Ein hochreiner intrinsischer oder im Wesentlichen hochreiner intrinsischer Metalloxidfilm weist in einigen Fällen eine niedrige Dichte der Defektzustände und folglich nur wenige Einfangzustände auf. Ferner weist der hochreine intrinsische oder im Wesentlichen hochreine intrinsische Metalloxidfilm einen sehr niedrigen Sperrstrom auf; selbst wenn ein Element eine Kanalbreite  $W$  von  $1 \times 10^6 \mu\text{m}$  und eine Kanallänge  $L$  von  $10 \mu\text{m}$  aufweist, kann der Sperrstrom niedriger als oder gleich der Messgrenze eines Halbleiterparameter-Analysators sein, das heißt, niedriger als oder gleich  $1 \times 10^{-13} \text{ A}$  bei einer Spannung (Drain-Spannung) zwischen einer Source-Elektrode und einer Drain-Elektrode von  $1 \text{ V}$  bis  $10 \text{ V}$ .

**[0122]** Wenn der Metalloxidfilm **108\_1** einen Bereich mit einer niedrigeren Kristallinität als der Metalloxidfilm **108\_2** aufweist, weist der Metalloxidfilm **108\_1** in einigen Fällen eine hohe Ladungsträgerdichte auf.

**[0123]** Wenn der Metalloxidfilm **108\_1** eine hohe Ladungsträgerdichte aufweist, ist das Fermi-Niveau in einigen Fällen in Relation zu dem Leitungsband des Metalloxidfilms **108\_1** hoch. Dies verringert das Leitungsbandminimum des Metalloxidfilms **108\_1**, so dass die Energiedifferenz zwischen dem Leitungsbandminimum des Metalloxidfilms **108\_1** und dem Fallenzustand, der in einem Gate-Isolierfilm (hier dem Isolierfilm **106**) gebildet werden könnte, in einigen Fällen erhöht wird. Die Erhöhung der Energiedifferenz kann die Falle von Ladungen in dem Gate-Isolierfilm verringern und in einigen Fällen eine Schwankung der Schwellenspannung des Transistors verringern. Außerdem kann dann, wenn der Metalloxidfilm **108\_1** eine hohe Ladungsträgerdichte aufweist, der Metalloxidfilm **108** eine hohe Feldeffektmobilität aufweisen.

[Isolierfilm 1, der als isolierender Schutzfilm dient]

**[0124]** Die Isolierfilme **114** und **116** dienen als isolierende Schutzfilme der Transistoren **100A** und **200A**. Außerdem weisen die Isolierfilme **114** und **116** jeweils eine Funktion zum Zuführen von Sauerstoff zu den Metalloxidfilmen **108** und **208** auf. Das heißt, die Isolierfilme **114** und **116** enthalten Sauerstoff. Es handelt sich bei dem Isolierfilm **114** um einen Isolierfilm, der Sauerstoff durchlässt. Der Isolierfilm **114** dient auch als Film, der Schäden an den Metalloxidfilmen **108** und **208** während der Ausbildung des Isolierfilms **116** in einem späteren Schritt begrenzt.

**[0125]** Ein Siliziumoxidfilm, ein Siliziumoxynitridfilm oder dergleichen mit einer Dicke von größer als oder gleich  $5 \text{ nm}$  und kleiner als oder gleich  $150 \text{ nm}$ , bevorzugt größer als oder gleich  $5 \text{ nm}$  und kleiner als oder gleich  $50 \text{ nm}$  kann für den Isolierfilm **114** verwendet werden.

**[0126]** Außerdem ist die Anzahl von Defekten in dem Isolierfilm **114** vorzugsweise gering; typischerweise ist einer Elektronenspinresonanz- (ESR-) Messung zufolge die Spin-Dichte (spin density) gemäß einem Signal, das aufgrund einer offenen Bindung von Silizium bei  $g = 2,001$  erscheint, niedriger als oder gleich  $3 \times 10^{17} \text{ Spins/cm}^3$ . Wenn die Defektdichte in dem Isolierfilm **114** hoch ist, wird Sauerstoff an die Defekte gebunden und die Sauerstoffdurchlässigkeit des Isolierfilms **114** verringert.

**[0127]** Es sei angemerkt, dass nicht der gesamte Sauerstoff, der von außen in den Isolierfilm **114** eintritt, zur Außenseite des Isolierfilms **114** wandert, und ein Teil des Sauerstoffs verbleibt in dem Isolierfilm **114**. Des Weiteren findet in einigen Fällen die Wanderung von Sauerstoff in dem Isolierfilm **114** derart statt, dass Sauerstoff in den Isolierfilm **114** eintritt und Sauerstoff, der in dem Isolierfilm **114** enthalten ist, zur Außenseite des Isolierfilms **114** wandert. Wenn ein isolierender Oxidfilm, der Sauerstoff durchlassen kann, als Isolierfilm **114** ausgebildet wird, kann Sauerstoff, der von dem Isolierfilm **116** abgegeben wird, der über dem Isolierfilm **114** bereitgestellt ist, durch den Isolierfilm **114** zu den Metalloxidfilmen **108** und **208** wandern.

**[0128]** Es sei angemerkt, dass der Isolierfilm **114** unter Verwendung eines isolierenden Oxidfilms ausgebildet werden kann, der aufgrund von Stickstoffoxid eine geringe Zustandsdichte aufweist. Es sei angemerkt, dass die Dichte der Zustände aufgrund von Stickstoffoxid zwischen dem Valenzbandmaximum ( $E_{v,os}$ ) und dem Leitungsbandminimum ( $E_{c,os}$ ) der Metalloxidfilme gebildet werden kann. Ein Siliziumoxynitridfilm, der weniger Stickoxid abgibt, ein Aluminiumoxynitridfilm, der weniger Stickoxid abgibt oder dergleichen können für den vorstehenden isolierenden Oxidfilm verwendet werden.

**[0129]** Es sei angemerkt, dass ein Siliziumoxynitridfilm, der weniger Stickstoffoxid abgibt, ein Film ist, in dem die Menge an abgegebenem Ammoniak bei einer thermischen Desorptionsspektroskopie- (TDS-) Analyse größer ist als die Menge an abgegebenem Stickstoffoxid; die Menge an abgegebenem Ammoniak ist typischer-

weise größer als oder gleich  $1 \times 10^{18}$  Moleküle/cm<sup>3</sup> und kleiner als oder gleich  $5 \times 10^{19}$  Moleküle/cm<sup>3</sup>. Es sei angemerkt, dass die Menge an abgegebenem Ammoniak die Menge an durch eine Wärmebehandlung abgegebenem Ammoniak ist, bei der die Oberflächentemperatur eines Films höher als oder gleich 50 °C und niedriger als oder gleich 650 °C, bevorzugt höher als oder gleich 50 °C und niedriger als oder gleich 550 °C ist.

**[0130]** Stickstoffoxid (NO<sub>x</sub>; x ist größer als 0 und kleiner als oder gleich 2, bevorzugt größer als oder gleich 1 und kleiner als oder gleich 2), typischerweise NO<sub>2</sub> oder NO, bildet beispielsweise Niveaus in dem Isolierfilm **114**. Das Niveau liegt in der Energielücke von jedem der Metalloxidfilme **108** und **208**. Deshalb wird dann, wenn Stickstoffoxid in die Grenzfläche zwischen dem Isolierfilm **114** und jedem der Metalloxidfilme **108** und **208** diffundiert, ein Elektron in einigen Fällen von dem Niveau auf der Seite des Isolierfilms **114** eingefangen. Das gefangene Elektron bleibt folglich in der Nähe der Grenzflächen zwischen dem Isolierfilm **114** und jedem der Metalloxidfilme **108** und **208**; folglich wird die Schwellenspannung des Transistors in positiver Richtung verschoben.

**[0131]** Stickstoffoxid reagiert mit Ammoniak und Sauerstoff bei einer Wärmebehandlung. Da Stickstoffoxid, das in dem Isolierfilm **114** enthalten ist, mit Ammoniak, das in dem Isolierfilm **116** enthalten ist, bei einer Wärmebehandlung reagiert, wird Stickstoffoxid verringert, das in dem Isolierfilm **114** enthalten ist. Deshalb wird ein Elektron an den Grenzflächen zwischen dem Isolierfilm **114** und jedem der Metalloxidfilme **108** und **208** kaum eingefangen.

**[0132]** Durch den Einsatz eines derartigen isolierenden Oxidfilms kann der Isolierfilm **114** die Verschiebung der Schwellenspannung des Transistors reduzieren, was zu einer geringeren Veränderung der elektrischen Eigenschaften des Transistors führt.

**[0133]** Die Stickstoffkonzentration des vorstehenden isolierenden Oxidfilms, die durch Sekundärionen-Massenspektrometrie (SIMS) gemessen wird, ist niedriger als oder gleich  $6 \times 10^{20}$  Atome/cm<sup>3</sup>.

**[0134]** Der vorstehende isolierende Oxidfilm wird durch ein PECVD-Verfahren bei einer Substrattemperatur von höher als oder gleich 220 °C und niedriger als oder gleich 350 °C unter Verwendung von Silan und Distickstoffmonoxid ausgebildet, so dass ein dichter und harter Film ausgebildet werden kann.

**[0135]** Der Isolierfilm **116** ist ein isolierender Oxidfilm, der Sauerstoff mit einem höheren Anteil enthält als die stöchiometrische Zusammensetzung. Ein Teil von Sauerstoff wird durch Erwärmen von dem vorstehenden isolierenden Oxidfilm abgegeben. Die Menge an Sauerstoff, die bei TDS von dem isolierenden Oxidfilm abgegeben wird, ist mehr als oder gleich  $1,0 \times 10^{19}$  Atome/cm<sup>3</sup>, bevorzugt mehr als oder gleich  $3,0 \times 10^{20}$  Atome/cm<sup>3</sup>. Es sei angemerkt, dass die Menge an abgegebenem Sauerstoff die Gesamtmenge an Sauerstoff ist, die bei TDS durch eine Wärmebehandlung in einem Temperaturbereich von 50 °C bis 650 °C oder 50 °C bis 550 °C abgegeben wird. Außerdem ist die Menge an abgegebenem Sauerstoff die Gesamtmenge an abgegebenem Sauerstoff, die bei TDS in Sauerstoffatome umgewandelt wird.

**[0136]** Ein Siliziumoxidfilm, ein Siliziumoxynitridfilm oder dergleichen mit einer Dicke von größer als oder gleich 30 nm und kleiner als oder gleich 500 nm, bevorzugt größer als oder gleich 50 nm und kleiner als oder gleich 400 nm kann für den Isolierfilm **116** verwendet werden.

**[0137]** Vorzugsweise ist die Anzahl von Defekten in dem Isolierfilm **116** gering; typischerweise ist einer ESR-Messung zufolge die Spin-Dichte gemäß einem Signal, das aufgrund einer offenen Bindung von Silizium bei  $g = 2,001$  erscheint, niedriger als  $1,5 \times 10^{18}$  Spins/cm<sup>3</sup>, bevorzugt niedriger als oder gleich  $1 \times 10^{18}$  Spins/cm<sup>3</sup>. Es sei angemerkt, dass der Isolierfilm **116** etwas weiter von den Metalloxidfilmen **108** und **208** entfernt bereitgestellt wird als der Isolierfilm **114**; somit kann der Isolierfilm **116** eine höhere Defektdichte aufweisen als der Isolierfilm **114**.

**[0138]** Ferner können die Isolierfilme **114** und **116** unter Verwendung von Isolierfilmen, die mit den gleichen Materialarten ausgebildet werden, ausgebildet werden; daher kann eine Grenze zwischen den Isolierfilmen **114** und **116** in einigen Fällen nicht eindeutig beobachtet werden. Daher ist bei dieser Ausführungsform die Grenze zwischen den Isolierfilmen **114** und **116** durch eine gestrichelte Linie dargestellt. Obwohl bei dieser Ausführungsform eine zweischichtige Struktur aus dem Isolierfilm **114** und dem Isolierfilm **116** beschrieben wird, ist eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung nicht darauf beschränkt. Beispielsweise kann eine einschichtige Struktur des Isolierfilms **114** oder eine mehrschichtige Struktur aus drei oder mehr Schichten zum Einsatz kommen.

[Isolierfilm 2, der als isolierender Schutzfilm dient]

**[0139]** Der Isolierfilm **118** dient als isolierende Schutzfilme der Transistoren **100A** und **200A**.

**[0140]** Der Isolierfilm **118** enthält Wasserstoff und/oder Stickstoff. Alternativ enthält der Isolierfilm **118** Stickstoff und Silizium. Der Isolierfilm **118** weist eine Funktion zum Blockieren von Sauerstoff, Wasserstoff, Wasser, einem Alkalimetall, einem Erdalkalimetall und dergleichen auf. Durch Bereitstellen des Isolierfilms **118** kann verhindert werden, dass Sauerstoff von den Metalloxidfilmen **108** und **208** nach außen diffundiert, dass Sauerstoff, der in den Isolierfilmen **114** und **116** enthalten ist, nach außen diffundiert und dass Wasserstoff, Wasser oder dergleichen von außen in die Metalloxidfilme **108** und **208** eindringen.

**[0141]** Als Isolierfilm **118** kann beispielsweise ein isolierender Nitridfilm verwendet werden. Beispiele für den isolierenden Nitridfilm umfassen einen Siliziumnitridfilm, einen Siliziumnitridoxidfilm, einen Aluminiumnitridfilm und einen Aluminiumnitridoxidfilm.

**[0142]** Obwohl die vorstehend beschriebene Vielfalt von Filmen, wie z. B. die leitfähigen Filme, die Isolierfilme, der Metalloxidfilm und der Metallfilm, durch ein Sputterverfahren oder ein PECVD-Verfahren ausgebildet werden können, können sie auch durch ein anderes Verfahren, wie z. B. ein thermisches chemisches Gasphasenabscheidungs-(chemical vapor deposition, CVD-) Verfahren, ausgebildet werden. Beispiele für das thermische CVD-Verfahren umfassen ein MOCVD- (Metal Organic Chemical Vapor Deposition, metallorganisches chemisches Gasphasenabscheidungs-) Verfahren und ein ALD- (Atomic Layer Deposition, Atomlagenabscheidungs-) Verfahren.

**[0143]** Ein Vorteil des thermischen CVD-Verfahrens liegt darin, dass kein Defekt aufgrund eines Plasmaschadens erzeugt wird, da dabei kein Plasma zum Ausbilden eines Films benutzt wird. Bei einem thermischen CVD-Verfahren wird ein Quellgas in eine Kammer eingeleitet, die Kammer wird auf einen atmosphärischen Druck oder einen verringerten Druck eingestellt und ein Film wird auf einem Substrat abgeschieden.

**[0144]** Bei einem ALD-Verfahren wird ferner ein Quellgas in eine Kammer eingeleitet, die Kammer wird auf einen atmosphärischen Druck oder einen verringerten Druck eingestellt und ein Film wird auf einem Substrat abgeschieden.

#### <Strukturbeispiel 2 der Anzeigevorrichtung>

**[0145]** Als Nächstes wird eine Anzeigevorrichtung, deren isolierender Schutzfilm eine andere mehrschichtige Struktur aufweist, anhand von **Fig. 4A-1**, **Fig. 4A-2**, **Fig. 4B-1** und **Fig. 4B-2** beschrieben.

**[0146]** **Fig. 4A-1** entspricht einer Querschnittsansicht entlang der Strichpunktlinie **X1-X2** in **Fig. 2A**, und **Fig. 4A-2** entspricht einer Querschnittsansicht entlang der Strichpunktlinie **Y1-Y2** in **Fig. 2A**, **Fig. 4B-1** entspricht einer Querschnittsansicht entlang der Strichpunktlinie **X3-X4** in **Fig. 2B**, und **Fig. 4B-2** entspricht einer Querschnittsansicht entlang der Strichpunktlinie **Y3-Y4** in **Fig. 2B**.

**[0147]** Die in **Fig. 4A-1**, **Fig. 4A-2**, **Fig. 4B-1** und **Fig. 4B-2** dargestellte Anzeigevorrichtung beinhaltet die Isolierfilme **114** und **116** über dem in einem Pixelabschnitt vorgesehenen Transistor **200A** und einen Isolierfilm **119**, der als Planarisierungsfilm über dem Isolierfilm **116** dient. Die Isolierfilme **114**, **116** und **119** weisen eine Öffnung **242b** auf. Der als Pixelelektrode dienende leitfähige Film **220a** ist über dem Isolierfilm **119** ausgebildet. Der leitfähige Film **220a** ist elektrisch mit dem leitfähigen Film **212b** in der Öffnung **242b** verbunden. Der Isolierfilm **118** ist über dem Isolierfilm **119** und dem leitfähigen Film **220a** vorgesehen. Der Isolierfilm **118** weist eine Öffnung auf, in der ein Teil des leitfähigen Films **220a** freiliegt.

**[0148]** Der Isolierfilm **119** wird unter Verwendung eines organischen Materials ausgebildet, das für einen isolierenden Planarisierungsfilm verwendet werden kann. Der Isolierfilm **119** kann unter Verwendung eines organischen Materials, wie z. B. eines Polyimidharzes oder eines Acrylharzes, durch ein Nassverfahren, wie z. B. ein Spin-Coating-Verfahren oder ein Druckverfahren, ausgebildet werden. Anstelle der vorstehenden organischen Materialien kann auch ein Material mit einer niedrigen Dielektrizitätskonstante (low-k-Material) oder dergleichen verwendet werden. Es sei angemerkt, dass der isolierende Planarisierungsfilm ausgebildet werden kann, indem eine Vielzahl von Isolierfilmen, die unter Verwendung beliebiger dieser Materialien ausgebildet werden, übereinander angeordnet wird. Für den Isolierfilm **119** wird vorzugsweise ein lichtdurchlässiges organisches Harz verwendet, das durch Polyimid typisiert wird. In dem Fall, in dem es sich bei der Anzeigevorrichtung um eine transmissive Flüssigkristallanzeigevorrichtung handelt, kann die Verwendung des lichtdurchlässigen



organischen Harzes für den Isolierfilm **119** eine Eigenschaft der Lichtübertragung von einer Hintergrundbeleuchtung erhöhen.

**[0149]** In der in **Fig. 4A-1**, **Fig. 4A-2**, **Fig. 4B-1** und **Fig. 4B-2** dargestellten Anzeigevorrichtung wird der als Planarisierungsfilm dienende Isolierfilm **119** nicht in einer Treiberschaltung ausgebildet. Wenn also ein Oxidleiterfilm für den leitfähigen Film **120a** verwendet wird, kann den Isolierfilmen **114** und **116** Sauerstoff zugesetzt werden. Der den Isolierfilmen **114** und **116** zugegebene Sauerstoff kann zu dem Metalloxidfilm **108** wandern, um Sauerstofffehlstellen in dem Metalloxidfilm **108** zu füllen, was zu einer Erhöhung der Zuverlässigkeit des Transistors **100A** führt.

**[0150]** Hingegen wird der als Planarisierungsfilm dienende Isolierfilm **119** über dem Isolierfilm **116** im Pixelabschnitt der in **Fig. 4A-1**, **Fig. 4A-2**, **Fig. 4B-1** und **Fig. 4B-2** dargestellten Anzeigevorrichtung ausgebildet. Darüber hinaus wird der als Pixelelektrode dienende leitfähige Film **220a** über dem Isolierfilm **119** ausgebildet. In dem Fall, in dem es sich bei der Anzeigevorrichtung um eine Flüssigkristallanzeigevorrichtung handelt, können Ausrichtungsfehler in einer Flüssigkristallschicht reduziert werden, da der leitfähige Film **220a** eine hohe Planarität aufweist. Darüber hinaus kann der Isolierfilm **119** den Abstand zwischen dem als Gate-Leitung dienenden leitfähigen Film **204** und dem leitfähigen Film **220a** und den Abstand zwischen dem als Signalleitung dienenden leitfähigen Film **212a** und dem leitfähigen Film **220a** vergrößern, was eine Reduzierung der Leitungsverzögerung ermöglicht.

#### <Strukturbeispiel 3 der Anzeigevorrichtung>

**[0151]** Als Nächstes wird eine Anzeigevorrichtung, bei der der leitfähige Film, der als Pixelelektrode dient, eine andere Form aufweist, anhand von **Fig. 8A-1**, **Fig. 8A-2**, **Fig. 8B-1** und **Fig. 8B-2** sowie **Fig. 9A** und **Fig. 9B** beschrieben.

**[0152]** **Fig. 9A** und **Fig. 9B** sind Draufsichten auf Transistoren, die in einer Treiberschaltung enthalten sind, und einem Anzeigebereich einer Anzeigevorrichtung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. **Fig. 9A** ist eine Draufsicht auf einen Transistor **100A**, der in der Treiberschaltung enthalten ist, und **Fig. 9B** ist eine Draufsicht auf einen Transistor **200B**, der in einem Pixelabschnitt enthalten ist. **Fig. 8A-1** entspricht einer Querschnittsansicht entlang der Strichpunktlinie **X1-X2** in **Fig. 9A**, **Fig. 8A-2** entspricht einer Querschnittsansicht entlang der Strichpunktlinie **Y1-Y2** in **Fig. 9A**, **Fig. 8B-1** entspricht einer Querschnittsansicht entlang der Strichpunktlinie **X3-X4** in **Fig. 9B**, und **Fig. 8B-2** entspricht einer Querschnittsansicht entlang der Strichpunktlinie **Y3-Y4** in **Fig. 9B**.

**[0153]** Wie in den **Fig. 8A-1** und **Fig. 8A-2** dargestellt, beinhaltet die Treiberschaltung den Transistor **100A**.

**[0154]** Wie in **Fig. 8B-1** und **Fig. 8B-2** dargestellt, beinhaltet der Pixelabschnitt den Transistor **200B**, einen leitfähigen Film **210**, der als Pixelelektrode dient und einen Kondensator **250**.

**[0155]** Der Transistor **200B** unterscheidet sich von dem in **Fig. 1A-1**, **Fig. 1A-2**, **Fig. 1B-1** und **Fig. 1B-2** dargestellten Transistor **200A** und dem in **Fig. 4A-1**, **Fig. 4A-2**, **Fig. 4B-1** und **Fig. 4B-2** dargestellten Transistor **200A** in der Verbindung zu dem als Pixelelektrode dienenden leitfähigen Film. Der Transistor **200B** ist mit dem leitfähigen Film **210**, der als Pixelelektrode dient, zwischen dem Isolierfilm **106** und dem leitfähigen Film **212b** verbunden.

**[0156]** Der leitfähige Film **210** wird gleichzeitig mit dem Metalloxidfilm **108** des Transistors **100A** und dem Metalloxidfilm **208** des Transistors **200B** ausgebildet. In dem leitfähigen Film **210** werden ein inselförmiger leitfähiger Film **210\_1** und ein inselförmiger leitfähiger Film **210\_2** in dieser Reihenfolge übereinander angeordnet. Der leitfähige Film **210\_1** wird gleichzeitig mit den Metalloxidfilmen **108\_1** und **208\_1** ausgebildet und der leitfähige Film **210\_2** wird gleichzeitig mit den Metalloxidfilmen **108\_2** und **208\_2** ausgebildet.

**[0157]** In **Fig. 8B-1** weist der Isolierfilm **118** eine Öffnung **211** auf, in der der leitfähige Film **210** freiliegt. Alternativ kann der Isolierfilm **118** den leitfähigen Film **210** bedecken, wie in **Fig. 10B-1** dargestellt wird. Wenn es sich bei der Anzeigevorrichtung beispielsweise um eine Flüssigkristallanzeigevorrichtung handelt, ist es vorzuziehen, den Isolierfilm **118** nicht über den als Pixelelektrode dienenden leitfähigen Film **210** bereitzustellen. Der Isolierfilm **118** kann jedoch über dem leitfähigen Film **210** in Abhängigkeit von einer an eine Flüssigkristallschicht angelegten Spannung bereitgestellt werden.

**[0158]** Ein Oxidleiter- (OC-) Film wird vorzugsweise für den leitfähigen Film **210** verwendet. Somit weist der leitfähige Film **210** eine höhere Wasserstoffkonzentration auf als die in den Transistoren **100A** und **200B** enthaltenen Metalloxidfilme **108** und **208**.

<Modifikationsbeispiel des Transistors>

**[0159]** Als Nächstes werden Modifikationsbeispiele eines Transistors, der für den bei dieser Ausführungsform beschriebenen Transistor verwendet werden kann, beschrieben. **Fig. 14A** ist eine Draufsicht auf einen Transistor **100C**, **Fig. 14B** entspricht einer Querschnittsansicht entlang der Strichpunktlinie **X1-X2** in **Fig. 14A**, und **Fig. 14C** entspricht einer Querschnittsansicht entlang der Strichpunktlinie **Y1-Y2** in **Fig. 14A**. Es sei angemerkt, dass, obwohl der Transistor **100C** hier als Modifikationsbeispiel des Transistors **100A** beschrieben wird, die Struktur des Transistors **100C** gegebenenfalls auf die Transistoren **200A** und **200B** angewandt werden kann.

**[0160]** Der Transistor **100C** unterscheidet sich von dem vorstehend beschriebenen Transistor **100A** dahingehend, dass die leitfähigen Filme **112a** und **112b** jeweils eine dreischichtige Struktur aufweisen.

**[0161]** Der leitfähige Film **112a** des Transistors **100C** beinhaltet einen leitfähigen Film **112a\_1**, einen leitfähigen Film **112a\_2** über dem leitfähigen Film **112a\_1** und einen leitfähigen Film **112a\_3** über dem leitfähigen Film **112a\_2**. Der leitfähige Film **112b** des Transistors **100C** beinhaltet einen leitfähigen Film **112b\_1**, einen leitfähigen Film **112b\_2** über dem leitfähigen Film **112b\_1** und einen leitfähigen Film **112b\_3** über dem leitfähigen Film **112b\_2**.

**[0162]** Beispielsweise enthalten der leitfähige Film **112a\_1**, der leitfähige Film **112b\_1**, der leitfähige Film **112a\_3** und der leitfähige Film **112b\_3** vorzugsweise ein oder mehrere Element/e, das/die aus Titan, Wolfram, Tantal, Molybdän, Indium, Gallium, Zinn und Zink ausgewählt wird/werden. Des Weiteren enthalten der leitfähige Film **112a\_2** und der leitfähige Film **112b\_2** vorzugsweise ein oder mehrere Element/e, das/die aus Kupfer, Aluminium und Silber ausgewählt wird/werden.

**[0163]** Insbesondere können der leitfähige Film **112a\_1**, der leitfähige Film **112b\_1**, der leitfähige Film **112a\_3** und der leitfähige Film **112b\_3** unter Verwendung eines In-Sn-Oxids oder eines In-Zn-Oxids ausgebildet werden und der leitfähige Film **112a\_2** und der leitfähige Film **112b\_2** können unter Verwendung von Kupfer ausgebildet werden.

**[0164]** Die vorstehende Struktur wird bevorzugt, da der Leitungswiderstand der leitfähigen Filme **112a** und **112b** verringert werden kann und eine Diffusion von Kupfer in den Metalloxidfilm **108** verhindert werden kann. Die vorstehende Struktur wird auch bevorzugt, da der Kontaktwiderstand zwischen dem leitfähigen Film **112b** und dem leitfähigen Film in Kontakt mit dem leitfähigen Film **112b** verringert werden kann. Die vorstehende Struktur wird in geeigneter Weise auf den Transistor **200A** oder dergleichen im Pixelabschnitt angewandt, da der Kontaktwiderstand zwischen dem leitfähigen Film **212b** und dem leitfähigen Film **220a** reduziert werden kann. Die anderen Komponenten des Transistors **100C** sind denjenigen des vorstehend beschriebenen Transistors **100A** ähnlich und weisen ähnliche Effekte auf.

**[0165]** **Fig. 15A** ist eine Draufsicht auf einen Transistor **100D**, der für den bei dieser Ausführungsform beschriebenen Transistor verwendet werden kann. **Fig. 15B** entspricht einer Querschnittsansicht entlang der Strichpunktlinie **X1-X2** in **Fig. 15A**, und **Fig. 15C** entspricht einer Querschnittsansicht entlang der Strichpunktlinie **Y1-Y2** in **Fig. 15A**.

**[0166]** Der Transistor **100D** unterscheidet sich von dem vorstehend beschriebenen Transistor **100A** dahingehend, dass die leitfähigen Filme **112a** und **112b** jeweils eine dreischichtige Struktur aufweisen. Der Transistor **100D** unterscheidet sich außerdem von dem vorstehend beschriebenen Transistor **100C** hinsichtlich der Formen der leitfähigen Filme **112a** und **112b**.

**[0167]** Der leitfähige Film **112a** des Transistors **100D** beinhaltet den leitfähigen Film **112a\_1**, den leitfähigen Film **112a\_2** über dem leitfähigen Film **112a\_1** und den leitfähigen Film **112a\_3** über dem leitfähigen Film **112a\_2**. Der leitfähige Film **112b** des Transistors **100D** beinhaltet den leitfähigen Film **112b\_1**, den leitfähigen Film **112b\_2** über dem leitfähigen Film **112b\_1** und den leitfähigen Film **112b\_3** über dem leitfähigen Film **112b\_2**. Es sei angemerkt, dass der leitfähige Film **112a\_1**, der leitfähige Film **112a\_2**, der leitfähige Film **112a\_3**, der leitfähige Film **112b\_1**, der leitfähige Film **112b\_2** und der leitfähige Film **112b\_3** unter Verwendung eines beliebigen der vorstehend beschriebenen Materialien ausgebildet werden können.

[0168] Ein Endabschnitt des leitfähigen Films **112a\_1** weist einen Bereich auf, der weiter außen positioniert ist als ein Endabschnitt des leitfähigen Films **112a\_2**. Der leitfähige Film **112a\_3** bedeckt eine obere Oberfläche und eine Seitenfläche des leitfähigen Films **112a\_2** und weist einen Bereich auf, der in Kontakt mit dem leitfähigen Film **112a\_1** ist. Ein Endabschnitt des leitfähigen Films **112b\_1** weist einen Bereich auf, der weiter außen positioniert ist als ein Endabschnitt des leitfähigen Films **112b\_2**. Der leitfähige Film **112b\_3** bedeckt eine obere Oberfläche und eine Seitenfläche des leitfähigen Films **112b\_2** und weist einen Bereich auf, der in Kontakt mit dem leitfähigen Film **112b\_1** ist.

[0169] Die vorstehende Struktur wird bevorzugt, da der Leitungswiderstand der leitfähigen Filme **112a** und **112b** verringert werden kann und eine Diffusion von Kupfer in den Metalloxidfilm **108** verhindert werden kann. Es sei angemerkt, dass eine Diffusion von Kupfer bei dem Transistor **100D** effektiver verhindert werden kann als bei dem vorstehend beschriebenen Transistor **100C**. Die vorstehende Struktur wird auch bevorzugt, da der Kontaktwiderstand zwischen dem leitfähigen Film **112b** und dem leitfähigen Film in Kontakt mit dem leitfähigen Film **112b** niedrig sein kann. Die anderen Komponenten des Transistors **100D** sind denjenigen des vorstehend beschriebenen Transistors gleich und weisen ähnliche Effekte auf.

[0170] Es sei angemerkt, dass jeder der Transistoren **100A**, **100C**, **200A** und **200B** unter Verwendung von sechs Photomasken hergestellt wird. Im Gegensatz dazu wird der Transistor **100D** unter Verwendung von sieben Photomasken hergestellt, da für die Ausbildung der leitfähigen Filme **112a** und **112b** zwei Photomasken erforderlich sind.

[0171] Fig. 17A ist eine Draufsicht auf einen Transistor **100E**, der für den in dieser Ausführungsform beschriebenen Transistor verwendet werden kann, Fig. 17B entspricht einer Querschnittsansicht entlang der Strichpunktlinie X1-X2 in Fig. 17A, und Fig. 17C entspricht einer Querschnittsansicht entlang der Strichpunktlinie Y1-Y2 in Fig. 17A.

[0172] Der in Fig. 17A bis Fig. 17C dargestellte Transistor **100E** unterscheidet sich von dem vorstehend beschriebenen Transistor **100D** in der Anordnungsreihenfolge des Isolierfilms **118** und des leitfähigen Films **120a**. In dem Transistor **100E** befindet sich der Isolierfilm **118** über dem Isolierfilm **116** und der leitfähige Film **120a** über dem Isolierfilm **118**. Der leitfähige Film **104** und der leitfähige Film **120a** sind in der Öffnung **142a** der Isolierfilme **106**, **114**, **116** und **118** elektrisch miteinander verbunden.

[0173] Die Strukturen der vorstehenden Transistoren können frei miteinander für den Transistor dieser Ausführungsform kombiniert werden.

#### <Herstellungsverfahren 1 der Anzeigevorrichtung>

[0174] Als Nächstes wird ein Verfahren zur Herstellung der Transistoren **100A** und **200A**, die in der Anzeigevorrichtung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung enthalten sind, anhand von Fig. 5A-1 bis Fig. 5A-3 und Fig. 5B-1 bis Fig. 5B-3, Fig. 6A-1, Fig. 6A-2, Fig. 6B-1 und Fig. 6B-2 und Fig. 7A-1, Fig. 7A-2, Fig. 7B-1 und Fig. 7B-2 beschrieben.

[0175] Fig. 5A-1 bis Fig. 5A-3 und Fig. 5B-1 bis Fig. 5B-3, Fig. 6A-1, Fig. 6A-2, Fig. 6B-1 und Fig. 6B-2 und Fig. 7A-1, Fig. 7A-2, Fig. 7B-1 und Fig. 7B-2 sind Querschnittsansichten, die ein Verfahren zur Herstellung der Anzeigevorrichtung darstellen. Fig. 5A-1 bis Fig. 5A-3, Fig. 6A-1 und Fig. 6A-2 und Fig. 7A-1 und Fig. 7A-2 sind Querschnittsansichten des Transistors **100A** in der Kanallängsrichtung, und Fig. 5B-1 bis Fig. 5B-3, Fig. 6B-1 und Fig. 6B-2 und Fig. 7B-1 und Fig. 7B-2 sind Querschnittsansichten des Transistors **200A** in der Kanallängsrichtung.

[0176] Als Erstes wird ein leitfähiger Film über dem Substrat **102** ausgebildet und durch einen Lithographieprozess und einen Ätzprozess verarbeitet, wodurch der leitfähige Film **104**, der als erste Gate-Elektrode des Transistors **100A** dient, und der leitfähige Film **204**, der als Gate-Elektrode des Transistors **200A** dient, ausgebildet werden. Dann wird der Isolierfilm **106**, der als erster Gate-Isolierfilm dient, über dem leitfähigen Film **104** ausgebildet (siehe Fig. 5A-1 und Fig. 5B-1).

[0177] Bei dieser Ausführungsform wird ein Glassubstrat als Substrat **102** verwendet, und als leitfähige Filme **104** und **204** werden ein 50 nm dicker Titanfilm und ein 200 nm dicker Kupferfilm durch ein Sputterverfahren ausgebildet. Als Isolierfilm **106** werden ein 400 nm dicker Siliziumnitridfilm und ein 50 nm dicker Siliziumoxynitridfilm durch ein PECVD-Verfahren ausgebildet.

**[0178]** Es sei angemerkt, dass der vorstehend beschriebene Siliziumnitridfilm eine dreischichtige Struktur aus einem ersten Siliziumnitridfilm, einem zweiten Siliziumnitridfilm und einem dritten Siliziumnitridfilm aufweist. Die dreischichtige Struktur kann beispielsweise wie folgt ausgebildet werden.

**[0179]** Beispielsweise kann der erste Siliziumnitridfilm unter den folgenden Bedingungen derart ausgebildet werden, dass er eine Dicke von 50 nm aufweist: Silan mit einer Durchflussmenge von 200 sccm, Stickstoff mit einer Durchflussmenge von 2000 sccm und ein Ammoniakgas mit einer Durchflussmenge von 100 sccm werden einer Reaktionskammer einer PECVD-Vorrichtung als Quellgas zugeführt, der Druck in der Reaktionskammer wird auf 100 Pa eingestellt und eine Leistung von 2000 W wird unter Verwendung einer 27,12 MHz-Hochfrequenzleistungsquelle zugeführt.

**[0180]** Der zweite Siliziumnitridfilm kann unter den folgenden Bedingungen derart ausgebildet, dass er eine Dicke von 300 nm aufweist: Silan mit einer Durchflussmenge von 200 sccm, Stickstoff mit einer Durchflussmenge von 2000 sccm und ein Ammoniakgas mit einer Durchflussmenge von 2000 sccm werden der Reaktionskammer der PECVD-Vorrichtung als Quellgas zugeführt, der Druck in der Reaktionskammer wird auf 100 Pa eingestellt und eine Leistung von 2000 W wird unter Verwendung einer 27,12 MHz-Hochfrequenzleistungsquelle zugeführt.

**[0181]** Der dritte Siliziumnitridfilm kann unter den folgenden Bedingungen derart ausgebildet, dass er eine Dicke von 50 nm aufweist: Silan mit einer Durchflussmenge von 200 sccm und Stickstoff mit einer Durchflussmenge von 5000 sccm werden der Reaktionskammer der PECVD-Vorrichtung als Quellgas zugeführt, der Druck in der Reaktionskammer wird auf 100 Pa eingestellt und eine Leistung von 2000 W wird unter Verwendung einer 27,12 MHz-Hochfrequenzleistungsquelle zugeführt.

**[0182]** Es sei angemerkt, dass der erste Siliziumnitridfilm, der zweite Siliziumnitridfilm und der dritte Siliziumnitridfilm jeweils bei einer Substrattemperatur von niedriger als oder gleich 350 °C ausgebildet werden können.

**[0183]** Wenn der Siliziumnitridfilm beispielsweise die vorstehend beschriebene dreischichtige Struktur aufweist, können in dem Fall, in dem ein Kupfer enthaltender leitfähiger Film für den leitfähigen Film **104** verwendet wird, die folgenden Effekte erzielt werden.

**[0184]** Der erste Siliziumnitridfilm kann eine Diffusion von Kupfer von den leitfähigen Filmen **104** und **204** verhindern. Der zweite Siliziumnitridfilm weist eine Funktion zum Abgeben von Wasserstoff auf und kann die Spannungsfestigkeit des Isolierfilms, der als Gate-Isolierfilm dient, verbessern. Der dritte Siliziumnitridfilm gibt eine kleine Menge an Wasserstoff ab und kann die Diffusion von Wasserstoff, der von dem zweiten Siliziumnitridfilm abgegeben wird, verhindern.

**[0185]** Als Nächstes werden ein Metalloxidfilm **108\_1\_0** und ein Metalloxidfilm **108\_2\_0** über dem Isolierfilm **106** ausgebildet (siehe **Fig. 5A-2** und **Fig. 5B-2**).

**[0186]** **Fig. 5A-1** und **Fig. 5B-1** sind schematische Querschnittsansichten, die das Innere einer Abscheidungs- vorrichtung darstellen, wenn die Metalloxidfilme **108\_1\_0** und **108\_2\_0** über dem Isolierfilm **106** ausgebildet werden. In **Fig. 5A-1** und **Fig. 5B-1** wird eine Sputtervorrichtung als Abscheidungs- vorrichtung verwendet, und ein Target **191**, das innerhalb der Sputtervorrichtung platziert ist, und Plasma **192**, das unter dem Target **191** gebildet wird, werden in schematischer Weise dargestellt.

**[0187]** In **Fig. 5A-1** und **Fig. 5B-1** wird Sauerstoff oder überschüssiger Sauerstoff, der dem Isolierfilm **106** zugesetzt wird, schematisch durch gestrichelte Pfeile gezeigt. Wenn beispielsweise ein Sauerstoffgas beim Ausbilden des Metalloxidfilms **108\_1\_0** verwendet wird, kann dem Isolierfilm **106** Sauerstoff vorteilhaft zugesetzt werden.

**[0188]** Der Metalloxidfilm **108\_1\_0** wird über dem Isolierfilm **106** in einer Dicke von größer als oder gleich 1 nm und kleiner als oder gleich 25 nm, bevorzugt größer als oder gleich 5 nm und kleiner als oder gleich 20 nm ausgebildet. Der Metalloxidfilm **108\_1\_0** wird unter Verwendung eines Inertgases (typischerweise eines Ar-Gases) und/oder eines Sauerstoffgases ausgebildet. Es sei angemerkt, dass der Anteil des Sauerstoffgases in dem gesamten Abscheidungs- gas zum Ausbilden des Metalloxidfilms **108\_1\_0** (nachstehend auch als Prozentsatz der Sauerstoffdurchflussrate bezeichnet) höher als oder gleich 0 % und niedriger als oder gleich 30 %, bevorzugt höher als oder gleich 5 % und niedriger als oder gleich 15 % ist.

**[0189]** Wenn der Prozentsatz der Sauerstoffdurchflussrate zum Ausbilden des Metalloxidfilms **108\_1\_0** auf den vorstehenden Bereich eingestellt wird, kann der Metalloxidfilm **108\_1\_0** eine niedrigere Kristallinität aufweisen als der Metalloxidfilm **108\_2\_0**.

**[0190]** Als Nächstes wird der Metalloxidfilm **108\_2\_0** über dem Metalloxidfilm **108\_1\_0** ausgebildet. Wenn der Metalloxidfilm **108\_2\_0** ausgebildet wird, wird eine Plasmaentladung in einer Atmosphäre, die ein Sauerstoffgas enthält, durchgeführt. Zu diesem Zeitpunkt wird dem Metalloxidfilm **108\_1\_0**, über dem der Metalloxidfilm **108\_2\_0** ausgebildet wird, Sauerstoff zugesetzt. Der Prozentsatz der Sauerstoffdurchflussrate beim Ausbilden des Metalloxidfilms **108\_2\_0** ist höher als 30 % und niedriger als oder gleich 100 %, bevorzugt höher als oder gleich 50 % und niedriger als oder gleich 100 %, stärker bevorzugt höher als oder gleich 70 % und niedriger als oder gleich 100 %.

**[0191]** Die Dicke des Metalloxidfilms **108\_2\_0** ist größer als oder gleich 20 nm und kleiner als oder gleich 100 nm, bevorzugt größer als oder gleich 20 nm und kleiner als oder gleich 50 nm.

**[0192]** Der Prozentsatz der Sauerstoffdurchflussrate zum Ausbilden des Metalloxidfilms **108\_2\_0** ist, wie vorstehend beschrieben, vorzugsweise höher als der Prozentsatz der Sauerstoff-Durchflussrate zum Ausbilden des Metalloxidfilms **108\_1\_0**. Mit anderen Worten: Der Metalloxidfilm **108\_1\_0** wird vorzugsweise unter einem niedrigeren Sauerstoff-Partialdruck ausgebildet als der Metalloxidfilm **108\_2\_0**.

**[0193]** Die Substrattemperatur beim Ausbilden der Metalloxidfilme **108\_1\_0** und **108\_2\_0** wird auf höher als oder gleich Raumtemperatur (25 °C) und niedriger als oder gleich 200 °C, bevorzugt auf höher als oder gleich Raumtemperatur und niedriger als oder gleich 130 °C eingestellt. Eine Einstellung der Substrattemperatur in dem vorstehenden Bereich ist für große Glassubstrate (z. B. die vorstehend beschriebenen Glassubstrate der achten bis zehnten Generation) vorteilhaft. Insbesondere kann dann, wenn die Substrattemperatur zum Ausbilden der Metalloxidfilme **108\_1\_0** und **108\_2\_0** auf Raumtemperatur eingestellt wird, verhindert werden, dass das Substrat gebogen oder verzerrt wird. Um die Kristallinität des Metalloxidfilms **108\_2\_0** zu erhöhen, wird die Substrattemperatur beim Ausbilden des Metalloxidfilms **108\_2\_0** vorzugsweise erhöht.

**[0194]** Es sei angemerkt, dass es vorteilhafter ist, den Metalloxidfilm **108\_1\_0** und den Metalloxidfilm **108\_2\_0** sukzessiv im Vakuum auszubilden, da verhindert werden kann, dass Verunreinigungen an den Grenzflächen eingefangen werden.

**[0195]** Außerdem ist eine Erhöhung der Reinheit eines Sputtergases notwendig. Beispielsweise wird als Sauerstoffgas oder Argongas, welches als Sputtergas verwendet wird, ein Gas verwendet, das derart hochgereinigt wird, dass es einen Taupunkt von -40 °C oder niedriger, bevorzugt -80 °C oder niedriger, bevorzugter -100 °C oder niedriger, bevorzugter -120 °C oder niedriger aufweist, wodurch das Eindringen von Feuchtigkeit oder dergleichen in den Metalloxidfilm minimiert werden kann.

**[0196]** In dem Fall, in dem der Metalloxidfilm durch ein Sputterverfahren abgeschieden wird, wird eine Kammer in einer Sputtervorrichtung vorzugsweise durch Evakuierung mit einer Adsorptionsvakuumpumpe, wie z. B. eine Kryopumpe, in einen hohen Vakuumzustand (beispielsweise bis zu einem Grad von etwa  $5 \times 10^{-7}$  Pa bis  $1 \times 10^{-4}$  Pa) versetzt, um Wasser oder dergleichen, das als Verunreinigung für den Metalloxidfilm dient, so weit wie möglich zu entfernen. Insbesondere ist der Partialdruck von Gasmolekülen, die H<sub>2</sub>O entsprechen (Gasmolekülen, die m/z = 18 entsprechen), in der Kammer im Standby-Modus der Sputtervorrichtung bevorzugt niedriger als oder gleich  $1 \times 10^{-4}$  Pa, stärker bevorzugt niedriger als oder gleich  $5 \times 10^{-5}$  Pa.

**[0197]** Bei dieser Ausführungsform wird der Metalloxidfilm **108\_1\_0** durch ein Sputterverfahren unter Verwendung eines In-Ga-Zn-Metalloxidtargets (In:Ga:Zn = 4:2:4,1 im Atomverhältnis) ausgebildet. Die Substrattemperatur während der Ausbildung des Metalloxidfilms **108\_1\_0** ist Raumtemperatur, und ein Argongas mit einer Durchflussrate von 180 sccm und ein Sauerstoffgas mit einer Durchflussrate von 20 sccm werden als Abscheidungsgase (Prozentsatz der Sauerstoffdurchflussrate: 10 %) verwendet.

**[0198]** Der Metalloxidfilm **108\_2\_0** wird durch ein Sputterverfahren unter Verwendung eines In-Ga-Zn-Metalloxidtargets (In:Ga:Zn = 4:2:4,1 im Atomverhältnis) ausgebildet. Die Substrattemperatur während der Ausbildung des Metalloxidfilms **108\_2\_0** ist Raumtemperatur, und ein Sauerstoffgas mit einer Durchflussrate von 200 sccm wird als Abscheidungsgas (Prozentsatz der Sauerstoffdurchflussrate: 100 %) verwendet.

**[0199]** Wenn sich der Prozentsatz der Sauerstoffdurchflussrate beim Ausbilden des Metalloxidfilms **108\_1\_0** von demjenigen beim Ausbilden des Metalloxidfilms **108\_2\_0** unterscheidet, kann ein mehrschichtiger Film mit einer Vielzahl von Arten von Kristallinitäten ausgebildet werden.

**[0200]** Es sei angemerkt, dass das Ausbildungsverfahren nicht auf das vorstehend beschriebene Sputterverfahren beschränkt ist; ein Puls laserabscheidungs- (pulsed laser deposition, PLD-) Verfahren, ein plasmaunterstütztes chemisches Gasphasenabscheidungs- (plasma-enhanced chemical vapor deposition, PECVD-) Verfahren, ein thermisches chemisches Gasphasenabscheidungs- (chemical vapor deposition, CVD-) Verfahren, ein Atomlagenabscheidungs- (atomic layer deposition, ALD-) Verfahren, ein Vakuumverdampfungsverfahren oder dergleichen können verwendet werden. Als Beispiel für ein thermisches CVD-Verfahren kann ein metallorganisches chemisches Gasphasenabscheidungs- (metal organic chemical vapor deposition, MOCVD-) Verfahren angegeben werden.

**[0201]** Als Nächstes werden die Metalloxidfilme **108\_1\_0** und **108\_2\_0** zu gewünschten Formen verarbeitet, um die inselförmigen Metalloxidfilme **108\_1**, **108\_2**, **208\_1** und **208\_2** auszubilden. Bei dieser Ausführungsform bilden die Metalloxidfilme **108\_1** und **108\_2** den inselförmigen Metalloxidfilm **108** (siehe Fig. 5A-3), und die Metalloxidfilme **208\_1** und **208\_2** bilden den inselförmigen Metalloxidfilm **208** (siehe Fig. 5B-3).

**[0202]** Nachdem die Metalloxidfilme **108** und **208** ausgebildet worden sind, kann eine Sauerstoffplasmabehandlung an den Metalloxidfilmen **108** und **208** durchgeführt werden. Dadurch kann den Oberflächen der Metalloxidfilme **108** und **208** Sauerstoff zugesetzt werden, was zu einer Reduzierung der Sauerstofffehlstellen in den Metalloxidfilmen **108** und **208** führt. Besonders vorteilhaft ist es, die Sauerstofffehlstellen an den Seitenflächen der Metalloxidfilme **108** und **208** zu reduzieren, da dadurch ein Leckstrom in den Transistoren vermieden werden kann.

**[0203]** Eine Wärmebehandlung (nachstehend als erste Wärmebehandlung bezeichnet) wird vorzugsweise durchgeführt, nachdem die Metalloxidfilme **108** und **208** ausgebildet worden sind. Durch die erste Wärmebehandlung können Wasserstoff, Wasser oder dergleichen, welche in den Metalloxidfilmen **108** und **208** enthalten sind, verringert werden. Die Wärmebehandlung mit dem Zweck, Wasserstoff, Wasser oder dergleichen zu verringern, kann durchgeführt werden, bevor die Metalloxidfilme **108\_1\_0** und **108\_2\_0** zu Inselformen verarbeitet werden. Es sei angemerkt, dass die erste Wärmebehandlung eine Art von Behandlung zum Erhöhen der Reinheit des Metalloxidfilms ist.

**[0204]** Die erste Wärmebehandlung kann beispielsweise bei einer Temperatur von höher als oder gleich 150 °C und niedriger als die Entspannungsgrenze des Substrats, bevorzugt höher als oder gleich 200 °C und niedriger als oder gleich 450 °C, und noch bevorzugter höher als oder gleich 250 °C und niedriger als oder gleich 350 °C durchgeführt werden.

**[0205]** Ferner kann ein Elektroofen, eine RTA-Vorrichtung oder dergleichen für die erste Wärmebehandlung verwendet werden. Durch Verwendung einer RTA-Vorrichtung kann die Wärmebehandlung bei einer Temperatur von höher als oder gleich der Entspannungsgrenze des Substrats durchgeführt werden, wenn die Behandlungszeit kurz ist. Demzufolge kann die Wärmebehandlungszeit verringert werden. Die erste Wärmebehandlung kann in einer Atmosphäre aus Stickstoff, Sauerstoff, ultratrockener Luft (Luft mit einem Wassergehalt von 20 ppm oder weniger, bevorzugt 1 ppm oder weniger, noch bevorzugter 10 ppb oder weniger) oder einem Edelgas (z. B. Argon, Helium) durchgeführt werden. Der Stickstoff, der Sauerstoff, die ultratrockene Luft oder das Edelgas enthalten vorzugsweise keinen Wasserstoff, Wasser und dergleichen. Des Weiteren kann, nachdem eine Wärmebehandlung in einer Stickstoffatmosphäre oder einer Edelgasatmosphäre durchgeführt worden ist, eine zusätzliche Wärmebehandlung in einer Sauerstoffatmosphäre oder einer Atmosphäre mit ultratrockener Luft durchgeführt werden. Als Ergebnis können Wasserstoff, Wasser oder dergleichen, die in den Metalloxidfilmen enthalten sind, abgegeben werden, und gleichzeitig kann dem Metalloxidfilm Sauerstoff zugeführt werden. Folglich kann die Anzahl von Sauerstofffehlstellen in dem Metalloxidfilm verringert werden.

**[0206]** Als Nächstes wird ein leitfähiger Film über dem Isolierfilm **106** und den Metalloxidfilmen **108** und **208** ausgebildet. Anschließend wird der leitfähige Film zu gewünschten Formen verarbeitet, um die leitfähigen Filme **112a** und **112b**, die leitfähigen Filme **212a** und **212b** und den leitfähigen Film **213** auszubilden.

**[0207]** Bei dieser Ausführungsform werden für die leitfähigen Filme **112a**, **112b**, **212a**, **212b** und **213** ein 30 nm dicker Titanfilm, ein 200 nm dicker Kupferfilm und ein 10 nm dicker Titanfilm in dieser Reihenfolge durch ein Sputterverfahren ausgebildet.

**[0208]** Bei dieser Ausführungsform wird der leitfähige Film mittels Nassätzvorrichtung verarbeitet. Es sei angemerkt, dass das Verfahren zum Verarbeiten des leitfähigen Films nicht auf das vorstehend beschriebene Verfahren beschränkt ist; beispielsweise kann auch eine Trockenätzvorrichtung verwendet werden.

**[0209]** Nachdem die leitfähigen Filme **112a**, **112b**, **212a**, **212b** und **213** ausgebildet worden sind, können Oberflächen (auf der Kanalrückseite) der Metalloxidfilme **108** und **208** (insbesondere der Metalloxidfilme **108\_2** und **208\_2**) gereinigt werden. Das Reinigen kann beispielsweise unter Verwendung einer chemischen Lösung, wie z. B. einer Phosphorsäure, durchgeführt werden. Das Reinigen unter Verwendung einer chemischen Lösung, wie z. B. einer Phosphorsäure, kann Verunreinigungen (z. B. ein Element, das in den leitfähigen Filmen **112a**, **112b**, **212a** und **212b** enthalten ist), die an den Oberflächen der Metalloxidfilme **108 2** und **208 2** haften, entfernen. Es sei angemerkt, dass das Reinigen nicht notwendigerweise durchgeführt wird; in einigen Fällen wird das Reinigen nicht durchgeführt.

**[0210]** In dem Schritt zum Ausbilden der leitfähigen Filme **112a**, **112b**, **212a**, **212b** und **213** und/oder dem Reinigungsschritt werden die Metalloxidfilme **108** und **208** in einigen Fällen in Bereichen, die nicht mit den leitfähigen Filmen **112a**, **112b**, **212a** und **212b** bedeckt sind, in ihrer Dicke verringert.

**[0211]** Es sei angemerkt, dass die Bereiche, die nicht mit den leitfähigen Filmen **112a**, **112b**, **212a** und **212b** bedeckt sind, d. h. die Metalloxidfilme **108 2** und **208 2**, vorzugsweise eine hohe Kristallinität aufweisen. Verunreinigungen (insbesondere Bestandteile der leitfähigen Filme **112a**, **112b**, **212a** und **212b**) diffundieren nicht leicht in die Metalloxidfilme mit hoher Kristallinität. Somit können sehr zuverlässige Transistoren hergestellt werden.

**[0212]** Obwohl **Fig. 5A-3** und **Fig. 5B-3** ein Beispiel darstellen, in dem vertiefte Abschnitte auf den Oberflächen der Metalloxidfilme **108** und **208** ausgebildet werden, die nicht mit den leitfähigen Filmen **112a**, **112b**, **212a** und **212b** bedeckt sind, d. h., den Oberflächen der Metalloxidfilme **108 2** und **208 2**, ist eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung nicht auf dieses Beispiel beschränkt und vertiefte Abschnitte werden nicht notwendigerweise auf den Oberflächen der Metalloxidfilme **108** und **208** ausgebildet, die nicht mit den leitfähigen Filmen **112a**, **112b**, **212a** und **212b** bedeckt sind.

**[0213]** Als Nächstes werden die Isolierfilme **114** und **116** über den Metalloxidfilmen **108** und **208** und den leitfähigen Filmen **112a**, **112b**, **212a**, **212b** und **213** ausgebildet (siehe **Fig. 6A-1** und **Fig. 6B-1**).

**[0214]** Es sei angemerkt, dass, nachdem der Isolierfilm **114** ausgebildet worden ist, der Isolierfilm **116** vorzugsweise sukzessiv ausgebildet wird, ohne dabei der Luft ausgesetzt zu sein. Wenn der Isolierfilm **116** sukzessiv ohne Luftaussetzung nach der Ausbildung des Isolierfilms **114** ausgebildet wird, wobei mindestens eines von der Durchflussrate eines Quellengases, dem Druck, der Hochfrequenzleistung und der Substrattemperatur gesteuert wird, kann die Verunreinigungskonzentration, die auf die atmosphärische Komponente zurückzuführen ist, an der Grenzfläche zwischen dem Isolierfilm **114** und dem Isolierfilm **116** verringert werden.

**[0215]** Als Isolierfilm **114** kann beispielsweise ein Siliziumoxynitridfilm durch ein PECVD-Verfahren ausgebildet werden. In diesem Fall werden als Quellengase vorzugsweise ein Abscheidungsgas enthaltend Silizium und ein Oxidationsgas verwendet. Typische Beispiele für das siliziumhaltige Abscheidungsgas umfassen Silan, Disilan, Trisilan und Silanfluorid. Beispiele für das Oxidationsgas umfassen Distickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid. Die Durchflussrate des Oxidationsgases ist höher als oder gleich dem 20-Fachen und niedriger als oder gleich dem 500-Fachen, bevorzugt höher als oder gleich dem 40-Fachen und niedriger als oder gleich dem 100-Fachen der Durchflussrate des Abscheidungsgases.

**[0216]** Bei dieser Ausführungsform wird als Isolierfilm **114** ein Siliziumoxynitridfilm durch ein PECVD-Verfahren unter den folgenden Bedingungen ausgebildet: Das Substrat **102** wird bei einer Temperatur von 220 °C gehalten, Silan mit einer Durchflussrate von 50 sccm und Distickstoffmonoxid mit einer Durchflussrate von 2000 sccm werden als Quellengase verwendet, der Druck in der Behandlungskammer beträgt 20 Pa und eine Hochfrequenzleistung von 100 W bei 13,56 MHz ( $1,6 \times 10^{-2}$  W/cm<sup>2</sup> als Leistungsdichte) wird parallelen Plattelektroden (parallel-plate electrodes) zugeführt.

**[0217]** Als Isolierfilm **116** wird ein Siliziumoxidfilm oder ein Siliziumoxynitridfilm unter den folgenden Bedingungen ausgebildet: Das Substrat, das in der auf Vakuum evakuierten Behandlungskammer der PECVD-Vorrichtung platziert ist, wird bei einer Temperatur von höher als oder gleich 180 °C und niedriger als oder gleich 350 °C gehalten; der Druck in der Behandlungskammer ist beim Einleiten eines Quellengases in die Behandlungskammer höher als oder gleich 100 Pa und niedriger als oder gleich 200 Pa; und eine Hochfrequenzleistung

von höher als oder gleich  $0,17 \text{ W/cm}^2$  und niedriger als oder gleich  $0,5 \text{ W/cm}^2$ , bevorzugt höher als oder gleich  $0,25 \text{ W/cm}^2$  und niedriger als oder gleich  $0,35 \text{ W/cm}^2$  wird einer Elektrode, die in der Behandlungskammer bereitgestellt ist, zugeführt.

**[0218]** Für die Abscheidungsbedingungen des Isolierfilms **116** gilt: Die Hochfrequenzleistung, die die vorstehende Leistungsdichte aufweist, wird einer Reaktionskammer, die den vorstehenden Druck aufweist, zugeführt, wodurch die Spaltungseffizienz des Quellengases im Plasma erhöht wird, Sauerstoffradikale vermehrt werden und die Oxidation des Quellengases gefördert wird; deshalb wird der Sauerstoffgehalt in dem Isolierfilm **116** höher als derjenige in der stöchiometrischen Zusammensetzung. In dem Film, der bei einer Substrattemperatur innerhalb des vorstehenden Temperaturbereichs ausgebildet wird, ist das Band zwischen Silizium und Sauerstoff schwach, und deswegen wird ein Teil des Sauerstoffs in dem Film durch eine Wärmebehandlung in einem späteren Schritt abgegeben. Deshalb ist es möglich, einen isolierenden Oxidfilm auszubilden, der Sauerstoff mit einem höheren Anteil enthält als die stöchiometrische Zusammensetzung und von dem ein Teil des Sauerstoffs durch Erwärmung abgegeben wird.

**[0219]** Es sei angemerkt, dass in dem Schritt zum Ausbilden des Isolierfilms **116** der Isolierfilm **114** als Schutzfilm für die Metalloxidfilme **108** und **208** dient. Folglich kann der Isolierfilm **116** unter Verwendung der Hochfrequenzleistung mit einer hohen Leistungsdichte ausgebildet werden, während Schäden an den Metalloxidfilmen **108** und **208** verringert werden.

**[0220]** Es sei angemerkt, dass bei den Abscheidungsbedingungen des Isolierfilms **116** die Anzahl der Defekte in dem Isolierfilm **116** verringert werden kann, wenn die Durchflussrate des Silizium enthaltenden Abscheidungsgases im Verhältnis zu dem Oxidationsgas erhöht wird. Typischerweise ist es möglich, einen isolierenden Oxidfilm auszubilden, in dem die Anzahl der Defekte klein ist, d. h. einer ESR-Messung zufolge die Spindichte eines Signals, das wegen einer offenen Bindung von Silizium bei  $g = 2,001$  erscheint, niedriger als  $6 \times 10^{17} \text{ Spins/cm}^3$ , bevorzugt niedriger als oder gleich  $3 \times 10^{17} \text{ Spins/cm}^3$ , stärker bevorzugt niedriger als oder gleich  $1,5 \times 10^{17} \text{ Spins/cm}^3$  ist. Als Ergebnis kann die Zuverlässigkeit der Transistoren **100A** und **200A** verbessert werden.

**[0221]** Eine Wärmebehandlung (nachstehend als zweite Wärmebehandlung bezeichnet) wird vorzugsweise durchgeführt, nachdem die Isolierfilme **114** und **116** ausgebildet worden sind. Die zweite Wärmebehandlung kann Stickstoffoxid verringern, das in den Isolierfilmen **114** und **116** enthalten ist. Durch die zweite Wärmebehandlung kann ein Teil des Sauerstoffs, der in den Isolierfilmen **114** und **116** enthalten ist, auf die Metalloxidfilme **108** und **208** übertragen werden, so dass die Menge an Sauerstofffehlstellen, die in den Metalloxidfilmen **108** und **208** enthalten sind, verringert werden kann.

**[0222]** Die Temperatur der zweiten Wärmebehandlung ist typischerweise niedriger als  $400^\circ\text{C}$ , bevorzugt niedriger als  $375^\circ\text{C}$ , bevorzugt höher als oder gleich  $150^\circ\text{C}$  und niedriger als oder gleich  $350^\circ\text{C}$ . Die zweite Wärmebehandlung wird in einer Atmosphäre aus Stickstoff, Sauerstoff, ultratrockener Luft (Luft mit einem Wassergehalt von weniger als oder gleich  $20 \text{ ppm}$ , bevorzugt weniger als oder gleich  $1 \text{ ppm}$ , bevorzugt weniger als oder gleich  $10 \text{ ppb}$ ) oder einem Edelgas (z. B. Argon, Helium) durchgeführt. Vorzugsweise sind kein Wasserstoff, kein Wasser und dergleichen in dem Stickstoff, dem Sauerstoff, der ultratrockenen Luft oder dem Edelgas enthalten. Ein Elektroofen, RTA oder dergleichen können für die Wärmebehandlung verwendet werden.

**[0223]** Als Nächstes werden die Öffnungen **142a** und **242a** in gewünschten Bereichen in den Isolierfilmen **114** und **116** ausgebildet.

**[0224]** Bei dieser Ausführungsform werden die Öffnungen **142a** und **242a** mit einer Trockenätzvorrichtung ausgebildet. Es sei angemerkt, dass die Öffnung **142a** den leitfähigen Film **104** erreicht und die Öffnung **242a** den leitfähigen Film **212b** erreicht.

**[0225]** Als Nächstes wird ein leitfähiger Film **120** über dem Isolierfilm **116** ausgebildet (siehe **Fig. 6A-2** und **Fig. 6B-2**).

**[0226]** **Fig. 6A-1** und **Fig. 6B-1** sind schematische Querschnittsansichten, die das Innere einer Abscheidungs- vorrichtung darstellen, wenn der leitfähige Film **120** über dem Isolierfilm **116** ausgebildet wird. In **Fig. 6A-1** und **Fig. 6B-1** wird eine Sputtervorrichtung als Abscheidungs- vorrichtung verwendet, und ein Target **193**, das innerhalb der Sputtervorrichtung platziert ist, und Plasma **194**, das unter dem Target **193** gebildet wird, werden in schematischer Weise dargestellt.



**[0227]** Wenn der leitfähige Film **120** ausgebildet wird, wird eine Plasmaentladung in einer Atmosphäre durchgeführt, die ein Sauerstoffgas enthält. Zu diesem Zeitpunkt wird dem Isolierfilm **116**, über dem der leitfähige Film **120** ausgebildet wird, Sauerstoff zugesetzt. Wenn der leitfähige Film **120** ausgebildet wird, können ein Inertgas (z. B. ein Heliumgas, ein Argongas oder ein Xenongas) und das Sauerstoffgas gemischt werden.

**[0228]** Das Sauerstoffgas wird mindestens beim Ausbilden des leitfähigen Films **120** beigemischt. Der Anteil des Sauerstoffgases in einem Abscheidungsgas zum Ausbilden des leitfähigen Films **120** ist höher als 0 % und niedriger als oder gleich 100 %, bevorzugt höher als oder gleich 10 % und niedriger als oder gleich 100 %, stärker bevorzugt höher als oder gleich 30 % und niedriger als oder gleich 100 %.

**[0229]** In **Fig. 6A-1** und **Fig. 6B-1** wird Sauerstoff oder überschüssiger Sauerstoff, der dem Isolierfilm **116** zugesetzt wird, schematisch durch gestrichelte Pfeile dargestellt.

**[0230]** Bei dieser Ausführungsform wird der leitfähige Film **120** durch ein Sputterverfahren unter Verwendung eines In-Ga-Zn-Metalloxidtargets (In:Ga:Zn = 4:2:4,1 [Atomverhältnis]) ausgebildet. Alternativ kann der leitfähige Film **120** durch ein Sputterverfahren unter Verwendung eines ITO-Targets und eines Sauerstoffgases (100 %) als Abscheidungsgas ausgebildet werden.

**[0231]** Es sei angemerkt, dass, obwohl bei dieser Ausführungsform Sauerstoff dem Isolierfilm **116** beim Ausbilden des leitfähigen Films **120** zugesetzt wird, das Verfahren zum Zusetzen von Sauerstoff nicht auf dieses Beispiel beschränkt ist. Beispielsweise kann Sauerstoff dem Isolierfilm **116** ferner zugesetzt werden, nachdem der leitfähige Film **120** ausgebildet worden ist.

**[0232]** Als Verfahren zum Zusetzen von Sauerstoff zu dem Isolierfilm **116** kann beispielsweise ein ITSO-Film mit einer Dicke von 5 nm unter Verwendung eines Targets eines Oxids, das Indium, Zinn und Silizium enthält (ein In-Sn-Si-Oxid, auch als ITSO bezeichnet) ( $\text{In}_2\text{O}_3:\text{SnO}_2:\text{SiO}_2 = 85:10:5$  in Gew.-%), ausgebildet werden. In diesem Fall ist die Dicke des ITSO-Films vorzugsweise größer als oder gleich 1 nm und kleiner als oder gleich 20 nm oder größer als oder gleich 2 nm und kleiner als oder gleich 10 nm, in welchem Falle Sauerstoff vorteilhaft übertragen wird und die Abgabe von Sauerstoff verhindert werden kann. Dann wird dem Isolierfilm **116** Sauerstoff durch den ITSO-Film zugesetzt. Sauerstoff kann beispielsweise durch Ionendotierung, Ionenimplantation oder eine Plasmabehandlung zugesetzt werden. Indem beim Zusetzen von Sauerstoff eine Vorspannung an die Seite des Substrats angelegt wird, kann dem Isolierfilm **116** Sauerstoff effektiv zugesetzt werden. Beispielsweise wird eine Veraschungsvorrichtung verwendet, und die Leistungsdichte der Vorspannung, die an die Seite des Substrats der Veraschungsvorrichtung angelegt wird, kann größer als oder gleich 1 W/cm<sup>2</sup> und kleiner als oder gleich 5 W/cm<sup>2</sup> sein. Die Substrattemperatur beim Zusetzen von Sauerstoff ist höher als oder gleich der Raumtemperatur und niedriger als oder gleich 300 °C, bevorzugt höher als oder gleich 100 °C und niedriger als oder gleich 250 °C, wodurch Sauerstoff dem Isolierfilm **116** effizient zugesetzt werden kann.

**[0233]** Anschließend wird der leitfähige Film **120** zu gewünschten Formen verarbeitet, um die leitfähigen Filme **120a\_1** und **220a\_1** auszubilden (siehe **Fig. 7A-1** und **Fig. 7B-1**).

**[0234]** Bei dieser Ausführungsform wird der leitfähige Film **120** mittels Nassätzvorrichtung zu den leitfähigen Filmen **120a\_1** und **220a\_1** verarbeitet.

**[0235]** Als Nächstes wird der Isolierfilm **118** über dem Isolierfilm **116** sowie den leitfähigen Filmen **120a\_1** und **220a\_1** ausgebildet (siehe **Fig. 7A-2** und **Fig. 7B-2**).

**[0236]** Der Isolierfilm **118** beinhaltet Wasserstoff und/oder Stickstoff. Als Isolierfilm **118** wird zum Beispiel vorzugsweise ein Siliziumnitridfilm verwendet. Der Isolierfilm **118** kann beispielsweise durch ein Sputterverfahren oder ein PECVD-Verfahren ausgebildet werden. In dem Fall, in dem der Isolierfilm **118** beispielsweise durch ein PECVD-Verfahren ausgebildet wird, ist die Substrattemperatur niedriger als 400 °C, bevorzugt niedriger als 375 °C, bevorzugt höher als oder gleich 180 °C und niedriger als oder gleich 350 °C. Die Substrattemperatur, bei der der Isolierfilm **118** ausgebildet wird, liegt vorzugsweise im vorstehenden Bereich, da ein dichter Film ausgebildet werden kann. Darüber hinaus kann dann, wenn die Substrattemperatur, bei der der Isolierfilm **118** ausgebildet wird, im vorstehenden Bereich liegt, Sauerstoff oder überschüssiger Sauerstoff von den Isolierfilmen **114** und **116** zu den Metalloxidfilmen **108** und **208** wandern.

**[0237]** In dem Fall, in dem ein Siliziumnitridfilm durch ein PECVD-Verfahren als Isolierfilm **118** ausgebildet wird, werden vorzugsweise ein Abscheidungsgas, das Silizium enthält, Stickstoff und Ammoniak als Quellengas verwendet. Im Vergleich zu der Menge an Stickstoff wird nur eine kleine Menge an Ammoniak verwendet,

wodurch sich Ammoniak im Plasma dissoziiert und aktivierte Spezies erzeugt werden. Die aktivierten Spezies spalten eine Bindung zwischen Silizium und Wasserstoff, die in einem Silizium enthaltenden Abscheidungsgas enthalten sind, und eine Dreifachbindung zwischen Stickstoffmolekülen. Folglich wird das Bilden der Bindung zwischen Silizium und Stickstoff gefördert, was zu der Ausbildung eines dichten Siliziumnitridfilms führt, der nur wenige Bindungen zwischen Silizium und Wasserstoff sowie nur wenige Defekte aufweist. Wenn die Menge an Ammoniak im Vergleich zu der Menge an Stickstoff groß ist, werden die Spaltung eines Abscheidungsgases, das Silizium enthält, und die Spaltung von Stickstoff nicht gefördert, so dass ein undichter bzw. grober Siliziumnitridfilm ausgebildet wird, in dem Bindungen zwischen Silizium und Wasserstoff verbleiben und sich Defekte vermehren. Bei dem Quellengas wird deshalb die Durchflussrate von Stickstoff bevorzugt auf das 5-Fache oder mehr und das 50-Fache oder weniger, stärker bevorzugt auf das 10-Fache oder mehr und das 50-Fache oder weniger der Durchflussrate von Ammoniak eingestellt.

**[0238]** Bei dieser Ausführungsform wird ein 50 nm dicker Siliziumnitridfilm unter Verwendung einer PECVD-Vorrichtung als Isolierfilm **118** ausgebildet, wobei Silan, Stickstoff und Ammoniak als Quellengase verwendet werden. Die Durchflussrate von Silan ist 50 sccm, die Durchflussrate von Stickstoff ist 5000 sccm und die Durchflussrate von Ammoniak ist 100 sccm. Der Druck in der Behandlungskammer beträgt 100 Pa, die Substrattemperatur ist 350 °C und eine Hochfrequenzleistung von 1000 W wird unter Verwendung einer 27,12 MHz-Hochfrequenzleistungsquelle parallelen Plattenelektroden zugeführt. Bei der PECVD-Vorrichtung handelt es sich um eine Parallelplatten-PECVD-Vorrichtung, bei der die Elektrodenfläche **6000** cm<sup>2</sup> beträgt und bei der die Leistung pro Flächeneinheit (Leistungsdichte), in die die zugeführte Leistung umgerechnet wird,  $1,7 \times 10^{-1}$  Wcm<sup>2</sup> beträgt.

**[0239]** In dem Fall, in dem die leitfähigen Filme **120a\_1** und **220a\_1** unter Verwendung eines In-Ga-Zn-Metalloxidtargets (In:Ga:Zn = 4:2:4,1 [Atomverhältnis]) ausgebildet werden, könnten/könnte Wasserstoff und/oder Stickstoff, die in dem Isolierfilm **118** enthalten sind, in die leitfähigen Filme **120a\_1** und **220a\_1** eindringen. In diesem Fall werden/wird Wasserstoff und/oder Stickstoff an Sauerstofffehlstellen in den leitfähigen Filmen **120a\_1** und **220a\_1** gebunden, was eine Verringerung des Widerstands der leitfähigen Filme **120a\_1** und **220a\_1** nach sich zieht. Dementsprechend können die leitfähigen Filme **120a** und **220a** mit niedrigem Widerstand ausgebildet werden. Es sei angemerkt, dass es sich bei den leitfähigen Filmen mit niedrigem Widerstand um Oxidleiterfilme handelt. Da Wasserstoff und/oder Stickstoff, die in dem Isolierfilm **118** enthalten sind, zu den leitfähigen Filmen **120a** und **220a** wandern/wandert, weisen die leitfähigen Filme **120a** und **220a** eine höhere Wasserstoff- und/oder Stickstoffkonzentration auf als die Metalloxidfilme **108** und **208**.

**[0240]** Nachdem der Isolierfilm **118** ausgebildet worden ist, kann eine Wärmebehandlung, die der ersten Wärmebehandlung oder der zweiten Wärmebehandlung ähnlich ist (nachstehend als dritte Wärmebehandlung bezeichnet), durchgeführt werden.

**[0241]** Durch die dritte Wärmebehandlung wandert Sauerstoff, der in dem Isolierfilm **116** enthalten ist, in die Metalloxidfilme **108** und **208**, um die Sauerstofffehlstellen in den Metalloxidfilmen **108** und **208** zu füllen.

**[0242]** Durch den obigen Prozess kann die Anzeigevorrichtung, die in **Fig. 1A-1**, **Fig. 1A-2**, **Fig. 1B-1** und **Fig. 1B-2** dargestellt wird, hergestellt werden.

#### <Herstellungsverfahren 2 der Anzeigevorrichtung>

**[0243]** Ein Verfahren zur Herstellung der in den **Fig. 4A-1**, **Fig. 4A-2**, **Fig. 4B-1** und **Fig. 4B-2** dargestellten Anzeigevorrichtung wird beschrieben. Zur Herstellung der in **Fig. 4A-1**, **Fig. 4A-2**, **Fig. 4B-1** und **Fig. 4B-2** dargestellten Anzeigevorrichtung werden zunächst Komponenten bis zum Isolierfilm **116** wie bei der in **Fig. 1A-1**, **Fig. 1A-2**, **Fig. 1B-1** und **Fig. 1B-2** dargestellten Anzeigevorrichtung ausgebildet. Als Nächstes wird der Isolierfilm **119** im Pixelabschnitt ausgebildet. Der Isolierfilm **119** kann auf die folgende Weise ausgebildet werden: Ein lichtempfindliches Harz wird auf den Isolierfilm **116** aufgebracht und dann wird die Belichtung und Entwicklung durchgeführt; oder ein nicht lichtempfindliches Harz wird auf den Isolierfilm **116** aufgebracht und gebacken, eine Resistmaske wird ausgebildet und das gebackene, nicht lichtempfindliche Harz wird unter Verwendung der Resistmaske geätzt.

**[0244]** Anschließend werden die leitfähigen Filme **120a\_1** und **220a\_1** über den Isolierfilmen **116** und **119** ähnlich wie bei der in den **Fig. 1A-1**, **Fig. 1A-2**, **Fig. 1B-1** und **Fig. 1B-2** dargestellten Anzeigevorrichtung ausgebildet. Es sei angemerkt, dass den Isolierfilmen **114** und **116** zum Zeitpunkt der Ausbildung des leitfähigen Films **120a\_1** Sauerstoff zugegeben werden kann. Dadurch können Sauerstofffehlstellen in dem Metalloxidfilm **108** des Transistors **100A** und dem Metalloxidfilm **208** des Transistors **200A** reduziert werden.

[0245] Als Nächstes wird der Isolierfilm **118** über den Isolierfilmen **116** und **119** und den leitfähigen Filmen **120a\_1** und **220a\_1** ausgebildet. Es sei angemerkt, dass Wasserstoff und/oder Stickstoff, die in dem Isolierfilm **118** enthalten sind, in einigen Fällen in die leitfähigen Filme **120a\_1** und **220a\_1** eindringen/eindringt. In diesem Fall werden/wird Wasserstoff und/oder Stickstoff an Sauerstofffehlstellen in den leitfähigen Filmen **120a\_1** und **220a\_1** gebunden, um eine Verringerung des Widerstands der leitfähigen Filme **120a\_1** und **220a\_1** zu bewirken. Dementsprechend können die leitfähigen Filme **120a** und **220a** mit niedrigem Widerstand ausgebildet werden. Da Wasserstoff und/oder Stickstoff, die in dem Isolierfilm **118** enthalten sind, zu den leitfähigen Filmen **120a** und **220a** wandern/wandert, weisen die leitfähigen Filme **120a** und **220a** eine höhere Wasserstoff- und/oder Stickstoffkonzentration auf als die Metalloxidfilme **108** und **208**.

[0246] Danach kann ein Teil des Isolierfilms **118**, der sich mit dem leitfähigen Film **220a** überlappt, geätzt werden.

[0247] Durch den obigen Prozess kann die Anzeigevorrichtung, die in **Fig. 4A-1**, **Fig. 4A-2**, **Fig. 4B-1** und **Fig. 4B-2** dargestellt wird, hergestellt werden.

#### <Herstellungsverfahren 3 der Anzeigevorrichtung>

[0248] Ein Verfahren zur Herstellung der in den **Fig. 8A-1**, **Fig. 8A-2**, **Fig. 8B-1** und **Fig. 8B-2** dargestellten Anzeigevorrichtung wird beschrieben. Zunächst wird ein leitfähiger Film über dem Substrat **102** ausgebildet und durch einen Lithographieprozess und einen Ätzprozess verarbeitet, um den leitfähigen Film **104**, der als erste Gate-Elektrode des Transistors **100A** dient, den leitfähigen Film **204**, der als Gate-Elektrode des Transistors **200A** dient, und eine Kondensatorleitung **205** auszubilden. Anschließend wird der Isolierfilm **106**, der als erster Gate-Isolierfilm dient, über dem leitfähigen Film **104** ausgebildet. Danach werden der Metalloxidfilm **108**, der Metalloxidfilm **208** und ein Metalloxidfilm **209** über dem Isolierfilm **106** ausgebildet (siehe **Fig. 11A-1** und **Fig. 11B-1**). Es sei angemerkt, dass Metalloxidfilme **209\_1** und **209\_2** den inselförmigen Metalloxidfilm **209** bilden.

[0249] Nachdem die Metalloxidfilme **108**, **208** und **209** ausgebildet worden sind, kann eine erste Wärmebehandlung durchgeführt werden.

[0250] Als Nächstes werden die leitfähigen Filme **112a** und **112b** über dem Metalloxidfilm **108**, der leitfähige Film **212a** über dem Metalloxidfilm **208** und der leitfähige Film **212b** über den Metalloxidfilmen **208** und **209** ausgebildet (siehe **Fig. 11A-2** und **Fig. 11B-2**).

[0251] Als Nächstes werden die Isolierfilme **114** und **116** über den Metalloxidfilmen **108**, **208** und **209** und den leitfähigen Filmen **112a**, **112b**, **212a** und **212b** ausgebildet (siehe **Fig. 12A-1** und **Fig. 12B-1**). Die Isolierfilme **114** und **116** weisen eine Öffnung **117** auf, in der der Metalloxidfilm **209** freiliegt.

[0252] Danach wird der leitfähige Film **120a** über dem Isolierfilm **116** ausgebildet. Anschließend wird der Isolierfilm **118** über den Isolierfilmen **114** und **116**, den leitfähigen Filmen **120a** und **212b** und dem Metalloxidfilm **209** ausgebildet (siehe **Fig. 12A-2** und **Fig. 12B-2**). Es sei angemerkt, dass Wasserstoff und/oder Stickstoff, die in dem Isolierfilm **118** enthalten sind, in einigen Fällen in den Metalloxidfilm **209** eindringen. In diesem Fall werden/wird Wasserstoff und/oder Stickstoff an Sauerstofffehlstellen in dem Metalloxidfilm **209** gebunden, um eine Verringerung des Widerstands des Metalloxidfilms zu bewirken; als Folge dessen wird der leitfähige Film **210** ausgebildet. Es sei angemerkt, dass die leitfähigen Filme **210\_1** und **210\_2** den leitfähigen Film **210** bilden. Da Wasserstoff und/oder Stickstoff, die in dem Isolierfilm **118** enthalten sind, zu dem leitfähigen Film **210** wandern/wandert, weist der leitfähige Film **210** eine höhere Wasserstoff- und/oder Stickstoffkonzentration auf als die Metalloxidfilme **108** und **208**.

[0253] Danach kann ein Teil des Isolierfilms **118**, der sich mit dem leitfähigen Film **210** überlappt, geätzt werden (siehe **Fig. 13A-1** und **Fig. 13B-1**).

[0254] Durch den obigen Prozess kann die Anzeigevorrichtung, die in **Fig. 8A-1**, **Fig. 8A-2**, **Fig. 8B-1** und **Fig. 8B-2** dargestellt wird, hergestellt werden.

[0255] Es sei angemerkt, dass die in **Fig. 10A-1**, **Fig. 10A-2**, **Fig. 10B-1** und **Fig. 10B-2** dargestellte Anzeigevorrichtung durch die Schritte bis zum Schritt in **Fig. 12A-2** und **Fig. 12B-2** hergestellt werden kann.

**[0256]** Zumindest ein Teil dieser Ausführungsform kann in Kombination mit einer der anderen Ausführungsformen und den Beispielen, die in dieser Beschreibung beschrieben werden, in geeigneter Weise implementiert werden.

(Ausführungsform 2)

**[0257]** Bei dieser Ausführungsform wird der Metalloxidfilm einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung anhand von **Fig. 18**, **Fig. 19A** bis **Fig. 19L** und **Fig. 20A** bis **Fig. 20C** beschrieben.

<Zusammensetzung eines CAC-OS>

**[0258]** Im Folgenden werden die Details eines Metalloxids mit einer CAC-Zusammensetzung beschrieben, das in dem Transistor, der bei einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung offenbart ist, verwendbar ist. Als typisches Beispiel des Metalloxids mit einer CAC-Zusammensetzung wird hier ein CAC-OS beschrieben.

**[0259]** Im CAC-OS sind, wie beispielsweise in **Fig. 3** dargestellt, die im Metalloxid enthaltenen Elemente ungleichmäßig verteilt, um die Bereiche **001** und **002** auszubilden, die jeweils eines der Elemente als Hauptkomponente enthalten. Die Bereiche sind vermischt, um ein Mosaikmuster zu bilden oder mosaikartig verteilt zu werden. Mit anderen Worten: Der CAC-OS weist eine Zusammensetzung auf, bei der Elemente, die in einem Metalloxid enthalten sind, ungleichmäßig verteilt sind. Materialien, die ungleichmäßig verteilte Elemente enthalten, weisen jeweils eine Größe von größer als oder gleich 0,5 nm und kleiner als oder gleich 10 nm, bevorzugt größer als oder gleich 0,5 nm und kleiner als oder gleich 3 nm oder eine ähnliche Größe auf.

**[0260]** Die physikalischen Eigenschaften eines Bereichs mit einem ungleichmäßig verteilten Element werden durch die Eigenschaften des Elements bestimmt. So dient beispielsweise ein Bereich mit einem ungleichmäßig verteilten Element, das relativ dazu neigt, als Isolator unter den in einem Metalloxid enthaltenen Elementen zu dienen, als dielektrischer Bereich. Im Gegensatz dazu dient ein Bereich mit einem ungleichmäßig verteilten Element, das relativ dazu neigt, als Leiter unter den in einem Metalloxid enthaltenen Elementen zu dienen, als leitender Bereich. Als Halbleiter dient ein Material, in dem leitende Bereiche und dielektrische Bereiche zu einem Mosaikmuster vermischt sind.

**[0261]** Das heißt, ein Metalloxid einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist eine Art Matrix-Verbund oder Metall-Matrix-Verbund, in dem Materialien mit unterschiedlichen physikalischen Eigenschaften vermischt sind.

**[0262]** Es sei angemerkt, dass der Oxidhalbleiter vorzugsweise mindestens Indium enthält. Insbesondere sind vorzugsweise Indium und Zink enthalten. Außerdem kann ein Element M enthalten sein (M ist eines oder mehrere von Gallium, Aluminium, Silizium, Bor, Yttrium, Kupfer, Vanadium, Beryllium, Titan, Eisen, Nickel, Germanium, Zirkonium, Molybdän, Lanthan, Cer, Neodym, Hafnium, Tantal, Wolfram, Magnesium und dergleichen).

**[0263]** Beispielsweise weist hinsichtlich des CAC-OS ein In-Ga-Zn-Oxid mit der CAC-Zusammensetzung (ein derartiges In-Ga-Zn-Oxid kann insbesondere als CAC-IGZO bezeichnet werden) eine Zusammensetzung auf, bei der Materialien in Indiumoxid ( $\text{InO}_{x1}$ , wobei **X1** eine reelle Zahl von größer als 0 ist) oder Indiumzinkoxid ( $\text{In}_{x2}\text{Zn}_{y2}\text{O}_{z2}$ , wobei **X2**, **Y2** und **Z2** reelle Zahlen von größer als 0 sind) und in Galliumoxid ( $\text{GaO}_{x3}$ , wobei **X3** eine reelle Zahl von größer als 0 ist) oder Galliumzinkoxid ( $\text{Ga}_{x4}\text{Zn}_{y4}\text{O}_{z4}$ , wobei **X4**, **Y4** und **Z4** reelle Zahlen von größer als 0 sind) geteilt werden, und ein Mosaikmuster wird gebildet. Dann wird  $\text{InO}_{x1}$  oder  $\text{In}_{x2}\text{Zn}_{y2}\text{O}_{z2}$ , welches das Mosaikmuster bildet, in dem Film gleichmäßig verteilt. Diese Zusammensetzung wird auch als wolkenartige Zusammensetzung bezeichnet.

**[0264]** Das heißt, dass es sich bei dem CAC-OS um einen Verbundoxidhalbleiter mit einer Zusammensetzung handelt, bei der ein Bereich, der  $\text{GaO}_{x3}$  als Hauptkomponente enthält, und ein Bereich, der  $\text{In}_{x2}\text{Zn}_{y2}\text{O}_{z2}$  oder  $\text{InO}_{x1}$  als Hauptkomponente enthält, vermischt sind. Es sei angemerkt, dass in dieser Beschreibung, wenn beispielsweise das Atomverhältnis von In zu einem Element **M** in einem ersten Bereich größer ist als das Atomverhältnis von In zu dem Element **M** in einem zweiten Bereich, der erste Bereich eine höhere Konzentration von In als der zweite Bereich aufweist.

**[0265]** Es sei angemerkt, dass eine Verbindung, die In, Ga, Zn und O enthält, als IGZO bekannt ist. Typische Beispiele für IGZO umfassen eine kristalline Verbindung, die durch  $\text{InGaO}_3(\text{ZnO})_{m1}$  dargestellt wird (**m1** ist eine natürliche Zahl) und eine kristalline Verbindung, die durch  $\text{In}_{(1+x0)}\text{Ga}_{(1-x0)}\text{O}_3(\text{ZnO})_{m0}$  dargestellt wird ( $-1 \leq x0 \leq 1$ ; **m0** ist eine vorgegebene Zahl).

**[0266]** Die vorstehende kristalline Verbindung weist eine einkristalline Struktur, eine polykristalline Struktur oder eine CAAC-Struktur auf. Es sei angemerkt, dass die CAAC-Struktur eine Kristallstruktur ist, bei der eine Vielzahl von IGZO-Nanokristallen eine Ausrichtung hinsichtlich der c-Achse aufweist und in der Richtung der a-b-Ebene ohne Ausrichtung miteinander verbunden ist.

**[0267]** Andererseits betrifft der CAC-OS die Materialzusammensetzung eines Oxidhalbleiters. In einer Materialzusammensetzung eines CAC-OS, der In, Ga, Zn und O enthält, werden Bereiche mit Nanoteilchen, die Ga als Hauptkomponente enthalten, in einem Teil des CAC-OS beobachtet, und Bereiche mit Nanoteilchen, die In als Hauptkomponente enthalten, werden in einem Teil davon beobachtet. Folglich ist die Kristallstruktur für den CAC-OS ein Sekundärelement.

**[0268]** Es sei angemerkt, dass in dem CAC-OS eine mehrschichtige Struktur, die zwei oder mehr Filme mit unterschiedlichen Atomverhältnissen beinhaltet, nicht enthalten ist. Beispielsweise ist eine zweischichtige Struktur aus einem Film, der In als Hauptkomponente enthält, und einem Film, der Ga als Hauptkomponente enthält, nicht enthalten.

**[0269]** Eine Grenze zwischen dem Bereich, der  $\text{GaO}_{x3}$  als Hauptkomponente enthält, und dem Bereich, der  $\text{In}_{x2}\text{Zn}_{y2}\text{O}_{z2}$  oder  $\text{InO}_{x1}$  als Hauptkomponente enthält, wird in einigen Fällen nicht deutlich beobachtet.

**[0270]** In dem Fall, in dem eines oder mehrere von Aluminium, Silizium, Bor, Yttrium, Kupfer, Vanadium, Beryllium, Titan, Eisen, Nickel, Germanium, Zirkonium, Molybdän, Lanthan, Cer, Neodym, Hafnium, Tantal, Wolfram, Magnesium und dergleichen anstelle von Gallium in einem CAC-OS enthalten ist/sind, werden Bereiche mit Nanoteilchen, die das/die ausgewählte/n Metallelement/e als Hauptkomponente/n beinhalten, in einem Teil des CAC-OS beobachtet, und Bereiche mit Nanoteilchen, die In als Hauptkomponente enthalten, werden in einem Teil davon beobachtet, und diese Bereiche mit Nanoteilchen sind unregelmäßig dispergiert, um in dem CAC-OS ein Mosaikmuster zu bilden.

#### <Analyse des CAC-OS>

**[0271]** Als Nächstes werden Messergebnisse eines Oxidhalbleiters über einem Substrat durch verschiedene Verfahren beschrieben.

#### «Struktur von Proben und Ausbildungsverfahren dafür»

**[0272]** Im Folgenden werden neun Proben einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung beschrieben. Die Proben werden bei verschiedenen Substrattemperaturen und mit verschiedenen Prozentsätzen der Sauerstoffgasdurchflussrate beim Ausbilden des Oxidhalbleiters ausgebildet. Es sei angemerkt, dass jede Probe ein Substrat und einen Oxidhalbleiter über dem Substrat beinhaltet.

**[0273]** Ein Verfahren zum Ausbilden der Proben wird beschrieben.

**[0274]** Ein Glassubstrat wird als Substrat verwendet. Über dem Glassubstrat wird ein 100 nm dickes In-Ga-Zn-Oxid als Oxidhalbleiter mit einer Sputtervorrichtung ausgebildet. Die Ausbildungsbedingungen sind wie folgt: Der Druck in einer Kammer ist 0,6 Pa, und ein Oxidtarget (mit einem Atomverhältnis von In:Ga:Zn = 4:2:4,1) wird als Target verwendet. Das Oxidtarget, das in der Sputtervorrichtung bereitgestellt wird, wird mit einer AC-Leistung von 2500 W versorgt.

**[0275]** Bezüglich der Bedingungen bei der Ausbildung des Oxides der neun Proben wird die Substrattemperatur auf eine Temperatur, die nicht durch eine absichtliche Erwärmung erhöht wird (nachstehend wird eine derartige Temperatur auch als Raumtemperatur oder R.T. bezeichnet), d. h. auf 130 °C und 170 °C, eingestellt. Das Verhältnis einer Durchflussrate eines Sauerstoffgases zu einer Durchflussrate eines Gasgemisches von Ar und Sauerstoff (auch als Prozentsatz der Sauerstoffgasdurchflussrate bezeichnet) wird auf 10 %, 30 % und 100 % eingestellt.

#### «Analyse durch Röntgenstrahlbeugung»

**[0276]** In diesem Abschnitt werden Messergebnisse der Röntgenstrahlbeugung (X-ray diffraction, XRD), die an den neun Proben durchgeführt worden ist, beschrieben. Als XRD-Vorrichtung wird D8 ADVANCE, hergestellt von Bruker AXS, verwendet. Die Bedingungen sind wie folgt: Das Scannen bzw. Abtasten wird durch

ein Out-of-Plane-Verfahren bei  $\theta/2\theta$  durchgeführt, der Scan- bzw. Abtastbereich ist 15 Grad bis 50 Grad, die Schrittweite ist 0,02 Grad, und die Scan- bzw. Abtaste rate ist 3,0 Grad/Min.

**[0277]** **Fig. 18** zeigt XRD-Spektren, die durch ein Out-of-Plane-Verfahren gemessen wurden. In **Fig. 18** zeigt die oberste Zeile die Messergebnisse der Proben, die bei einer Substrattemperatur von 170 °C ausgebildet wurden; die mittlere Zeile zeigt die Messergebnisse der Proben, die bei einer Substrattemperatur von 130 °C ausgebildet wurden; die unterste Zeile zeigt die Messergebnisse der Proben, die bei einer Substrattemperatur von R.T. ausgebildet wurden. Die linke Spalte zeigt die Messergebnisse der Proben, die mit einem Prozentsatz der Sauerstoffgasdurchflussrate von 10 % ausgebildet wurden; die mittlere Spalte zeigt die Messergebnisse der Proben, die mit einem Prozentsatz der Sauerstoffgasdurchflussrate von 30 % ausgebildet wurden; die rechte Spalte zeigt die Messergebnisse der Proben, die mit einem Prozentsatz der Sauerstoffgasdurchflussrate von 100 % ausgebildet wurden.

**[0278]** Je höher die Substrattemperatur während der Ausbildung oder je höher der Prozentsatz der Sauerstoffgasdurchflussrate während der Ausbildung bei den XRD-Spektren, die in **Fig. 18** gezeigt werden, ist, desto höher ist die Intensität des Peaks bei etwa  $2\theta = 31^\circ$ . Es sei angemerkt, dass herausgefunden worden ist, dass der Peak bei etwa  $2\theta = 31^\circ$  auf eine kristalline IGZO-Verbindung zurückzuführen ist, deren c-Achsen in einer Richtung im Wesentlichen senkrecht zu einer Bildungsoberfläche oder einer nach oben weisenden Oberfläche der kristallinen IGZO-Verbindung ausgerichtet sind (eine derartige Verbindung wird auch als IGZO mit Ausrichtung bezüglich der c-Achse (CAAC) bezeichnet).

**[0279]** Wie in den XRD-Spektren in **Fig. 18** gezeigt, wird ein Peak weniger deutlich, wenn die Substrattemperatur bei der Ausbildung niedriger ist oder der Prozentsatz der Sauerstoffgasdurchflussrate bei der Ausbildung niedriger ist. Folglich ist herausgefunden worden, dass es keine Ausrichtung bezüglich der a-b-Ebenenrichtung und der c-Achsenrichtung in den Messbereichen der Proben gibt, die bei einer niedrigeren Substrattemperatur oder mit einem niedrigerem Prozentsatz der Sauerstoffgasdurchflussrate ausgebildet wurden.

#### «Analyse mit Elektronenmikroskop»

**[0280]** Dieser Abschnitt beschreibt die Beobachtung und Analyseergebnisse der Proben, die bei einer Substrattemperatur von R.T. und mit einem Prozentsatz der Sauerstoffgasdurchflussrate von 10 % ausgebildet wurden, mittels eines Rastertransmissionselektronenmikroskops mit ringförmigem Dunkelfeld bei großem Winkel (high-angle annular dark-field scanning transmission electron microscope, HAADF-STEM). Ein Bild, das mit einem HAADF-STEM aufgenommen wird, wird auch als TEM-Bild bezeichnet.

**[0281]** Die Ergebnisse der Bildanalyse von Draufsichtsbildern und Querschnittsbildern, die mittels eines HAADF-STEM aufgenommen wurden (auch als Draufsichts-TEM-Bilder bzw. Querschnitts-TEM-Bilder bezeichnet), werden beschrieben. Die TEM-Bilder werden mit einer Funktion zum Korrigieren der sphärischen Aberration beobachtet. Die HAADF-STEM-Bilder werden mittels eines Analyse-Elektronenmikroskops mit atomarer Auflösung (atomic resolution analytical electron microscope), JEM-ARM200F, hergestellt von JEOL Ltd., unter den folgenden Bedingungen aufgenommen: Die Beschleunigungsspannung ist 200 kV, und eine Bestrahlung mit einem Elektronenstrahl mit einem Durchmesser von etwa 0,1 nm $\Phi$  wird durchgeführt.

**[0282]** **Fig. 19A** ist ein Draufsichts-TEM-Bild der Probe, die bei einer Substrattemperatur von R.T. und mit einem Prozentsatz der Sauerstoffgasdurchflussrate von 10 % ausgebildet wurde. **Fig. 19B** ist ein Querschnitts-TEM-Bild der Probe, die bei einer Temperatur von R.T. und mit einem Prozentsatz der Sauerstoffgasdurchflussrate von 10 % ausgebildet wurde.

#### «Analyse von Elektronenbeugungsbildern»

**[0283]** Dieser Abschnitt beschreibt Elektronenbeugungsbilder, die durch eine Bestrahlung der Probe, die bei einer Substrattemperatur von R.T. und mit einem Prozentsatz der Sauerstoffgasdurchflussrate von 10 % ausgebildet wurde, mit einem Elektronenstrahl mit einem Probendurchmesser von 1 nm (auch als Nanostrahl bezeichnet) erhalten wurden.

**[0284]** Elektronenbeugungsmuster von Punkten, die durch schwarze Punkte **a1**, **a2**, **a3**, **a4** und **a5** in dem Draufsichts-TEM-Bild in **Fig. 19A** der Proben dargestellt werden, die bei einer Substrattemperatur von R.T. und mit einem Prozentsatz der Sauerstoffgasdurchflussrate von 10 % ausgebildet wurden, werden beobachtet. Es sei angemerkt, dass die Elektronenbeugungsbilder beobachtet werden, während die Bestrahlung mit einem Elektronenstrahl bei einer konstanten Rate 35 Sekunden lang durchgeführt wird. **Fig. 19C**, **Fig. 19D**, **Fig. 19E**,

**Fig. 19F** und **Fig. 19G** zeigen die Ergebnisse der Punkte, die durch die schwarzen Punkte **a1**, **a2**, **a3**, **a4** bzw. **a5** dargestellt werden.

**[0285]** In **Fig. 19C**, **Fig. 19D**, **Fig. 19E**, **Fig. 19F** und **Fig. 19G** können Bereiche mit einer hohen Leuchtdichte in Kreisform (Ringform) gezeigt werden. Des Weiteren kann eine Vielzahl von Punkten in einer ringförmigen Form gezeigt werden.

**[0286]** Elektronenbeugungsbilder von Punkten, die durch schwarze Punkte **b1**, **b2**, **b3**, **b4** und **b5** in dem Querschnitts-TEM-Bild in **Fig. 19B** der Probe dargestellt werden, die bei einer Substrattemperatur von R.T. und mit einem Prozentsatz der Sauerstoffgasdurchflussrate von 10 % ausgebildet wurde, werden beobachtet. **Fig. 19H**, **Fig. 19I**, **Fig. 19J**, **Fig. 19K** und **Fig. 19L** zeigen die Ergebnisse der Punkte, die durch die schwarzen Punkte **b1**, **b2**, **b3**, **b4** bzw. **b5** dargestellt werden.

**[0287]** **Fig. 19H**, **Fig. 19I**, **Fig. 19J**, **Fig. 19K** und **Fig. 19L** können Bereiche mit hoher Leuchtdichte in Ringform gezeigt werden. Des Weiteren kann eine Vielzahl von Punkten in einer ringförmigen Form gezeigt werden.

**[0288]** Wenn beispielsweise ein Elektronenstrahl mit einem Probendurchmesser von 300 nm in einer Richtung, die parallel zur Probenoberfläche ist, auf einen CAAC-OS mit einem  $\text{InGaZnO}_4$ -Kristall einfällt, wird ein Beugungsbild erhalten, das einen Punkt aufweist, der auf die (009)-Ebene des  $\text{InGaZnO}_4$ -Kristalls zurückzuführen ist. Das heißt, dass der CAAC-OS eine Ausrichtung bezüglich der c-Achse aufweist und dass die c-Achsen in der Richtung im Wesentlichen senkrecht zur Bildungsoberfläche oder der nach oben weisenden Oberfläche des CAAC-OS ausgerichtet sind. Währenddessen wird ein ringförmiges Beugungsbild gezeigt, wenn ein Elektronenstrahl mit einem Probendurchmesser von 300 nm in einer Richtung, die senkrecht zur Probenfläche ist, auf dieselbe Probe einfällt. Das heißt: Es ist herausgefunden worden, dass der CAAC-OS weder eine Ausrichtung bezüglich der a-Achse noch eine Ausrichtung bezüglich der b-Achse aufweist.

**[0289]** Des Weiteren wird ein einem Halo-Muster (halo pattern) ähnliches Beugungsbild beobachtet, wenn ein Oxidhalbleiter mit einem Nanokristall (nanocrystalline oxide semiconductor (nc-OS)) einer Elektronenbeugung mittels eines Elektronenstrahls mit einem großen Probendurchmesser (z. B. 50 nm oder größer) unterzogen wird. Währenddessen werden helle Punkte in einem Nanostrahl-Elektronenbeugungsbild (nanobeam electron diffraction pattern) des nc-OS gezeigt, das erhalten wird, indem ein Elektronenstrahl mit einem kleinen Probendurchmesser (z. B. kleiner als 50 nm) angewandt wird. In einem Nanostrahl-Elektronenbeugungsbild des nc-OS werden ferner in einigen Fällen Bereiche mit hoher Leuchtdichte in Kreisform (Ringform) gezeigt. In einem Nanostrahl-Elektronenbeugungsbild des nc-OS wird in einigen Fällen auch eine Vielzahl von hellen Punkten in einer ringförmigen Form gezeigt.

**[0290]** Das Elektronenbeugungsbild der Probe, die bei einer Substrattemperatur von R.T. und mit einem Prozentsatz der Sauerstoffgasdurchflussrate von 10 % ausgebildet wurde, weist Bereiche mit einer hohen Leuchtdichte in Ringform auf, und eine Vielzahl von hellen Punkten erscheint in ringähnlicher Form. Folglich weist die Probe, die bei einer Substrattemperatur von R.T. und mit einem Prozentsatz der Sauerstoffgasdurchflussrate von 10 % ausgebildet wurde, ein Elektronenbeugungsbild auf, das demjenigen des nc-OS ähnlich ist, und zeigt keine Ausrichtung in der Ebenenrichtung und der Querschnittsrichtung.

**[0291]** Entsprechend dem vorstehend beschriebenen Inhalt ist es wahrscheinlich, dass ein Oxidhalbleiter, der bei einer niedrigen Substrattemperatur oder mit einem niedrigen Prozentsatz der Sauerstoffgasdurchflussrate ausgebildet wird, Eigenschaften aufweist, die sich deutlich von denjenigen eines Oxidhalbleiterfilms mit einer amorphen Struktur und eines Oxidhalbleiterfilms mit einer einkristallinen Struktur unterscheiden.

#### << Elementaranalyse >>

**[0292]** Dieser Abschnitt beschreibt die Analyseergebnisse der Elemente, die in der Probe enthalten sind, die bei einer Substrattemperatur von R.T. und mit einem Prozentsatz der Sauerstoffgasdurchflussrate von 10 % ausgebildet wurde. Für die Analyse werden durch eine energiedispersive Röntgenspektroskopie (energy dispersive X-ray spectroscopy, EDX) EDX-Verteilungsbilder erhalten. Ein energiedispersiver Röntgenspektrometer AnalysisStation JED-2300T, hergestellt von JEOL Ltd., wird als Elementanalysegerät bei der EDX-Messung verwendet. Ein Si-Driftdetektor wird verwendet, um einen Röntgenstrahl, der von der Probe emittiert wird, zu detektieren.

**[0293]** Bei der EDX-Messung wird ein EDX-Spektrum eines Punktes erhalten, indem die Bestrahlung mit einem Elektronenstrahl an dem Punkt in einem zu detektierenden Bereich einer Probe durchgeführt wird und die

Energie des charakteristischen Röntgenstrahls der Probe, der durch die Bestrahlung erzeugt wird, und dessen Frequenz gemessen werden. Bei dieser Ausführungsform werden Peaks eines EDX-Spektrums des Punktes dem Elektronenübergang in die L-Schale bei einem In-Atom, dem Elektronenübergang in die K-Schale bei einem Ga-Atom sowie dem Elektronenübergang in die K-Schale bei einem Zn-Atom und in die K-Schale bei einem O-Atom zugeschrieben, und die Anteile der Atome in dem Punkt werden berechnet. Ein EDX-Verteilungsbild, das Verteilungen der Anteile der Atome darstellt, kann durch den Prozess in einem zu analysierenden Bereich einer Probe erhalten werden.

**[0294]** Fig. 20A bis Fig. 20C zeigen EDX-Verteilungsbilder in einem Querschnitt der Probe, die bei einer Substrattemperatur von R.T. und mit einem Prozentsatz der Sauerstoffgasdurchflussrate von 10 % ausgebildet wurde. Fig. 20A zeigt ein EDX-Verteilungsbild von Ga-Atomen. Der Anteil der Ga-Atome in sämtlichen Atomen ist 1,18 Atom-% bis 18,64 Atom-%. Fig. 20B zeigt ein EDX-Verteilungsbild von In-Atomen. Der Anteil der In-Atomen in sämtlichen Atomen ist 9,28 Atom-% bis 33,74 Atom-%. Fig. 20C zeigt ein EDX-Verteilungsbild von Zn-Atomen. Der Anteil der Zn-Atome in sämtlichen Atomen ist 6,69 Atom-% bis 24,99 Atom-%. Fig. 20A bis Fig. 20C zeigen den gleichen Bereich im Querschnitt der Probe, die bei einer Substrattemperatur von R.T. und mit einem Prozentsatz der Sauerstoffgasdurchflussrate von 10 % ausgebildet wurde. In den EDX-Verteilungsbildern wird der Anteil eines Elements durch die Graustufe dargestellt: Je mehr gemessene Atome in einem Bereich vorhanden sind, desto heller ist der Bereich; je weniger gemessene Atome in einem Bereich vorhanden sind, desto dunkler ist der Bereich. Die Vergrößerung der EDX-Verteilungsbilder in Fig. 20A bis Fig. 20C beträgt das 7200000-Fache.

**[0295]** Die EDX-Verteilungsbilder in Fig. 20A bis Fig. 20C zeigen eine relative Verteilung der Helligkeit, die darauf hindeutet, dass jedes Element eine Verteilung in der Probe aufweist, die bei einer Substrattemperatur von R.T. und mit einem Prozentsatz der Sauerstoffgasdurchflussrate von 10 % ausgebildet wurde. Bereiche, die durch durchgezogene Linien umgeben werden, und Bereiche, die durch gestrichelte Linien umgeben werden, in Fig. 20A bis Fig. 20C werden untersucht.

**[0296]** In Fig. 20A nimmt ein relativ dunkler Bereich eine große Fläche in dem Bereich ein, der mit der durchgezogenen Linie eingekreist ist, während ein relativ heller Bereich eine große Fläche in dem Bereich einnimmt, der mit der gestrichelten Linie eingekreist ist. In Fig. 20B nimmt ein relativ heller Bereich eine große Fläche in dem Bereich ein, der durch die durchgezogene Linie umgeben wird, während ein relativ dunkler Bereich eine große Fläche in dem Bereich einnimmt, der mit der gestrichelten Linie eingekreist ist.

**[0297]** Das heißt: Die Bereiche, die mit den durchgezogenen Linien eingekreist sind, sind Bereiche, die eine relativ große Anzahl von In-Atomen aufweisen, und die Bereiche, die von den gestrichelten Linien eingekreist sind, sind Bereiche, die eine relativ kleine Anzahl von In-Atomen aufweisen. In Fig. 20C ist der rechte Abschnitt des Bereichs, der mit der durchgezogenen Linie eingekreist ist, relativ hell, und der linke Bereich davon ist relativ dunkel. Daher ist der Bereich, der mit der durchgezogenen Linie eingekreist ist, ein Bereich, der  $\text{In}_{x_2}\text{Zn}_{y_2}\text{O}_{z_2}$ ,  $\text{InO}_{x_1}$  oder dergleichen als Hauptkomponenten enthält.

**[0298]** Der Bereich, der mit der durchgezogenen Linie eingekreist ist, ist ein Bereich, der eine relativ kleine Anzahl von Ga-Atomen aufweist, und der Bereich, der mit der gestrichelten Linie eingekreist ist, ist ein Bereich, der eine relativ große Anzahl von Ga-Atomen aufweist. In Fig. 20C ist der obere linke Abschnitt des Bereichs, der mit der gestrichelten Linie eingekreist ist, relativ hell, und der untere rechte Abschnitt davon ist relativ dunkel. Daher ist der Bereich, der mit der gestrichelten Linie eingekreist ist, ein Bereich, der  $\text{GaO}_{x_3}$ ,  $\text{Ga}_{x_4}\text{Zn}_{y_4}\text{O}_{z_4}$  oder dergleichen als Hauptkomponenten enthält.

**[0299]** Des Weiteren werden, wie in Fig. 20A bis Fig. 20C gezeigt, die In-Atome relativ mehr gleichmäßig verteilt als die Ga-Atome, und Bereiche, die  $\text{InO}_{x_1}$  als Hauptkomponente enthalten, werden anscheinend durch einen Bereich, der  $\text{In}_{x_2}\text{Zn}_{y_2}\text{O}_{z_2}$  als Hauptkomponente enthält, miteinander verbunden. Daher erstrecken sich die Bereiche, die  $\text{In}_{x_2}\text{Zn}_{y_2}\text{O}_{z_2}$  und  $\text{InO}_{x_1}$  als Hauptkomponenten enthalten, wie eine Wolke.

**[0300]** Ein In-Ga-Zn-Oxid mit einer Zusammensetzung, bei der die Bereiche, die  $\text{GaO}_{x_3}$  oder dergleichen als Hauptkomponente enthalten, und die Bereiche, die  $\text{In}_{x_2}\text{Zn}_{y_2}\text{O}_{z_2}$  oder  $\text{InO}_{x_1}$  als Hauptkomponente enthalten, ungleichmäßig verteilt und gemischt werden, kann als CAC-OS bezeichnet werden.

**[0301]** Die Kristallstruktur von CAC-OS umfasst eine nc-Struktur. In einem Elektronenbeugungsbild des CAC-OS mit der nc-Struktur erscheinen einige oder mehr helle Punkte, zusätzlich zu hellen Punkten, die auf IGZO mit einem Einkristall, einem Polykristall oder einem CAAC zurückzuführen sind. Alternativ wird, zusätzlich zu den



einigen oder mehr hellen Punkten, die Kristallstruktur derart definiert, dass sie Bereiche mit hoher Leuchtdichte aufweist, die in Ringform erscheinen.

**[0302]** Wie in **Fig. 20A** bis **Fig. 20C** gezeigt, weist jeder der Bereiche, die  $\text{GaO}_{x3}$  oder dergleichen als Hauptkomponente enthalten, und der Bereiche, die  $\text{In}_{x2}\text{Zn}_{y2}\text{O}_{z2}$  oder  $\text{InO}_{x1}$  als Hauptkomponente enthalten, eine Größe von größer als oder gleich 0,5 nm und kleiner als oder gleich 10 nm, oder größer als oder gleich 1 nm und kleiner als oder gleich 3 nm auf. Es sei angemerkt, dass ein Durchmesser eines Bereichs, der jedes Metallelement als Hauptkomponente enthält, vorzugsweise größer als oder gleich 1 nm und kleiner als oder gleich 2 nm in den EDX-Verteilungsbildern ist.

**[0303]** Der CAC-OS weist, wie vorstehend beschrieben, eine Struktur auf, die sich von derjenigen einer IGZO-Verbindung unterscheidet, in der Metallelemente gleichmäßig verteilt sind, und er weist Eigenschaften auf, die sich von denjenigen der IGZO-Verbindung unterscheiden. Das heißt, dass in dem CAC-OS Bereiche, die  $\text{GaO}_{x3}$  oder dergleichen als Hauptkomponente enthalten, und Bereiche, die  $\text{In}_{x2}\text{Zn}_{y2}\text{O}_{z2}$  oder  $\text{InO}_{x1}$  als Hauptkomponente enthalten, getrennt sind, um ein Mosaikmuster zu bilden.

**[0304]** Die Leitfähigkeit eines Bereichs, der  $\text{In}_{x2}\text{Zn}_{y2}\text{O}_{z2}$  oder  $\text{InO}_{x1}$  als Hauptkomponente enthält, ist höher als diejenige eines Bereichs, der  $\text{GaO}_{x3}$  oder dergleichen als Hauptkomponente enthält. Mit anderen Worten: Wenn Ladungsträger durch Bereiche fließen, die  $\text{In}_{x2}\text{Zn}_{y2}\text{O}_{z2}$  oder  $\text{InO}_{x1}$  als Hauptkomponente enthalten, wird die Leitfähigkeit eines Oxidhalbleiters gezeigt. Demzufolge kann dann, wenn Bereiche, die  $\text{In}_{x2}\text{Zn}_{y2}\text{O}_{z2}$  oder  $\text{InO}_{x1}$  als Hauptkomponente enthalten, in einem Oxidhalbleiter wie eine Wolke verteilt sind, eine hohe Feldeffektmobilität ( $\mu$ ) erzielt werden.

**[0305]** Im Gegensatz dazu ist die isolierende Eigenschaft eines Bereichs, der  $\text{GaO}_{x3}$  oder dergleichen als Hauptkomponente enthält, höher als diejenige eines Bereichs, der  $\text{In}_{x2}\text{Zn}_{y2}\text{O}_{z2}$  oder  $\text{InO}_{x1}$  als Hauptkomponente enthält. Mit anderen Worten: Wenn Bereiche, die  $\text{GaO}_{x3}$  oder dergleichen als Hauptkomponente enthalten, in einem Oxidhalbleiter verteilt sind, kann der Leckstrom unterdrückt werden, und es kann eine vorteilhafte Schaltfunktion erzielt werden.

**[0306]** Folglich komplementieren dann, wenn ein CAC-OS für ein Halbleiterelement verwendet wird, die isolierende Eigenschaft, die aus  $\text{GaO}_{x3}$  oder dergleichen stammt, und die Leitfähigkeit, die aus  $\text{In}_{x2}\text{Zn}_{y2}\text{O}_{z2}$  oder  $\text{InO}_{x1}$  stammt, einander, wodurch ein hoher Durchlassstrom ( $I_{on}$ ) und eine hohe Feldeffektmobilität ( $\mu$ ) erhalten werden können.

**[0307]** Ein Halbleiterelement, das einen CAC-OS beinhaltet, weist eine hohe Zuverlässigkeit auf. Daher wird der CAC-OS für verschiedene Halbleitervorrichtungen, typischerweise ein Display, in geeigneter Weise verwendet.

<Transistor, der einen Metalloxidfilm beinhaltet>

**[0308]** Als Nächstes wird ein Transistor, der einen Metalloxidfilm beinhaltet, beschrieben.

**[0309]** Durch Verwendung des Metalloxidfilms in einem Transistor kann der Transistor eine hohe Ladungsträgermobilität und hohe Schalteigenschaften aufweisen. Außerdem kann der Transistor eine hohe Zuverlässigkeit aufweisen.

**[0310]** Ein Metalloxidfilm mit einer niedrigen Ladungsträgerdichte wird vorzugsweise in einem Transistor verwendet. Beispielsweise ist die Ladungsträgerdichte des Metalloxidfilms niedriger als  $8 \times 10^{11} / \text{cm}^3$ , bevorzugt niedriger als  $1 \times 10^{11} / \text{cm}^3$ , bevorzugter niedriger als  $1 \times 10^{10} / \text{cm}^3$  und höher als oder gleich  $1 \times 10^{-9} / \text{cm}^3$ .

**[0311]** Um die Ladungsträgerdichte des Metalloxidfilms zu verringern, wird die Verunreinigungskonzentration des Metalloxidfilms derart verringert, dass die Dichte der Defektzustände verringert werden kann. In dieser Beschreibung und dergleichen wird ein Zustand mit einer niedrigen Verunreinigungskonzentration und einer niedrigen Dichte der Defektzustände als „hochrein intrinsisch“ oder „im Wesentlichen hochrein intrinsisch“ bezeichnet. Ein hochreiner intrinsischer oder im Wesentlichen hochreiner intrinsischer Metalloxidfilm weist nur wenige Ladungsträgererzeugungsquellen auf und kann deshalb eine niedrige Ladungsträgerdichte aufweisen. Ein hochreiner intrinsischer oder im Wesentlichen hochreiner intrinsischer Metalloxidfilm weist in einigen Fällen eine niedrige Dichte der Defektzustände und folglich nur wenige Einfangzustände auf.

**[0312]** Ladungen, die von den Einfangzuständen in dem Metalloxidfilm eingefangen werden, brauchen eine lange Zeit, bis sie freigesetzt werden, und können sich wie feste Ladungen verhalten. Daher könnte ein Transistor, in dem ein Kanalbereich in einem Oxidhalbleiter mit einer hohen Dichte der Einfangzustände gebildet wird, instabile elektrische Eigenschaften aufweisen.

**[0313]** Um stabile elektrische Eigenschaften des Transistors zu erhalten, ist es wirksam, die Konzentration von Verunreinigungen des Metalloxidfilms zu verringern. Um die Konzentration von Verunreinigungen des Metalloxidfilms zu verringern, wird die Konzentration von Verunreinigungen eines Films, der dem Metalloxidfilm benachbart ist, vorzugsweise verringert. Als Beispiele für die Verunreinigungen werden Wasserstoff, Stickstoff, ein Alkalimetall, ein Erdalkalimetall, Eisen, Nickel, Silizium und dergleichen angegeben.

**[0314]** Hier wird der Einfluss von Verunreinigungen in dem Metalloxidfilm beschrieben.

**[0315]** Wenn Silizium oder Kohlenstoff, bei denen es sich um eines der Elemente der Gruppe **14** handelt, in dem Metalloxidfilm enthalten ist, bilden sich Defektzustände in einem Oxidhalbleiter. Deshalb werden die Silizium- oder Kohlenstoffkonzentration in dem Oxidhalbleiter und die Silizium- oder Kohlenstoffkonzentration in der Nähe einer Grenzfläche zu dem Oxidhalbleiter (gemessen durch SIMS) auf niedriger als oder gleich  $2 \times 10^{18}$  Atome/cm<sup>3</sup>, bevorzugt auf niedriger als oder gleich  $2 \times 10^{17}$  Atome/cm<sup>3</sup> eingestellt.

**[0316]** Wenn der Metalloxidfilm ein Alkalimetall oder ein Erdalkalimetall enthält, werden in einigen Fällen Defektzustände gebildet und Ladungsträger erzeugt. Daher ist es wahrscheinlich, dass sich ein Transistor, der einen ein Alkalimetall oder Erdalkalimetall enthaltenden Metalloxidfilm umfasst, selbstleitend verhält. Deshalb wird die Alkalimetall- oder Erdalkalimetallkonzentration in dem Metalloxidfilm vorzugsweise verringert. Insbesondere wird die Alkalimetall- oder Erdalkalimetallkonzentration in dem Metalloxidfilm, die durch SIMS gemessen wird, auf niedriger als oder gleich  $1 \times 10^{18}$  Atome/cm<sup>3</sup>, bevorzugt auf niedriger als oder gleich  $2 \times 10^{16}$  Atome/cm<sup>3</sup> eingestellt.

**[0317]** Wenn der Metalloxidfilm Stickstoff enthält, wird der Metalloxidfilm leicht zum n-Typ, indem Elektronen, die als Ladungsträger dienen, erzeugt werden und die Ladungsträgerdichte erhöht wird. Folglich ist es wahrscheinlich, dass sich ein Transistor, dessen Halbleiter einen Stickstoff enthaltenden Oxidhalbleiter beinhaltet, selbstleitend verhält. Aus diesem Grund wird Stickstoff in dem Oxidhalbleiter vorzugsweise so weit wie möglich verringert; die Stickstoffkonzentration, die durch SIMS gemessen wird, wird beispielsweise auf niedriger als  $5 \times 10^{19}$  Atome/cm<sup>3</sup>, bevorzugt niedriger als oder gleich  $5 \times 10^{18}$  Atome/cm<sup>3</sup>, bevorzugt niedriger als oder gleich  $1 \times 10^{18}$  Atome/cm<sup>3</sup> und noch bevorzugt niedriger als oder gleich  $5 \times 10^{17}$  Atome/cm<sup>3</sup> eingestellt.

**[0318]** Wasserstoff, der in dem Metalloxidfilm enthalten ist, reagiert mit Sauerstoff, der an ein Metallatom gebunden ist, zu Wasser, und daher erzeugt er in einigen Fällen eine Sauerstofffehlstelle (Vo). Der Eintritt von Wasserstoff in die Sauerstofffehlstelle (Vo) erzeugt in einigen Fällen ein Elektron, das als Ladungsträger dient. In einigen Fällen verursacht ferner eine Bindung eines Teils von Wasserstoff mit Sauerstoff, der an ein Metallelement gebunden ist, die Erzeugung eines Elektrons, das als Ladungsträger dient. Daher ist es wahrscheinlich, dass sich ein Transistor, der einen Wasserstoff enthaltenden Oxidhalbleiter enthält, selbstleitend verhält. Folglich wird Wasserstoff in dem Oxidhalbleiter vorzugsweise so weit wie möglich verringert. Insbesondere wird die Wasserstoffkonzentration des Oxidhalbleiters, die durch SIMS gemessen wird, auf niedriger als  $1 \times 10^{20}$  Atome/cm<sup>3</sup>, bevorzugt niedriger als  $1 \times 10^{19}$  Atome/cm<sup>3</sup>, bevorzugt niedriger als  $5 \times 10^{18}$  Atome/cm<sup>3</sup> und noch bevorzugt niedriger als  $1 \times 10^{18}$  Atome/cm<sup>3</sup> eingestellt.

**[0319]** Die Sauerstofffehlstellen (Vo) in dem Metalloxidfilm können verringert werden, indem das Einführen von Sauerstoff in den Metalloxidfilm verringert wird. Das heißt, dass die Sauerstofffehlstellen (**V<sub>o</sub>**) in dem Metalloxidfilm verschwinden, wenn die Sauerstofffehlstellen (Vo) mit Sauerstoff gefüllt werden. Folglich kann eine Diffusion von Sauerstoff in den Metalloxidfilm die Sauerstofffehlstellen (Vo) in einem Transistor verringern und die Zuverlässigkeit des Transistors verbessern.

**[0320]** Als Verfahren zum Einleiten von Sauerstoff in den Metalloxidfilm wird beispielsweise ein Oxid, in dem der Sauerstoffgehalt höher ist als derjenige bei der stöchiometrischen Zusammensetzung, in Kontakt mit dem Oxidhalbleiter bereitgestellt. Das heißt, dass in dem Oxid vorzugsweise ein Bereich ausgebildet wird, der mehr Sauerstoff enthält als in der stöchiometrischen Zusammensetzung (im Folgenden auch als Bereich mit Sauerstoffüberschuss bezeichnet). Im Besonderen wird in dem Fall, in dem der Metalloxidfilm in einem Transistor verwendet wird, ein Oxid, das einen Bereich mit Sauerstoffüberschuss enthält, in einem Basisfilm, einem Zwischenschichtfilm oder dergleichen in der Nähe des Transistors bereitgestellt, wodurch Sauerstofffehlstellen in dem Transistor verringert werden, und die Zuverlässigkeit kann verbessert werden.

**[0321]** Wenn ein Metalloxidfilm mit einer ausreichend verringerten Verunreinigungskonzentration für einen Kanalbildungsbereich in einem Transistor verwendet wird, kann der Transistor stabile elektrische Eigenschaften aufweisen.

**[0322]** Zumindest ein Teil dieser Ausführungsform kann in Kombination mit einer der anderen Ausführungsformen und den Beispielen, die in dieser Beschreibung beschrieben werden, in geeigneter Weise implementiert werden.

(Ausführungsform 3)

**[0323]** Bei dieser Ausführungsform wird eine Anzeigevorrichtung, die ein Flüssigkristallelement im Modus mit horizontalem elektrischem Feld als Anzeigeelement verwendet, mit Bezug auf **Fig. 21** beschrieben.

**[0324]** **Fig. 21** zeigt Flussdiagramme, die die Herstellungsprozesse von Anzeigevorrichtungen zeigen, die Flüssigkristallelemente im Modus mit horizontalem elektrischem Feld verwenden. **Fig. 21** zeigt Beispiele für Herstellungsprozesse bei Verwendung eines Oxidhalbleiters (insbesondere CAC-OS), bei Verwendung von Niedertemperatur-Polysilizium (LTPS) und bei Verwendung von hydriertem amorphem Silizium (a-Si:H) als Kanal eines Transistors.

<CAC-OS>

**[0325]** Der Fall der Verwendung eines CAC-OS im Transistor wird beschrieben. Zunächst wird eine Gate-Elektrode (GE) mit einer Sputtervorrichtung (SP) ausgebildet. Es sei angemerkt, dass eine Maske verwendet wird, wenn die Gate-Elektrode verarbeitet wird.

**[0326]** Anschließend wird mit einer PECVD-Vorrichtung ein Gate-Isolierfilm (GI: Gate-Isolator) über der Gate-Elektrode ausgebildet. Danach wird mit einer Sputtervorrichtung ein Oxidhalbleiter- (OS-) Film, der zu einer aktiven Schicht wird, über dem Gate-Isolierfilm ausgebildet. Es sei angemerkt, dass eine Maske verwendet wird, wenn der Oxidhalbleiterfilm zu einer Inselform verarbeitet wird.

**[0327]** Anschließend werden Teile des Gate-Isolierfilms verarbeitet, um Öffnungen zur Gate-Elektrode zu bilden. Es sei angemerkt, dass eine Maske verwendet wird, wenn die Öffnungen gebildet werden.

**[0328]** Anschließend wird ein leitfähiger Film über dem Gate-Isolierfilm und dem Oxidhalbleiterfilm mit einer Sputtervorrichtung ausgebildet und der leitfähige Film wird zu einer Source-Elektrode und einer Drain-Elektrode (S/D-Elektroden) verarbeitet. Es sei angemerkt, dass eine Maske verwendet wird, wenn die Source-Elektrode und die Drain-Elektrode ausgebildet werden.

**[0329]** Danach wird mit einer PECVD-Vorrichtung ein Passivierungsfilm über dem Oxidhalbleiterfilm, der Source-Elektrode und der Drain-Elektrode ausgebildet.

**[0330]** Anschließend wird der Passivierungsfilm teilweise verarbeitet, um Öffnungen zu bilden, die die Source-Elektrode und die Drain-Elektrode erreichen. Es sei angemerkt, dass eine Maske verwendet wird, wenn die Öffnungen ausgebildet werden.

**[0331]** Anschließend wird mit einer Sputtervorrichtung ein leitfähiger Film über dem Passivierungsfilm ausgebildet, um die im Passivierungsfilm gebildeten Öffnungen zu bedecken, und der leitfähige Film wird zu einer gemeinsamen Elektrode verarbeitet. Es sei angemerkt, dass eine Maske verwendet wird, wenn die gemeinsame Elektrode ausgebildet wird.

**[0332]** Anschließend wird mit einer PECVD-Vorrichtung ein Isolierfilm über dem Passivierungsfilm und der gemeinsamen Elektrode ausgebildet. Danach werden in Teilen des Isolierfilms Öffnungen gebildet, die die Source-Elektrode und die Drain-Elektrode erreichen. Es sei angemerkt, dass eine Maske verwendet wird, wenn der Isolierfilm ausgebildet wird (wenn die Öffnungen in den Teilen des Isolierfilms gebildet werden).

**[0333]** Anschließend wird mit einer Sputtervorrichtung ein leitfähiger Film über dem Isolierfilm ausgebildet und der leitfähige Film wird zu einer Pixelelektrode verarbeitet. Es sei angemerkt, dass eine Maske verwendet wird, wenn die Pixelelektrode ausgebildet wird.

**[0334]** Durch den vorstehend beschriebenen Prozess kann eine Flüssigkristallanzeigevorrichtung im Modus mit horizontalem elektrischem Feld hergestellt werden. Es sei angemerkt, dass im Falle der Verwendung von CAC-OS insgesamt acht Masken zur Herstellung der Flüssigkristallanzeigevorrichtung im Modus mit horizontalem elektrischem Feld verwendet werden.

<LTPS>

**[0335]** Der Fall der Verwendung von LTPS im Transistor wird beschrieben. Zunächst wird mit einer Sputtervorrichtung ein lichtundurchlässiger Film ausgebildet. Es sei angemerkt, dass eine Maske verwendet wird, wenn der lichtundurchlässige Film verarbeitet wird.

**[0336]** Anschließend wird mit einer PECVD-Vorrichtung ein Basisisolierfilm über dem lichtundurchlässigen Film ausgebildet. Danach wird mit einer PECVD-Vorrichtung ein Si-Film, der zu einer aktiven Schicht wird, über dem Basisisolierfilm ausgebildet, gefolgt von einem Excimer-Laserglügen (excimer laser annealing, ELA) zur Kristallisation des Si-Films. Durch den ELA-Prozess wird der Si-Film für die aktive Schicht zu einem kristallinen Siliziumfilm (Polysiliziumfilm oder p-Si-Film). Es sei angemerkt, dass große Geräte erforderlich sind, um ELA auf einer großen Fläche durchzuführen. Lineare Unregelmäßigkeiten und dergleichen, die ELA eigen sind, treten in einigen Fällen auf.

**[0337]** Anschließend wird der p-Si-Film zu einer Inselform verarbeitet. Es sei angemerkt, dass eine Maske verwendet wird, wenn der p-Si-Film zu einer Inselform verarbeitet wird.

**[0338]** Anschließend wird ein Gate-Isolierfilm (GI) über dem p-Si-Film mit einer PECVD-Vorrichtung ausgebildet, gefolgt von der Ausbildung einer Gate-Elektrode (GE) über dem Gate-Isolierfilm mit einer Sputtervorrichtung. Es sei angemerkt, dass eine Maske verwendet wird, wenn die Gate-Elektrode ausgebildet wird. Ein Teil des Gate-Isolierfilms wird entfernt, wenn die Gate-Elektrode ausgebildet wird.

**[0339]** Danach wird eine Verunreinigungsimplantation mit einer Ionendotierungs- (ID-) Vorrichtung durchgeführt, um n<sup>+</sup>-Bereiche im p-Si-Film auszubilden. Es sei angemerkt, dass eine Maske verwendet wird, wenn die n<sup>+</sup>-Bereiche ausgebildet werden. Anschließend wird die Verunreinigungsimplantation mit einer Ionendotierungsvorrichtung durchgeführt, um n-Bereiche im p-Si-Film auszubilden. Es sei angemerkt, dass bei der Ausbildung der n-Bereiche keine Maske verwendet wird und die Dotierung auf einer ganzen Oberfläche erfolgt. Anschließend wird die Verunreinigungsimplantation mit einer Ionendotierungsvorrichtung durchgeführt, um p<sup>+</sup>-Bereiche im p-Si-Film auszubilden. Es sei angemerkt, dass eine Maske verwendet wird, um die p<sup>+</sup>-Bereiche auszubilden.

**[0340]** Danach wird eine thermische Aktivierung durchgeführt. Ein Glühofen, eine RTA-Vorrichtung oder dergleichen können für die thermische Aktivierung verwendet werden.

**[0341]** Anschließend wird mit einer PECVD-Vorrichtung ein Zwischenschicht-Isolierfilm über dem p-Si-Film und der Gate-Elektrode ausgebildet. Danach werden Teile des Zwischenschicht-Isolierfilms und Teile des Gate-Isolierfilms verarbeitet, um Öffnungen zu den n<sup>+</sup>-Bereichen und den p<sup>+</sup>-Bereichen auszubilden. Es sei angemerkt, dass eine Maske verwendet wird, wenn die Öffnungen gebildet werden.

**[0342]** Anschließend wird ein leitfähiger Film über dem Zwischenschicht-Isolierfilm, in dem die Öffnungen gebildet werden, mit einer Sputtervorrichtung ausgebildet, und der leitfähige Film wird zu einer Source-Elektrode und einer Drain-Elektrode (S/D-Elektroden) verarbeitet. Es sei angemerkt, dass eine Maske verwendet wird, wenn die Source-Elektrode und die Drain-Elektrode ausgebildet werden.

**[0343]** Danach wird ein isolierender Planarisierungsfilm über der Source-Elektrode und der Drain-Elektrode mit einer Beschichtungsvorrichtung ausgebildet. Als isolierender Planarisierungsfilm kann beispielsweise ein organischer Harzfilm verwendet werden. Es sei angemerkt, dass eine Maske verwendet wird, wenn der isolierende Planarisierungsfilm ausgebildet wird.

**[0344]** Anschließend wird mit einer Sputtervorrichtung ein leitfähiger Film über dem isolierenden Planarisierungsfilm ausgebildet, und der leitfähige Film wird zu einer gemeinsamen Elektrode verarbeitet. Es sei angemerkt, dass eine Maske verwendet wird, wenn die gemeinsame Elektrode ausgebildet wird.

**[0345]** Anschließend wird mit einer PECVD-Vorrichtung ein Isolierfilm über der gemeinsamen Elektrode ausgebildet. Danach werden in Teilen des Isolierfilms Öffnungen gebildet, die die Source-Elektrode und die Drain-

Elektrode erreichen. Es sei angemerkt, dass eine Maske verwendet wird, wenn der Isolierfilm ausgebildet wird (wenn die Öffnungen in den Teilen des Isolierfilms gebildet werden).

**[0346]** Anschließend wird mit einer Sputtervorrichtung ein leitfähiger Film über dem Isolierfilm ausgebildet und der leitfähige Film wird zu einer Pixelelektrode verarbeitet. Es sei angemerkt, dass eine Maske verwendet wird, wenn die Pixelelektrode ausgebildet wird.

**[0347]** Durch den vorstehend beschriebenen Prozess kann eine Flüssigkristallanzeigevorrichtung im Modus mit horizontalem elektrischem Feld hergestellt werden. Es sei angemerkt, dass im Falle der Verwendung von LTPS insgesamt elf Masken zur Herstellung der Flüssigkristallanzeigevorrichtung im Modus mit horizontalem elektrischem Feld verwendet werden.

<a-Si:H>

**[0348]** Der Fall der Verwendung von a-Si:H im Transistor wird beschrieben. Zunächst wird eine Gate-Elektrode (GE) mit einer Sputtervorrichtung ausgebildet. Es sei angemerkt, dass eine Maske verwendet wird, wenn die Gate-Elektrode verarbeitet wird.

**[0349]** Anschließend wird mit einer PECVD-Vorrichtung ein Gate-Isolierfilm (GI) über der Gate-Elektrode ausgebildet. Danach wird mit einer PECVD-Vorrichtung ein Silizium-(Si-) Film, der zu einer aktiven Schicht wird, über dem Gate-Isolierfilm ausgebildet. Es sei angemerkt, dass eine Maske verwendet wird, wenn der Silizium-Film zu einer Inselform verarbeitet wird.

**[0350]** Anschließend wird ein Teil des Gate-Isolierfilms verarbeitet, um eine Öffnung zur Gate-Elektrode zu bilden. Es sei angemerkt, dass eine Maske verwendet wird, wenn die Öffnung gebildet wird.

**[0351]** Anschließend wird mit einer Sputtervorrichtung ein leitfähiger Film über dem Gate-Isolierfilm ausgebildet und der leitfähige Film wird zu einer Kondensatorelektrode verarbeitet. Es sei angemerkt, dass eine Maske verwendet wird, wenn die Kondensatorelektrode ausgebildet wird.

**[0352]** Anschließend wird ein leitfähiger Film über dem Gate-Isolierfilm und dem Siliziumfilm mit einer Sputtervorrichtung ausgebildet und der leitfähige Film wird zu einer Source-Elektrode und einer Drain-Elektrode (S/D-Elektroden) verarbeitet. Es sei angemerkt, dass eine Maske verwendet wird, wenn die Source-Elektrode und die Drain-Elektrode ausgebildet werden.

**[0353]** Anschließend wird mit einer Sputtervorrichtung ein leitfähiger Film über der Source-Elektrode und der Drain-Elektrode ausgebildet, und der leitfähige Film wird zu einer gemeinsamen Elektrode verarbeitet. Es sei angemerkt, dass eine Maske verwendet wird, wenn die gemeinsame Elektrode ausgebildet wird.

**[0354]** Anschließend wird mit einer PECVD-Vorrichtung ein Isolierfilm über der gemeinsamen Elektrode ausgebildet. Danach werden in Teilen des Isolierfilms Öffnungen gebildet, die die Source-Elektrode und die Drain-Elektrode erreichen. Es sei angemerkt, dass eine Maske verwendet wird, wenn der Isolierfilm ausgebildet wird (wenn die Öffnungen in dem Teil des Isolierfilms gebildet werden).

**[0355]** Anschließend wird mit einer Sputtervorrichtung ein leitfähiger Film über dem Isolierfilm ausgebildet und der leitfähige Film wird zu einer Pixelelektrode verarbeitet. Es sei angemerkt, dass eine Maske verwendet wird, wenn die Pixelelektrode ausgebildet wird.

**[0356]** Durch den vorstehend beschriebenen Prozess kann eine Flüssigkristallanzeigevorrichtung im Modus mit horizontalem elektrischem Feld hergestellt werden. Es sei angemerkt, dass im Falle der Verwendung von a-Si:H insgesamt acht Masken zur Herstellung der Flüssigkristallanzeigevorrichtung im Modus mit horizontalem elektrischem Feld verwendet werden.

**[0357]** Es sei angemerkt, dass in jedem der Flussdiagramme des CAC-OS, des LTPS und des a-Si:H die Schritte zum Ausbilden der gemeinsamen Elektrode, zum Ausbilden des Isolierfilms über der gemeinsamen Elektrode und zum Ausbilden der Pixelelektrode für den Herstellungsprozess der Flüssigkristallanzeigevorrichtung im Modus mit horizontalem elektrischem Feld spezifisch sind. Daher wird bei der Herstellung einer Flüssigkristallanzeigevorrichtung unter Verwendung eines Flüssigkristallelements im Modus mit vertikalem elektrischem Feld (z. B. VA-Modus) oder bei Verwendung eines organischen EL-Elements als Anzeigeelement ein

anderes Verfahren als dasjenige der Flüssigkristallanzeigevorrichtung im Modus mit horizontalem elektrischem Feld verwendet.

**[0358]** Wie in **Fig. 21** dargestellt, kann der Transistor in dem Fall, in dem der CAC-OS im Transistor für das Flüssigkristallelement im Modus mit horizontalem elektrischem Feld verwendet wird, durch einen einfacheren Prozess hergestellt werden als in dem Fall, in dem LTPS verwendet wird. Darüber hinaus kann der Transistor mit dem CAC-OS mit der gleichen Anzahl von Masken hergestellt werden wie der Transistor mit a-Si:H und er weist eine höhere Mobilität auf als ein Transistor mit s-Si:H. Wenn also der Transistor mit dem CAC-OS verwendet wird, kann ein Teil oder die gesamte Treiberschaltung (Gate-Treiber oder Source-Treiber) in einer Anzeigevorrichtung bereitgestellt werden.

**[0359]** Tabelle 1 zeigt die Eigenschaften der einzelnen Prozesse.

[Tabelle 1]

	CAC-OS		LTPS		a-Si : H	
	TN, VA	elektrisches Feld	TN, VA	elektrisches Feld	TN, VA	elektrisches Feld
Anzahl der Masken zum Ausbilden des LCD	6 - 7	6 ~ 8	9	1 11	4 ~ 5	-8
Anzahl der Masken zum Ausbilden des FET	( 5 )		( 6 )		( 4 )	
maximale Prozesstemperatur	- 350 °C		400 °C -		- 350 °C	
Gate-Treiber	möglich		möglich		möglich	
Mobilität [ cm <sup>2</sup> /Vs ]	- 100		- 100		- 1	
Ein-/Aus-Verhältnis	-20		-9		-7	
Gerätekosten	niedrig		hoch		niedrig	
Anlagekosten	niedrig		hoch		niedrig	

**[0360]** Wie in Tabelle 1 gezeigt, ist bei Verwendung von CAC-OS die Anzahl der Masken nahezu gleich derjenigen bei Verwendung von a-Si:H, und die elektrischen Eigenschaften, wie z. B. die Feldeffektmobilität (oder einfach als Mobilität bezeichnet) und das Ein-/Aus-Verhältnis, sind denen bei Verwendung von a-Si:H überlegen. Somit erzielt man mit dem CAC-OS eine Anzeigevorrichtung mit hoher Anzeigequalität. Darüber hinaus sind, wie in Tabelle 1 gezeigt, die maximale Prozesstemperatur, die Gerätekosten und die Anlagekosten (plant cost) für CAC-OS niedriger als bei LTPS. Dadurch können die Herstellungskosten für die Anzeigevorrichtung eingespart werden.

**[0361]** Es sei angemerkt, dass ein Transistor mit einem Oxidhalbleiter, der durch CAC-OS typisiert wird, im Vergleich zu einem Transistor mit Silizium vorteilhafte Effekte, wie z. B. einen niedrigen Sperrstrom, keine oder nur sehr wenige Kurzkanal-Effekte, eine hohe Spannungsfestigkeit und eine geringe Änderung der Temperatureigenschaften, erzielt. Darüber hinaus kann ein Transistor mit einem Oxidhalbleiter mit hoher Geschwindigkeit arbeiten, da er eine Schaltgeschwindigkeit oder Frequenzeigenschaften aufweist, die mit denen eines Transistors mit Silizium vergleichbar sind. Somit kann eine Anzeigevorrichtung, die einen Transistor mit einem Oxidhalbleiter beinhaltet, eine hohe Anzeigequalität und hohe Zuverlässigkeit aufweisen.

**[0362]** Zumindest ein Teil dieser Ausführungsform kann in Kombination mit einer der anderen Ausführungsformen und den Beispielen, die in dieser Beschreibung beschrieben werden, in geeigneter Weise implementiert werden.

(Ausführungsform 4)

**[0363]** Bei dieser Ausführungsform werden Beispiele für eine Anzeigevorrichtung, die den bei den vorstehenden Ausführungsformen beschriebenen Transistor umfasst, im Folgenden anhand von **Fig. 22** bis **Fig. 28** beschrieben.

**[0364]** Fig. 22 ist eine Draufsicht, die ein Beispiel für eine Anzeigevorrichtung darstellt. Eine Anzeigevorrichtung 700 in Fig. 22 beinhaltet einen Pixelabschnitt 702 über einem ersten Substrat 701, einen Source-Treiberschaltungsabschnitt 704 und einen Gate-Treiberschaltungsabschnitt 706 über dem ersten Substrat 701, ein Dichtungsmittel 712, das den Pixelabschnitt 702, den Source-Treiberschaltungsabschnitt 704 und den Gate-Treiberschaltungsabschnitt 706 umgibt, und ein zweites Substrat 705, das dem ersten Substrat 701 zugewandt ist. Das erste Substrat 701 und das zweite Substrat 705 sind mit dem Dichtungsmittel 712 aneinander befestigt. Das heißt: Der Pixelabschnitt 702, der Source-Treiberschaltungsabschnitt 704 und der Gate-Treiberschaltungsabschnitt 706 sind von dem ersten Substrat 701, dem Dichtungsmittel 712 und dem zweiten Substrat 705 umschlossen. Obwohl in Fig. 22 nicht dargestellt, ist ein Anzeigeelement zwischen dem ersten Substrat 701 und dem zweiten Substrat 705 bereitgestellt.

**[0365]** Bei der Anzeigevorrichtung 700 ist ein Anschlussabschnitt für eine flexible gedruckte Schaltung (flexible printed circuit, FPC) (FPC-Anschlussabschnitt) 708, der elektrisch mit dem Pixelabschnitt 702, dem Source-Treiberschaltungsabschnitt 704 und dem Gate-Treiberschaltungsabschnitt 706 verbunden ist, in einem Bereich bereitgestellt, der sich von dem von dem Dichtungsmittel 712 umgebenen Bereich unterscheidet und über dem ersten Substrat 701 positioniert ist. Des Weiteren ist eine FPC 716 mit dem FPC-Anschlussabschnitt 708 verbunden, und verschiedene Signale und dergleichen werden dem Pixelabschnitt 702, dem Source-Treiberschaltungsabschnitt 704 und dem Gate-Treiberschaltungsabschnitt 706 über die FPC 716 zugeführt. Außerdem ist eine Signalleitung 710 mit dem Pixelabschnitt 702, dem Source-Treiberschaltungsabschnitt 704, dem Gate-Treiberschaltungsabschnitt 706 und dem FPC-Anschlussabschnitt 708 verbunden. Verschiedene Signalen und dergleichen werden von der FPC 716 über die Signalleitung 710 dem Pixelabschnitt 702, dem Source-Treiberschaltungsabschnitt 704, dem Gate-Treiberschaltungsabschnitt 706 und dem FPC-Anschlussabschnitt 708 zugeführt.

**[0366]** Eine Vielzahl von Gate-Treiberschaltungsabschnitten 706 kann in der Anzeigevorrichtung 700 bereitgestellt werden. Die Struktur der Anzeigevorrichtung 700 ist nicht auf das hier gezeigte Beispiel beschränkt, in dem der Source-Treiberschaltungsabschnitt 704 und der Gate-Treiberschaltungsabschnitt 706 sowie der Pixelabschnitt 702 über dem ersten Substrat 701 ausgebildet sind. Beispielsweise kann nur der Gate-Treiberschaltungsabschnitt 706 über dem ersten Substrat 701 ausgebildet sein, oder nur der Source-Treiberschaltungsabschnitt 704 kann über dem ersten Substrat 701 ausgebildet sein. In diesem Fall kann ein Substrat, über dem eine Source-Treiberschaltung, eine Gate-Treiberschaltung oder dergleichen ausgebildet ist (z. B. ein Treiberschaltungssubstrat, das unter Verwendung eines einkristallinen Halbleiterfilms oder eines polykristallinen Halbleiterfilms ausgebildet wird), auf dem ersten Substrat 701 ausgebildet sein. Es sei angemerkt, dass es keine besondere Beschränkung hinsichtlich des Verfahrens zum Verbinden des getrennt bereitgestellten Treiberschaltungssubstrats gibt und dass ein Chip auf Glas- (chip on glass, COG-) Verfahren, ein Drahtbondverfahren oder dergleichen verwendet werden kann.

**[0367]** Der Pixelabschnitt 702, der Source-Treiberschaltungsabschnitt 704 und der Gate-Treiberschaltungsabschnitt 706, welche in der Anzeigevorrichtung 700 enthalten sind, umfassen eine Vielzahl von Transistoren.

**[0368]** Die Anzeigevorrichtung 700 kann eine Vielfalt von Elementen beinhalten. Als Beispiele für die Elemente können ein Elektrolumineszenz- (EL-) Element (z. B. ein EL-Element, das ein organisches Material und ein anorganisches Material enthält, ein organisches EL-Element, ein anorganisches EL-Element oder eine LED), ein Licht emittierendes Transistorelement (einen Transistor, der in Abhängigkeit von Strom Licht emittiert), ein Elektronen-Emitter, ein Flüssigkristallelement, eine elektronische Tintenanzeige, ein elektrophoretisches Element, ein Elektrobenetzungselement, ein Plasmabildschirm (PDP, plasma display panel), eine Anzeige, bei der ein MEMS (mikroelektromechanisches System) zur Anwendung kommt (z. B. ein Grating Light Valve (GLV) bzw. Lichtgitterventil, eine digitale Mikrospiegelvorrichtung (DMD, digital micromirror device) oder ein Digital Micro Shutter- bzw. digitales Mikroverschluss-(DMS-) Element), und eine piezoelektrische Keramikanzeige angegeben werden.

**[0369]** Ein Beispiel für eine Anzeigevorrichtung, die ein EL-Element beinhaltet, ist eine EL-Anzeige. Beispiele für eine Anzeigevorrichtung, die einen Elektronen-Emitter beinhaltet, umfassen eine Feldemissionsanzeige (field emission display, FED) und eine SED-Typ-Flachbildschirm-Anzeige (SED: surface-conduction electron-emitter display bzw. oberflächenleitende Elektronen-Emitter-Anzeige). Ein Beispiel für eine Anzeigevorrichtung, die ein Flüssigkristallelement beinhaltet, ist eine Flüssigkristallanzeige (eine transmissive Flüssigkristallanzeige, eine transflektive Flüssigkristallanzeige, eine reflektierende Flüssigkristallanzeige, eine Direktansicht-Flüssigkristallanzeige, oder eine Projektionsflüssigkristallanzeige). Ein Beispiel für eine Anzeigevorrichtung, die eine elektronische Tintenanzeige oder ein elektrophoretisches Element beinhaltet, ist elektronisches Papier. In einer transflektiven Flüssigkristallanzeige oder einer reflektierenden Flüssigkristallanzeige können

einige oder alle Pixel-Elektroden als reflektierende Elektroden dienen. Beispielsweise können einige oder alle Pixel-Elektroden Aluminium, Silber oder dergleichen enthalten. In diesem Fall kann eine Speicherschaltung, wie z. B. ein SRAM, unter den reflektierenden Elektroden angeordnet sein, was zu einem niedrigeren Stromverbrauch führt.

**[0370]** Als Anzeigeverfahren der Anzeigevorrichtung **700** kann ein Progressivverfahren, ein Zeilensprungverfahren oder dergleichen verwendet werden. Des Weiteren sind die Farbelemente, die in Pixels zum Zeitpunkt der Anzeige von Farbbildern gesteuert werden, nicht auf die drei Farben R, G und B (R, G und B entsprechen Rot, Grün bzw. Blau) beschränkt. Beispielsweise können vier Pixel, d. h. ein R-Pixel, ein G-Pixel, ein B-Pixel und ein W- (Weiß) Pixel, verwendet werden. Alternativ kann ein Farbelement aus zwei Farben aus R, G und B wie in der PenTile-Anordnung bestehen. Die zwei Farben können sich zwischen Farbelementen unterscheiden. Alternativ kann/können eine oder mehrere Farben von Gelb, Zyan, Magenta und dergleichen zu RGB hinzugefügt werden. Es sei angemerkt, dass die Größe eines Anzeigebereichs zwischen Punkten von Farbelementen verschieden sein kann. Eine Ausführungsform der offenbarten Erfindung ist nicht auf eine Farbanzeigevorrichtung beschränkt; die offenbarte Erfindung kann auch auf eine monochrome Anzeigevorrichtung angewandt werden.

**[0371]** Eine Farbschicht (auch als Farbfilter bezeichnet) kann verwendet werden, um eine Vollfarbanzeigevorrichtung zu erhalten, bei der weißes Licht (W) für eine Hintergrundbeleuchtung (z. B. ein organisches EL-Element, ein anorganisches EL-Element, eine LED oder eine Fluoreszenzlampe) verwendet wird. Beispielsweise können eine rote (R) Farbschicht, eine grüne (G) Farbschicht, eine blaue (B) Farbschicht und eine gelbe (Y) Farbschicht in angemessener Weise kombiniert werden. Unter Verwendung der Farbschicht kann eine höhere Farbproduzierbarkeit erzielt werden als in dem Fall ohne Farbschicht. Hier werden ein Bereich mit einer Farbschicht und ein Bereich ohne Farbschicht bereitgestellt, wodurch weißes Licht in dem Bereich ohne Farbschicht direkt zur Anzeige genutzt werden kann. Wenn der Bereich ohne Farbschicht teilweise bereitgestellt wird, kann eine Verringerung der Leuchtdichte eines hellen Bildes aufgrund der Farbschicht unterdrückt werden, und der Stromverbrauch kann in einigen Fällen um 20 % bis 30 % reduziert werden. In dem Fall, in dem eine Vollfarbanzeige unter Verwendung eines selbstleuchtenden Elements, wie z. B. eines organischen EL-Elements oder eines anorganischen EL-Elements, durchgeführt wird, können Elemente Licht in ihren jeweiligen Farben, R, G, B, Y und W, emittieren. Unter Verwendung eines selbstleuchtenden Elements kann der Stromverbrauch im Vergleich zum Fall der Verwendung der Farbschicht weiter reduziert werden.

**[0372]** Als Farbgebungsverfahren kann ein beliebiges der folgenden Systeme verwendet werden: das vorstehend beschriebene Farbfiltersystem, bei dem ein Teil von weißem Licht durch Farbfilter in rotes Licht, grünes Licht und blaues Licht umgewandelt wird; ein Dreifarbensystem, bei dem rotes Licht, grünes Licht und blaues Licht verwendet werden; und ein Farbumwandlungssystem oder ein Quantenpunktsystem, bei dem ein Teil von blauem Licht in rotes Licht oder grünes Licht umgewandelt wird.

**[0373]** Bei dieser Ausführungsform werden eine Struktur, die ein Flüssigkristallelement als Anzeigeelement beinhaltet, und eine Struktur, die ein EL-Element als Anzeigeelement beinhaltet, anhand von **Fig. 23** bis **Fig. 28** beschrieben. **Fig. 23** bis **Fig. 25** und **Fig. 27** sind jeweils eine Querschnittsansicht entlang der Strichpunktlinie **Q-R** in **Fig. 22** und sie stellen jeweils die Struktur dar, die ein Flüssigkristallelement als Anzeigeelement umfasst. **Fig. 26** und **Fig. 28** sind jeweils eine Querschnittsansicht entlang der Strichpunktlinie **Q-R** in **Fig. 22** und sie stellen jeweils die Struktur dar, die ein EL-Element als Anzeigeelement umfasst.

**[0374]** Abschnitte, die **Fig. 23** bis **Fig. 28** gemeinsam sind, werden zuerst beschrieben, und dann werden unterschiedliche Abschnitte beschrieben.

#### <Gemeinsame Abschnitte der Anzeigevorrichtungen>

**[0375]** Die Anzeigevorrichtung **700** in **Fig. 23** bis **Fig. 28** beinhaltet einen Anschlussleitungsabschnitt **711**, den Pixelabschnitt **702**, den Source-Treiberschaltungsabschnitt **704** und den FPC-Anschlussabschnitt **708**. Der Anschlussleitungsabschnitt **711** beinhaltet die Signalleitung **710**. Der Pixelabschnitt **702** beinhaltet einen Transistor **750** und einen Kondensator (nicht dargestellt). Der Source-Treiberschaltungsabschnitt **704** beinhaltet einen Transistor **752**.

**[0376]** Der Transistor **750** und der Transistor **752** weisen jeweils eine Struktur auf, die derjenigen des vorstehend beschriebenen Transistors **100D** ähnlich ist. Es sei angemerkt, dass der Transistor **750** keine zweite Gate-Elektrode beinhaltet. Der Transistor **750** und der Transistor **752** können jeweils die Struktur eines der anderen Transistoren aufweisen, die bei den vorstehenden Ausführungsformen beschrieben worden sind.



**[0377]** Der Transistor, der bei dieser Ausführungsform verwendet wird, beinhaltet einen Metalloxidfilm, der hochrein ist und in dem eine Bildung von Sauerstofffehlstellen unterdrückt wird. Der Sperrstrom des Transistors kann niedrig sein. Dementsprechend kann ein elektrisches Signal, wie z. B. ein Bildsignal, für eine lange Zeit gehalten werden, und ein langes Schreibintervall kann in einem Durchlasszustand eingestellt werden. Dementsprechend kann die Häufigkeit des Aktualisierungsvorgangs verringert werden, was den Stromverbrauch reduziert.

**[0378]** Außerdem kann der bei dieser Ausführungsform verwendete Transistor eine relativ hohe Feldeffekt-mobilität aufweisen, wodurch er für den Hochgeschwindigkeitsbetrieb geeignet ist. Beispielsweise kann in einer Flüssigkristallanzeigevorrichtung, die einen derartigen Transistor beinhaltet, der für den Hochgeschwindigkeitsbetrieb geeignet ist, ein Schalttransistor in einem Pixelabschnitt und ein Treibertransistor in einem Treiberschaltungsabschnitt über einem einzigen Substrat ausgebildet werden. Das heißt: Eine zusätzliche Halbleitervorrichtung, die unter Verwendung eines Siliziumwafers oder dergleichen ausgebildet wird, ist als Treiberschaltung nicht erforderlich, wodurch die Anzahl der Komponenten der Halbleitervorrichtung verringert werden kann. Zudem kann, indem der Transistor, der für den Hochgeschwindigkeitsbetrieb geeignet ist, in dem Pixelabschnitt verwendet wird, ein hochqualitatives Bild bereitgestellt werden.

**[0379]** Obwohl **Fig. 23** bis **Fig. 28** jeweils ein Beispiel darstellen, in dem der Transistor **750**, der in dem Pixelabschnitt **702** enthalten ist, und der Transistor **752**, der in dem Source-Treiberschaltungsabschnitt **704** enthalten ist, die gleiche Struktur aufweisen, ist eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung nicht darauf beschränkt. Beispielsweise können der Pixelabschnitt **702** und der Source-Treiberschaltungsabschnitt **704** unterschiedliche Transistoren beinhalten. Insbesondere kann eine Struktur, bei der ein Staggered-Transistor in dem Pixelabschnitt **702** verwendet wird und der Inverted-Staggered-Transistor, der bei der Ausführungsform **1** beschrieben worden ist, in dem Source-Treiberschaltungsabschnitt **704** verwendet wird, oder eine Struktur, bei der der Inverted-Staggered-Transistor, der bei der Ausführungsform **1** beschrieben worden ist, in dem Pixelabschnitt **702** verwendet wird und ein Staggered-Transistor in dem Source-Treiberschaltungsabschnitt **704** verwendet wird, zum Einsatz kommen. Es sei angemerkt, dass der Begriff „Source-Treiberschaltungsabschnitt **704**“ durch den Begriff „Gate-Treiberschaltungsabschnitt“ ersetzt werden kann.

**[0380]** Die Signalleitung **710** wird durch den gleichen Prozess wie die leitfähigen Filme ausgebildet, die als Source-Elektroden und Drain-Elektroden der Transistoren **750** und **752** dienen. In dem Fall, in dem die Signalleitung **710** unter Verwendung eines Materials ausgebildet wird, das ein Kupferelement enthält, wird eine Signalverzögerung oder dergleichen wegen des Leitungswiderstandes (wiring resistance) verringert, was eine Anzeige von Bildern auf einem großen Bildschirm ermöglicht.

**[0381]** Der FPC-Anschlussabschnitt **708** beinhaltet eine Verbindungselektrode **760**, einen anisotropen leitfähigen Film **780** und die FPC **716**. Es sei angemerkt, dass die Verbindungselektrode **760** durch den gleichen Prozess wie die leitfähigen Filme ausgebildet wird, die als Source-Elektroden und Drain-Elektroden der Transistoren **750** und **752** dienen. Die Verbindungselektrode **760** ist elektrisch mit einem Anschluss in der FPC **716** durch den anisotropen leitfähigen Film **780** verbunden.

**[0382]** Als erstes Substrat **701** und zweites Substrat **705** kann beispielsweise ein Glassubstrat verwendet werden. Flexible Substrate können auch als erstes Substrat **701** und zweites Substrat **705** verwendet werden. Ein Beispiel für das flexible Substrat ist ein Kunststoffsubstrat.

**[0383]** Eine Struktur **778** ist zwischen dem ersten Substrat **701** und dem zweiten Substrat **705** bereitgestellt. Die Struktur **778** ist ein säulenförmiger Abstandhalter, der durch selektives Ätzen eines Isolierfilms erhalten wird, und ist bereitgestellt, um den Abstand (cell gap, Zellenlücke) zwischen dem ersten Substrat **701** und dem zweiten Substrat **705** zu steuern. Alternativ kann auch ein kugelförmiger Abstandhalter als Struktur **778** verwendet werden.

**[0384]** Ein lichtundurchlässiger Film **738**, der als Schwarzmatrix dient, ein Farbfilm **736**, der als Farbfilter dient, und ein Isolierfilm **734** in Kontakt mit dem lichtundurchlässigen Film **738** und dem Farbfilm **736** sind auf der Seite des zweiten Substrats **705** angeordnet.

<Strukturbeispiel einer Anzeigevorrichtung, die ein Flüssigkristallelement beinhaltet>

**[0385]** Die Anzeigevorrichtung **700** in **Fig. 23** beinhaltet ein Flüssigkristallelement **775**. Das Flüssigkristallelement **775** beinhaltet einen leitfähigen Film **772**, einen leitfähigen Film **774** und eine Flüssigkristallschicht **776**. Der leitfähige Film **774** ist auf der Seite des zweiten Substrats **705** angeordnet und dient als Gegenelektrode.

Die Anzeigevorrichtung **700** in **Fig. 23** kann ein Bild anzeigen, indem das Durchlassen oder Nichtdurchlassen von Licht durch den Ausrichtungszustand in der Flüssigkristallschicht **776**, der in Abhängigkeit von der Spannung verändert wird, die zwischen dem leitfähigen Film **772** und dem leitfähigen Film **774** angelegt wird, gesteuert wird.

**[0386]** Der leitfähige Film **772** ist elektrisch mit dem leitfähigen Film verbunden, der als Source-Elektrode oder Drain-Elektrode des Transistors **750** dient. Der leitfähige Film **772** ist über einem Gate-Isolierfilm des Transistors **750** ausgebildet und dient als Pixelelektrode, d. h. eine Elektrode des Anzeigeelementes. Der leitfähige Film **772** weist eine Funktion einer reflektierenden Elektrode auf. Die Anzeigevorrichtung **700** in **Fig. 23** ist eine sogenannte reflektierende Flüssigkristallfarbanzeigevorrichtung, bei der externes Licht von dem leitfähigen Film **772** reflektiert wird, um ein Bild durch den Farbfilm **736** anzuzeigen.

**[0387]** Ein leitfähiger Film, der sichtbares Licht durchlässt, oder ein leitfähiger Film, der sichtbares Licht reflektiert, kann für den leitfähigen Film **772** verwendet werden. Beispielsweise wird ein Material, das ein Element ausgewählt aus Indium (In), Zink (Zn) und Zinn (Sn) enthält, vorzugsweise für den leitfähigen Film verwendet, der sichtbares Licht durchlässt. Zum Beispiel wird vorzugsweise ein Material, das Aluminium oder Silber enthält, für den leitfähigen Film verwendet, der sichtbares Licht reflektiert. Bei dieser Ausführungsform wird ein leitfähiger Film, der sichtbares Licht reflektiert, für den leitfähigen Film **772** verwendet.

**[0388]** Wie in **Fig. 24** dargestellt, kann ein Isolierfilm **770**, der als Planarisierungsfilm dient, im Pixelabschnitt **702** ausgebildet werden. Der leitfähige Film **772** wird über dem Isolierfilm **770** ausgebildet. Darüber hinaus wird über dem leitfähigen Film **772** ein Isolierfilm **735** mit einer Öffnung ausgebildet.

**[0389]** Es sei angemerkt, dass die Anzeigevorrichtung **700** nicht auf die Beispiele in **Fig. 23** und **Fig. 24** beschränkt ist, die jeweils eine reflektierende Flüssigkristallfarbanzeigevorrichtung darstellen; sie kann eine transmissive Flüssigkristallfarbanzeigevorrichtung sein, bei der ein leitfähiger Film, der sichtbares Licht durchlässt, für den leitfähigen Film **772** verwendet wird. Alternativ kann die Anzeigevorrichtung **700** eine sogenannte transflektive Flüssigkristallfarbanzeigevorrichtung sein, bei der eine reflektierende Flüssigkristallfarbanzeigevorrichtung und eine transmissive Flüssigkristallfarbanzeigevorrichtung kombiniert werden.

**[0390]** **Fig. 25** stellt ein Beispiel für eine transmissive Flüssigkristallfarbanzeigevorrichtung dar. **Fig. 25** ist eine Querschnittsansicht entlang der Strichpunktlinie **Q-R** in **Fig. 22** und stellt die Struktur dar, die ein Flüssigkristallelement als Anzeigeelement beinhaltet. Die in **Fig. 25** dargestellte Anzeigevorrichtung **700** ist ein Beispiel für die Verwendung eines Modus mit horizontalem elektrischem Feld (z. B. ein FFS-Modus (fringe field switching)) als Betriebsmodus des Flüssigkristallelements. Bei der in **Fig. 25** dargestellten Struktur wird ein Isolierfilm **773** über dem leitfähigen Film **772** bereitgestellt, der als Pixelelektrode dient, und der leitfähige Film **774** wird über dem Isolierfilm **773** bereitgestellt. Bei einer derartigen Struktur dient der leitfähige Film **774** als gemeinsame Elektrode, und ein elektrisches Feld, das zwischen dem leitfähigen Film **772** und dem leitfähigen Film **774** durch den Isolierfilm **773** erzeugt wird, kann den Ausrichtungszustand der Flüssigkristallschicht **776** steuern.

**[0391]** Obwohl in **Fig. 23** bis **Fig. 25** nicht dargestellt, kann/können der leitfähige Film **772** und/oder der leitfähige Film **774** mit einem Ausrichtungsfilm auf einer Seite in Kontakt mit der Flüssigkristallschicht **776** versehen sein. Obwohl in **Fig. 23** bis **Fig. 25** nicht dargestellt, können ferner je nach Bedarf ein optisches Element (ein optisches Substrat) oder dergleichen, wie z. B. ein polarisierendes Element, ein Retardationselement oder ein Antireflexionselement, bereitgestellt sein. Beispielsweise kann eine zirkuläre Polarisation durch Verwendung eines Polarisationssubstrats und eines Retardationssubstrats erhalten werden. Ferner kann eine Hintergrundbeleuchtung, eine Seitenbeleuchtung oder dergleichen als Lichtquelle verwendet werden.

**[0392]** In dem Fall, in dem ein Flüssigkristallelement als Anzeigeelement verwendet wird, kann ein thermotroper Flüssigkristall, ein niedermolekularer Flüssigkristall, ein hochmolekularer Flüssigkristall, ein polymerdispersierter Flüssigkristall, ein ferroelektrischer Flüssigkristall, ein anti-ferroelektrischer Flüssigkristall oder dergleichen verwendet werden. Diese Flüssigkristallmaterialien zeigen eine cholesterische Phase, eine smektische Phase, eine kubische Phase, eine chiral nematische Phase, eine isotrope Phase oder dergleichen, was von den Bedingungen abhängt.

**[0393]** In dem Fall, in dem ein Modus mit horizontalem elektrischem Feld zum Einsatz kommt, kann ein eine blaue Phase aufweisender Flüssigkristall verwendet werden, für den kein Ausrichtungsfilm notwendig ist. Die blaue Phase ist eine von den Flüssigkristallphasen, die genau dann erzeugt wird, bevor sich eine cholesterische Phase zu einer isotropen Phase ändert, wenn die Temperatur eines cholesterischen Flüssigkristalls zunimmt. Da die blaue Phase nur in einem begrenzten Temperaturbereich erscheint, wird eine Flüssigkristallzu-

sammensetzung, der mehrere Gewichtsprozent oder mehr eines chiralen Materials beigemischt sind, für die Flüssigkristallschicht verwendet, um den Temperaturbereich zu verbessern. Die Flüssigkristallzusammensetzung, die einen eine blaue Phase aufweisenden Flüssigkristall und ein chirales Material enthält, weist eine kurze Ansprechzeit und optische Isotropie auf, was einen Ausrichtungsprozess unnötig macht. Ein Ausrichtungsfilm muss nicht unbedingt bereitgestellt sein, und eine Reibbehandlung ist daher nicht erforderlich; folglich kann eine durch die Reibbehandlung hervorgerufene Beschädigung infolge elektrostatischer Entladung verhindert werden, und Defekte und Beschädigungen der Flüssigkristallanzeigevorrichtung während des Herstellungsprozesses können verringert werden. Außerdem weist das eine blaue Phase aufweisende Flüssigkristallmaterial nur eine geringe Betrachtungswinkelabhängigkeit auf.

**[0394]** In dem Fall, in dem ein Flüssigkristallelement als Anzeigeelement verwendet wird, kann ein Twisted Nematic- (TN-) Modus, ein In-Plane-Switching- (IPS-) Modus, ein Streufeldschaltungs- (fringe field switching, FFS-) Modus, ein achsensymmetrisch-ausgerichteter-Mikrozellen- (axially symmetric aligned micro-cell, ASM-) Modus, ein optisch kompensierter Doppelbrechungs- (optical compensated birefringence, OCB-) Modus, ein ferroelektrischer Flüssigkristall- (ferroelectric liquid crystal, FLC-) Modus, ein antiferroelektrischer Flüssigkristall- (anti-ferroelectric liquid crystal, AFLC-) Modus oder dergleichen verwendet werden.

**[0395]** Des Weiteren kann auch eine normalerweise schwarze Flüssigkristallanzeigevorrichtung, wie z. B. eine transmissive Flüssigkristallanzeigevorrichtung in einem Vertical Alignment- (VA-) Modus, verwendet werden. Es gibt einige Beispiele für einen Vertical Alignment-Modus; beispielsweise kann ein MVA- (Multi-Domain Vertical Alignment- bzw. Mehr-Domänen-Vertikalausrichtungs-) Modus, ein PVA- (Patterned Vertical Alignment, strukturierter Vertical Alignment-) Modus, ein ASV-Modus oder dergleichen verwendet werden.

<Anzeigevorrichtung, die ein Licht emittierendes Element beinhaltet>

**[0396]** Die Anzeigevorrichtung **700**, die in **Fig. 26** dargestellt wird, beinhaltet ein Licht emittierendes Element **782**. Das Licht emittierende Element **782** beinhaltet einen leitfähigen Film **772**, eine EL-Schicht **786** und einen leitfähigen Film **788**. Die in **Fig. 26** dargestellte Anzeigevorrichtung **700** kann ein Bild anzeigen, indem eine Lichtemission von der EL-Schicht **786** des Licht emittierenden Elements **782** genutzt wird. Es sei angemerkt, dass die EL-Schicht **786** eine organische Verbindung oder eine anorganische Verbindung, wie z. B. einen Quantenpunkt, enthält.

**[0397]** Beispiele für Materialien, die für eine organische Verbindung verwendet werden können, umfassen ein fluoreszierendes Material und ein phosphoreszierendes Material. Beispiele für Materialien, die für einen Quantenpunkt verwendet werden können, umfassen ein gallertartiges Quantenpunktmaterial, ein legiertes Quantenpunktmaterial, ein Kern-Schale-Quantenpunktmaterial und ein Kern-Quantenpunktmaterial. Ein Material, das Elemente, die zu den Gruppen **12** und **16** gehören, Elemente, die zu den Gruppen **13** und **15** gehören, oder Elemente beinhaltet, die zu den Gruppen **14** und **16** gehören, kann verwendet werden. Alternativ kann ein Quantenpunktmaterial verwendet werden, das ein Element, wie z. B. Cadmium (Cd), Selen (Se), Zink (Zn), Schwefel (S), Phosphor (P), Indium (In), Tellur (Te), Blei (Pb), Gallium (Ga), Arsen (As) oder Aluminium (Al), enthält.

**[0398]** Bei der Anzeigevorrichtung **700**, die in **Fig. 26** dargestellt wird, ist ein Isolierfilm **730** über dem Transistor **750** bereitgestellt. Der Isolierfilm **730** bedeckt einen Teil des leitfähigen Films **772**. Es sei angemerkt, dass das Licht emittierende Element **782** eine Top-Emission-Struktur aufweist. Deshalb hat der leitfähige Film **788** eine lichtdurchlässige Eigenschaft und lässt Licht durch, das von der EL-Schicht **786** emittiert wird. Obwohl die Top-Emission-Struktur bei dieser Ausführungsform als Beispiel beschrieben wird, ist die Struktur nicht darauf beschränkt. Beispielsweise kann auch eine Bottom-Emission-Struktur, bei der Licht zu der Seite des leitfähigen Films **772** emittiert wird, oder eine Dual-Emission-Struktur eingesetzt werden, bei der Licht sowohl zu der Seite des leitfähigen Films **772** als auch zu der Seite des leitfähigen Films **788** emittiert wird.

**[0399]** Der Farbfilm **736** ist derart bereitgestellt, dass er sich mit dem Licht emittierenden Element **782** überlappt, und der lichtundurchlässige Film **738** ist in dem Anschlussleitungsabschnitt **711** und dem Source-Treiberschaltungsabschnitt **704** derart bereitgestellt, dass er sich mit dem Isolierfilm **730** überlappt. Der Farbfilm **736** und der lichtundurchlässige Film **738** können mit dem Isolierfilm **734** bedeckt werden. Ein Raum zwischen dem Licht emittierenden Element **782** und dem Isolierfilm **734** ist mit einem Dichtungsfilm **732** gefüllt. Die Struktur der Anzeigevorrichtung **700** ist nicht auf das Beispiel in **Fig. 26** beschränkt, in dem der Farbfilm **736** bereitgestellt ist. In dem Fall, in dem die EL-Schicht **786** beispielsweise durch ein separates Farbgebungsverfahren ausgebildet wird, kann auch eine Struktur ohne den Farbfilm **736** zum Einsatz kommen.

**[0400]** Der Isolierfilm **730** kann unter Verwendung eines wärmebeständigen organischen Materials, wie z. B. eines Polyimidharzes, eines Acrylharzes, eines Polyimidamidharzes, eines Benzocyclobuten-Harzes, eines Polyamidharzes oder eines Epoxidharzes, ausgebildet werden. Es sei angemerkt, dass der Isolierfilm **730** ausgebildet werden kann, indem eine Vielzahl von aus diesen Materialien ausgebildeten Isolierfilmen übereinander angeordnet wird.

<Strukturbeispiel einer Anzeigevorrichtung mit einer Eingabe-/Ausgabevorrichtung>

**[0401]** Eine Eingabe-/Ausgabevorrichtung kann in der in **Fig. 25** und **Fig. 26** dargestellten Anzeigevorrichtung **700** bereitgestellt werden. Als Beispiel für die Eingabe-/Ausgabevorrichtung kann ein Touchscreen oder dergleichen angegeben werden.

**[0402]** **Fig. 27** stellt eine Struktur dar, bei der die Anzeigevorrichtung **700**, die in **Fig. 25** dargestellt wird, mit einem Touchscreen **791** bereitgestellt ist. **Fig. 28** stellt eine Struktur dar, bei der die Anzeigevorrichtung **700**, die in **Fig. 26** dargestellt wird, mit dem Touchscreen **791** bereitgestellt ist.

**[0403]** **Fig. 27** ist eine Querschnittsansicht der Struktur, bei der die in **Fig. 25** dargestellte Anzeigevorrichtung **700** mit dem Touchscreen **791** bereitgestellt ist, und **Fig. 28** ist eine Querschnittsansicht der Struktur, bei der die in **Fig. 26** dargestellte Anzeigevorrichtung **700** mit dem Touchscreen **791** bereitgestellt ist.

**[0404]** Zuerst wird der in **Fig. 27** und **Fig. 28** dargestellte Touchscreen **791** nachstehend beschrieben.

**[0405]** Der in **Fig. 27** und **Fig. 28** dargestellte Touchscreen **791** ist ein sogenannter In-Cell-Touchscreen, der zwischen dem zweiten Substrat **705** und dem Farbfilm **736** bereitgestellt ist. Der Touchscreen **791** wird auf der Seite des zweiten Substrats **705** ausgebildet, bevor der Farbfilm **736** ausgebildet wird.

**[0406]** Es sei angemerkt, dass der Touchscreen **791** den lichtundurchlässigen Film **738**, einen Isolierfilm **792**, eine Elektrode **793**, eine Elektrode **794**, einen Isolierfilm **795**, eine Elektrode **796** und einen Isolierfilm **797** beinhaltet. Veränderungen der Kapazität zwischen der Elektrode **793** und der Elektrode **794** kann erfasst werden, wenn sich beispielsweise ein Objekt, wie z. B. ein Finger oder ein Stift, nähert.

**[0407]** Ein Abschnitt, in dem sich die Elektrode **793** mit der Elektrode **794** kreuzt, wird in dem oberen Abschnitt des in **Fig. 27** und **Fig. 28** dargestellten Transistors **750** dargestellt. Die Elektrode **796** ist elektrisch mit den zwei Elektroden **793**, zwischen denen sich die Elektrode **794** befindet, über Öffnungen, die in dem Isolierfilm **795** bereitgestellt sind, verbunden. Es sei angemerkt, dass eine Struktur in **Fig. 27** und **Fig. 28** beispielhaft dargestellt ist, bei der ein Bereich, in dem die Elektrode **796** bereitgestellt wird, in dem Pixelabschnitt **702** bereitgestellt wird; jedoch ist eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung nicht darauf beschränkt. Beispielsweise kann der Bereich, in dem die Elektrode **796** bereitgestellt ist, in dem Source-Treiberschaltungsabschnitt **704** bereitgestellt werden.

**[0408]** Die Elektrode **793** und die Elektrode **794** werden in einem Bereich bereitgestellt, der den lichtundurchlässigen Film **738** überlappt. Wie in **Fig. 27** dargestellt, überlappt sich die Elektrode **793** vorzugsweise nicht mit dem Flüssigkristallelement **775**. Wie in **Fig. 28** dargestellt, überlappt sich die Elektrode **793** vorzugsweise nicht mit dem Licht emittierenden Element **782**. Mit anderen Worten: Die Elektrode **793** weist eine Öffnung in einem Bereich auf, der sich mit dem Licht emittierenden Element **782** und dem Flüssigkristallelement **775** überlappt. Das heißt, dass die Elektrode **793** eine Netzform aufweist. Mit einer derartigen Struktur blockiert die Elektrode **793** kein Licht, das von dem Licht emittierenden Element **782** emittiert wird, oder alternativ blockiert die Elektrode **793** kein Licht, das das Flüssigkristallelement **775** passiert. Daher kann, da die Leuchtdichte selbst dann kaum verringert wird, wenn der Touchscreen **791** bereitgestellt wird, eine Anzeigevorrichtung mit einer hohen Sichtbarkeit und einem niedrigen Stromverbrauch erhalten werden. Es sei angemerkt, dass die Elektrode **794** eine Struktur aufweisen kann, die derjenigen der Elektrode **793** ähnlich ist.

**[0409]** Da die Elektrode **793** und die Elektrode **794** das Licht emittierende Element **782** nicht überlappen, kann ein Metallmaterial mit einem niedrigen Durchlassgrad für sichtbares Licht für die Elektrode **793** und die Elektrode **794** verwendet werden. Des Weiteren kann, da die Elektrode **793** und die Elektrode **794** das Flüssigkristallelement **775** nicht überlappen, ein Metallmaterial mit einem niedrigen Durchlassgrad für sichtbares Licht für die Elektrode **793** und die Elektrode **794** verwendet werden.

[0410] Daher kann der Widerstand der Elektroden **793** und **794** im Vergleich zu dem Fall, in dem ein Oxidmaterial, dessen Durchlässigkeit für sichtbares Licht hoch ist, verwendet wird, verringert werden, wodurch die Empfindlichkeit des Sensors des Touchscreens erhöht werden kann.

[0411] Beispielsweise kann ein leitfähiger Nanodraht für die Elektroden **793**, **794** und **796** verwendet werden. Der Nanodraht kann einen durchschnittlichen Durchmesser von größer als oder gleich 1 nm und kleiner als oder gleich 100 nm, bevorzugt größer als oder gleich 5 nm und kleiner als oder gleich 50 nm, bevorzugt größer als oder gleich 5 nm und kleiner als oder gleich 25 nm aufweisen. Als Nanodraht kann eine Kohlenstoffnanoröhre oder ein Metallnanodraht, wie z. B. ein Ag-Nanodraht, ein Cu-Nanodraht oder ein Al-Nanodraht, verwendet werden. Beispielsweise kann in dem Fall, in dem ein Ag-Nanodraht für eine oder sämtliche Elektroden **793**, **794** und **796** verwendet wird, der Durchlassgrad für sichtbares Licht größer als oder gleich 89 % sein, und der Flächenwiderstand kann größer als oder gleich 40  $\Omega/\text{sq}$  und kleiner als oder gleich 100  $\Omega/\text{sq}$  sein.

[0412] Obwohl die Struktur des In-Cell-Touchscreens in **Fig. 27** und **Fig. 28** dargestellt wird, ist eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung nicht darauf beschränkt. Beispielsweise kann ein Touchscreen, der über der Anzeigevorrichtung **700** ausgebildet wird, ein sogenannter On-Cell-Touchscreen, oder ein Touchscreen, der auf der Anzeigevorrichtung **700** angebracht wird, ein sogenannter Out-Cell-Touchscreen, verwendet werden.

[0413] Auf diese Weise kann die Anzeigevorrichtung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung mit verschiedenen Typen von Touchscreens kombiniert werden.

[0414] Zumindest ein Teil dieser Ausführungsform kann in Kombination mit einer der anderen Ausführungsformen und den Beispielen, die in dieser Beschreibung beschrieben werden, in geeigneter Weise implementiert werden.

#### (Ausführungsform 5)

[0415] Bei dieser Ausführungsform wird die Anzeigevorrichtung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung anhand von **Fig. 29A** bis **Fig. 29C** beschrieben.

#### <Schaltungskonfiguration einer Anzeigevorrichtung>

[0416] Eine Anzeigevorrichtung, die in **Fig. 29A** dargestellt wird, umfasst einen Bereich, der Pixel von Anzeigeelementen beinhaltet (nachstehend als Pixelabschnitt **502** bezeichnet), einen Schaltungsabschnitt, der außerhalb des Pixelabschnitts **502** bereitgestellt ist und eine Schaltung zum Ansteuern der Pixel beinhaltet (der Schaltungsabschnitt wird nachstehend als Treiberschaltungsabschnitt **504** bezeichnet), Schaltungen, die eine Funktion zum Schützen von Elementen aufweisen (die Schaltungen werden nachstehend als Schutzschaltungen **506** bezeichnet), und einen Anschlussabschnitt **507**. Es sei angemerkt, dass die Schutzschaltungen **506** nicht notwendigerweise bereitgestellt werden.

[0417] Vorzugsweise ist ein Teil des Treiberschaltungsabschnitts **504** oder der gesamte Treiberschaltungsabschnitt **504** über einem Substrat ausgebildet, über dem der Pixelabschnitt **502** ausgebildet wird, wobei in diesem Falle die Anzahl der Komponenten und die Anzahl der Anschlüsse verringert werden kann. Wenn ein Teil des Treiberschaltungsabschnitts **504** oder der gesamte Treiberschaltungsabschnitt **504** nicht über dem Substrat ausgebildet wird, über dem der Pixelabschnitt **502** ausgebildet wird, kann der Teil des Treiberschaltungsabschnitts **504** oder der gesamte Treiberschaltungsabschnitt **504** durch COG oder Tape-Automated-Bonding bzw. automatisiertes Band-Bonding (TAB) montiert werden.

[0418] Der Pixelabschnitt **502** umfasst eine Vielzahl von Schaltungen zum Ansteuern von Anzeigeelementen, die in **X** Zeilen (**X** ist eine natürliche Zahl von 2 oder mehr) und **Y** Spalten (**Y** ist eine natürliche Zahl von 2 oder mehr) angeordnet sind (nachstehend als Pixelschaltungen **501** bezeichnet). Der Treiberschaltungsabschnitt **504** umfasst Treiberschaltungen, wie z. B. eine Schaltung zum Zuführen eines Signals (Abtastsignals), um ein Pixel auszuwählen (nachstehend wird die Schaltung als Gate-Treiber **504a** bezeichnet), und eine Schaltung zum Zuführen eines Signals (Datensignals), um ein Anzeigeelement in einem Pixel anzusteuern (nachstehend wird die Schaltung als Source-Treiber **504b** bezeichnet).

[0419] Der Gate-Treiber **504a** beinhaltet ein Schieberegister oder dergleichen. Der Gate-Treiber **504a** empfängt über den Anschlussabschnitt **507** ein Signal zum Ansteuern des Schieberegisters und gibt ein Signal aus. Beispielsweise empfängt der Gate-Treiber **504a** ein Startimpulssignal, ein Taktsignal oder dergleichen

und gibt ein Impulssignal aus. Der Gate-Treiber **504a** weist eine Funktion zum Steuern der Potentiale von Leitungen, denen Abtastsignale zugeführt werden (nachstehend werden solche Leitungen als Abtastleitungen **GL\_1** bis **GL\_X** bezeichnet), auf. Es sei angemerkt, dass eine Vielzahl von Gate-Treibern **504a** bereitgestellt werden kann, um die Abtastleitungen **GL\_1** bis **GL\_X** getrennt zu steuern. Alternativ weist der Gate-Treiber **504a** eine Funktion zum Zuführen eines Initialisierungssignals auf. Ohne darauf beschränkt zu sein, kann der Gate-Treiber **504a** ein anderes Signal zuführen.

[0420] Der Source-Treiber **504b** beinhaltet ein Schieberegister oder dergleichen. Der Source-Treiber **504b** empfängt neben einem Signal zum Ansteuern des Schieberegisters ein Signal (Bildsignal), aus dem ein Datensignal abgeleitet wird, über den Anschlussabschnitt **507**. Der Source-Treiber **504b** weist eine Funktion zum Erzeugen eines Datensignals, das in die Pixelschaltung **501** geschrieben wird, basierend auf dem Bildsignal auf. Außerdem weist der Source-Treiber **504b** eine Funktion zum Steuern der Ausgabe eines Datensignals als Antwort auf ein Impulssignal auf, das durch Eingabe eines Startimpulses, eines Taktsignals oder dergleichen erzeugt wird. Ferner weist der Source-Treiber **504b** eine Funktion zum Steuern der Potentiale von Leitungen, denen Datensignale zugeführt werden (nachstehend werden solche Leitungen als Datenleitungen **DL\_1** bis **DL\_Y** bezeichnet), auf. Alternativ weist der Source-Treiber **504b** eine Funktion zum Zuführen eines Initialisierungssignals auf. Ohne darauf beschränkt zu sein, kann der Source-Treiber **504b** ein anderes Signal zuführen.

[0421] Der Source-Treiber **504b** beinhaltet beispielsweise eine Vielzahl von analogen Schaltern oder dergleichen. Der Source-Treiber **504b** kann durch sequentielles Einschalten der Vielzahl von analogen Schaltern Signale, die durch zeitliches Teilen des Videosignals erhalten werden, als Datensignale ausgeben. Der Source-Treiber **504b** kann ein Schieberegister oder dergleichen beinhalten.

[0422] Ein Impulssignal und ein Datensignal werden in jede der Vielzahl von Pixelschaltungen **501** über eine der Vielzahl von Abtastleitungen **GL**, denen Abtastsignale zugeführt werden, bzw. eine der Vielzahl von Datenleitungen **DL**, denen Datensignale zugeführt werden, eingegeben. Das Schreiben und das Halten des Datensignals in jede/r der Vielzahl von Pixelschaltungen **501** werden durch den Gate-Treiber **504a** gesteuert. Beispielsweise wird in die Pixelschaltung **501** in der m-ten Zeile und der n-ten Spalte (m ist eine natürliche Zahl von kleiner als oder gleich **X**, und n ist eine natürliche Zahl von kleiner als oder gleich **Y**) ein Impulssignal von dem Gate-Treiber **504a** über die Abtastleitung **GL m** eingegeben, und ein Datensignal wird von dem Source-Treiber **504b** über die Datenleitung **DL\_n** entsprechend dem Potential der Abtastleitung **GL\_m** eingegeben.

[0423] Die Schutzschaltung **506** in **Fig. 29A** ist beispielsweise mit der Abtastleitung **GL** zwischen dem Gate-Treiber **504a** und der Pixelschaltung **501** verbunden. Die Schutzschaltung **506** ist alternativ mit der Datenleitung **DL** zwischen dem Source-Treiber **504b** und der Pixelschaltung **501** verbunden. Die Schutzschaltung **506** kann alternativ mit einer Leitung zwischen dem Gate-Treiber **504a** und dem Anschlussabschnitt **507** verbunden sein. Die Schutzschaltung **506** kann alternativ mit einer Leitung zwischen dem Source-Treiber **504b** und dem Anschlussabschnitt **507** verbunden sein. Es sei angemerkt, dass der Anschlussabschnitt **507** einen Abschnitt mit Anschlüssen bezeichnet, über die Energie, Steuersignale und Bildsignale von externen Schaltungen in die Anzeigevorrichtung eingegeben werden.

[0424] Die Schutzschaltung **506** ist eine Schaltung, die elektrisch eine Leitung, die mit der Schutzschaltung verbunden ist, mit einer anderen Leitung verbindet, wenn ein außerhalb eines bestimmten Bereichs liegendes Potential der Leitung, die mit der Schutzschaltung verbunden ist, zugeführt wird.

[0425] Wie in **Fig. 29A** dargestellt, werden die Schutzschaltungen **506** für den Pixelabschnitt **502** und den Treiberschaltungsabschnitt **504** derart bereitgestellt, dass die Beständigkeit der Anzeigevorrichtung gegen einen Überstrom verbessert werden kann, der durch **ESD** (electrostatic discharge, elektrostatische Entladung) oder dergleichen erzeugt wird. Es sei angemerkt, dass die Konfiguration der Schutzschaltungen **506** nicht darauf beschränkt ist; beispielsweise kann die Schutzschaltung **506** dazu konfiguriert sein, mit dem Gate-Treiber **504a** verbunden zu sein, oder die Schutzschaltung **506** kann dazu konfiguriert sein, mit dem Source-Treiber **504b** verbunden zu sein. Die Schutzschaltung **506** kann alternativ dazu konfiguriert sein, mit dem Anschlussabschnitt **507** verbunden zu sein.

[0426] **Fig. 29A** zeigt ein Beispiel, in dem der Treiberschaltungsabschnitt **504** den Gate-Treiber **504a** und den Source-Treiber **504b** beinhaltet; jedoch ist die Struktur nicht darauf beschränkt. Zum Beispiel kann nur der Gate-Treiber **504a** ausgebildet werden und ein getrennt hergestelltes Substrat wird montiert, über dem eine Source-Treiberschaltung ausgebildet ist (z. B. ein Treiberschaltungssubstrat, das aus einem einkristallinen Halbleiterfilm oder einem polykristallinen Halbleiterfilm ausgebildet ist).

[0427] Jede der Vielzahl von Pixelschaltungen **501** in **Fig. 29A** kann beispielsweise die in **Fig. 29B** dargestellte Struktur aufweisen.

[0428] Die Pixelschaltung **501** in **Fig. 29B** beinhaltet ein Flüssigkristallelement **570**, einen Transistor **550** und einen Kondensator **560**. Als Transistor **550** kann der Transistor verwendet werden, der bei der vorstehenden Ausführungsform beschrieben worden ist.

[0429] Das Potential einer eines Paares von Elektroden des Flüssigkristallelements **570** wird je nach den Spezifikationen der Pixelschaltung **510** angemessen eingestellt. Der Ausrichtungszustand des Flüssigkristallelements **570** hängt von den darin geschriebenen Daten ab. Ein gemeinsames Potential kann der einer des Paares von Elektroden des Flüssigkristallelements **570** in jeder der Vielzahl von Pixelschaltungen **501** zugeführt werden. Das Potential, das der einen des Paares von Elektroden des Flüssigkristallelements **570** in der Pixelschaltung **501** zugeführt wird, kann sich zwischen Zeilen unterscheiden.

[0430] Beispiele für ein Verfahren zum Ansteuern der Anzeigevorrichtung, die das Flüssigkristallelement **570** beinhaltet, umfassen einen TN-Modus, einen STN-Modus, einen VA-Modus, einen ASM-Modus, einen OCB-Modus, einen FLC-Modus, einen AFLC-Modus, einen MVA-Modus, einen PVA-Modus, einen IPS-Modus, einen FFS-Modus und einen TBA-Modus. Andere Beispiele für das Verfahren zum Ansteuern der Anzeigevorrichtung umfassen einen elektrischen gesteuerten Doppelbrechungs-(electrically controlled birefringence: ECB-) Modus, einen polymerdispergierten Flüssigkristall- (polymer dispersed liquid crystal: PDLC-) Modus, einen Polymernetz-Flüssigkristall- (polymer network liquid crystal: PNLC) Modus und einen Gast-Wirt- (Guest-Host-) Modus. Ohne darauf beschränkt zu sein, können verschiedene Flüssigkristallelemente und Ansteuerverfahren verwendet werden.

[0431] Bei der Pixelschaltung **501** in der m-ten Zeile und der n-ten Spalte ist eine von einer Source-Elektrode und einer Drain-Elektrode des Transistors **550** elektrisch mit der Datenleitung **DL<sub>n</sub>** verbunden, und die andere von der Source-Elektrode und der Drain-Elektrode des Transistors **550** ist elektrisch mit der anderen des Paares von Elektroden des Flüssigkristallelements **570** verbunden. Eine Gate-Elektrode des Transistors **550** ist elektrisch mit der Abtastleitung **GL<sub>m</sub>** verbunden. Der Transistor **550** weist eine Funktion zum Steuern auf, ob ein Datensignal geschrieben wird.

[0432] Eine eines Paares von Elektroden des Kondensators **560** ist elektrisch mit einer Leitung verbunden, der ein Potential zugeführt wird (nachstehend als Potentialversorgungsleitung **VL** bezeichnet), und die andere des Paares von Elektroden des Kondensators **560** ist elektrisch mit der anderen des Paares von Elektroden des Flüssigkristallelements **570** verbunden. Das Potential der Potentialversorgungsleitung **VL** wird angemessen entsprechend den Spezifikationen der Pixelschaltung **501** eingestellt. Der Kondensator **560** dient als Speicherkondensator zum Speichern der geschriebenen Daten.

[0433] Beispielsweise wählt bei der Anzeigevorrichtung, die die Pixelschaltungen **501** in **Fig. 29B** beinhaltet, der Gate-Treiber **504a** in **Fig. 29A** die Pixelschaltungen **501** zeilenweise nacheinander aus, um die Transistoren **550** einzuschalten, und Datensignale werden geschrieben.

[0434] Wenn der Transistor **550** ausgeschaltet wird, wird die Pixelschaltung **501**, in die die Daten geschrieben worden sind, in einen Haltezustand (holding state) versetzt. Dieser Vorgang wird sequentiell zeilenweise durchgeführt; somit kann ein Bild angezeigt werden.

[0435] Jede der Vielzahl von Pixelschaltungen **501** in **Fig. 29A** kann beispielsweise eine in **Fig. 29C** dargestellte Konfiguration aufweisen.

[0436] Die in **Fig. 29C** dargestellte Pixelschaltung **501** beinhaltet Transistoren **552** und **554**, einen Kondensator **562** und ein Licht emittierendes Element **572**. Ein beliebiger der Transistoren, die bei der vorstehenden Ausführungsform beschrieben worden sind, kann als Transistor **552** und/oder Transistor **554** verwendet werden.

[0437] Entweder eine Source-Elektrode oder eine Drain-Elektrode des Transistors **552** ist elektrisch mit einer Leitung verbunden, der ein Datensignal zugeführt wird (nachstehend als Signalleitung **DL<sub>n</sub>** bezeichnet). Eine Gate-Elektrode des Transistors **552** ist elektrisch mit einer Leitung verbunden, der ein Gate-Signal zugeführt wird (nachstehend als Abtastleitung **GL<sub>m</sub>** bezeichnet).

[0438] Der Transistor **552** weist eine Funktion zum Steuern auf, ob ein Datensignal geschrieben wird.

[0439] Eine eines Paares von Elektroden des Kondensators **562** ist elektrisch mit einer Leitung verbunden, über die ein Potential zugeführt wird (nachstehend als Potentialversorgungsleitung **VL<sub>a</sub>** bezeichnet), und die andere des Paares von Elektroden des Kondensators **562** ist elektrisch mit der anderen der Source-Elektrode und der Drain-Elektrode des Transistors **552** verbunden.

[0440] Der Kondensator **562** dient als Speicherkondensator zum Speichern geschriebener Daten.

[0441] Entweder eine Source-Elektrode oder eine Drain-Elektrode des Transistors **554** ist elektrisch mit der Potentialversorgungsleitung **VL<sub>a</sub>** verbunden. Eine Gate-Elektrode des Transistors **554** ist elektrisch mit der anderen der Source-Elektrode und der Drain-Elektrode des Transistors **552** verbunden.

[0442] Entweder eine Anode oder eine Kathode des Licht emittierenden Elements **572** ist elektrisch mit einer Potentialversorgungsleitung **VL<sub>b</sub>** verbunden, und der andere Anschluss von Anode und Kathode des Licht emittierenden Elements **572** ist elektrisch mit der anderen der Source-Elektrode und der Drain-Elektrode des Transistors **554** verbunden.

[0443] Als Licht emittierendes Element **572** kann beispielsweise ein organisches Elektrolumineszenzelement (auch als organisches EL-Element bezeichnet) verwendet werden. Es sei angemerkt, dass das Licht emittierende Element **572** nicht darauf beschränkt ist und ein anorganisches EL-Element sein kann, das ein anorganisches Material enthält.

[0444] Ein hohes Stromversorgungspotential  $V_{DD}$  wird einer der Potentialversorgungsleitung **VL<sub>a</sub>** und der Potentialversorgungsleitung **VL<sub>b</sub>** zugeführt, und ein niedriges Stromversorgungspotential  $V_{SS}$  wird der anderen der Potentialversorgungsleitung **VL<sub>a</sub>** und der Potentialversorgungsleitung **VL<sub>b</sub>** zugeführt.

[0445] Beispielsweise werden bei der Anzeigevorrichtung, die die Pixelschaltung **501** in **Fig. 29C** umfasst, die Pixelschaltungen **501** nacheinander durch den in **Fig. 29A** dargestellten Gate-Treiber **504a** zeilenweise ausgewählt, wodurch die Transistoren **552** eingeschaltet werden und ein Datensignal geschrieben wird.

[0446] Wenn die Transistoren **552** ausgeschaltet werden, werden die Pixelschaltungen **501**, in denen die Daten geschrieben worden sind, in einen Haltezustand (holding state) versetzt. Die Menge an Strom, der zwischen der Source-Elektrode und der Drain-Elektrode des Transistors **554** fließt, wird außerdem durch das Potential des geschriebenen Datensignals gesteuert. Das Licht emittierende Element **572** emittiert Licht mit einer Leuchtdichte entsprechend der Menge an fließendem Strom. Dieser Vorgang wird sequentiell zeilenweise durchgeführt; auf diese Weise kann ein Bild angezeigt werden.

[0447] Zumindest ein Teil dieser Ausführungsform kann in Kombination mit einer der anderen Ausführungsformen und den Beispielen, die in dieser Beschreibung beschrieben werden, in geeigneter Weise implementiert werden.

(Ausführungsform 6)

[0448] **Fig. 30** ist ein Blockdiagramm, das ein Konfigurationsbeispiel einer Anzeigevorrichtung **800** darstellt. Die Anzeigevorrichtung **800** beinhaltet eine Anzeigeeinheit **810**, eine Berührungssensoreinheit **820**, eine Steuer-IC **815** und einen Host **840**. Die Anzeigevorrichtung **800** kann nach Bedarf einen optischen Sensor **843** und einen Auf/Zu-Sensor **844** beinhalten. Die Anzeigeeinheit **810** beinhaltet den Pixelabschnitt **502**, den Gate-Treiber **504a** und den Source-Treiber **504b**.

«Steuer IC»

[0449] In **Fig. 30** beinhaltet die Steuer-IC **815** eine Schnittstelle **850**, einen Bildspeicher **851**, einen Decoder **852**, eine Sensorsteuerung **853**, eine Steuerung **854**, eine Takterzeugungsschaltung **855**, einen Bildverarbeitungsabschnitt **860**, einen Speicher **870**, eine Zeitsteuerung **873**, ein Register **875** und eine Berührungssensorsteuerung **884**.

[0450] Die Kommunikation zwischen der Steuer-IC **815** und dem Host **840** erfolgt über die Schnittstelle **850**. Bilddaten, verschiedene Steuersignale und dergleichen werden vom Host **840** auf die Steuer-IC **815** übertragen. Informationen über eine Berührungsposition oder dergleichen, die von der Berührungssensorsteuerung **884** erhalten werden, werden von der Steuer-IC **815** auf den Host **840** übertragen. Es sei angemerkt, dass die



Entscheidung, ob die in der Steuer-IC **815** enthaltenen Schaltungen ausgewählt werden oder nicht, je nach dem Standard des Hosts **840**, den Spezifikationen der Anzeigevorrichtung **800** und dergleichen getroffen wird.

**[0451]** Der Bildspeicher **851** ist ein Speicher zum Speichern der Bilddaten, die in die Steuer-IC **815** eingegeben werden. In dem Fall, in dem komprimierte Bilddaten vom Host **840** übertragen werden, kann der Bildspeicher **851** die komprimierten Bilddaten speichern. Der Decoder **852** ist eine Schaltung zum Dekomprimieren der komprimierten Bilddaten. Wenn keine Dekompression der Bilddaten erforderlich ist, wird die Verarbeitung im Decoder **852** nicht durchgeführt. Alternativ kann der Decoder **852** zwischen dem Bildspeicher **851** und der Schnittstelle **850** bereitgestellt werden.

**[0452]** Der Bildverarbeitungsabschnitt **860** hat die Funktion, verschiedene Arten der Bildverarbeitung an Bilddaten durchzuführen. Der Bildverarbeitungsabschnitt **860** beinhaltet beispielsweise eine Gammakorrekturschaltung **861**, eine Dimmschaltung **862** und eine Tonungsschaltung **863**.

**[0453]** In dem Fall, in dem ein Anzeigeelement, das bei Stromfluss Licht emittiert, wie z. B. ein organisches EL-Element oder eine LED, als Anzeigeelement der Anzeigevorrichtung **800** verwendet wird, kann der Bildverarbeitungsabschnitt **860** eine Korrekturschaltung **864** beinhalten. In diesem Fall beinhaltet der Source-Treiber **504b** vorzugsweise eine Schaltung zum Erfassen des im Anzeigeelement fließenden Stroms. Die Korrekturschaltung **864** hat die Funktion, die Leuchtdichte des Anzeigeelements auf der Grundlage eines vom Source-Treiber **504b** übertragenen Signals einzustellen.

**[0454]** Die in dem Bildverarbeitungsabschnitt **860** verarbeiteten Bilddaten werden über den Speicher **870** an den Source-Treiber **504b** ausgegeben. Der Speicher **870** ist ein Speicher zum temporären Speichern von Bilddaten. Der Source-Treiber **504b** hat die Funktion, die Eingangsbilddaten zu verarbeiten und die Bilddaten in eine Source-Leitung des Pixelabschnitts **502** zu schreiben. Es sei angemerkt, dass es keine Beschränkung hinsichtlich der Anzahl der Source-Treiber **504b** gibt und eine notwendige Anzahl der Source-Treiber **504b** für Pixel im Pixelabschnitt **502** vorgesehen ist.

**[0455]** Die Zeitsteuerung **873** hat die Funktion, Zeitsignale zu erzeugen, die in dem Source-Treiber **504b**, der Berührungssensorsteuerung **884** und dem Gate-Treiber **504a** zu verwenden sind.

**[0456]** Die Berührungssensorsteuerung **884** hat die Funktion, eine Treiberschaltung der Berührungssensoreinheit **820** zu steuern. Ein Signal mit von der Berührungssensoreinheit **820** gelesenen Berührungsinformationen wird in der Berührungssensorsteuerung **884** verarbeitet und über die Schnittstelle **850** auf den Host **840** übertragen. Der Host **840** erzeugt Bilddaten, die die Berührungsinformationen widerspiegeln, und überträgt die Bilddaten auf die Steuer-IC **815**. Es sei angemerkt, dass die Steuer-IC **815** die Berührungsinformationen in den Bilddaten widerspiegeln kann.

**[0457]** Die Takterzeugungsschaltung **855** hat die Funktion, ein Taktsignal zu erzeugen, das in der Steuer-IC **815** verwendet wird. Die Steuerung **854** hat die Funktion, verschiedene Steuersignale zu verarbeiten, die vom Host **840** über die Schnittstelle **850** übertragen werden, und verschiedene Schaltungen in der Steuer-IC **815** zu steuern. Die Steuerung **854** hat auch die Funktion, die Stromversorgung zu einer Vielzahl von Schaltungen in der Steuer-IC **815** zu steuern. Im Folgenden wird das vorübergehende Aussetzen der Stromversorgung zu einer nicht verwendeten Schaltung als Power-Gating bzw. Leistungsanpassung bezeichnet. Es sei angemerkt, dass eine Stromversorgungsleitung in **Fig. 30** nicht dargestellt ist.

**[0458]** Das Register **875** speichert Daten, die für den Betrieb der Steuer-IC **815** verwendet werden. Die im Register **875** gespeicherten Daten beinhalten einen Parameter, der zur Durchführung einer Korrekturverarbeitung im Bildverarbeitungsabschnitt **860** verwendet wird, Parameter, die zur Erzeugung von Wellenformen verschiedener Zeitsignale in der Zeitsteuerung **873** verwendet werden, und dergleichen. Das Register **875** ist mit einem Abtastkettenregister mit einer Vielzahl von Registern bereitgestellt.

**[0459]** Die Sensorsteuerung **853** ist elektrisch mit dem optischen Sensor **843** verbunden. Der optische Sensor **843** erfasst Licht **845** und erzeugt ein Sensorsignal. Die Sensorsteuerung **853** erzeugt auf Basis des Sensorsignals ein Steuersignal. Das in der Sensorsteuerung **853** erzeugte Steuersignal wird z. B. an die Steuerung **854** ausgegeben.

**[0460]** Der Bildverarbeitungsabschnitt **860** kann die Leuchtdichte des Pixels in Abhängigkeit von der Helligkeit des Lichts **845**, gemessen mit dem optischen Sensor **843** und der Sensorsteuerung **853**, einstellen. Mit anderen Worten: Die Leuchtdichte des Pixels kann in einer Umgebung, in der die Helligkeit des Lichts **845** niedrig

ist, reduziert werden, um die Blendung und den Stromverbrauch zu reduzieren. In einer Umgebung, in der die Helligkeit des Lichts **845** hoch ist, kann die Leuchtdichte des Pixels erhöht werden, um eine Anzeigequalität mit ausgezeichneter Sichtbarkeit zu erhalten. Die Einstellung kann auf der Grundlage der vom Benutzer eingestellten Leuchtdichte vorgenommen werden. Die Einstellung kann hier als Dimmen oder Dimmbehandlung bezeichnet werden. Darüber hinaus wird eine Schaltung, die die Behandlung durchführt, als Dimmschaltung bezeichnet.

**[0461]** Der optische Sensor **843** und die Sensorsteuerung **853** können eine Funktion zum Messen des Farbtons des Lichts **845** haben, so dass der Farbton korrigiert werden kann. In einer Umgebung mit einem rötlichen Farbton eines Sonnenuntergangs nimmt der Benutzer der Anzeigevorrichtung **800** beispielsweise den rötlichen Farbton aufgrund der chromatischen Anpassung als weiß wahr. In diesem Fall wird die Anzeige der Anzeigevorrichtung **800** bläulich-weiß dargestellt. Somit wird in der Anzeigevorrichtung **800** Rot (R) hervorgehoben, so dass der Farbton korrigiert werden kann. Die Einstellung kann hier als Tonung oder Tonungsbehandlung bezeichnet werden. Darüber hinaus wird eine Schaltung, die die Behandlung durchführt, als Tonungsschaltung bezeichnet.

**[0462]** Der Bildverarbeitungsabschnitt **860** kann abhängig von den Spezifikationen der Anzeigevorrichtung **800** eine andere Verarbeitungsschaltung beinhalten, wie beispielsweise eine RGB-RGBW-Wandlerschaltung. Die RGB-RGBW-Wandlerschaltung hat die Funktion, Bilddaten von Rot, Grün und Blau (RGB) in Bilddaten von Rot, Grün, Blau und Weiß (RGBW) zu konvertieren. Das heißt, wenn die Anzeigevorrichtung **800** Pixel mit vier Farben RGBW beinhaltet, kann der Stromverbrauch reduziert werden, indem eine weiße (W) Komponente in den Bilddaten unter Verwendung des weißen (W) Pixels angezeigt wird. Es sei angemerkt, dass beispielsweise in dem Fall, in dem die Anzeigevorrichtung **800** Pixel mit vier Farben RGBY (Rot, Grün, Blau und Gelb (Yellow)) enthält, eine RGB-RGBY-Wandlerschaltung verwendet werden kann.

#### <Parameter>

**[0463]** Die Bildkorrekturverarbeitung, wie z. B. Gammakorrektur, Dimmen oder Tonung, entspricht einer Verarbeitung zum Erzeugen von Ausgabekorrekturdaten Y in Bezug auf die Eingangsbilddaten X. Der Parameter, den der Bildverarbeitungsabschnitt **860** verwendet, ist ein Parameter zum Umwandeln der Bilddaten X in die Korrekturdaten Y.

**[0464]** Als Parametereinstellungsverfahren gibt es ein Tabellenverfahren und ein Funktionsapproximationsverfahren. Bei einem in **Fig. 31A** erläuterten Tabellenverfahren werden die Korrekturdaten  $Y_n$  in Bezug auf die Bilddaten  $X_n$  als Parameter in einer Tabelle gespeichert. Bei dem Tabellenverfahren ist eine Reihe von Registern zur Speicherung der der Tabelle entsprechenden Parameter erforderlich, wobei die Korrektur jedoch mit hohem Freiheitsgrad durchgeführt werden kann. Im Gegensatz dazu ist es in dem Fall, in dem die Korrekturdaten Y in Bezug auf die Bilddaten X im Voraus empirisch bestimmt werden können, sinnvoll, ein Funktionsapproximationsverfahren anzuwenden, wie in **Fig. 31B** erläutert. Es sei angemerkt, dass **a1**, **a2**, **b2** und dergleichen Parameter sind. Obwohl hier ein Verfahren zur Durchführung einer linearen Approximation in jeder Periode gezeigt wird, kann ein Verfahren zur Durchführung einer Approximation mit einer nichtlinearen Funktion verwendet werden. Bei dem Funktionsapproximationsverfahren wird die Korrektur mit geringem Freiheitsgrad durchgeführt, jedoch kann die Anzahl der Register zum Speichern von Parametern, die eine Funktion definieren, klein sein.

**[0465]** Der Parameter, den die Zeitsteuerung **873** verwendet, gibt den Zeitpunkt an, zu dem ein Erzeugungssignal der Zeitsteuerung **873** in Bezug auf ein Referenzsignal „L“ (oder „H“) wird, wie in **Fig. 31C** erläutert. Ein Parameter Ra (oder Rb) gibt die Anzahl der Taktzyklen an, die dem Zeitpunkt entspricht, zu dem der Parameter in Bezug auf das Referenzsignal „L“ (oder „H“) wird.

**[0466]** Der vorstehende Parameter zur Korrektur kann im Register **875** gespeichert werden. Weitere Parameter, die im Register **875** gespeichert werden können, umfassen Leuchtdichte, Farbtöne und Energiespareinstellungen (Zeit, die benötigt wird, um die Anzeige dunkel zu machen oder die Anzeige auszuschalten) der Anzeigevorrichtung **800**, die Empfindlichkeit der Berührungssensorsteuerung **884** und dergleichen.

#### <Power-Gating>

**[0467]** In dem Fall, in dem die vom Host **840** übertragenen Bilddaten nicht geändert werden, kann die Steuerung **854** die Leistungsanpassung einiger Schaltungen in der Steuer-IC **815** durchführen. Insbesondere kann beispielsweise der Betrieb von Schaltungen (des Bildspeichers **851**, des Decoders **852**, des Bildverarbeitungs-

abschnitts **860**, des Speichers **870**, der Zeitsteuerung **873** und des Registers **875**) in einem Bereich **890** vorübergehend ausgesetzt werden. Die Leistungsanpassung kann durchgeführt werden, wenn ein Steuersignal, das keine Änderung der Bilddaten anzeigt, vom Host **840** auf die Steuer-IC **815** übertragen und von der Steuerung **854** erfasst wird.

[0468] Alternativ kann in die Steuerung **854** eine Timerfunktion integriert werden, so dass dann, wenn die Bilddaten nicht geändert werden, beispielsweise der Zeitpunkt der Wiederaufnahme der Stromversorgung zu den Schaltungen im Bereich **890** auf der Grundlage der von einem Timer gemessenen Zeit bestimmt wird.

[0469] Zusätzlich zur Leistungsanpassung der Schaltungen im Bereich **890** kann die Leistungsanpassung des Source-Treibers **504b** durchgeführt werden.

[0470] Es sei angemerkt, dass in der in **Fig. 30** dargestellten Konfiguration der Source-Treiber **504b** in der Steuer-IC **815** vorgesehen sein kann. Mit anderen Worten: Der Source-Treiber **504b** und die Steuer-IC **815** können auf dem gleichen Chip ausgebildet werden.

[0471] Im Folgenden werden spezifische Schaltungskonfigurationsbeispiele für den Bildspeicher **851** und das Register **875** beschrieben.

#### <Bildspeicher 851 >

[0472] **Fig. 32A** stellt ein Konfigurationsbeispiel des Bildspeichers **851** dar. Der Bildspeicher **851** beinhaltet einen Steuerabschnitt **902**, eine Zellenanordnung **903** und eine Peripherieschaltung **908**. Die Peripherieschaltung **908** beinhaltet eine Leseverstärkerschaltung **904**, einen Treiber **905**, einen Hauptverstärker **906** und eine Ein-/Ausgabeschaltung **907**.

[0473] Der Steuerabschnitt **902** hat die Funktion, den Bildspeicher **851** zu steuern. So steuert beispielsweise der Steuerabschnitt **902** den Treiber **905**, den Hauptverstärker **906** und die Ein-/Ausgabeschaltung **907**.

[0474] Der Treiber **905** ist elektrisch mit einer Vielzahl von Leitungen WL und CSEL verbunden. Der Treiber **905** erzeugt Signale, die an die Vielzahl der Leitungen WL und CSEL ausgegeben werden.

[0475] Die Speicherzellenanordnung **903** beinhaltet eine Vielzahl von Speicherzellen **909**. Die Speicherzellen **909** sind elektrisch mit Leitungen WL, LBL (oder LBLB) und BGL verbunden. Die Leitung WL ist eine Wortleitung. Die Leitungen LBL und LBLB sind lokale Bitleitungen. Obwohl für die Konfiguration der Zellanordnung **903** im Beispiel von **Fig. 32A** ein Folded-Bit-Line-Verfahren verwendet wird, kann auch ein Open-Bit-Line-Verfahren verwendet werden.

[0476] **Fig. 32B** stellt ein Konfigurationsbeispiel der Speicherzelle **909** dar. Die Speicherzelle **909** beinhaltet einen Transistor NW1 und einen Kondensator CS1. Die Speicherzelle **909** weist eine Schaltungskonfiguration auf, die der einer Speicherzelle für einen dynamischen Direktzugriffsspeicher (dynamic random access memory, DRAM) ähnlich ist. Der Transistor NW1 in diesem Beispiel ist ein Transistor mit einem Rückgate. Das Rückgate des Transistors NW1 ist elektrisch mit einer Leitung BGL verbunden. In die Leitung BGL wird eine Spannung  $V_{bg\_w1}$  eingegeben.

[0477] Der Transistor NW1 ist ein Transistor, der einen Oxidhalbleiter, der ein Typ eines Metalloxids ist, in einer Halbleiterschicht verwendet, in der ein Kanal gebildet wird (auch als OS-Transistor bezeichnet). Die Verwendung des OS-Transistors in der Speicherzelle **909** kann aufgrund des extrem niedrigen Sperrstroms des OS-Transistors den Ladungsverlust des Kondensators CS1 verhindern; dadurch kann die Häufigkeit des Aktualisierungsvorgangs des Bildspeichers **851** reduziert werden. Der Bildspeicher **851** kann Bilddaten auch bei ausgesetzter Stromversorgung lange Zeit halten. Darüber hinaus kann durch Einstellen der Spannung  $V_{bg\_w1}$  auf eine negative Spannung die Schwellenspannung des Transistors NW1 auf die positive Potentialseite verschoben und damit die Retentionszeit der Speicherzelle **909** erhöht werden.

[0478] Hier bezeichnet ein Sperrstrom einen Strom, der zwischen einer Source und einem Drain eines Transistors in einem Sperrzustand fließt. Wenn beispielsweise im Falle eines n-Kanal-Transistors die Schwellenspannung des Transistors etwa 0 V bis 2 V ist, kann ein Strom, der zwischen einer Source und einem Drain fließt, wenn eine Spannung zwischen einem Gate und der Source negativ ist, als Sperrstrom bezeichnet werden. Ein sehr niedriger Sperrstrom meint beispielsweise, dass ein Sperrstrom pro Mikrometer einer Kanalbreite niedriger als oder gleich 100 zA ist (z stellt Zepto dar und bezeichnet einen Faktor von  $10^{-21}$ ). Da der Sperrstrom

vorzugsweise so niedrig wie möglich ist, ist der normalisierte Sperrstrom vorzugsweise niedriger als oder gleich  $10 \text{ zA}/\mu\text{m}$  oder niedriger als oder gleich  $1 \text{ zA}/\mu\text{m}$ , stärker bevorzugt niedriger als oder gleich  $10 \text{ yA}/\mu\text{m}$  (y stellt Yokto dar und bezeichnet einen Faktor von  $10^{-24}$ ).

**[0479]** Die Transistoren **NW1** in der Vielzahl der in der Zellenanordnung **903** enthaltenen Speicherzellen **909** sind OS-Transistoren; somit können beispielsweise Si-Transistoren, die über einem Siliziumwafer ausgebildet sind, als Transistoren in anderen Schaltungen verwendet werden. Dementsprechend kann die Zellenanordnung **903** über der Leseverstärkerschaltung **904** angeordnet werden. Dadurch kann der Schaltungsbereich des Bildspeichers **851** reduziert werden, was zu einer Miniaturisierung der Steuer-IC **815** führt.

**[0480]** Die Zellenanordnung **903** ist über der Leseverstärkerschaltung **904** angeordnet. Die Leseverstärkerschaltung **904** beinhaltet eine Vielzahl von Leseverstärkern **SA**. Die Leseverstärker **SA** sind elektrisch mit den benachbarten Leitungen **LBL** und **LBLB** (einem Paar lokaler Bitleitungen), den Leitungen **GBL** und **GBLB** (einem Paar globaler Bitleitungen) und der Vielzahl der Leitungen **CSEL** verbunden. Die Leseverstärker **SA** haben die Funktion, die Potentialdifferenz zwischen den Leitungen **LBL** und **LBLB** zu verstärken.

**[0481]** In der Leseverstärkerschaltung **904** ist eine Leitung **GBL** für vier Leitungen **LBL** und eine Leitung **GBLB** für vier Leitungen **LBLB** vorgesehen. Die Konfiguration der Leseverstärkerschaltung **904** ist jedoch nicht auf das Konfigurationsbeispiel in **Fig. 32A** beschränkt.

**[0482]** Der Hauptverstärker **906** ist mit der Leseverstärkerschaltung **904** und der Ein-/Ausgabeschaltung **907** verbunden. Der Hauptverstärker **906** hat die Funktion, die Potentialdifferenz zwischen den Leitungen **GBL** und **GBLB** zu verstärken. Der Hauptverstärker **906** ist nicht notwendigerweise bereitgestellt.

**[0483]** Die Ein-/Ausgabeschaltung **907** hat die Funktion, ein Potential, das Schreibdaten entspricht, an die Leitungen **GBL** und **GBLB** oder den Hauptverstärker **906** auszugeben, und die Funktion, die Potentiale der Leitungen **GBL** und **GBLB** oder ein Ausgangspotential des Hauptverstärkers **906** nach außen als Lesedaten auszugeben. Der Leseverstärker **SA**, von dem Daten gelesen werden, und der Leseverstärker **SA**, in den Daten geschrieben werden, können unter Verwendung des Signals der Leitung **CSEL** ausgewählt werden. Daher ist es nicht erforderlich, eine Auswahlerschaltung, wie z. B. einen Multiplexer, in der Ein-/Ausgabeschaltung **907** bereitzustellen. Somit kann die Ein-/Ausgabeschaltung **907** eine einfache Schaltungskonfiguration aufweisen und eine kleine Fläche belegen.

#### <Register 875>

**[0484]** **Fig. 33** ist ein Blockdiagramm, das ein Konfigurationsbeispiel des Registers **875** darstellt. Das Register **875** beinhaltet einen Abtastkettenregisterabschnitt **875A** und einen Registerabschnitt **875B**. Der Abtastkettenregisterabschnitt **875A** beinhaltet eine Vielzahl von Registern **930**. Das Abtastkettenregister wird durch die Vielzahl der Register **930** gebildet. Der Registerabschnitt **875B** beinhaltet eine Vielzahl von Registern **931**.

**[0485]** Das Register **930** ist ein nichtflüchtiges Register, das auch bei ausgesetzter Stromversorgung keine Daten verliert. Hier ist das Register **930** mit einer Retentionsschaltung bereitgestellt, die einen OS-Transistor beinhaltet, um nichtflüchtig zu sein.

**[0486]** Das andere Register **931** ist ein flüchtiges Register. Es gibt keine besondere Beschränkung hinsichtlich der Schaltungskonfiguration des Registers **931**, und eine Latch-Schaltung, eine Flip-Flop-Schaltung oder dergleichen wird verwendet, solange Daten gespeichert werden können. Der Bildverarbeitungsabschnitt **860** und die Zeitsteuerung **873** greifen auf den Registerabschnitt **875B** zu und nehmen Daten aus den entsprechenden Registern **931** auf. Alternativ werden die Verarbeitungsinhalte des Bildverarbeitungsabschnitts **860** und der Zeitsteuerung **873** durch Daten gesteuert, die aus dem Registerabschnitt **875B** zugeführt werden.

**[0487]** Um die im Register **875** gespeicherten Daten zu aktualisieren, werden zunächst die Daten im Abtastkettenregisterabschnitt **875A** geändert. Nachdem die Daten in den Registern **930** des Abtastkettenregisterabschnitts **875A** neu geschrieben worden sind, werden die Daten gleichzeitig in die Register **931** des Registerabschnitts **875B** geladen.

**[0488]** Dementsprechend können der Bildverarbeitungsabschnitt **860**, die Zeitsteuerung **873** und dergleichen verschiedene Arten der Verarbeitung unter Verwendung der gemeinsam aktualisierten Daten durchführen. Der Betrieb der Steuer-IC **815** kann stabil sein, da die Gleichzeitigkeit bei der Aktualisierung der Daten aufrechterhalten werden kann. Durch Bereitstellen des Abtastkettenregisterabschnitts **875A** und des Registerabschnitts

**875B** können Daten im Abtastkettenregisterabschnitt **875A** auch während des Betriebs des Bildverarbeitungsabschnitts **860** und der Zeitsteuerung **873** aktualisiert werden.

[0489] Zum Zeitpunkt der Leistungsanpassung der Steuer-IC **815** wird die Stromversorgung ausgesetzt, nachdem Daten in der Retentionsschaltung des Registers **930** gespeichert (gesichert) worden sind. Nach Wiederaufnahme der Stromversorgung wird der Normalbetrieb wieder aufgenommen, nachdem die Daten im Register **930** im Register **931** wiederhergestellt (geladen) wurden. Es sei angemerkt, dass es in dem Fall, in dem die im Register **930** gespeicherten Daten und die im Register **931** gespeicherten Daten nicht übereinstimmen, vorzuziehen ist, die Daten des Registers **931** im Register **930** zu speichern und dann die Daten in der Retentionsschaltung des Registers **930** zu speichern. Die Daten im Register **930** und die im Register **931** stimmen nicht überein, während aktualisierte Daten beispielsweise in den Abtastkettenregisterabschnitt **875A** eingefügt werden.

[0490] **Fig. 34** stellt ein Schaltungsconfigurationsbeispiel der Register **930** und **931** dar. **Fig. 34** stellt zwei Register **930** des Abtastkettenregisterabschnitts **875A** und die entsprechenden zwei Register **931** dar. Ein Signal „Scan In“ wird in das Register **930** eingegeben, und das Register **930** gibt ein Signal „Scan Out“ aus.

[0491] Die Register **930** beinhalten jeweils eine Retentionsschaltung **947**, einen Wahlschalter **948** und eine Flip-Flop-Schaltung **949**. Der Wahlschalter **948** und die Flip-Flop-Schaltung **949** bilden eine Abtast-Flip-Flop-Schaltung. Ein Signal **SAVE1** wird in den Wahlschalter **948** eingegeben.

[0492] Ein Signal **SAVE2** und ein Signal **LOAD2** werden in die Retentionsschaltung **947** eingegeben. Die Retentionsschaltung **947** beinhaltet einen Transistor **T1**, einen Transistor **T2**, einen Transistor **T3**, einen Transistor **T4**, einen Transistor **T5**, einen Transistor **T6**, einen Kondensator **C4** und einen Kondensator **C6**. Der Transistor **T1** und der Transistor **T2** sind OS-Transistoren. Der Transistor **T1** und der Transistor **T2** können jeweils ein OS-Transistor mit einem Rückgate sein, wie beim Transistor **NW1** der Speicherzelle **909** (siehe **Fig. 32B**).

[0493] Eine 3-Transistor-Verstärkungszelle wird durch den Transistor **T1**, den Transistor **T3**, den Transistor **T4** und den Kondensator **C4** gebildet. In ähnlicher Weise wird eine 3-Transistor-Verstärkungszelle durch den Transistor **T2**, den Transistor **T5**, den Transistor **T6** und den Kondensator **C6** gebildet. Die beiden Verstärkungszellen speichern komplementäre Daten, die in der Flip-Flop-Schaltung **949** gehalten werden. Da der Transistor **T1** und der Transistor **T2** OS-Transistoren sind, kann die Retentionsschaltung **947** Daten auch bei ausgesetzter Stromversorgung lange Zeit halten. Im Register **930** können die anderen Transistoren als der Transistor **T1** und der Transistor **T2** unter Verwendung von Si-Transistoren ausgebildet werden.

[0494] Die Retentionsschaltung **947** speichert komplementäre Daten, die in der Flip-Flop-Schaltung **949** gehalten werden, als Reaktion auf das Signal **SAVE2**, und lädt die gehaltenen Daten in die Flip-Flop-Schaltung **949** als Reaktion auf das Signal **LOAD2**.

[0495] Ein Ausgangsanschluss des Wahlschalters **948** ist elektrisch mit einem Eingangsanschluss der Flip-Flop-Schaltung **949** verbunden, und ein Eingangsanschluss des Registers **931** ist elektrisch mit einem Datenausgangsanschluss verbunden. Die Flip-Flop-Schaltung **949** beinhaltet einen Wechselrichter **950**, einen Wechselrichter **951**, einen Wechselrichter **952**, einen Wechselrichter **953**, einen Wechselrichter **954**, einen Wechselrichter **955**, einen Analogschalter **957** und einen Analogschalter **958**. Der Ein-/Ausschaltzustand von jedem der Analogschalter **957** und **958** wird durch ein Abtasttaktsignal gesteuert. Die Flip-Flop-Schaltung **949** ist nicht auf die Schaltungsconfiguration in **Fig. 34** beschränkt und es können eine Vielzahl von Flip-Flop-Schaltungen **949** eingesetzt werden.

[0496] Ein Ausgangsanschluss des Registers **931** ist elektrisch mit einem von zwei Eingangsanschlüssen des Wahlschalters **948** verbunden, und ein Ausgangsanschluss der Flip-Flop-Schaltung **949** in der vorherigen Stufe ist elektrisch mit dem anderen Eingangsanschluss des Wahlschalters **948** verbunden. Es sei angemerkt, dass Daten von der Außenseite des Registers **875** in den Eingangsanschluss des Wahlschalters **948** in der vorherigen Stufe des Abtastkettenregisterabschnitts **875A** eingegeben werden.

[0497] Das Register **931** beinhaltet einen Wechselrichter **961**, einen Wechselrichter **962**, einen Wechselrichter **963**, einen getakteten Wechselrichter **964**, einen Analogschalter **965** und einen Puffer **966**. Das Register **931** lädt die Daten der Flip-Flop-Schaltung **949** auf Basis eines Signals **LOAD1**. Die Transistoren des Registers **931** können unter Verwendung von Si-Transistoren ausgebildet werden.

## &lt;&lt; Betriebsbeispiele&gt;&gt;

**[0498]** Betriebsbeispiele der Steuer-IC **815** und des Registers **875** der Anzeigevorrichtung **800** vor dem Versand, beim Hochfahren eines elektronischen Geräts, das die Anzeigevorrichtung **800** beinhaltet, und im Normalbetrieb werden separat beschrieben.

## &lt;Vor dem Versand&gt;

**[0499]** Parameter, die sich auf die Spezifikationen und dergleichen der Anzeigevorrichtung **800** beziehen, werden vor dem Versand im Register **875** gespeichert. Zu diesen Parametern gehören beispielsweise die Anzahl der Pixel, die Anzahl der Berührungssensoren und Parameter, die zum Erzeugen von Wellenformen verschiedener Zeitsignale in der Zeitsteuerung **873** verwendet werden. In dem Fall, in dem der Bildverarbeitungsabschnitt **860** die Korrekturschaltung **864** beinhaltet, werden die Korrekturdaten daraus auch als Parameter im Register **875** gespeichert. Es kann ein dediziertes ROM bereitgestellt werden, und die Parameter können im ROM außer dem Register **875** gespeichert werden.

## &lt;Beim Hochfahren&gt;

**[0500]** Beim Hochfahren des elektronischen Geräts mit der Anzeigevorrichtung **800** werden die von einem Benutzer oder dergleichen eingestellten Parameter, die vom Host **840** übertragen werden, im Register **875** gespeichert. Zu diesen Parametern gehören beispielsweise die Leuchtdichte und Farbtöne der Anzeige, die Empfindlichkeit eines Berührungssensors, Energiespareinstellungen (Zeit, die benötigt wird, um die Anzeige dunkel zu machen oder die Anzeige auszuschalten) sowie eine Kurve oder eine Tabelle zur Gammakorrektur. Es sei angemerkt, dass beim Speichern der Parameter im Register **875** ein Abtasttaktsignal und Daten, die den Parametern entsprechen, synchron zum Abtasttaktsignal von der Steuerung **854** auf das Register **875** übertragen werden.

## &lt;Normalbetrieb&gt;

**[0501]** Der Normalbetrieb kann in einen Zustand, in dem ein bewegtes Bild oder dergleichen angezeigt wird, einen Zustand, in dem ein IDS-Betrieb durchgeführt werden kann, während ein Standbild angezeigt wird, einen Zustand, in dem kein Bild angezeigt wird, und dergleichen unterteilt werden. Der Bildverarbeitungsabschnitt **860**, die Zeitsteuerung **873** und dergleichen arbeiten im Zustand der Anzeige eines bewegten Bildes oder dergleichen; der Bildverarbeitungsabschnitt **860** und dergleichen werden jedoch nicht beeinflusst, da nur die Daten des Registers **875** im Abtastkettenregisterabschnitt **875A** geändert werden. Nachdem die Daten des Abtastkettenregisterabschnitts **875A** geändert worden sind, werden gleichzeitig die Daten des Abtastkettenregisterabschnitts **875A** in den Registerabschnitt **875B** geladen, so dass die Änderung der Daten des Registers **875** abgeschlossen wird. Der Betrieb des Bildverarbeitungsabschnitts **860** und dergleichen wird auf den Betrieb entsprechend den Daten umgeschaltet.

**[0502]** In dem Zustand, in dem der IDS-Betrieb durchgeführt werden kann, während ein Standbild angezeigt wird, kann die Leistungsanpassung des Registers **875** wie bei den anderen Schaltungen im Bereich **890** durchgeführt werden. In diesem Fall werden die komplementären Daten, die in der Flip-Flop-Schaltung **949** gehalten werden, in der Retentionsschaltung **947** als Reaktion auf das Signal **SAVE2** vor der Leistungsanpassung im Register **930**, das im Abtastkettenregisterabschnitt **875A** enthalten ist, gespeichert.

**[0503]** Vor dem Stoppen der Leistungsanpassung werden die in der Retentionsschaltung **947** gehaltenen Daten als Reaktion auf das Signal **LOAD2** in die Flip-Flop-Schaltung **949** geladen und werden die Daten in der Flip-Flop-Schaltung **949** als Reaktion auf das Signal **LOAD1** in das Register **931** geladen. Auf diese Weise werden die Daten des Registers **875** im gleichen Zustand wie vor der Leistungsanpassung wirksam. Es sei angemerkt, dass selbst wenn sich das Register **875** in einem Zustand der Leistungsanpassung befindet, der Parameter des Registers **875** geändert werden kann, indem die Leistungsanpassung gestoppt wird, falls der Host **840** eine Änderung des Parameters verlangt.

**[0504]** Im Zustand der Anzeige keines Bildes kann beispielsweise die Leistungsanpassung der Schaltungen (einschließlich des Registers **875**) im Bereich **890** durchgeführt werden. In diesem Fall könnte auch der Betrieb des Hosts **840** gestoppt werden. Wenn die Leistungsanpassung gestoppt wird, kann ein Bild (Standbild) in einem Zustand vor der Leistungsanpassung angezeigt werden, ohne auf die Wiederaufnahme des Betriebs des Hosts **840** zu warten, da der Bildspeicher **851** und das Register **875** nichtflüchtig sind.

**[0505]** So kann beispielsweise in dem Fall, in dem die Anzeigevorrichtung **800** für einen Anzeigeabschnitt eines zusammenklappbaren Informationsendgeräts verwendet wird, wenn das Informationsendgerät zusammengeklappt wird und eine Anzeigefläche der Anzeigevorrichtung **800** durch ein Signal des Auf/Zu-Sensors **844** als ungenutzt erkannt wird, die Leistungsanpassung der Sensorsteuerung **853**, der Berührungssensorsteuerung **884** und dergleichen zusätzlich zur Leistungsanpassung der Schaltungen im Bereich **890** durchgeführt werden.

**[0506]** Wenn das Informationsendgerät zusammengeklappt wird, könnte der Betrieb des Hosts **840** in Abhängigkeit vom Standard des Hosts **840** gestoppt werden. Auch wenn das Informationsendgerät aufgeklappt wird, während der Betrieb des Hosts **840** gestoppt wird, können die Bilddaten im Bildspeicher **851** angezeigt werden, bevor Bilddaten, verschiedene Steuersignale und dergleichen vom Host **840** übertragen werden, da der Bildspeicher **851** und das Register **875** nichtflüchtig sind.

**[0507]** Wenn das Register **875** den Abtastkettenregisterabschnitt **875A** und den Registerabschnitt **875B** beinhaltet und die Daten des Abtastkettenregisterabschnitts **875A** wie vorstehend beschrieben geändert werden, können die Daten problemlos geändert werden, ohne den Bildverarbeitungsabschnitt **860**, die Zeitsteuerung **873** und dergleichen zu beeinflussen. Jedes Register **930** im Abtastkettenregisterabschnitt **875A** beinhaltet die Retentionsschaltung **947**, die ein sanftes Starten und Stoppen der Leistungsanpassung ermöglicht.

**[0508]** Zumindest ein Teil dieser Ausführungsform kann in Kombination mit einer der anderen Ausführungsformen und den Beispielen, die in dieser Beschreibung beschrieben werden, in geeigneter Weise implementiert werden.

(Ausführungsform 7)

**[0509]** Bei dieser Ausführungsform werden ein Anzeigemodul und elektronische Geräte, die jeweils die Anzeigevorrichtung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung beinhalten, anhand von **Fig. 35**, **Fig. 36A** bis **Fig. 36E** und **Fig. 37A** bis **Fig. 37G** beschrieben.

<Anzeigemodul>

**[0510]** **Fig. 35** ist eine schematische Querschnittsansicht eines Anzeigemoduls **7000**, das einen optischen Berührungssensor beinhaltet. Bei dem in **Fig. 35** dargestellten Anzeigemodul **7000** sind ein Anzeigefeld **7006**, das mit einer FPC verbunden ist, eine Hintergrundbeleuchtung (nicht dargestellt), ein Rahmen **7009**, eine gedruckte Leiterplatte **7010** und eine Batterie **7011** zwischen einer oberen Abdeckung **7001** und einer unteren Abdeckung **7002** bereitgestellt.

**[0511]** Die Anzeigevorrichtung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann beispielsweise für das Anzeigefeld **7006** verwendet werden.

**[0512]** Die Formen und Größen der oberen Abdeckung **7001** und der unteren Abdeckung **7002** können nach Bedarf gemäß der Größe des Anzeigefelds **7006** geändert werden.

**[0513]** Obwohl nicht dargestellt, beinhaltet die Hintergrundbeleuchtung eine Lichtquelle. Es sei angemerkt, dass die Lichtquelle über der Hintergrundbeleuchtung bereitgestellt werden kann; alternativ kann eine Struktur verwendet werden, in der die Lichtquelle an einem Endabschnitt der Hintergrundbeleuchtung bereitgestellt wird und eine Lichtstreuungsplatte auch enthalten ist. Es sei angemerkt, dass in dem Fall, in dem ein selbstleuchtendes Licht emittierendes Element, wie z. B. ein organisches EL-Element, verwendet wird, oder in dem Fall, in dem ein reflektierender Bildschirm oder dergleichen zum Einsatz kommt, die Hintergrundbeleuchtung nicht bereitgestellt sein muss.

**[0514]** Der Rahmen **7009** schützt das Anzeigefeld **7006** und dient auch als elektromagnetische Abschirmung zum Blockieren von elektromagnetischen Wellen, die durch den Betrieb der gedruckten Leiterplatte **7010** erzeugt werden. Der Rahmen **7009** kann als Abstrahlplatte dienen.

**[0515]** Die gedruckte Leiterplatte **7010** beinhaltet eine Stromversorgungsschaltung und eine Signalverarbeitungsschaltung zum Ausgeben eines Videosignals und eines Taktsignals. Als Stromquelle zum Zuführen von Strom zu der Stromversorgungsschaltung kann eine externe Netzstromquelle oder eine Stromquelle verwendet werden, bei der die getrennt bereitgestellte Batterie **7011** verwendet wird. Die Batterie **7011** kann in dem Fall, in dem eine Netzstromquelle verwendet wird, weggelassen werden.

[0516] Das Anzeigemodul **7000** kann zusätzlich mit einem Element, wie z. B. einer polarisierenden Platte, einer Verzögerungsplatte oder einer Prismenfolie, versehen sein.

[0517] Das Anzeigemodul **7000** beinhaltet einen Licht emittierenden Abschnitt **7015** und einen Licht empfangenden Abschnitt **7016** auf der gedruckten Leiterplatte **7010**. Ein Paar von Lichtleiterabschnitten (ein Lichtleiterabschnitt **7017a** und ein Lichtleiterabschnitt **7017b**) ist in einem Bereich vorgesehen, der von der oberen Abdeckung **7001** und der unteren Abdeckung **7002** umgeben ist.

[0518] Beispielsweise kann für die obere Abdeckung **7001** und die untere Abdeckung **7002** ein Kunststoff oder dergleichen verwendet werden. Die obere Abdeckung **7001** und die untere Abdeckung **7002** können jeweils dünn sein (z. B. mehr als oder gleich 0,5 mm und weniger als oder gleich 5 mm). In diesem Fall kann das Anzeigemodul **7000** deutlich leichter sein. Darüber hinaus können die obere Abdeckung **7001** und die untere Abdeckung **7002** mit geringem Materialeinsatz gefertigt und somit die Herstellungskosten reduziert werden.

[0519] Das Anzeigefeld **7006** überlappt sich mit der gedruckten Leiterplatte **7010** und der Batterie **7011**, wobei der Rahmen **7009** dazwischen angeordnet ist. Das Anzeigefeld **7006** und der Rahmen **7009** sind am Lichtleiterabschnitt **7017a** und am Lichtleiterabschnitt **7017b** befestigt.

[0520] Das von dem Licht emittierenden Abschnitt **7015** emittierte Licht **7018** wandert über dem Anzeigefeld **7006** durch den Lichtleiterabschnitt **7017a** und erreicht den Licht empfangenden Abschnitt **7016** durch den Lichtleiterabschnitt **7017b**. Beispielsweise kann das Blockieren des Lichts **7018** durch ein zu erfassendes Objekt, wie z. B. einen Finger oder einen Stift, als Berührungsbedienung erkannt werden.

[0521] Eine Vielzahl von Licht emittierenden Abschnitten **7015** ist beispielsweise entlang zweier benachbarter Seiten des Anzeigefelds **7006** bereitgestellt. Eine Vielzahl von Licht empfangenden Abschnitten **7016** ist derart bereitgestellt, dass sie den Licht emittierenden Abschnitten **7015** zugewandt sind. Dementsprechend können Informationen über die Position der Berührungsbedienung erhalten werden.

[0522] Als Licht emittierender Abschnitt **7015** kann eine Lichtquelle, wie z. B. ein LED-Element, verwendet werden. Besonders vorteilhaft ist es, eine Lichtquelle, die Infrarotlicht emittiert, das von den Benutzern visuell nicht erkannt wird und für die Benutzer unbedenklich ist, als Licht emittierenden Abschnitt **7015** zu verwenden.

[0523] Als Licht empfangender Abschnitt **7016** kann ein photoelektrisches Element verwendet werden, das das von dem Licht emittierenden Abschnitt **7015** emittierte Licht empfängt und in ein elektrisches Signal umwandelt. Eine Fotodiode, die Infrarotlicht empfangen kann, kann vorteilhaft eingesetzt werden.

[0524] Für die Lichtleiterabschnitte **7017a** und **7017b** können Elemente verwendet werden, die mindestens das Licht **7018** durchlassen. Mit der Verwendung der Lichtleiterabschnitte **7017a** und **7017b** können der Licht emittierende Abschnitt **7015** und der Licht empfangende Abschnitt **7016** unter dem Anzeigefeld **7006** angeordnet werden, und eine Fehlfunktion des Berührungssensors durch Außenlicht, das den Licht empfangenden Abschnitt **7016** erreicht, kann verhindert werden. Es ist besonders vorteilhaft, ein Harz zu verwenden, das sichtbares Licht absorbiert und Infrarotlicht durchlässt. Dies ist effektiver, um eine Fehlfunktion des Berührungssensors zu verhindern.

[0525] Obwohl Fig. 35 das Anzeigemodul, das den optischen Berührungssensor beinhaltet, darstellt, kann gegebenenfalls ein resistiver Touchscreen oder ein kapazitiver Touchscreen bereitgestellt werden, um mit dem Anzeigefeld **7006** zu überlappen. Alternativ kann ein Gegensubstrat (Dichtungssubstrat) des Anzeigefelds **7006** eine Touchscreen-Funktion aufweisen. Alternativ kann ein optischer Sensor in jedem Pixel des Anzeigefelds **7006** bereitgestellt sein, um einen optischen Touchscreen zu bilden.

<Elektronisches Gerät 1 >

[0526] Als Nächstes stellen Fig. 36A bis Fig. 36E Beispiele für elektronische Geräte dar.

[0527] Fig. 36A ist eine Außenansicht einer Kamera **8000**, an der ein Sucher **8100** angebracht ist.

[0528] Die Kamera **8000** beinhaltet ein Gehäuse **8001**, einen Anzeigeabschnitt **8002**, einen Bedienungsknopf **8003**, einen Auslöseknopf **8004** und dergleichen. Ferner ist eine abnehmbare Linse **8006** an der Kamera **8000** angebracht.



- [0529]** Obwohl die Linse **8006** der Kamera **8000** hier von dem Gehäuse **8001** zum Auswechseln abnehmbar ist, kann die Linse **8006** in dem Gehäuse **8001** enthalten sein.
- [0530]** Bilder können mit der Kamera **8000** durch Drücken des Auslöseknopfes **8004** aufgenommen werden. Außerdem können Bilder durch Berührung des Anzeigeabschnitts **8002**, der als Touchscreen dient, aufgenommen werden.
- [0531]** Das Gehäuse **8001** der Kamera **8000** beinhaltet eine Halterung mit einer Elektrode, so dass der Sucher **8100**, ein Stroboskop oder dergleichen mit dem Gehäuse verbunden werden kann.
- [0532]** Der Sucher **8100** beinhaltet ein Gehäuse **8101**, einen Anzeigeabschnitt **8102**, einen Knopf **8103** und dergleichen.
- [0533]** Das Gehäuse **8101** beinhaltet eine Halterung zum Einrasten mit der Halterung der Kamera **8000**, so dass der Sucher **8100** mit der Kamera **8000** verbunden werden kann. Die Halterung beinhaltet eine Elektrode, und ein Bild oder dergleichen, das von der Kamera **8000** über die Elektrode empfangen wird, kann auf dem Anzeigeabschnitt **8102** angezeigt werden.
- [0534]** Der Knopf **8103** dient als Einschaltknopf. Der Anzeigeabschnitt **8102** kann mit dem Knopf **8103** ein- und ausgeschaltet werden.
- [0535]** Eine Anzeigevorrichtung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann für den Anzeigeabschnitt **8002** der Kamera **8000** und den Anzeigeabschnitt **8102** des Suchers **8100** verwendet werden.
- [0536]** Obwohl die Kamera **8000** und der Sucher **8100** in **Fig. 36A** separate und abnehmbare elektronische Geräte sind, kann das Gehäuse **8001** der Kamera **8000** einen Sucher mit einer Anzeigevorrichtung beinhalten.
- [0537]** **Fig. 36B** ist eine Außenansicht einer am Kopf tragbaren Anzeige **8200**.
- [0538]** Die am Kopf tragbare Anzeige **8200** beinhaltet einen Befestigungsabschnitt **8201**, eine Linse **8202**, einen Hauptkörper **8203**, einen Anzeigeabschnitt **8204**, ein Kabel **8205** und dergleichen. Der Befestigungsabschnitt **8201** beinhaltet eine Batterie **8206**.
- [0539]** Strom wird dem Hauptkörper **8203** von der Batterie **8206** über das Kabel **8205** zugeführt. Der Hauptkörper **8203** beinhaltet einen drahtlosen Empfänger oder dergleichen, um Videodaten, wie z. B. Bilddaten, zu empfangen und diese dann auf dem Anzeigeabschnitt **8204** anzuzeigen. Die Bewegung des Augapfels und des Augenlids eines Benutzers wird von einer Kamera in dem Hauptkörper **8203** aufgenommen und dann werden Koordinaten der Punkte, die der Benutzer betrachtet, unter Verwendung der aufgenommenen Daten berechnet, um das Auge des Benutzers als Eingabemittel zu verwenden.
- [0540]** Der Befestigungsabschnitt **8201** kann eine Vielzahl von Elektroden in Kontakt mit dem Benutzer beinhalten. Der Hauptkörper **8203** kann konfiguriert sein, einen Strom, der durch die Elektroden bei der Bewegung des Augapfels des Benutzers fließt, zu erfassen, um die Richtung von seinen oder ihren Augen zu erkennen. Der Hauptkörper **7203** kann konfiguriert sein, einen Strom, der durch die Elektroden fließt, zu erfassen, um den Puls des Benutzers zu überwachen. Der Befestigungsabschnitt **8201** kann Sensoren, wie z. B. einen Temperatursensor, einen Drucksensor oder einen Beschleunigungssensor, beinhalten, so dass biologische Informationen des Benutzers auf dem Anzeigeabschnitt **8204** angezeigt werden können. Der Hauptkörper **8203** kann konfiguriert sein, die Bewegung des Kopfes des Benutzers oder dergleichen zu erfassen, um ein Bild, das auf dem Anzeigeabschnitt **8204** angezeigt wird, in Synchronisation mit der Bewegung des Kopfes des Benutzers oder dergleichen zu bewegen.
- [0541]** Die Anzeigevorrichtung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann bei dem Anzeigeabschnitt **8204** verwendet werden.
- [0542]** **Fig. 36C** bis **Fig. 36E** sind Außenansichten einer am Kopf tragbaren Anzeige **8300**. Die am Kopf tragbare Anzeige **8300** beinhaltet ein Gehäuse **8301**, einen Anzeigeabschnitt **8302**, ein Objekt zum Befestigen, wie z. B. ein Band, **8304** und ein Paar von Linsen **8305**.
- [0543]** Ein Benutzer kann eine Anzeige auf dem Anzeigeabschnitt **8302** durch die Linsen **8305** sehen. Es ist vorteilhaft, dass der Anzeigeabschnitt **8302** gekrümmt ist. Wenn der Anzeigeabschnitt **8302** gekrümmt wird,

kann ein Benutzer einen hohen realistischen Eindruck von den Bildern haben. Obwohl die Struktur, die bei dieser Ausführungsform als Beispiel beschrieben wird, einen Anzeigeabschnitt **8302** beinhaltet, ist die Anzahl der bereitgestellten Anzeigeabschnitte **8302** nicht auf eins beschränkt. Beispielsweise können zwei Anzeigeabschnitte **8302** bereitgestellt werden, in welchem Falle ein Anzeigeabschnitt für ein entsprechendes Auge des Benutzers bereitgestellt wird, so dass eine dreidimensionale Anzeige unter Verwendung der Parallaxe oder dergleichen ermöglicht wird.

**[0544]** Die Anzeigevorrichtung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann in dem Anzeigeabschnitt **8302** verwendet werden. Die Anzeigevorrichtung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung weist eine sehr hohe Auflösung auf; deshalb nimmt selbst dann, wenn ein Bild unter Verwendung der Linsen **8305** vergrößert wird, wie in **Fig. 36E** dargestellt, der Benutzer Pixel nicht wahr, und daher kann ein realistischeres Bild angezeigt werden.

#### <Elektronisches Gerät 2>

**[0545]** Als Nächstes stellen **Fig. 37A** bis **Fig. 37G** Beispiele für elektronische Geräte dar, die sich von den in **Fig. 36A** bis **Fig. 36E** dargestellten unterscheiden.

**[0546]** Die in **Fig. 37A** bis **Fig. 37G** dargestellten elektronischen Geräte beinhalten jeweils ein Gehäuse **9000**, einen Anzeigeabschnitt **9001**, einen Lautsprecher **9003**, eine Bedientaste **9005** (darunter auch einen Netzschalter oder einen Bedienschalter), einen Verbindungsanschluss **9006**, einen Sensor **9007** (einen Sensor mit einer Funktion zum Messen von Kraft, Verschiebung, Position, Geschwindigkeit, Beschleunigung, Winkelgeschwindigkeit, Drehzahl, Abstand, Licht, Flüssigkeit, Magnetismus, Temperatur, chemischer Substanz, Ton, Zeit, Härte, elektrischem Feld, Strom, Spannung, elektrischer Energie, Strahlung, Durchflussmenge, Feuchtigkeit, Steigungsgrad, Schwingung, Geruch oder Infrarotstrahlen), ein Mikrofon **9008** und dergleichen.

**[0547]** Die in **Fig. 37A** bis **Fig. 37G** dargestellten elektronischen Geräte weisen verschiedene Funktionen auf, so beispielsweise eine Funktion zum Anzeigen verschiedener Informationen (eines Standbildes, eines bewegten Bildes, eines Textbildes und dergleichen) auf dem Anzeigeabschnitt, eine Touchscreen-Funktion, eine Funktion zum Anzeigen eines Kalenders, des Datums, der Zeit und dergleichen, eine Funktion zum Steuern einer Verarbeitung mit diversen Arten von Software (Programmen), eine drahtlose Kommunikationsfunktion, eine Funktion zum Verbinden mit verschiedenen Computernetzwerken mittels einer drahtlosen Kommunikationsfunktion, eine Funktion zum Übertragen und Empfangen verschiedener Daten mittels einer drahtlosen Kommunikationsfunktion, eine Funktion zum Lesen eines Programms oder Daten, das/die in einem Speichermedium gespeichert ist/sind, und Anzeigen des Programms oder der Daten auf dem Anzeigeabschnitt und dergleichen aufweisen. Es sei angemerkt, dass Funktionen der elektronischen Geräte, die in **Fig. 37A** bis **Fig. 37G** dargestellt werden, nicht darauf beschränkt sind und die elektronischen Geräte verschiedene Funktionen aufweisen können. Obwohl in **Fig. 37A** bis **Fig. 37G** nicht dargestellt, können die elektronischen Geräte jeweils eine Vielzahl von Anzeigeabschnitten aufweisen. Die elektronischen Geräte können jeweils eine Kamera oder dergleichen beinhalten und eine Funktion zum Aufnehmen eines Standbildes, eine Funktion zum Aufnehmen eines Bewegtbildes, eine Funktion zum Speichern des aufgenommenen Bildes in einem Speichermedium (einem externen Speichermedium oder einem Speichermedium, das in der Kamera eingebaut ist), eine Funktion zum Anzeigen des aufgenommenen Bildes auf dem Anzeigeabschnitt und dergleichen aufweisen.

**[0548]** Als Nächstes wird ein Rundfunksystem bzw. ein Übertragungssystem, das eines der elektronischen Geräte beinhaltet, beschrieben. Insbesondere wird hier ein System beschrieben, das ein Rundfunksignal sendet.

#### <Rundfunksystem>

**[0549]** **Fig. 38** ist ein Blockdiagramm, das ein Strukturbeispiel des Rundfunksystems schematisch darstellt. Das Rundfunksystem **1500** beinhaltet eine Kamera **1510**, einen Sender **1511** und ein elektronisches Gerätesystem **1501**. Das elektronische Gerätesystem **1501** beinhaltet einen Empfänger **1512** und eine Anzeigevorrichtung **1513**. Die Kamera **1510** beinhaltet einen Bildsensor **1520** und einen Bildprozessor **1521**. Der Sender **1511** beinhaltet einen Encoder **1522** und einen Modulator **1523**.

**[0550]** Der Empfänger **1512** und die Anzeigevorrichtung **1513** bestehen aus einer Antenne, einem Demodulator, einem Decoder, einer Logikschaltung, einem Bildprozessor und einer Anzeigeeinheit, die in dem elektronischen Gerätesystem **1501** enthalten ist. Insbesondere beinhaltet der Empfänger **1512** beispielsweise die Antenne, den Demodulator, den Decoder und die Logikschaltung, während die Anzeigevorrichtung **1513** den

Bildprozessor und die Anzeigeeinheit beinhaltet. Der Decoder und die Logikschaltung können nicht im Empfänger **1512**, sondern in der Anzeigevorrichtung **1513** enthalten sein.

**[0551]** Wenn die Kamera **1510** ein 8K-Video aufnehmen kann, weist der Bildsensor **1520** eine geeignete Anzahl von Pixeln zum Aufnehmen eines Farbbildes mit 8K-Auflösung auf. Wenn beispielsweise ein rotes (R-) Subpixel, zwei grüne (G-) Subpixel und ein blaues (B-) Subpixel in einem einzelnen Pixel enthalten sind, benötigt der Bildsensor **1520** mit einer 8K-Kamera mindestens  $7680 \times 4320 \times 4$  [R, G + G und B] Pixel, der Bildsensor **1520** mit einer 4K-Kamera benötigt mindestens  $3840 \times 2160 \times 4$  Pixel, und der Bildsensor **120** mit einer 2K-Kamera benötigt mindestens  $1920 \times 1080 \times 4$  Pixel.

**[0552]** Der Bildsensor **1520** erzeugt Rohdaten **1540**, die noch nicht verarbeitet worden sind. Der Bildprozessor **1521** führt eine Bildverarbeitung (wie z. B. eine Rauschunterdrückung oder Interpolationsverarbeitung) an den Rohdaten **1540** durch und erzeugt Videodaten **1541**. Die Videodaten **1541** werden an den Sender **1511** ausgegeben.

**[0553]** Der Sender **1511** verarbeitet die Videodaten **1541** und erzeugt ein Rundfunksignal (Trägerwelle) **1543**, das einem Rundfunkband entspricht. Der Encoder **1522** verarbeitet die Videodaten **1541** und erzeugt kodierte Daten **1542**. Der Encoder **1522** führt Verarbeitungen durch, wie beispielsweise eine Kodierung der Videodaten **1541**, ein Hinzufügen von Daten für die Sendesteuerung (z. B. Authentifizierungsdaten) zu den Videodaten **1541**, eine Verschlüsselung und ein Scrambling bzw. eine Verwürfelung (Neuordnung der Daten für die Bandspreizung).

**[0554]** Der Modulator **1523** führt eine IQ-Modulation (Quadratur-Amplitudenmodulation) an den kodierten Daten **1542** durch, um das Rundfunksignal **1543** zu erzeugen und auszugeben. Es handelt sich bei dem Rundfunksignal **1543** um ein zusammengesetztes Signal, das Daten über eine I- (identische Phasen-) Komponente und eine Q-(Quadraturphasen-) Komponente umfasst. Ein Fernsehsender befasst sich mit der Aufgabe, die Videodaten **1541** zu erhalten und das Rundfunksignal **1543** zuzuführen.

**[0555]** Der im elektronischen Gerätesystem **1501** enthaltene Empfänger **1512** empfängt das Rundfunksignal **1543**.

**[0556]** Fig. 39 stellt ein Rundfunksystem **1500A** dar, das ein anderes elektronisches Gerätesystem beinhaltet.

**[0557]** Das Rundfunksystem **1500A** beinhaltet die Kamera **1510**, den Sender **1511**, das elektronische Gerätesystem **1501A** und eine Bilderzeugungsvorrichtung **1530**. Das elektronische Gerätesystem **1501A** beinhaltet den Empfänger **1512** und die Anzeigevorrichtung **1513**. Die Kamera **1510** beinhaltet den Bildsensor **1520** und den Bildprozessor **1521**. Der Sender **1511** beinhaltet einen Encoder **1522A** und den Modulator **1523**.

**[0558]** Der Empfänger **1512** und die Anzeigevorrichtung **1513** bestehen aus einer Antenne, einem Demodulator, einem Decoder, einem Bildprozessor und einer Anzeigeeinheit, die in dem elektronischen Gerätesystem **1501A** enthalten ist. Insbesondere beinhaltet der Empfänger **1512** beispielsweise die Antenne, den Demodulator und den Decoder, während die Anzeigevorrichtung **1513** den Bildprozessor und die Anzeigeeinheit beinhaltet. Der Decoder kann nicht im Empfänger **1512**, sondern in der Anzeigevorrichtung **1513** enthalten sein.

**[0559]** Für die Kamera **1510** und den Bildsensor **1520** und den in der Kamera **1510** enthaltenen Bildprozessor **1521** gelten die obigen Beschreibungen. Der Bildprozessor **1521** erzeugt Videodaten **1541A**. Die Videodaten **1541A** werden an den Sender **1511** ausgegeben.

**[0560]** Die Bilderzeugungsvorrichtung **1530** erzeugt Bilddaten, wie z. B. einen Text, eine Figur oder ein Muster, die zu den im Bildprozessor **1521** erzeugten Bilddaten hinzugefügt werden. Die Bilddaten, wie z. B. ein Text, eine Figur oder ein Muster, werden als Videodaten **1541B** auf den Sender **1511** übertragen.

**[0561]** Der Sender **1511** verarbeitet die Videodaten **1541A** und die Videodaten **1541B** und erzeugt das Rundfunksignal (Trägerwelle) **1543**, das einem Rundfunkband entspricht. Der Encoder **1522A** verarbeitet die Videodaten **1541A** und erzeugt kodierte Daten **1542A**. Der Encoder **1522B** verarbeitet die Videodaten **1541B** und erzeugt kodierte Daten **1542B**. Der Encoder **1522A** und der Encoder **1522B** führen Verarbeitungen durch, wie beispielsweise eine Kodierung der Videodaten **1541A** bzw. der Videodaten **1522B**, ein Hinzufügen von Daten für die Sendesteuerung (z. B. Authentifizierungsdaten) zu den Videodaten **1541A** und den Videodaten **1541B**, eine Verschlüsselung oder ein Scrambling bzw. eine Verwürfelung (Neuordnung der Daten für die Bandspreizung).

**[0562]** Das Rundfunksystem **1500A** kann eine Konfiguration aufweisen, bei der ein Encoder, wie bei dem Rundfunksystem **1500**, das in **Fig. 38** dargestellt wird, zur Verarbeitung der Videodaten **1541A** und der Videodaten **1541B** verwendet wird.

**[0563]** Die kodierten Daten **1542A** und die kodierten Daten **1542B** werden auf den Modulator **1523** übertragen. Der Modulator **1523** erzeugt und gibt das Rundfunksignal **1543** aus, indem er die IQ-Modulation an den kodierten Daten **1542A** und den kodierten Daten **1542B** durchführt. Das Rundfunksignal **1543** ist ein zusammengesetztes Signal, das eine I-Komponente und eine Q-Komponente aufweist. Ein Fernsehsender befasst sich mit der Aufgabe, die Videodaten **1541** zu erhalten und das Rundfunksignal **1543** zuzuführen.

**[0564]** Der im elektronischen Gerätesystem **1501A** enthaltene Empfänger **1512** empfängt das Rundfunksignal **1543**.

**[0565]** **Fig. 40** stellt schematisch eine Datenübertragung in dem Rundfunksystem dar. **Fig. 40** stellt einen Weg dar, über den eine Funkwelle (ein Rundfunksignal) von einer Rundfunkstation **1561** auf einen Fernsehempfänger (TV) **1560** in jedem Haushalt übertragen wird. Der TV **1560** ist mit dem Empfänger **1512** und der Anzeigevorrichtung **1513** versehen. Als Beispiele für einen künstlichen Satelliten **1562** können ein Kommunikationssatellit (communication satellite, CS) und ein Rundfunksatellit (broadcast satellite, BS) angegeben werden. Als Beispiele für eine Antenne **1564** können eine BS/110° CS-Antenne und eine CS-Antenne angegeben werden. Beispiele für die Antenne **1565** umfassen eine Ultra-High-Frequency- (UHF-) Antenne.

**[0566]** Es handelt sich bei Funkwellen **1566A** und **1566B** um Rundfunksignale für Satellitenrundfunk. Wenn der künstliche Satellit **1562** die Funkwelle **1566A** empfängt, überträgt er die Funkwelle **1566B** auf die Erde. Die Antenne **1564** in jedem Haushalt empfängt die Funkwelle **1566B**, und man kann eine Satelliten-TV-Übertragung auf dem TV **1560** sehen. Alternativ wird die Funkwelle **1566B** von einer Antenne einer weiteren Rundfunkstation empfangen, und ein Empfänger der Rundfunkstation verarbeitet die Funkwelle **1566B** zu einem Signal, das über ein optisches Kabel übertragen werden kann. Die Rundfunkstation sendet das Rundfunksignal mittels eines optischen Kabelnetzes an einen Eingabeabschnitt des TV **1560** in jedem Haushalt. Es handelt sich bei Funkwellen **1567A** und **1567B** um Rundfunksignale für die terrestrische Ausstrahlung. Ein Funkturm **1563** verstärkt die empfangene Funkwelle **1567A** und überträgt sie als Funkwelle **1567B**. Auf dem TV **1560** in jedem Haushalt kann eine terrestrische TV-Ausstrahlung gesehen werden, wenn die Antenne **1565** die Funkwelle **1567B** empfängt.

**[0567]** Ein Videoverteilungssystem dieser Ausführungsform ist nicht auf ein System für eine TV-Übertragung beschränkt. Es kann sich bei den zu verteilenden Videodaten entweder um Bewegtbilddaten oder um Standbilddaten handeln.

**[0568]** **Fig. 41A** bis **Fig. 41D** stellen Strukturbeispiele eines Empfängers dar. Der TV **1560** kann mit einem Empfänger ein Rundfunksignal empfangen und die Anzeige durchführen. **Fig. 41A** stellt einen Fall dar, in dem ein Empfänger **1571** außerhalb des TV **1560** vorgesehen ist. **Fig. 41B** stellt einen weiteren Fall dar, in dem die Antennen **1564** und **1565** und der TV **1560** Datenübertragung/-empfang über drahtlose Vorrichtungen **1572** und **1573** durchführen. In diesem Fall dient die drahtlose Vorrichtung **1572** oder **1573** als Empfänger. Die drahtlose Vorrichtung **1573** kann in den TV **1560** integriert werden (siehe **Fig. 41C**).

**[0569]** Die Größe eines Empfängers kann derart verringert werden, dass er tragbar sein kann. Ein Empfänger **1574**, der in **Fig. 41D** dargestellt wird, beinhaltet einen Verbindungsabschnitt **1575**. Wenn eine Anzeigevorrichtung und ein elektronisches Gerät, wie z. B. ein Informationsendgerät (z. B. ein Personal Computer, ein Smartphone, ein Mobiltelefon oder ein Tablet-Computer), einen Anschluss beinhalten, der mit dem Verbindungsabschnitt **1575** verbunden werden kann, kann man sie verwenden, um eine Satellitenausstrahlung bzw. eine terrestrische Ausstrahlung zu schauen.

**[0570]** Eine Halbleitervorrichtung kann für den Encoder **1522** des Rundfunksystems **1500** in **Fig. 38** verwendet werden. Der Encoder **1522** kann alternativ durch Kombination von einer dedizierten IC, einem Prozessor (z. B. GPU oder CPU) und dergleichen ausgebildet werden. Alternativ kann der Encoder **1522** in einen dedizierten IC-Chip integriert werden.

**[0571]** Zumindest ein Teil dieser Ausführungsform kann in Kombination mit einer der anderen Ausführungsformen und den Beispielen, die in dieser Beschreibung beschrieben werden, in geeigneter Weise implementiert werden.

## [Beispiel 1]

**[0572]** In diesem Beispiel wurde überprüft, ob die Verwendung eines Transistors, der das Metalloxid einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung enthält, es ermöglicht, ein großes Anzeigemodul mit hoher Auflösung anzusteuern.

## [8K-Anzeige]

**[0573]** Die ITU-R-Empfehlung BT.2020-2 ist ein internationaler Standard für 8K-Anzeigen. Im Standard ist die horizontale Auflösung **7680**, die vertikale Auflösung **4320**, das Ansteuerverfahren ein progressives Verfahren und die maximale Bildrate 120 Hz.

**[0574]** **Fig. 42A** ist ein Blockdiagramm eines idealen Anzeigemoduls. In der in **Fig. 42A** dargestellten Struktur ist ein Pixelabschnitt (Pixelbereich), der über einem Substrat ausgebildet ist, mit einem Source-Treiber (Source-Driver) und einem Paar von Gate-Treibern (Gate-Driver) versehen. Das Paar von Gate-Treibern wird vorzugsweise im gleichen Prozess wie ein in einem Pixel enthaltener Transistor ausgebildet und vorzugsweise auf dem Anzeigemodul nach dem sogenannten Gate-on-Array- (GOA-) Verfahren montiert. Eine als Source-Treiber dienende IC wird vorzugsweise durch ein Chip-on-Glass- (COG-) Verfahren oder dergleichen auf dem Substrat montiert.

**[0575]** Ein Transistor, der zum Ansteuern eines solchen Anzeigemoduls mit hoher Auflösung verwendet wird, erfordert eine extrem hohe Feldeffektmobilität. In einigen Fällen, insbesondere bei einem großen Anzeigefeld, kann das Umschreiben von Bildern nicht innerhalb einer Bild-Periode erfolgen und das Ansteuern kann nicht mit einem Transistor mit geringer Feldeffektmobilität durchgeführt werden, der einen Halbleiter wie amorphes Silizium enthält.

**[0576]** Bei Verwendung eines Transistors, der amorphes Silizium enthält, kann ein Pixelabschnitt in vier Teile unterteilt werden und jeder Teil kann mit einem Source-Treiber und einem Gate-Treiber versehen werden, wie in **Fig. 42B** dargestellt. Mit einer solchen Struktur kann das Umschreiben von vier Pixelabschnitten gleichzeitig durchgeführt werden, so dass ein Bild in einer Bild-Periode neu geschrieben werden kann, auch wenn ein Transistor mit geringer Feldeffektmobilität verwendet wird. In dem Fall, in dem es schwierig ist, den Gate-Treiber nach einem GOA-Verfahren zu montieren, weil der Transistor eine geringe Feldeffektmobilität aufweist, wird eine IC, die als Gate-Treiber dient, vorzugsweise auf ähnliche Weise wie beim Source-Treiber montiert, wie in **Fig. 42B** dargestellt.

**[0577]** Die in **Fig. 42B** dargestellte Struktur hat jedoch beispielsweise folgende Probleme: Eine Erhöhung der Kosten, die sich aus einer Erhöhung der Anzahl der ICs wie des Source-Treibers und des Gate-Treibers und der Anzahl der Materialien dieser ergibt; eine Verringerung des Öffnungsverhältnisses aufgrund einer Erhöhung der Anzahl von Leitungen; eine Erhöhung der Rahmenfläche aufgrund der Implementierung der ICs; die Notwendigkeit einer Schaltung zur Synchronisation der geteilten Pixelabschnitte; und eine Verringerung der Sichtbarkeit aufgrund eines optisch wahrgenommenen Grenzabschnitts zwischen den geteilten Pixelabschnitten. Darüber hinaus ist eine Bildverarbeitung oder dergleichen zur Aufteilung der einzugebenden Bilddaten in vier Teile erforderlich; daher könnte eine großflächige Bildverarbeitungsschaltung erforderlich sein, die mit hoher Geschwindigkeit arbeiten kann.

## [Untersuchungsmodell]

**[0578]** Hier wird die Untersuchung beschrieben, ob die Verwendung eines Transistors, der das Metalloxid einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung enthält, und die Verwendung eines Transistors, der amorphes Silizium enthält, zum Vergleich den Betrieb eines großen 8K-Flüssigkristallanzeigemoduls ermöglichen.

**[0579]** Die Spezifikationen des für die Untersuchung verwendeten Flüssigkristallanzeigemoduls lauten wie folgt: Die Größe eines Pixelabschnitts betrug 65 Zoll, die Anzahl der effektiven Pixel war  $7680 \times \text{RGB (H)} \times 4320$  (V), die Pixelgröße war  $187,5 \mu\text{m} \times 187,5 \mu\text{m}$ , ein VA-Modus wurde als Flüssigkristallmodus verwendet, und die Graustufen lagen bei 12 Bit. Die Datenspannung einer Source-Treiber-IC wurde auf 3,5 V bis 14,5 V eingestellt, eine horizontale Periode wurde auf  $1,92 \mu\text{s}$  eingestellt, und es wurde ein Punktversionsansteuerverfahren verwendet. Die Taktfrequenz eines Gate-Treibers wurde auf 260,16 kHz eingestellt, die Spannung auf -6,0 V bis 22,0 V und ein gemeinsames Potential eines Flüssigkristallelements auf 9,0 V.

**[0580]** Es sei angemerkt, dass ein Subpixel einen Transistor und einen Kondensator beinhaltet. Ein Transistor, der in dem Pixel enthalten war, war ein kanalgeätzter Single-Gate-Transistor, dessen Kanallänge 4  $\mu\text{m}$  und Kanalbreite 8  $\mu\text{m}$  war. Ein Transistor, der in dem Gate-Treiber enthalten war, war ein kanalgeätzter Dual-Gate-Transistor (mit einer S-Kanal-Struktur), dessen Kanallänge 4  $\mu\text{m}$  und Kanalbreite 4000  $\mu\text{m}$  war. Das Metalloxid (CAC-OS) einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wurde in einer Halbleiterschicht jedes der Transistoren verwendet.

**[0581]** Zum Vergleich wurde der Fall untersucht, in dem hydriertes amorphes Silizium (a-Si:H) in der Halbleiterschicht jedes der Transistoren verwendet wurde.

[Untersuchung]

**[0582]** Bei der Untersuchung wurde die Summe der Zeit, bis das Potential einer Gate-Leitung vollständig fällt (Gate-Fallzeit), und der Zeit, bis das Potential einer Source-Leitung 95 % der maximalen Eingangsspannung erreicht (Source-Leitungs-ladezeit), geschätzt. Die Untersuchungsergebnisse werden nachfolgend gezeigt.

[Tabelle 2]

	Gate-Fallzeit	Source- Leitungs-ladezeit ( > 95 %)	gesamt	eine horizontale Periode	Betrieb
a-Si:H	2,25 ms	-		1,92 ms	nicht betrieben
CAC-OS	0,70 ms	1,21 ms	1,91 ms		betrieben

**[0583]** Im Falle der Verwendung des CAC-OS wurde die Summe der Gate-Fallzeit und der Source-Leitungs-ladezeit auf 1,91  $\mu\text{s}$  geschätzt, was kürzer ist als eine horizontale Periode 1,92  $\mu\text{s}$  im 120 Hz-Betrieb; dies deutet darauf hin, dass ein Betrieb möglich ist. Dementsprechend kann ein integrierter Gate-Treiber eingesetzt werden. In diesem Fall wird die Rahmenbreite auf der Gate-Treiberseite auf 3,85 mm geschätzt, so dass ein Anzeigemodul mit einer extrem schmalen Rahmenbreite hergestellt werden kann.

**[0584]** Im Gegensatz dazu hat die Gate-Fallzeit bei Verwendung von hydriertem amorphem Silizium eine horizontale Periode überschritten, so dass der Gate-Treiber nicht integriert werden kann. Es sei angemerkt, dass die Überprüfung unter der Annahme durchgeführt wurde, dass die Belastungen (loads) bei Leitungen wie der Gate-Leitung und der Source-Leitung gleich waren. Bei Verwendung von hydriertem amorphem Silizium war die Größe des im Pixel vorgesehenen Transistors jedoch groß; somit war die Last größer als bei Verwendung des CAC-OS.

**[0585]** Anschließend wurde das Verhältnis zwischen der Bildrate und der Bildschirmgröße (der Größe des Pixelabschnitts), mit der der Gate-Treiber integriert werden kann, für den Fall der Verwendung des CAC-OS und für den Fall der Verwendung von hydriertem amorphem Silizium bestimmt.

**[0586]** **Fig. 43** zeigt die Ergebnisse. In **Fig. 43** stellt die Längsachse die Bildschirmgröße und die Querachse die Bildrate dar. Es kann bestätigt werden, dass der Einsatz des CAC-OS ein 12-Bit-Anzeigefeld von bis zu 70 Zoll mit 8K Auflösung und einer Bildrate von 120 Hz bereitstellen kann, in das ein Gate-Treiber integriert werden kann.

**[0587]** Die vorstehenden Ergebnisse zeigen, dass die Verwendung des Metalloxids einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ein großes Anzeigemodul mit hoher Auflösung bereitstellen kann.

[Beispiel 2]

**[0588]** In diesem Beispiel wurden die Transistoren einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung hergestellt. Darüber hinaus wurden die  $I_d$ - $V_g$ -Eigenschaften der Transistoren zur Zuverlässigkeitsbewertung gemessen.

[Herstellung des Transistors]

**[0589]** Als Erstes wurden Transistoren, die jeweils dem vorstehend beschriebenen Transistor **100E** entsprechen, hergestellt, um die elektrischen Eigenschaften der Transistoren zu messen. In diesem Beispiel wurden die nachfolgend beschriebene Probe **A1** und Probe **A2** hergestellt.

**[0590]** Die Proben **A1** und **A2** enthielten jeweils einen Transistor, dessen Kanallänge **L** 3 µm betrug und dessen Kanalbreite **W50** µm betrug.

[Herstellungsverfahren der Proben A1 und A2]

**[0591]** Als Erstes wurde mit einer Sputtervorrichtung ein 100 nm dicker Wolframfilm über einem Glassubstrat ausgebildet. Anschließend wurde der leitfähige Film durch ein Photolithographieverfahren verarbeitet, um den leitfähigen Film **104** auszubilden, der als erste Gate-Elektrode dient.

**[0592]** Anschließend wurden vier Isolierfilme über dem Substrat und dem leitfähigen Film **104** angeordnet, um den Isolierfilm **106** auszubilden, der als erster Gate-Isolierfilm dient. Zur Ausbildung des Isolierfilms **106** wurden die Filme kontinuierlich im Vakuum mit einer plasmaunterstützten chemischen Gasphasenabscheidungs- (plasma-enhanced chemical vapor deposition, PECVD-) Vorrichtung ausgebildet. Zur Ausbildung des Isolierfilms **106** wurden ein 50 nm dicker Siliziumnitridfilm, ein 300 nm dicker Siliziumnitridfilm, ein 50 nm dicker Siliziumnitridfilm und ein 50 nm dicker Siliziumoxynitridfilm in dieser Reihenfolge von unten aus übereinander angeordnet.

**[0593]** Als Nächstes wurden zwei Metalloxidfilme (ein erster Metalloxidfilm und ein zweiter Metalloxidfilm) nacheinander über dem Isolierfilm **106** ausgebildet. Anschließend wurden die übereinander angeordneten Metalloxidfilme zu einer Inselform verarbeitet, um den Metalloxidfilm **108** auszubilden.

**[0594]** Es sei angemerkt, dass die Metalloxidfilme in der Probe **A1** und der Probe **A2** unter verschiedenen Bedingungen ausgebildet wurden.

<Ausbildung des Metalloxidfilms in der Probe A1 >

**[0595]** In der Probe **A1** wurde der erste Metalloxidfilm unter Verwendung eines 20 nm dicken In-Ga-Zn-Films und der zweite Metalloxidfilm unter Verwendung eines 25 nm dicken In-Ga-Zn-Films ausgebildet.

**[0596]** Der erste Metalloxidfilm wurde unter den folgenden Bedingungen ausgebildet: Die Substrattemperatur betrug 130 °C; ein Argongas mit einer Durchflussrate von 180 sccm und ein Sauerstoffgas mit einer Durchflussrate von 20 sccm wurden in eine Kammer einer Sputtervorrichtung eingeleitet; der Druck war 0,6 Pa; und eine Wechselstromleistung von 2,5 kW wurde an ein Metalloxidtarget angelegt, das Indium, Gallium und Zink enthielt (In:Ga:Zn = 4:2:4,1 [Atomverhältnis]). Der Sauerstoffanteil im gesamten Abscheidungsgas wird in einigen Fällen als Prozentsatz der Sauerstoffgasdurchflussrate bezeichnet. Der Prozentsatz der Sauerstoffgasdurchflussrate zum Zeitpunkt der Ausbildung des ersten Metalloxidfilms betrug 10 %.

**[0597]** Der zweite Metalloxidfilm wurde unter den gleichen Abscheidungsbedingungen wie der erste Metalloxidfilm ausgebildet, mit Ausnahme der Durchflussrate eines Sputtergases. Insbesondere wurde die Einleitung des Argongases in die Kammer gestoppt, und ein Sauerstoffgas mit einer Durchflussrate von 200 sccm wurde in die Kammer der Sputtervorrichtung eingeleitet. Der Prozentsatz der Sauerstoffgasdurchflussrate zum Zeitpunkt der Ausbildung des zweiten Metalloxidfilms betrug 100 %.

<Ausbildung des Metalloxidfilms in der Probe A2>

**[0598]** In der Probe **A2** wurde der erste Metalloxidfilm unter Verwendung eines 20 nm dicken In-Ga-Zn-Films und der zweite Metalloxidfilm unter Verwendung eines 25 nm dicken In-Ga-Zn-Films ausgebildet.

**[0599]** Der erste Metalloxidfilm wurde unter den folgenden Bedingungen ausgebildet: Die Substrattemperatur betrug 170 °C; ein Argongas mit einer Durchflussrate von 140 sccm und ein Sauerstoffgas mit einer Durchflussrate von 60 sccm wurden in eine Kammer einer Sputtervorrichtung eingeleitet; der Druck war 0,6 Pa; und eine Wechselstromleistung von 2,5 kW wurde an ein Metalloxidtarget angelegt, das Indium, Gallium und Zink enthielt (In:Ga:Zn = 4:2:4,1 [Atomverhältnis]). Der Prozentsatz der Sauerstoffgasdurchflussrate zum Zeitpunkt der Ausbildung des ersten Metalloxidfilms betrug 30 %.

**[0600]** Der zweite Metalloxidfilm wurde unter den folgenden Bedingungen ausgebildet: Die Substrattemperatur betrug 170 °C; ein Argongas mit einer Durchflussrate von 100 sccm und ein Sauerstoffgas mit einer Durchflussrate von 100 sccm wurden in eine Kammer einer Sputtervorrichtung eingeleitet; der Druck war 0,6 Pa; und eine Wechselstromleistung von 2,5 kW wurde an ein Metalloxidtarget angelegt, das Indium, Gallium und Zink

enthielt (In:Ga:Zn = 1:1:1,2 [Atomverhältnis]). Der Prozentsatz der Sauerstoffgasdurchflussrate zum Zeitpunkt der Ausbildung des zweiten Metalloxidfilms betrug 50 %.

**[0601]** Die Metalloxidfilme **108** in Probe **A1** und Probe **A2** wurden in den obigen Schritten ausgebildet.

**[0602]** Als Nächstes wurde eine Wärmebehandlung bei einer Erwärmungstemperatur von 350 °C wie folgt durchgeführt: Eine Wärmebehandlung in einer Stickstoffatmosphäre wurde eine Stunde lang durchgeführt, anschließend wurde eine Wärmebehandlung in einer stickstoff- und sauerstoffhaltigen Mischgasatmosphäre eine Stunde lang durchgeführt.

**[0603]** Anschließend wurde ein leitfähiger Film über dem Isolierfilm **106** und dem Metalloxidfilm **108** ausgebildet und verarbeitet, so dass die leitfähigen Filme **112a** und **112b** ausgebildet wurden. Für den leitfähigen Film wurden mit einer Sputtervorrichtung ein 30 nm dicker erster Titanfilm und ein 200 nm dicker Kupferfilm in dieser Reihenfolge ausgebildet. Danach wurde der Kupferfilm durch ein Photolithographieverfahren geätzt und dann wurde mit der Sputtervorrichtung ein 50 nm dicker zweiter Titanfilm ausgebildet. Anschließend wurden der erste Titanfilm und der zweite Titanfilm durch ein Photolithographieverfahren geätzt, wodurch die leitfähigen Filme **112a** und **112b** ausgebildet wurden.

**[0604]** Als Nächstes wurde eine freiliegende Oberfläche des Metalloxidfilms **108** (auf der Rückkanalseite) mit Phosphorsäure gewaschen.

**[0605]** Dann wurde der Isolierfilm **114** über dem Isolierfilm **106**, dem Metalloxidfilm **108** und den leitfähigen Filmen **112a** und **112b** ausgebildet, und der Isolierfilm **116** wurde über dem Isolierfilm **114** ausgebildet. Der Isolierfilm **114** und der Isolierfilm **116** wurden nacheinander im Vakuum mit einer plasmaunterstützten chemischen Gasphasenabscheidungs- (plasma-enhanced chemical vapor deposition, PECVD-) Vorrichtung ausgebildet. Der Isolierfilm **114** wurde unter Verwendung eines 30 nm dicken Siliziumoxynitridfilms ausgebildet und der Isolierfilm **116** wurde unter Verwendung eines 400 nm dicken Siliziumoxynitridfilms ausgebildet.

**[0606]** Als Nächstes wurde eine Stunde lang eine Wärmebehandlung bei einer Erwärmungstemperatur von 350 °C in einer Stickstoffatmosphäre durchgeführt.

**[0607]** Anschließend wurde ein leitfähiger Film über dem Isolierfilm **116** ausgebildet. Ein 6 nm dicker ITSO-Film wurde als leitfähiger Film durch eine Sputtervorrichtung ausgebildet.

**[0608]** Anschließend wurde dem Isolierfilm **116** über den leitfähigen Film durch eine Plasmabehandlung Sauerstoff zugesetzt. Bei der Plasmabehandlung wurde das Plasma in einer Atmosphäre mit einem Sauerstoffgas entladen.

**[0609]** Als Nächstes wurde der leitfähige Film entfernt.

**[0610]** Anschließend wurde der Isolierfilm **118** über dem Isolierfilm **116** ausgebildet. Ein 100 nm dicker Siliziumnitridfilm wurde als Isolierfilm **118** mit einer plasmaunterstützten chemischen Gasphasenabscheidungs- (plasma-enhanced chemical vapor deposition, PECVD-) Vorrichtung ausgebildet.

**[0611]** Dann wurde eine Öffnung in einem gewünschten Bereich des Isolierfilms ausgebildet. Die Öffnung wurde durch ein Trockenätzverfahren ausgebildet.

**[0612]** Ein leitfähiger Film wurde anschließend ausgebildet, um die Öffnung zu füllen, und zu einer Inselform verarbeitet, wodurch der leitfähige Film **120a**, der als zweite Gate-Elektrode dient, ausgebildet wurde. Als leitfähiger Film **120a** wurde ein 100 nm dicker ITSO-Film mit einer Sputtervorrichtung ausgebildet.

**[0613]** Als Nächstes wurde ein Isolierfilm über dem Isolierfilm **118** und dem leitfähigen Film **120a** ausgebildet. Ein 1,5 µm dickes lichtempfindliches Harz auf Acrylbasis wurde für den Isolierfilm verwendet.

**[0614]** Auf die vorstehende Weise wurden die Probe **A1** und die Probe **A2** hergestellt.

[ $I_d$ - $V_g$ -Eigenschaften des Transistors]

**[0615]** Als Nächstes wurden die  $I_d$ - $V_g$ -Eigenschaften der hergestellten Transistoren in der Probe **A1** und der Probe **A2** gemessen. Bei der Messung der  $I_d$ - $V_g$ -Eigenschaften der Transistoren wurden eine Spannung, die



an den als erste Gate-Elektrode dienenden leitfähigen Film angelegt wurde (im Folgenden wird die Spannung auch als Gate-Spannung ( $V_g$ ) bezeichnet), und eine Spannung, die an den als zweite Gate-Elektrode dienenden leitfähigen Film angelegt wurde (im Folgenden wird die Spannung auch als Rückgate-Spannung ( $V_{bg}$ ) bezeichnet), in Schritten von 0,25 V von -15 V auf +20 V geändert. Eine Spannung, die an den als Source-Elektrode dienenden leitfähigen Film angelegt wurde (im Folgenden wird die Spannung auch als Source-Spannung ( $V_s$ ) bezeichnet), betrug 0 V (comm) und Spannungen, die an den als Drain-Elektrode dienenden leitfähigen Film angelegt wurden (im Folgenden werden die Spannungen auch als Drain-Spannung ( $V_d$ ) bezeichnet), betrugen 0,1 V und 20 V.

**[0616]** Fig. 44A und Fig. 44B zeigen die Ergebnisse der  $I_d$ - $V_g$ -Eigenschaften von Probe A1 bzw. Probe A2. In Fig. 44A und Fig. 44B stellen jeweils die erste vertikale Achse  $I_d$  (A), die zweite vertikale Achse die Feldeffektmobilität ( $\mu_{FE}$  ( $\text{cm}^2/\text{Vs}$ )) und die horizontale Achse  $V_g$  (V) dar. Es sei angemerkt, dass die Feldeffektmobilität gemessen wurde, als  $V_d$  20 V war.

<Feldeffektmobilität>

**[0617]** Hier wird die Feldeffektmobilität beschrieben. Als Index für die Stromtreiberfähigkeit eines Transistors wird die Feldeffektmobilität verwendet. Der Ein-Bereich des Transistors ist in einen linearen Bereich und einen Sättigungsbereich unterteilt. Aus den Eigenschaften der Bereiche kann die Feldeffektmobilität des Transistors auf Grundlage der analytischen Formeln des Drain-Stroms basierend auf gradueller Kanalapproximation (gradual channel approximation) berechnet werden. Die Feldeffektmobilität in dem linearen Bereich und die Feldeffektmobilität in dem Sättigungsbereich werden als lineare Mobilität bzw. Sättigungsmobilität bezeichnet, wenn sie voneinander unterschieden werden müssen. Die Sättigungsmobilität wird durch die folgende Formel (1) dargestellt.

[Formel 1]

$$\mu_{FE}^{\text{sat}} = \frac{2L}{WC_{OX}} \left( \frac{\partial \sqrt{I_d}}{\partial V_g} \right)^2 \quad (1)$$

**[0618]** In dieser Beschreibung und dergleichen werden Kurven, die aus der Formel (1) berechnet werden, als Mobilitätskurven bezeichnet. Fig. 44A und Fig. 44B zeigen Mobilitätskurven der Sättigungsmobilität, die aus den  $I_d$ - $V_g$ -Eigenschaften unter Verwendung der Formel (1) geschätzt werden.

**[0619]** Wie in den Fig. 44A und Fig. 44B dargestellt, wurden unter beiden Bedingungen Transistoren mit hoher Feldeffektmobilität und günstigen Schalteigenschaften hergestellt.

[Gate-Vorspannungs- Temperatur-Stresstest]

**[0620]** Fig. 47 zeigt die Ergebnisse der Stresstests der Probe A1. Als Stresstests wurden Gate-Vorspannungs-Temperatur-Stresstests (gate bias-temperature stress tests, GBT-Tests) durchgeführt. Ein GBT-Test ist eine Art Beschleunigungstest und kann in kurzer Zeit eine Änderung der Transistoreigenschaften durch Langzeitanwendung bewerten. Hier wurde bei jedem der GBT-Tests das Substrat, über dem der Transistor ausgebildet war, bei 60 °C gehalten, wurde 0 V an die Source und den Drain des Transistors angelegt und wurden 30 V oder -30 V an das Gate angelegt; dieser Zustand wurde 3600 Sekunden lang gehalten. Es sei angemerkt, dass ein Test, bei dem eine positive Spannung an ein Gate angelegt wird, als **PBTS** und ein Test, bei dem eine negative Spannung an ein Gate angelegt wird, als **NBTS** bezeichnet wird. Darüber hinaus wurden 30 V oder -30 V an das Gate unter Lichtbestrahlung mit einer weißen LED bei 10000 lx angelegt; dieser Zustand wurde für 3600 Sekunden gehalten. Es sei angemerkt, dass ein Test, bei dem eine positive Spannung an ein Gate angelegt wird, als **PBITS** und ein Test, bei dem eine negative Spannung an ein Gate angelegt wird, als **NBITS** bezeichnet wird.

**[0621]** Fig. 47 zeigt die Ergebnisse der GBT-Tests. Die Ergebnisse in Fig. 47 deuten darauf hin, dass der Änderungsbetrag des Schwellenwerts ( $\Delta V_{th}$ ) kleiner als oder gleich  $\pm 1$  V ist, was vorteilhaft ist. Die wahrscheinlichen Faktoren für die günstigen Ergebnisse bei den GBT-Tests sind beispielsweise wie folgt: Eine Schichtanordnung aus einem CAC-OS-Film und einem CAAC-OS-Film wird für den Metalloxidfilm 108 des in der Probe A1 enthaltenen Transistors verwendet; ein vergrabener Kanal wird gebildet; und ein Einfluss von Defekten und Schäden an der Grenzfläche zwischen dem Metalloxidfilm 108 und dem Isolierfilm 114 bei einem Rückkanal wird reduziert.

## [Zuverlässigkeitsbewertung 1]

**[0622]** Anschließend wurde eine Zuverlässigkeitsbewertung an jeder der Proben **A1** und **A2** durchgeführt.

**[0623]** Bei der Zuverlässigkeitsbewertung wurde wiederholt eine Impulsspannung an Transistoren angelegt, um die Transistoren anzusteuern, und die Änderungsraten der Durchlassströme wurden gemessen.

**[0624]** Bei der Messung wurde eine Impulsspannung, deren Hochspannung 20 V und Niederspannung -8 V betrug, an die ersten Gate-Elektroden, die zweiten Gate-Elektroden und die Drain-Elektroden angelegt, während an die Source-Elektroden ein konstantes Potential von -8 V angelegt wurde. Die Frequenz der Impulsspannung betrug etwa 17,1 kHz, und eine Periode, in der eine Spannung von 20 V angelegt wurde, machte 20 % aus und eine Periode, in der eine Spannung von -8 V angelegt wurde, machte 80 % aus (d. h. ein Tastverhältnis (duty cycle) betrug 20 %).

**[0625]** Nachdem die Impulsspannung für eine bestimmte Zeit angelegt worden war, wurden die Durchlassströme der Transistoren gemessen. Bei der Messung der Durchlassströme wurden die Gate-Spannung ( $V_g$ ) und die Rückgate-Spannung ( $V_{bg}$ ) auf 15 V, die Source-Spannung ( $V_s$ ) auf 0 V (comm), die Drain-Spannung ( $V_d$ ) auf 5 V und eine Abtastzeit bei der Messung auf 7,5 msec (Tastverhältnis: 7,5) eingestellt.

**[0626]** Die Transistoren in den für die Messung verwendeten Proben **A1** und **A2** hatten jeweils eine Kanallänge von 4  $\mu\text{m}$  und eine Kanalbreite von 1000  $\mu\text{m}$ .

**[0627]** **Fig. 45A** zeigt die Änderungsraten der Durchlassströme der Proben **A1** und **A2**, die aus den gemessenen  $I_d$ - $V_g$ -Eigenschaften geschätzt wurden. In **Fig. 45A** stellt die Querachse die Zeit und die Längsachse die Änderungsrate des Durchlassstroms dar.

**[0628]** **Fig. 45B** zeigt die Zeit bis zum Absinken des Durchlassstroms auf 50 %. Es sind etwa 4,2 Stunden bei Probe **A2** und etwa 55,5 Stunden bei Probe **A1**.

**[0629]** Die obigen Ergebnisse zeigen, dass ein Transistor, der das Metalloxid einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung enthält, eine hohe Zuverlässigkeit aufweist.

## [Zuverlässigkeitsbewertung 2]

**[0630]** Als Nächstes wurde eine Zuverlässigkeitsbewertung unter anderen Bedingungen als denjenigen der obigen Zuverlässigkeitsbewertung durchgeführt. Die Zuverlässigkeitsbewertung wurde an drei Transistoren durchgeführt, die unter den gleichen Bedingungen wie die Probe **A1** hergestellt wurden. Die Kanallängen der drei Transistoren waren 3  $\mu\text{m}$ , 4  $\mu\text{m}$  und 6  $\mu\text{m}$ , und die Kanalbreiten der drei Transistoren waren jeweils 1000  $\mu\text{m}$ . Es sei angemerkt, dass die Ergebnisse der Zuverlässigkeitsbewertung zwischen der Zuverlässigkeitsbewertung 1 und der Zuverlässigkeitsbewertung 2 leicht voneinander abweichen, da verschiedene Proben gemessen wurden.

**[0631]** Bei der Messung wurde eine Impulsspannung, deren Hochspannung 20 V und Niederspannung -9 V betrug, an die ersten Gate-Elektroden, die zweiten Gate-Elektroden und die Drain-Elektroden angelegt, während an die Source-Elektroden ein konstantes Potential von -9 V angelegt wurde. In Hinblick auf die Impulsspannung machte eine Periode, in der eine Spannung von 20 V angelegt wurde, 20 % aus und eine Periode, in der eine Spannung von -9 V angelegt wurde, machte 80 % aus (d. h. ein Tastverhältnis betrug 20 %).

**[0632]** Nachdem die Impulsspannung für eine bestimmte Zeit angelegt worden war, wurden die Durchlassströme der Transistoren gemessen. Bei der Messung der Durchlassströme wurden die Gate-Spannung ( $V_g$ ) und die Rückgate-Spannung ( $V_{bg}$ ) auf 15 V, die Source-Spannung ( $V_s$ ) auf 0 V (comm), die Drain-Spannung ( $V_d$ ) auf 5 V und eine Abtastzeit bei der Messung auf 7,5 msec (Tastverhältnis: 7,5) eingestellt.

**[0633]** **Fig. 48A** und **Fig. 48B** zeigen die Messergebnisse. **Fig. 48A** zeigt die Messergebnisse in einem Semi-Log-Diagramm und **Fig. 48B** zeigt die Messergebnisse in einem Log-Log-Diagramm. In **Fig. 48A** und **Fig. 48B** stellen jeweils die Querachse die Messzeit und die Längsachse die Änderungsrate des Durchlassstroms bei der Zuverlässigkeitsbewertung dar. Aus den Ergebnissen in **Fig. 48B** kann geschätzt werden, dass es etwa 125.000 sec dauert, bis der Durchlassstrom durch Degradation auf 70 % absinkt. Die obigen Ergebnisse zeigen, dass ein Transistor, der das Metalloxid einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung enthält, eine hohe Zuverlässigkeit aufweist.

## [Herstellung des Transistors]

**[0634]** Als Nächstes wurden Transistoren, die jeweils dem vorstehend beschriebenen Transistor **100A** entsprechen, hergestellt, um die elektrischen Eigenschaften der Transistoren zu messen. In diesem Beispiel wurden die nachfolgend beschriebene Probe **A3** und Probe **A4** hergestellt. Es sei angemerkt, dass sich in jedem der Transistoren in den Proben **A3** und **A4** die Anordnungsreihenfolge des leitfähigen Films **120a** und des Isolierfilms **118** von derjenigen im Transistor **100A** unterschied.

**[0635]** Die Proben **A3** und **A4** enthielten jeweils einen Transistor, dessen Kanallänge **L** 2  $\mu\text{m}$  betrug und dessen Kanalbreite **W50**  $\mu\text{m}$  betrug.

## [Herstellungsverfahren der Proben A3 und A4]

**[0636]** Als Erstes wurde mit einer Sputtervorrichtung ein 100 nm dicker Wolframfilm über einem Glassubstrat ausgebildet. Anschließend wurde der leitfähige Film durch ein Photolithographieverfahren verarbeitet, um den leitfähigen Film **104** auszubilden, der als erste Gate-Elektrode dient.

**[0637]** Als Nächstes wurden verschiedene Isolierfilme **106** für die Proben **A3** und **A4** ausgebildet.

**[0638]** Für die Probe **A3** wurden vier Isolierfilme über dem Substrat und dem leitfähigen Film **104** angeordnet, um den Isolierfilm **106** auszubilden, der als erster Gate-Isolierfilm dient. Zur Ausbildung des Isolierfilms **106** in Probe **A3** wurden die Filme kontinuierlich im Vakuum mit einer PECVD-Vorrichtung ausgebildet. Zur Ausbildung des Isolierfilms **106** in Probe **A3** wurden ein 50 nm dicker Siliziumnitridfilm, ein 300 nm dicker Siliziumnitridfilm, ein 50 nm dicker Siliziumnitridfilm und ein 50 nm dicker Siliziumoxynitridfilm in dieser Reihenfolge von unten aus übereinander angeordnet.

**[0639]** Für Probe **A4** wurden drei Isolierfilme über dem Substrat und dem leitfähigen Film **104** angeordnet, um den Isolierfilm **106** auszubilden, der als erster Gate-Isolierfilm dient. Zur Ausbildung des Isolierfilms **106** in Probe **A4** wurden die Filme kontinuierlich im Vakuum mit einer PECVD-Vorrichtung ausgebildet. Zur Ausbildung des Isolierfilms **106** in Probe **A4** wurden ein 50 nm dicker Siliziumnitridfilm, ein 300 nm dicker Siliziumnitridfilm und ein 50 nm dicker Siliziumnitridfilm in dieser Reihenfolge von unten aus übereinander angeordnet. Bei der Probe **A4** wurde nach der Ausbildung des Isolierfilms **106** eine Sauerstoffplasmabehandlung an einer Oberfläche des Isolierfilms **106** durchgeführt.

**[0640]** Als Nächstes wurden zwei Metalloxidfilme (ein erster Metalloxidfilm und ein zweiter Metalloxidfilm) nacheinander über dem Isolierfilm **106** ausgebildet. Anschließend wurden die übereinander angeordneten Metalloxidfilme zu einer Inselform verarbeitet, um den Metalloxidfilm **108** auszubilden.

**[0641]** Der erste Metalloxidfilm wurde unter Verwendung eines 10 nm dicken In-Ga-Zn-Films und der zweite Metalloxidfilm wurde unter Verwendung eines 25 nm dicken In-Ga-Zn-Films ausgebildet.

**[0642]** Der erste Metalloxidfilm wurde unter den folgenden Bedingungen ausgebildet: Die Substrattemperatur betrug 130 °C; ein Argongas mit einer Durchflussrate von 180 sccm und ein Sauerstoffgas mit einer Durchflussrate von 20 sccm wurden in eine Kammer einer Sputtervorrichtung eingeleitet; der Druck war 0,6 Pa; und eine Wechselstromleistung von 2,5 kW wurde an ein Metalloxidtarget angelegt, das Indium, Gallium und Zink enthielt (In:Ga:Zn = 4:2:4,1 [Atomverhältnis]). Der Prozentsatz der Sauerstoffgasdurchflussrate zum Zeitpunkt der Ausbildung des ersten Metalloxidfilms betrug 10 %.

**[0643]** Der zweite Metalloxidfilm wurde unter den gleichen Abscheidungsbedingungen wie der erste Metalloxidfilm ausgebildet, mit Ausnahme der Durchflussrate eines Sputtergases. Insbesondere wurde die Einleitung des Argongases in die Kammer gestoppt, und ein Sauerstoffgas mit einer Durchflussrate von 200 sccm wurde in die Kammer der Sputtervorrichtung eingeleitet. Der Prozentsatz der Sauerstoffgasdurchflussrate zum Zeitpunkt der Ausbildung des zweiten Metalloxidfilms betrug 100 %.

**[0644]** Als Nächstes wurde eine Wärmebehandlung bei einer Erwärmungstemperatur von 350 °C wie folgt durchgeführt: Eine Wärmebehandlung in einer Stickstoffatmosphäre wurde eine Stunde lang durchgeführt, anschließend wurde eine Wärmebehandlung in einer stickstoff- und sauerstoffhaltigen Mischgasatmosphäre eine Stunde lang durchgeführt.

[0645] Anschließend wurde ein leitfähiger Film über dem Isolierfilm **106** und dem Metalloxidfilm **108** ausgebildet und verarbeitet, so dass die leitfähigen Filme **112a** und **112b** ausgebildet wurden. Für den leitfähigen Film wurden mit einer Sputtervorrichtung ein 50 nm dicker Wolframfilm, ein 400 nm dicker Aluminiumfilm und ein 100 nm dicker Titanfilm in dieser Reihenfolge ausgebildet. Anschließend wurde der leitfähige Film durch ein Photolithographieverfahren geätzt, wodurch die leitfähigen Filme **112a** und **112b** ausgebildet wurden.

[0646] Als Nächstes wurde eine freiliegende Oberfläche des Metalloxidfilms **108** (auf der Rückkanalseite) mit Phosphorsäure gewaschen.

[0647] Dann wurde der Isolierfilm **114** über dem Isolierfilm **106**, dem Metalloxidfilm **108** und den leitfähigen Filmen **112a** und **112b** ausgebildet, und der Isolierfilm **116** wurde über dem Isolierfilm **114** ausgebildet. Der Isolierfilm **114** und der Isolierfilm **116** wurden nacheinander im Vakuum mit einer PECVD-Vorrichtung ausgebildet. Der Isolierfilm **114** wurde unter Verwendung eines 30 nm dicken Siliziumoxynitridfilms ausgebildet und der Isolierfilm **116** wurde unter Verwendung eines 400 nm dicken Siliziumoxynitridfilms ausgebildet.

[0648] Als Nächstes wurde eine Stunde lang eine Wärmebehandlung bei einer Erwärmungstemperatur von 350 °C in einer Stickstoffatmosphäre durchgeführt.

[0649] Anschließend wurde ein leitfähiger Film über dem Isolierfilm **116** ausgebildet. Ein 6 nm dicker ITSO-Film wurde als leitfähiger Film durch eine Sputtervorrichtung ausgebildet.

[0650] Anschließend wurde dem Isolierfilm **116** über den leitfähigen Film durch eine Plasmabehandlung Sauerstoff zugesetzt. Bei der Plasmabehandlung wurde das Plasma in einer Atmosphäre mit einem Sauerstoffgas entladen.

[0651] Als Nächstes wurde der leitfähige Film entfernt.

[0652] Anschließend wurde der Isolierfilm **118** über dem Isolierfilm **116** ausgebildet. Ein 100 nm dicker Siliziumnitridfilm wurde als Isolierfilm **118** mit einer PECVD-Vorrichtung ausgebildet.

[0653] Dann wurde eine Öffnung in einem gewünschten Bereich des Isolierfilms ausgebildet. Die Öffnung wurde durch ein Trockenätzverfahren ausgebildet.

[0654] Ein leitfähiger Film wurde anschließend ausgebildet, um die Öffnung zu füllen, und zu einer Inselform verarbeitet, wodurch der leitfähige Film **120a**, der als zweite Gate-Elektrode dient, ausgebildet wurde. Als leitfähiger Film **120a** wurde ein 100 nm dicker ITSO-Film mit einer Sputtervorrichtung ausgebildet.

[0655] Als Nächstes wurde ein Isolierfilm über dem Isolierfilm **118** und dem leitfähigen Film **120a** ausgebildet. Ein 1,5 µm dickes lichtempfindliches Harz auf Acrylbasis wurde für den Isolierfilm verwendet.

[0656] Auf die vorstehende Weise wurden die Probe **A3** und die Probe **A4** hergestellt.

#### [ $I_d$ - $V_g$ -Eigenschaften des Transistors]

[0657] Als Nächstes wurden die  $I_d$ - $V_g$ -Eigenschaften der Transistoren in den Proben **A3** und **A4** gemessen. Es sei angemerkt, dass zehn Transistoren für jede Probe hergestellt wurden. Die  $I_d$ - $V_g$ -Eigenschaften der Transistoren wurden unter den folgenden Bedingungen gemessen:  $V_g$  und  $V_{bg}$  wurden jeweils von -15 V auf +15 V in Schritten von 0,25 V verändert,  $V_s$  wurde auf 0 V (comm) eingestellt und  $V_d$  wurde auf 0,1 V oder 20 V eingestellt.

[0658] Fig. 54A zeigt die  $I_d$ - $V_g$ -Eigenschaften der zehn Transistoren der Probe **A3**. Fig. 54B zeigt die  $I_d$ - $V_g$ -Eigenschaften der zehn Transistoren der Probe **A4**. Die Querachse in jeder der Fig. 54A und Fig. 54B stellt  $V_g$  dar. Die Längsachse in jeder der Fig. 54A und Fig. 54B stellt den Drain-Strom ( $I_d$ ) auf einer logarithmischen Skala dar. Eine Profilgruppe 331 in Fig. 54A zeigt die  $I_d$ - $V_g$ -Eigenschaften der Transistoren der Probe **A3**, wenn  $V_d$  0,1 V beträgt. Eine Profilgruppe 332 in Fig. 54A zeigt die  $I_d$ - $V_g$ -Eigenschaften der Transistoren der Probe **A3**, wenn  $V_d$  20 V beträgt. Eine Profilgruppe 341 in Fig. 54B zeigt die  $I_d$ - $V_g$ -Eigenschaften der Transistoren der Probe **A4**, wenn  $V_d$  0,1 V beträgt. Eine Profilgruppe 342 in Fig. 54B zeigt die  $I_d$ - $V_g$ -Eigenschaften der Transistoren der Probe **A4**, wenn  $V_d$  20 V beträgt.

**[0659]** Die Ergebnisse in **Fig. 54A** und **Fig. 54B** deuten darauf hin, dass sowohl in der Probe **A3** als auch in der Probe **A4** die Transistoren einen niedrigen Sperrstrom aufweisen und die Schwankungen zwischen den Transistoren gering ist. Dies deutet darauf hin, dass die Transistoren der Probe **A3** und die Transistoren der Probe **A4** vorteilhafte elektrische Eigenschaften aufweisen.

[Gate-Vorspannungs-Temperatur-Stresstest]

**[0660]** Anschließend wurden GBT-Tests an Transistoren der Proben **A3** und **A4** durchgeführt. Die Transistoren hatten jeweils eine Kanallänge  $L$  von 3  $\mu\text{m}$  und eine Kanalbreite  $W$  von 50  $\mu\text{m}$ . Hier wurde bei jedem der GBT-Tests ein Substrat, über dem der Transistor ausgebildet war, bei 60 °C gehalten, wurde 0 V an eine Source und einen Drain des Transistors angelegt und wurden 30 V oder -30 V an ein Gate angelegt; dieser Zustand wurde für 3600 Sekunden gehalten. Es sei angemerkt, dass ein Test, bei dem eine positive Spannung an ein Gate angelegt wird, als PBTS und ein Test, bei dem eine negative Spannung an ein Gate angelegt wird, als NBTS bezeichnet wird. Darüber hinaus wurden 30 V oder -30 V an das Gate unter Lichtbestrahlung mit einer weißen LED bei 10000 lx angelegt; dieser Zustand wurde für 3600 Sekunden gehalten. Es sei angemerkt, dass ein Test, bei dem eine positive Spannung an ein Gate angelegt wird, als PBITS und ein Test, bei dem eine negative Spannung an ein Gate angelegt wird, als NBITS bezeichnet wird.

**[0661]** **Fig. 55** zeigt die Ergebnisse der GBT-Tests. Die Änderungsbeträge des Schwellenwerts ( $\Delta V_{\text{th}}$ ) des Transistors der Probe **A3** beträgt 0,49 V bei PBTS, 0,04 V bei NBTS, 0,06 V bei PBITS und -0,50 V bei NBITS. Wohingegen  $\Delta V_{\text{th}}$  des Transistors der Probe **A4** bei PBTS 0,74 V, bei NBTS 0,05 V, bei PBITS 0,11 V und bei NBITS -1,96 V ist. Die Änderungsbeträge von  $V_{\text{th}}$  der Transistoren der Proben **A3** und **A4** aufgrund der GBT-Tests ist kleiner als 2 V. Dies deutet darauf hin, dass die Transistoren der Proben **A3** und **A4** eine hohe Zuverlässigkeit aufweisen.

**[0662]** Im Allgemeinen beinhaltet ein Transistor, bei dem eine hydrierte amorphe Siliziumschicht für eine Halbleiterschicht verwendet wird, in der ein Kanal gebildet wird (auch als a-Si:H-Transistor bezeichnet), eine Siliziumnitridschicht als Gate-Isolierschicht. Bei einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann eine Siliziumnitridschicht für eine Gate-Isolierschicht eines OS-Transistors verwendet werden. Dementsprechend ist ein signifikanter Gerätewechsel bei einer Verlagerung von einer a-Si:H-Transistorproduktionslinie auf eine OS-Transistorproduktionslinie unnötig. Somit ist es relativ einfach, die Produktionslinie von der a-Si:H-Transistorproduktionslinie auf die OS-Transistorproduktionslinie zu verlagern.

[Beispiel 3]

**[0663]** In diesem Beispiel wird ein Anzeigemodul zur Betriebsüberprüfung beschrieben, das ein 8K-Anzeige simuliert. Es sei angemerkt, dass ein Transistor, der das Metalloxid einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung enthält, als Transistor im Anzeigemodul verwendet werden kann.

**[0664]** Um das Anzeigemodul zur Betriebsüberprüfung herzustellen, das eine 8K-Anzeige simuliert, wird in einem Pixelabschnitt eines 2K- oder 4K-Anzeigemoduls eine Last bereitgestellt, die der einer 8K-Anzeige entspricht, da die Systemanforderungen für eine 8K-Anzeige angenommen werden.

**[0665]** **Fig. 46A** ist ein Blockdiagramm, das das Anzeigemodul zur Betriebsprüfung darstellt. Bei der in **Fig. 46A** dargestellten Struktur ist ein über einem Substrat ausgebildeter Pixelabschnitt **601** mit einem Source-Treiber **603** und einem Paar von Gate-Treibern **605** versehen. Das Paar von Gate-Treibern **605** wird vorzugsweise im gleichen Prozess wie ein Transistor ausgebildet, der in einem Pixel enthalten ist und auf dem Anzeigemodul durch ein sogenanntes Gate-on-Array-Verfahren montiert wird. Der Source-Treiber **603** wird vorzugsweise durch ein COG-Verfahren oder dergleichen auf dem Substrat montiert.

**[0666]** Über dem Substrat sind ein mit einer FPC verbundener Anschlussabschnitt **607**, eine Leitung **609** zwischen dem Anschlussabschnitt **607** und dem Gate-Treiber **605**, eine mit dem Gate-Treiber **605** verbundene Leitung **611** und eine mit dem Source-Treiber **603** verbundene Leitung **613** bereitgestellt. Die Leitung **609** dient als Signalleitung und Stromleitung für den Gate-Treiber **605**. Die Leitung **611** dient als Gate-Leitung. Die Leitung **613** dient als Signalleitung.

**[0667]** Der Pixelabschnitt **601** beinhaltet Bereiche **601\_1**, **601\_2**, **601\_3** und **601\_4**. Für jede der Leitungen zwischen dem Bereich **601\_1** und dem Bereich **601\_2**, zwischen dem Bereich **601\_1** und dem Bereich **601\_3**, zwischen dem Bereich **601\_2** und dem Bereich **601\_4**, zwischen dem Bereich **601\_3** und dem Bereich **601\_4**

und zwischen dem Paar von Gate-Treibern **605** ist eine Last **602** bereitgestellt. Die Last **602** ist eine Leitungslast, und für jede Leitung ist ein Widerstand, ein Kondensator oder dergleichen bereitgestellt.

**[0668]** Das adäquate Bereitstellen der Last **602** im Pixelabschnitt **601** und einer Treiberschaltung ermöglicht die Reproduktion verschiedener Vorgänge in jedem Bereich des Anzeigemoduls.

**[0669]** Beispielsweise wird keine Last zwischen dem Bereich **601\_1** und dem Source-Treiber **603** und zwischen dem Bereich **601\_1** und dem Gate-Treiber **605** bereitgestellt. Somit ist im Bereich **601\_1** die Wellenformverzerrung von Signalen durch die Signalleitung und die Gate-Leitung gering, was zu den mildesten Bedingungen zum Schreiben der Signale in Pixel des Pixelabschnitts **601** führt.

**[0670]** Es gibt keine Last zwischen dem Bereich **601\_2** und dem Source-Treiber **603**, während die Last **602** zwischen dem Bereich **601\_2** und dem Gate-Treiber **605** vorgesehen ist. Somit ist im Bereich **601\_2** die Wellenformverzerrung eines Signals durch die Signalleitung klein und die Wellenformverzerrung eines Signals durch die Gate-Leitung groß.

**[0671]** Es gibt eine Last zwischen dem Bereich **601\_3** und dem Source-Treiber **603**, während keine Last zwischen dem Bereich **601\_3** und dem Gate-Treiber **605** vorgesehen ist. Somit ist im Bereich **601\_3** die Wellenformverzerrung eines Signals durch die Signalleitung groß und die Wellenformverzerrung eines Signals durch die Gate-Leitung klein.

**[0672]** Die Last **602** ist zwischen dem Bereich **601\_4** und jedem von dem Source-Treiber **603** und dem Gate-Treiber **605** bereitgestellt. Somit ist im Bereich **601\_4** die Wellenformverzerrung von Signalen durch die Signalleitung und die Gate-Leitung groß, was zu den härtesten Bedingungen zum Schreiben der Signale in Pixel des Pixelabschnitts **601** führt.

**[0673]** Fig. 46B ist ein Blockdiagramm eines tatsächlichen 8K-Anzeigemoduls. Im Pixelabschnitt **621** ist ein Pixel **623** vorgesehen. Das Pixel **623** entspricht der Last **602** in Fig. 46A. Der Bereich **601\_1** in Fig. 46A entspricht einem Bereich **621\_1** des Pixelabschnitts **621** in Fig. 46B. Der Bereich **601\_2** in Fig. 46A entspricht einem Bereich **621\_2** des Pixelabschnitts **621** in Fig. 46B. Der Bereich **601\_3** in Fig. 46A entspricht einem Bereich **621\_3** des Pixelabschnitts **621** in Fig. 46B. Der Bereich **601\_4** in Fig. 46A entspricht einem Bereich **621\_4** des Pixelabschnitts **621** in Fig. 46B.

**[0674]** Das Bereitstellen der Lasten **602** im Pixelabschnitt **601**, wie in Fig. 46A dargestellt, ermöglicht die Überprüfung des Schreibvorgangs in Pixel unter vier Bedingungen in einem Anzeigemodul. Es ermöglicht auch die Betriebsüberprüfung eines Source-Treibers und eines Gate-Treibers, die eine Last ansteuern können, die der einer 8K-Anzeige entspricht. Dementsprechend ist die Betriebsüberprüfung eines 8K-Anzeigemoduls mittels eines 2K- oder 4K-Anzeigemoduls möglich.

[Beispiel 4]

**[0675]** In diesem Beispiel werden die Ergebnisse der Simulation zur Überprüfung der Machbarkeit einer großen 8K-Flüssigkristallanzeigevorrichtung unter Verwendung des Transistors einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung beschrieben.

[Untersuchungsmodell]

**[0676]** Tabelle 3 zeigt die Spezifikationen der untersuchten Flüssigkristallanzeigevorrichtung. Die Bildschirmdiagonale der Flüssigkristallanzeigevorrichtung betrug 65 Zoll, und drei Subpixel von R, G und B waren in einem Streifen in einem Pixel angeordnet. Eine Pixelschaltung beinhaltete einen Transistor und einen Kondensator pro Zelle. Der in der Pixelschaltung enthaltene Transistor wurde als kanalgeätzter Transistor mit einem CAC-OS-Film angenommen. Ein Gate-Treiber wurde integriert und eine externe IC wurde als Source-Treiber verwendet. Die Zeit, die benötigt wurde, um ein Videosignal zu schreiben, wenn die Bildrate als 120 Hz angenommen wurde, wurde durch Simulation verifiziert.

[Tabelle 3]

Bildschirmdiagonale	65 Zoll
Ansteuerverfahren	Aktivmatrix
Anzahl der effektiven Pixel	7680 × RGB × 4320
Pixelabstand	0,1875 mm × 0,1875 mm
Pixeldichte	136 ppi
Pixelerschaltung	1 Tr + 1 C/Zelle
Bildrate	120 Hz
Source- Treiber	IC
Gate-Treiber	integriert

[0677] Fig. 49 ist ein schematisches Diagramm der untersuchten Flüssigkristallanzeigevorrichtung. In einer großen Anzeige ist die Zeitkonstante insbesondere in einem Pixelbereich vorzugsweise so klein wie möglich. Somit wurden die Gate-Treiber auf beiden Seiten des Pixelbereichs so angeordnet, dass ein Gate-Wahlsignal von beiden Seiten einer Gate-Leitung eingegeben wurde. Die Zeitkonstante der Gate-Leitung bei einer solchen Struktur kann auf 1/4 von derjenigen bei einer Struktur reduziert werden, bei der der Gate-Treiber nur auf einer Seite des Pixelbereichs vorgesehen ist. Dementsprechend kann die Lade- und Entladezeit der Gate-Leitung kurz sein. Um die Schreibzeit des Videosignals zu maximieren, können zwei Gate-Leitungen mit einem Puffer verbunden werden, können beide Gate-Leitungen gleichzeitig ausgewählt werden, und können Videosignale gleichzeitig in zwei Zeilen geschrieben werden. Aufgrund dieser Struktur kann die Anzahl der Schieberegisterstufen im Gate-Treiber von **4320** auf **2160** halbiert und ein horizontaler Auswahlzeitraum von 1,92 µs auf 3,83 µs erhöht werden.

[0678] Fig. 50 ist ein Schaltplan der in der Flüssigkristallanzeigevorrichtung enthaltenen Pixel. Jedes Pixel enthält drei Subpixel von Rot (R), Grün (G) und Blau (B). Jedes Subpixel beinhaltet einen Transistor **M1**, einen Kondensator **Cs** und ein Flüssigkristallelement **LC**. In dem als Auswahltransistor dienenden Transistor **M1** ist ein Gate mit einer Gate-Leitung **GL** verbunden und ist eine Source oder ein Drain mit einer Source-Leitung **SL** verbunden. Der Kondensator **Cs** ist zwischen dem anderen Anschluss von Source und Drain des Transistors **M1** und einer gemeinsamen Potentialleitung **CsCOM** vorgesehen. Das Flüssigkristallelement **LC** ist zwischen dem anderen Anschluss von Source und Drain des Transistors **M1** und einer gemeinsamen Potentialleitung **TCOM** vorgesehen. Jedes Subpixel weist die einfachste Struktur mit einem Transistor und einem Kondensator auf. Um Videosignale gleichzeitig in zwei Zeilen zu schreiben, sind zwei Source-Leitungen für Pixel in einer Spalte vorgesehen (eine solche Struktur wird als doppelte Source-Leitungsstruktur bezeichnet). In Pixeln in einer ungeraden Zeile ist eine der Source-Leitungen (z. B. **SL11**) mit dem Transistor **M1** verbunden. In Pixeln in einer geraden Zeile ist die andere der Source-Leitungen (z. B. **SL12**) mit dem Transistor **M1** verbunden.

[0679] Fig. 51 ist ein Blockdiagramm, das eine für die Simulation verwendete Struktur darstellt. Auf Basis der Istwerte eines Transistors mit einem CAC-OS-Film wurden Modellparameter für die Transistoren der Pixelschaltung und des Gate-Treibers extrahiert. Für den Source-Treiber wurde ein Verhaltensmodell verwendet. Ein RC-Lastmodell wurde für parasitäre Kapazitäten der Gate-Leitung und der Source-Leitung im Pixelbereich und für eine parasitäre Komponente einer CLK-Leitung des Gate-Treibers verwendet. Die parasitären Kapazitäten und der parasitäre Widerstand wurden mittels einer Randelementmethode extrahiert. Die zum Schreiben eines Videosignals benötigte Zeit wurde für ein Pixel berechnet, das die höchste RC-Last im Pixelbereich hatte.

[0680] Fig. 52 ist ein Zeitdiagramm, das den Schreibvorgang in das Pixel zeigt. Ein Videosignal wird in das Pixel geschrieben, nachdem der Transistor **M1** in einer vorhergehenden Zeile ausgeschaltet worden ist. Mit anderen Worten, die Summe der Zeit, die vom Eingeben eines CLK-Signals in den Gate-Treiber bis zum Ausschalten des Transistors **M1** (Gate-Leitungs-Fallzeit (a)) benötigt wird, und der Zeit vom Eingeben eines Videosignals bis zu dem Zeitpunkt, zu dem ein Potential des Pixels ein Potential des Videosignals erreicht (Source-Leitungs-Anstiegszeit (b)), entspricht der Schreibzeit in das Pixel (c). Die Schreibzeit in das Pixel wurde aus der Summe der Gate-Leitungs-Fallzeit und der Source-Leitungs-Anstiegszeit berechnet. Es sei angemerkt, dass die Gate-Leitungs-Fallzeit als Periode angenommen wurde, bis die Amplitude auf 75 % der Sollamplitude fällt, und die Source-Leitungs-Anstiegszeit als Periode angenommen wurde, bis die Spannung auf 95 % der Sollspannung angehoben wird. Wenn die Schreibzeit in das Pixel (c) kürzer als ein horizontaler

Auswahlzeitraum (hier 3,83  $\mu$ s) ist, kann bestimmt werden, dass die Flüssigkristallanzeigevorrichtung betrieben werden kann.

[Berechnungsergebnis]

**[0681]** Tabelle 4 zeigt die Extraktionsergebnisse der parasitären Widerstände und parasitären Kapazitäten der Gate-Leitung, der Source-Leitung, des Gate-Treibers und der CLK-Leitung. Tabelle 4 zeigt auch die Extraktionsergebnisse der Pixelkapazität. Mit diesen Extraktionsergebnissen wurde eine transiente Analyse durchgeführt. [0688]

[Tabelle 4]

Gate-Leitungs-Widerstand	3,60 k $\Omega$
Gate-Leitungs-Kapazität	364 pF
Source-Leitungs-Widerstand	4,83 k $\Omega$
Source-Leitungs-Kapazität	182 pF
CLK-Leitungs-Widerstand	270 $\Omega$
CLK-Leitungs-Kapazität	915 pF
Pixel-Kapazität	191 fF

**[0682]** Tabelle 5 zeigt die Berechnungsergebnisse der Gate-Leitungs-Fallzeit und der Source-Leitungs-Anstiegszeit, die durch die transiente Analyse erhalten wurden.

[Tabelle 5]

Gate-Leitungs-Fallzeit (> 75 %)	1,69 ms
Source-Leitungs-Anstiegszeit (> 95 %)	1,82 ms
Gesamtzeit	3,51 ms

**[0683]** Wenn die Summe der Gate-Leitungs-Fallzeit und der Source-Leitungs-Anstiegszeit kürzer als 3,83  $\mu$ s ist, was einem horizontalen Auswahlzeitraum entspricht, ist der Betrieb möglich. Tabelle 5 zeigt, dass die Schreibzeit in das Pixel (3,51  $\mu$ s) kürzer ist als ein horizontaler Auswahlzeitraum (3,83  $\mu$ s), was darauf hindeutet, dass die Flüssigkristallanzeigevorrichtung betrieben werden kann.

**[0684]** Fig. 53 zeigt die Berechnungsergebnisse der Beziehung zwischen der Feldeffektmobilität des Transistors und der Schreibzeit in das Pixel. Die Längsachse stellt die Schreibzeit in das Pixel dar, und die Querachse stellt die Feldeffektmobilität dar, wobei man davon ausgeht, dass die Feldeffektmobilität eines Transistors mit einem CAC-OS-Film eins ist. Wenn die Feldeffektmobilität abnimmt, wird die Schreibzeit in das Pixel länger. Wenn der Parameter der Feldeffektmobilität auf das etwa 0,75-Fache sinkt, wird die Schreibzeit in das Pixel länger als ein horizontaler Auswahlzeitraum, was darauf hindeutet, dass die Flüssigkristallanzeigevorrichtung nicht betrieben werden kann.

**[0685]** Es wurde bestätigt, dass selbst ein großes (65 Zoll) Anzeigefeld mit einer hohen Auflösung von 8K mit einer hohen Bildrate von 120 Hz betrieben werden kann, indem der Transistor mit einem CAC-OS-Film verwendet wird.

[Beispiel 5]

**[0686]** In diesem Beispiel wurde der Transistor einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung hergestellt, und dessen Zuverlässigkeit wurde bewertet.

[Herstellung des Transistors]

**[0687]** Als Erstes wurde ein Transistor hergestellt, der dem vorstehend beschriebenen Transistor **100A** entspricht. In diesem Beispiel wurde die nachfolgend beschriebene Probe B hergestellt. Es sei angemerkt, dass



sich im Transistor der Probe B die Anordnungsreihenfolge des leitfähigen Films **120a** und des Isolierfilms **118** von derjenigen im Transistor **100A** unterschied.

**[0688]** Die Probe B enthielt einen Transistor, dessen Kanallänge  $L$  4  $\mu\text{m}$  betrug und dessen Kanalbreite  $W$  1000  $\mu\text{m}$  betrug.

[Herstellungsverfahren der Probe B]

**[0689]** Als Erstes wurde mit einer Sputtervorrichtung ein 100 nm dicker Wolframfilm über einem Glassubstrat ausgebildet. Anschließend wurde der leitfähige Film durch ein Photolithographieverfahren verarbeitet, um den leitfähigen Film **104** auszubilden, der als erste Gate-Elektrode dient.

**[0690]** Anschließend wurden vier Isolierfilme über dem Substrat und dem leitfähigen Film **104** angeordnet, um den Isolierfilm **106** auszubilden, der als erster Gate-Isolierfilm dient. Zur Ausbildung des Isolierfilms **106** wurden die Filme kontinuierlich im Vakuum mit einer plasmaunterstützten chemischen Gasphasenabscheidungs- (plasma-enhanced chemical vapor deposition, PECVD-) Vorrichtung ausgebildet. Zur Ausbildung des Isolierfilms **106** wurden ein 50 nm dicker Siliziumnitridfilm, ein 300 nm dicker Siliziumnitridfilm, ein 50 nm dicker Siliziumnitridfilm und ein 15 nm dicker Siliziumoxynitridfilm in dieser Reihenfolge von unten aus übereinander angeordnet.

**[0691]** Als Nächstes wurden zwei Metalloxidfilme (ein erster Metalloxidfilm und ein zweiter Metalloxidfilm) nacheinander über dem Isolierfilm **106** ausgebildet. Anschließend wurden die übereinander angeordneten Metalloxidfilme zu einer Inselform verarbeitet, um den Metalloxidfilm **108** auszubilden.

**[0692]** Der erste Metalloxidfilm wurde unter Verwendung eines 20 nm dicken In-Ga-Zn-Films und der zweite Metalloxidfilm wurde unter Verwendung eines 25 nm dicken In-Ga-Zn-Films ausgebildet.

**[0693]** Der erste Metalloxidfilm wurde unter den folgenden Bedingungen ausgebildet: Die Substrattemperatur betrug 130 °C; ein Argongas mit einer Durchflussrate von 180 sccm und ein Sauerstoffgas mit einer Durchflussrate von 20 sccm wurden in eine Kammer einer Sputtervorrichtung eingeleitet; der Druck war 0,6 Pa; und eine Wechselstromleistung von 2,5 kW wurde an ein Metalloxidtarget angelegt, das Indium, Gallium und Zink enthielt (In:Ga:Zn = 4:2:4,1 [Atomverhältnis]). Der Prozentsatz der Sauerstoffgasdurchflussrate zum Zeitpunkt der Ausbildung des ersten Metalloxidfilms betrug 10 %.

**[0694]** Der zweite Metalloxidfilm wurde unter den gleichen Abscheidungsbedingungen wie der erste Metalloxidfilm ausgebildet, mit Ausnahme der Durchflussrate eines Sputtergases. Insbesondere wurde die Einleitung des Argongases in die Kammer gestoppt, und ein Sauerstoffgas mit einer Durchflussrate von 200 sccm wurde in die Kammer der Sputtervorrichtung eingeleitet. Der Prozentsatz der Sauerstoffgasdurchflussrate zum Zeitpunkt der Ausbildung des zweiten Metalloxidfilms betrug 100 %.

**[0695]** Als Nächstes wurde eine Wärmebehandlung bei einer Erwärmungstemperatur von 350 °C wie folgt durchgeführt: Eine Wärmebehandlung in einer Stickstoffatmosphäre wurde eine Stunde lang durchgeführt, anschließend wurde eine Wärmebehandlung in einer stickstoff- und sauerstoffhaltigen Mischgasatmosphäre eine Stunde lang durchgeführt.

**[0696]** Anschließend wurde ein leitfähiger Film über dem Isolierfilm **106** und dem Metalloxidfilm **108** ausgebildet und verarbeitet, so dass die leitfähigen Filme **112a** und **112b** ausgebildet wurden. Für den leitfähigen Film wurden mit einer Sputtervorrichtung ein 50 nm dicker Wolframfilm, ein 400 nm dicker Aluminiumfilm und ein 100 nm dicker Titanfilm in dieser Reihenfolge ausgebildet. Anschließend wurde der leitfähige Film durch ein Photolithographieverfahren geätzt, wodurch die leitfähigen Filme **112a** und **112b** ausgebildet wurden.

**[0697]** Als Nächstes wurde eine freiliegende Oberfläche des Metalloxidfilms **108** (auf der Rückkanalseite) mit Phosphorsäure gewaschen.

**[0698]** Dann wurde der Isolierfilm **114** über dem Isolierfilm **106**, dem Metalloxidfilm **108** und den leitfähigen Filmen **112a** und **112b** ausgebildet, und der Isolierfilm **116** wurde über dem Isolierfilm **114** ausgebildet. Der Isolierfilm **114** und der Isolierfilm **116** wurden nacheinander im Vakuum mit einer plasmaunterstützten chemischen Gasphasenabscheidungs- (plasma-enhanced chemical vapor deposition, PECVD-) Vorrichtung ausgebildet. Der Isolierfilm **114** wurde unter Verwendung eines 30 nm dicken Siliziumoxynitridfilms ausgebildet und der Isolierfilm **116** wurde unter Verwendung eines 400 nm dicken Siliziumoxynitridfilms ausgebildet.

**[0699]** Als Nächstes wurde eine Stunde lang eine Wärmebehandlung bei einer Erwärmungstemperatur von 350 °C in einer Stickstoffatmosphäre durchgeführt.

**[0700]** Anschließend wurde ein leitfähiger Film über dem Isolierfilm **116** ausgebildet. Ein 6 nm dicker ITSO-Film wurde als leitfähiger Film durch eine Sputtervorrichtung ausgebildet.

**[0701]** Anschließend wurde dem Isolierfilm **116** über den leitfähigen Film durch eine Plasmabehandlung Sauerstoff zugesetzt. Bei der Plasmabehandlung wurde das Plasma in einer Atmosphäre mit einem Sauerstoffgas entladen.

**[0702]** Als Nächstes wurde der leitfähige Film entfernt.

**[0703]** Anschließend wurde der Isolierfilm **118** über dem Isolierfilm **116** ausgebildet. Ein 100 nm dicker Siliziumnitridfilm wurde als Isolierfilm **118** mit einer plasmaunterstützten chemischen Gasphasenabscheidungs- (plasma-enhanced chemical vapor deposition, PECVD-) Vorrichtung ausgebildet.

**[0704]** Dann wurde eine Öffnung in einem gewünschten Bereich des Isolierfilms ausgebildet. Die Öffnung wurde durch ein Trockenätzverfahren ausgebildet.

**[0705]** Ein leitfähiger Film wurde anschließend ausgebildet, um die Öffnung zu füllen, und zu einer Inselform verarbeitet, wodurch der leitfähige Film **120a**, der als zweite Gate-Elektrode dient, ausgebildet wurde. Als leitfähiger Film **120a** wurde ein 100 nm dicker ITSO-Film mit einer Sputtervorrichtung ausgebildet.

**[0706]** Als Nächstes wurde ein Isolierfilm über dem Isolierfilm **118** und dem leitfähigen Film **120a** ausgebildet. Ein 1,5 µm dickes lichtempfindliches Harz auf Acrylbasis wurde für den Isolierfilm verwendet.

**[0707]** Auf die vorstehende Weise wurde die Probe B hergestellt.

#### [Zuverlässigkeitsbewertung]

**[0708]** Als Nächstes wurde eine Zuverlässigkeitsbewertung an dem Transistor der Probe B durchgeführt. Bei der Zuverlässigkeitsbewertung wurde wiederholt eine Impulsspannung an den Transistor angelegt, um den Transistor anzusteuern, und die Änderungsrate des Durchlassstroms wurde gemessen.

**[0709]** Bei der Messung wurde eine Impulsspannung, deren Hochspannung 20 V und Niederspannung -8 V betrug, an die erste Gate-Elektrode, die zweite Gate-Elektrode und die Drain-Elektrode angelegt, während an die Source-Elektrode ein konstantes Potential von -8 V bei Raumtemperatur (25 °C) angelegt wurde. Der Zyklus war 58,4 µsec, und eine Periode, in der eine Spannung von 20 V angelegt wurde, machte 20 % aus (11,68 µsec pro Zyklus) und eine Periode, in der eine Spannung von -8 V angelegt wurde, machte 80 % aus (d. h. ein Tastverhältnis betrug 20 %). Die Obergrenze des Source-Stroms ( $I_s$ ) war 10 mA.

**[0710]** Nachdem die Impulsspannung für eine bestimmte Zeit angelegt worden war, wurde der Durchlassstrom des Transistors gemessen. Bei der Messung des Durchlassstroms wurden die Gate-Spannung ( $V_g$ ) und die Rückgate-Spannung ( $V_{bg}$ ) auf 15 V, die Source-Spannung ( $V_s$ ) auf 0 V (comm), die Drain-Spannung ( $V_d$ ) auf 5 V und eine Abtastzeit bei der Messung auf 7,5 msec (Tastverhältnis: 7,5 %) eingestellt.

**[0711]** **Fig. 56A** und **Fig. 56B** zeigen die Messergebnisse. **Fig. 56A** zeigt die Messergebnisse in einem Semi-Log-Diagramm und **Fig. 56B** zeigt die Messergebnisse in einem Log-Log-Diagramm. In **Fig. 56A** und **Fig. 56B** stellen jeweils die Querachse die Messzeit und die Längsachse die Änderungsrate des Durchlassstroms bei der Zuverlässigkeitsbewertung dar. Aus den Ergebnissen in **Fig. 56B** kann geschätzt werden, dass es etwa 364 Stunden dauert, bis der Durchlassstrom durch Degradation auf 70 % absinkt. Die obigen Ergebnisse zeigen, dass ein Transistor, der das Metalloxid einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung enthält, eine hohe Zuverlässigkeit aufweist.

#### [Beispiel 6]

**[0712]** In diesem Beispiel wurde der Transistor einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung hergestellt, und dessen Zuverlässigkeit wurde bewertet.

## [Herstellung des Transistors]

**[0713]** Als Erstes wurde ein Transistor hergestellt, der dem vorstehend beschriebenen Transistor **100A** entspricht. In diesem Beispiel wurde die nachfolgend beschriebene Probe C hergestellt.

**[0714]** Die Probe C enthielt einen Transistor, dessen Kanallänge  $L$  3  $\mu\text{m}$  betrug und dessen Kanalbreite **W50**  $\mu\text{m}$  betrug.

## [Herstellungsverfahren der Proben C]

**[0715]** Als Erstes wurde mit einer Sputtervorrichtung ein 100 nm dicker Wolframfilm über einem Glassubstrat ausgebildet. Anschließend wurde der leitfähige Film durch ein Photolithographieverfahren verarbeitet, um den leitfähigen Film **104** auszubilden, der als erste Gate-Elektrode dient.

**[0716]** Anschließend wurden vier Isolierfilme über dem Substrat und dem leitfähigen Film **104** angeordnet, um den Isolierfilm **106** auszubilden, der als erster Gate-Isolierfilm dient. Zur Ausbildung des Isolierfilms **106** wurden die Filme kontinuierlich im Vakuum mit einer plasmaunterstützten chemischen Gasphasenabscheidungs- (plasma-enhanced chemical vapor deposition, PECVD-) Vorrichtung ausgebildet. Zur Ausbildung des Isolierfilms **106** wurden ein 50 nm dicker Siliziumnitridfilm, ein 300 nm dicker Siliziumnitridfilm, ein 50 nm dicker Siliziumnitridfilm und ein 15 nm dicker Siliziumoxynitridfilm in dieser Reihenfolge von unten aus übereinander angeordnet.

**[0717]** Als Nächstes wurden zwei Metalloxidfilme (ein erster Metalloxidfilm und ein zweiter Metalloxidfilm) nacheinander über dem Isolierfilm **106** ausgebildet. Anschließend wurden die übereinander angeordneten Metalloxidfilme zu einer Inselform verarbeitet, um den Metalloxidfilm **108** auszubilden.

**[0718]** Der erste Metalloxidfilm wurde unter Verwendung eines 10 nm dicken In-Ga-Zn-Films und der zweite Metalloxidfilm wurde unter Verwendung eines 25 nm dicken In-Ga-Zn-Films ausgebildet.

**[0719]** Der erste Metalloxidfilm wurde unter den folgenden Bedingungen ausgebildet: Die Substrattemperatur betrug 130 °C; ein Argongas mit einer Durchflussrate von 180 sccm und ein Sauerstoffgas mit einer Durchflussrate von 20 sccm wurden in eine Kammer einer Sputtervorrichtung eingeleitet; der Druck war 0,6 Pa; und eine Wechselstromleistung von 2,5 kW wurde an ein Metalloxidtarget angelegt, das Indium, Gallium und Zink enthielt (In:Ga:Zn = 4:2:4,1 [Atomverhältnis]). Der Prozentsatz der Sauerstoffgasdurchflussrate zum Zeitpunkt der Ausbildung des ersten Metalloxidfilms betrug 10 %.

**[0720]** Der zweite Metalloxidfilm wurde unter den gleichen Abscheidungsbedingungen wie der erste Metalloxidfilm ausgebildet, mit Ausnahme der Durchflussrate eines Sputtergases. Insbesondere wurde die Einleitung des Argongases in die Kammer gestoppt, und ein Sauerstoffgas mit einer Durchflussrate von 200 sccm wurde in die Kammer der Sputtervorrichtung eingeleitet. Der Prozentsatz der Sauerstoffgasdurchflussrate zum Zeitpunkt der Ausbildung des zweiten Metalloxidfilms betrug 100 %.

**[0721]** Als Nächstes wurde eine Wärmebehandlung bei einer Erwärmungstemperatur von 350 °C wie folgt durchgeführt: Eine Wärmebehandlung in einer Stickstoffatmosphäre wurde eine Stunde lang durchgeführt, anschließend wurde eine Wärmebehandlung in einer stickstoff- und sauerstoffhaltigen Mischgasatmosphäre eine Stunde lang durchgeführt.

**[0722]** Anschließend wurde ein leitfähiger Film über dem Isolierfilm **106** und dem Metalloxidfilm **108** ausgebildet und verarbeitet, so dass die leitfähigen Filme **112a** und **112b** ausgebildet wurden. Für den leitfähigen Film wurden mit einer Sputtervorrichtung ein 50 nm dicker Wolframfilm, ein 400 nm dicker Aluminiumfilm und ein 100 nm dicker Titanfilm in dieser Reihenfolge ausgebildet. Anschließend wurde der leitfähige Film durch ein Photolithographieverfahren geätzt, wodurch die leitfähigen Filme **112a** und **112b** ausgebildet wurden.

**[0723]** Als Nächstes wurde eine freiliegende Oberfläche des Metalloxidfilms **108** (auf der Rückkanalseite) mit Phosphorsäure gewaschen.

**[0724]** Dann wurde der Isolierfilm **114** über dem Isolierfilm **106**, dem Metalloxidfilm **108** und den leitfähigen Filmen **112a** und **112b** ausgebildet, und der Isolierfilm **116** wurde über dem Isolierfilm **114** ausgebildet. Der Isolierfilm **114** und der Isolierfilm **116** wurden nacheinander im Vakuum mit einer plasmaunterstützten chemischen Gasphasenabscheidungs- (plasma-enhanced chemical vapor deposition, PECVD-) Vorrichtung ausge-

bildet. Der Isolierfilm **114** wurde unter Verwendung eines 30 nm dicken Siliziumoxynitridfilms ausgebildet und der Isolierfilm **116** wurde unter Verwendung eines 300 nm dicken Siliziumoxynitridfilms ausgebildet.

**[0725]** Nachdem der Isolierfilm **116** ausgebildet worden war, wurde dem Isolierfilm **116** sukzessiv durch eine Plasmabehandlung im Vakuum Sauerstoff zugesetzt. Bei der Plasmabehandlung wurde das Plasma in einer Atmosphäre mit einem Sauerstoffgas entladen.

**[0726]** Als Nächstes wurde eine Stunde lang eine Wärmebehandlung bei einer Erwärmungstemperatur von 350 °C in einer Stickstoffatmosphäre durchgeführt.

**[0727]** Als Nächstes wurde ein zweischichtiger Metalloxidfilm ausgebildet und zu einer Inselform verarbeitet, um den leitfähigen Film **120a**, der als zweite Gate-Elektrode dient, auszubilden.

**[0728]** Der erste Metalloxidfilm wurde unter Verwendung eines 10 nm dicken In-Ga-Zn-Films und der zweite Metalloxidfilm wurde unter Verwendung eines 90 nm dicken In-Ga-Zn-Films ausgebildet.

**[0729]** Der erste Metalloxidfilm wurde unter den folgenden Bedingungen ausgebildet: Die Substrattemperatur betrug 170 °C; ein Sauerstoffgas mit einer Durchflussrate von 200 sccm wurden in eine Kammer einer Sputtervorrichtung eingeleitet; der Druck war 0,6 Pa; und eine Wechselstromleistung von 2,5 kW wurde an ein Metalloxidtarget angelegt, das Indium, Gallium und Zink enthielt (In:Ga:Zn = 4:2:4,1 [Atomverhältnis]). Der Prozentsatz der Sauerstoffgasdurchflussrate zum Zeitpunkt der Ausbildung des ersten Metalloxidfilms betrug 100 %.

**[0730]** Der zweite Metalloxidfilm wurde unter den gleichen Abscheidungsbedingungen wie der erste Metalloxidfilm ausgebildet, mit Ausnahme der Durchflussrate eines Sputtergases. Insbesondere wurde ein Argongas mit einer Durchflussrate von 180 sccm und ein Sauerstoffgas mit einer Durchflussrate von 20 sccm in eine Kammer einer Sputtervorrichtung eingeleitet. Der Prozentsatz der Sauerstoffgasdurchflussrate zum Zeitpunkt der Ausbildung des zweiten Metalloxidfilms betrug 10 %.

**[0731]** Anschließend wurde der Isolierfilm **118** über dem leitfähigen Film **120a** ausgebildet. Ein 100 nm dicker Siliziumnitridfilm wurde als Isolierfilm **118** mit einer plasmaunterstützten chemischen Gasphasenabscheidungs- (plasma-enhanced chemical vapor deposition, PECVD-) Vorrichtung ausgebildet.

**[0732]** Als Nächstes wurde ein Isolierfilm über dem Isolierfilm **118** ausgebildet. Ein 1,5 µm dickes lichtempfindliches Harz auf Acrylbasis wurde für den Isolierfilm verwendet.

**[0733]** Auf die vorstehende Weise wurde die Probe C hergestellt.

#### [I<sub>d</sub>-V<sub>g</sub>-Eigenschaften des Transistors]

**[0734]** Als Nächstes wurden die I<sub>d</sub>-V<sub>g</sub>-Eigenschaften der hergestellten Transistoren in Probe C gemessen. Bei der Messung der I<sub>d</sub>-V<sub>g</sub>-Eigenschaften des Transistors wurden V<sub>g</sub> und V<sub>bg</sub> in Schritten von 0,25 V von -15 V auf +20 V verändert. Des Weiteren wurde V<sub>s</sub> auf 0 V (comm) eingestellt und V<sub>d</sub> wurde auf 0,1 V oder 20 V eingestellt.

**[0735]** **Fig. 57** zeigt die Ergebnisse der I<sub>d</sub>-V<sub>g</sub>-Eigenschaften von Probe C. In **Fig. 57** stellt die erste vertikale Achse I<sub>d</sub> (A), die zweite vertikale Achse die Feldeffektmobilität (µFE (cm<sup>2</sup>/Vs)) und die horizontale Achse V<sub>g</sub> (V) dar. Es sei angemerkt, dass die Feldeffektmobilität gemessen wurde, als V<sub>d</sub> 20 V war.

**[0736]** Wie in **Fig. 57** dargestellt, hat der hergestellte Transistor eine hohe Feldeffektmobilität und günstige Schalteigenschaften.

#### [Beispiel 7]

**[0737]** Bei einem Herstellungsprozess eines Transistors wird ein Metalloxidfilm (Oxidhalbleiterfilm) in verschiedenen Schritten beschädigt. Insbesondere kann der Metalloxidfilm in einem Ausbildungsschritt einer Source-Elektrode und einer Drain-Elektrode, einem Ätzprozess (insbesondere in einem Trockenätzprozess) der Source-Elektrode und der Drain-Elektrode, einem Ausbildungsschritt eines Passivierungsfilms und dergleichen beschädigt werden.

**[0738]** In diesem Beispiel wurde die ESR-Analyse an Proben durchgeführt, bei denen ein Passivierungsfilm oder Source- und Drain-Elektroden über einem Metalloxidfilm ausgebildet wurde/wurden, um den Schaden durch die Filmbildung zu untersuchen.

**[0739]** Die ESR-Analyse in diesem Beispiel wurde mit Fokus auf ein Signal bei einem g-Faktor von etwa 1,9 durchgeführt. Dieses ESR-Signal ist wahrscheinlich auf eine Leitungselektronen-Spinresonanz (conduction electron spin resonance) zurückzuführen, die sich aus Wasserstoff ergibt, der ein Donator ist und in eine Sauerstoffleerstelle (Vo) in dem Metalloxidfilm eingetreten ist.

**[0740]** **Fig. 58A** und **Fig. 58B** zeigen die quantifizierte Spindichte, die durch die ESR-Analyse der Proben in diesem Beispiel erhalten wurde. In diesem Beispiel wurden ein nc-IGZO und ein CAAC-IGZO als Metalloxide verwendet. **Fig. 58A** zeigt die Ergebnisse einer Probe, in der ein Passivierungsfilm (ausgebildet aus einem SiON-Film) über dem Metalloxidfilm ausgebildet war. **Fig. 58B** zeigt die Ergebnisse einer Probe, in der Source- und Drain-Elektroden (ausgebildet aus einem W-Film) über dem Metalloxidfilm ausgebildet waren.

**[0741]** Die Ergebnisse in **Fig. 58A** und **Fig. 58B** deuten darauf hin, dass ein CAAC-IGZO aufgrund von Wasserstoff, der in eine Sauerstoffleerstelle eingetreten ist, ein kleineres ESR-Signal als ein nc-IGZO aufweist. Das bedeutet, dass festgestellt worden ist, dass ein CAAC-IGZO in dem Herstellungsprozess eines Transistors sehr viel seltener beschädigt wird und der Widerstand des CAAC-IGZO seltener reduziert wird.

#### Bezugszeichenliste

100A: Transistor, 100C: Transistor, 100D: Transistor, 100E: Transistor, 102: Substrat, 104: leitfähiger Film, 106: Isolierfilm, 108: Metalloxidfilm, 1081: Metalloxidfilm, 108\_1\_0: Metalloxidfilm, 108\_2: Metalloxidfilm, 108\_2\_0: Metalloxidfilm, 112a: leitfähiger Film, 112a\_1: leitfähiger Film, 112a\_2: leitfähiger Film, 112a\_3: leitfähiger Film, 112b: leitfähiger Film, 112b\_1: leitfähiger Film, 112b\_2: leitfähiger Film, 112b\_3: leitfähiger Film, 114: Isolierfilm, 116: Isolierfilm, 117: Öffnung, 118: Isolierfilm, 119: Isolierfilm, 120: leitfähiger Film, 120a: leitfähiger Film, 120a\_1: leitfähiger Film, 142a: Öffnung, 191: Target, 192: Plasma, 193: Target, 194: Plasma, 200A: Transistor, 200B: Transistor, 204: leitfähiger Film, 205: Kondensatorleitung, 208: Metalloxidfilm, 208\_1: Metalloxidfilm, 208\_2: Metalloxidfilm, 209: Metalloxidfilm, 209\_1: Metalloxidfilm, 209\_2: Metalloxidfilm, 210: leitfähiger Film, 210\_1: leitfähiger Film, 210\_2: leitfähiger Film, 211: Öffnung, 212a: leitfähiger Film, 212b: leitfähiger Film, 213: leitfähiger Film, 220a: leitfähiger Film, 220a\_1: leitfähiger Film, 242a: Öffnung, 242b: Öffnung, 250: Kondensator, 250a: Kondensator, 331: Profilgruppe, 332: Profilgruppe, 341: Profilgruppe, 342: Profilgruppe, 501: Pixelschaltung, 502: Pixelabschnitt, 504: Treiberschaltungsabschnitt, 504a: Gate-Treiber, 504b: Source-Treiber, 506: Schutzschaltung, 507: Anschlussabschnitt, 550: Transistor, 552: Transistor, 554: Transistor, 560: Kondensator, 562: Kondensator, 570: Flüssigkristallelement, 572: Licht emittierendes Element, 601: Pixelabschnitt, 601\_1: Bereich, 601\_2: Bereich, 601\_3: Bereich, 601\_4: Bereich, 602: Last, 603: Source-Treiber, 605: Gate-Treiber, 607: Anschlussabschnitt, 609: Leitung, 611: Leitung, 613: Leitung, 621: Pixelabschnitt, 621\_1: Bereich, 621\_2: Bereich, 621\_3: Bereich, 621\_4: Bereich, 623: Pixel, 700: Anzeigevorrichtung, 701: Substrat, 702: Pixelabschnitt, 704: Source-Treiberschaltungsabschnitt, 705: Substrat, 706: Gate-Treiberschaltungsabschnitt, 708: FPC-Anschlussabschnitt, 710: Signalleitung, 711: Anschlussleitungsabschnitt, 712: Dichtungsmittel, 716: FPC, 730: Isolierfilm, 732: Dichtungsfilm, 734: Isolierfilm, 735: Isolierfilm, 736: Farbfilm, 738: lichtundurchlässiger Film, 750: Transistor, 752: Transistor, 760: Verbindungselektrode, 770: Isolierfilm, 772: leitfähiger Film, 773: Isolierfilm, 774: leitfähiger Film, 775: Flüssigkristallelement, 776: Flüssigkristallschicht, 778: Struktur, 780: anisotroper leitfähiger Film, 782: Licht emittierendes Element, 786: EL-Schicht, 788: leitfähiger Film, 791: Touchscreen, 792: Isolierfilm, 793: Elektrode, 794: Elektrode, 795: Isolierfilm, 796: Elektrode, 797: Isolierfilm, 800: Anzeigevorrichtung, 810: Anzeigeeinheit, 815: Steuer-IC, 820: Berührungssensoreinheit, 840: Host, 843: optischer Sensor, 844: Auf/Zu-Sensor, 845: Licht, 850: Schnittstelle, 851: Bildspeicher, 852: Decoder, 853: Sensorsteuerung, 854: Steuerung, 855: Takterzeugungsschaltung, 860: Bildverarbeitungsabschnitt, 861: Gammakorrekturschaltung, 862: Dimmschaltung, 863: Tonungsschaltung, 864: Korrekturschaltung, 870: Speicher, 873: Zeitsteuerung, 875: Register, 875A: Abtastkettenregisterabschnitt, 875B: Registerabschnitt, 884: Berührungssensorsteuerung, 890: Bereich, 902: Steuerabschnitt, 903: Zellenanordnung, 904: Leseverstärkerschaltung, 905: Treiber, 906: Hauptverstärker, 907: Ein-/Ausgabeschaltung, 908: Peripherieschaltung, 909: Speicherzelle, 930: Register, 931: Register, 947: Retentionsschaltung, 948: Wahlschalter, 949: Flip-Flop-Schaltung, 950: Wechselrichter, 955: Wechselrichter, 957: Analogschalter, 958: Analogschalter, 961: Wechselrichter, 963: Wechselrichter, 964: getakteter Wechselrichter, 965: Analogschalter, 966: Puffer, 1500: Rundfunksystem, 1500A: Rundfunksystem, 1501: elektronisches Gerätesystem, 1501A: elektronisches Gerätesystem, 1510: Kamera, 1511: Sender, 1512: Empfänger, 1513: Anzeigevorrichtung, 1520: Bildsensor, 1521: Bildprozessor, 1522: Encoder, 1522A: Encoder, 1522B: Encoder, 1523: Modulator, 1530: Bilderzeugungsvorrichtung, 1540: Rohdaten, 1541: Videoda-

ten, 1541A: Videodaten, 1541B: Videodaten, 1542: kodierte Daten, 1542A: kodierte Daten, 1542B: kodierte Daten, 1543: Rundfunksignal, 1560: TV, 1561: Rundfunkstation, 1562: künstlicher Satellit, 1563: Funkturm, 1564: Antenne, 1565: Antenne, 1566A: Funkwelle, 1566B: Funkwelle, 1567A: Funkwelle, 1567B: Funkwelle, 1571: Empfänger, 1572: drahtlose Vorrichtung, 1573: drahtlose Vorrichtung, 1574: Empfänger, 1575: Verbindungsabschnitt, 7000: Anzeigemodul, 7001: obere Abdeckung, 7002: untere Abdeckung, 7006: Anzeigefeld, 7009: Rahmen, 7010: gedruckte Leiterplatte, 7011: Batterie, 7015: Licht emittierender Abschnitt, 7016: Licht empfangender Abschnitt, 7017a: Lichtleiterabschnitt, 7017b: Lichtleiterabschnitt, 7018: Licht, 8000: Kamera, 8001: Gehäuse, 8002: Anzeigeabschnitt, 8003: Bedienungsknopf, 8004: Auslöseknopf, 8006: Linse, 8100: Sucher, 8101: Gehäuse, 8102: Anzeigeabschnitt, 8103: Knopf, 8200: am Kopf tragbare Anzeige, 8201: Befestigungsabschnitt, 8202: Linse, 8203: Hauptkörper, 8204: Anzeigeabschnitt, 8205: Kabel, 8206: Batterie, 8300: am Kopf tragbare Anzeige, 8301: Gehäuse, 8302: Anzeigeabschnitt, 8304: Band, 8305: Linse, 9000: Gehäuse, 9001: Anzeigeabschnitt, 9003: Lautsprecher, 9005: Bedientaste, 9006: Verbindungsanschluss, 9007: Sensor, 9008: Mikrofon.

**[0743]** Diese Anmeldung basiert auf der japanischen Patentanmeldung mit der Seriennr. 2016-178106, eingereicht beim japanischen Patentamt am 12. September 2016, der japanischen Patentanmeldung mit der Seriennr. 2016-183322, eingereicht beim japanischen Patentamt am 20. September 2016, der japanischen Patentanmeldung mit der Seriennr. 2016-233577, eingereicht beim japanischen Patentamt am 30. November 2016, und auf der japanischen Patentanmeldung mit der Seriennr. 2017-099483, eingereicht beim japanischen Patentamt am 19. Mai 2017, deren gesamte Inhalte hiermit zum Gegenstand der vorliegenden Offenlegung gemacht werden.

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**Zitierte Patentliteratur**

- JP 2016183322 [0743]
- JP 2016233577 [0743]

**Patentansprüche**

1. Eine Anzeigevorrichtung, umfassend:  
 einen Pixelabschnitt; und  
 eine Treiberschaltung zum Ansteuern des Pixelabschnitts,  
 wobei die Treiberschaltung einen ersten Transistor umfasst,  
 wobei der Pixelabschnitt einen zweiten Transistor und eine Pixelelektrode umfasst, die elektrisch mit dem zweiten Transistor verbunden ist,  
 wobei der erste Transistor eine erste Gate-Elektrode, einen ersten Metalloxidfilm über der ersten Gate-Elektrode, der als Kanal dient, und eine zweite Gate-Elektrode über dem ersten Metalloxidfilm umfasst,  
 wobei die erste Gate-Elektrode und die zweite Gate-Elektrode elektrisch miteinander verbunden sind,  
 wobei der zweite Transistor einen zweiten Metalloxidfilm umfasst, der als Kanal dient,  
 wobei die Pixelelektrode einen dritten Metalloxidfilm umfasst,  
 wobei der dritte Metalloxidfilm einen Bereich mit einer höheren Wasserstoffkonzentration als der zweite Metalloxidfilm umfasst,  
 wobei der erste Metalloxidfilm, der zweite Metalloxidfilm und der dritte Metalloxidfilm jeweils In, Zn und ein Element M umfassen,  
 wobei der erste Metalloxidfilm, der zweite Metalloxidfilm und der dritte Metalloxidfilm jeweils einen ersten Bereich und einen zweiten Bereich umfassen,  
 wobei der erste Bereich In oder Zn und Sauerstoff umfasst,  
 wobei der zweite Bereich In oder das Element M und Sauerstoff umfasst, und  
 wobei der erste Bereich und der zweite Bereich mosaikartig dispergiert oder verteilt sind.
2. Die Anzeigevorrichtung nach Anspruch 1,  
 wobei ein Isolierfilm über dem ersten Metalloxidfilm und dem zweiten Transistor liegt,  
 wobei der zweite Metalloxidfilm über einem Gate-Isolierfilm liegt,  
 wobei der dritte Metalloxidfilm und die zweite Gate-Elektrode über dem Isolierfilm liegen, und  
 wobei der dritte Metalloxidfilm elektrisch mit dem zweiten Transistor in einer Öffnung des Isolierfilms verbunden ist.
3. Die Anzeigevorrichtung nach Anspruch 1,  
 wobei ein erster Isolierfilm und ein zweiter Isolierfilm in dieser Reihenfolge über dem zweiten Transistor angeordnet sind,  
 wobei der erste Isolierfilm über dem ersten Metalloxidfilm liegt,  
 wobei der erste Isolierfilm und der zweite Isolierfilm jeweils eine Öffnung über dem zweiten Transistor aufweisen,  
 wobei der zweite Metalloxidfilm über einem Gate-Isolierfilm liegt,  
 wobei die zweite Gate-Elektrode über dem ersten Isolierfilm liegt,  
 wobei der dritte Metalloxidfilm über dem zweiten Isolierfilm liegt, und  
 wobei der dritte Metalloxidfilm elektrisch mit dem zweiten Transistor in den Öffnungen des ersten Isolierfilms und des zweiten Isolierfilms verbunden ist.
4. Die Anzeigevorrichtung nach Anspruch 3,  
 wobei der erste Isolierfilm einen anorganischen Isolierfilm umfasst, und  
 wobei der zweite Isolierfilm einen organischen Harzfilm umfasst.
5. Die Anzeigevorrichtung nach Anspruch 1,  
 wobei der zweite Transistor eine dritte Gate-Elektrode und einen Gate-Isolierfilm zwischen der dritten Gate-Elektrode und dem zweiten Metalloxidfilm umfasst, und  
 wobei der zweite Metalloxidfilm und der dritte Metalloxidfilm über dem Gate-Isolierfilm liegen.
6. Die Anzeigevorrichtung nach Anspruch 1, wobei eine Wasserstoffkonzentration des dritten Metalloxidfilms höher als oder gleich  $1 \times 10^{20}$  Atome/cm<sup>3</sup> ist.
7. Die Anzeigevorrichtung nach Anspruch 1,  
 wobei der erste Metalloxidfilm, der zweite Metalloxidfilm und der dritte Metalloxidfilm jeweils einen Bereich, in dem ein In-Gehalt 40 % oder mehr und 50 % oder weniger einer Gesamtsumme von In-, M- und Zn-Atomen ausmacht, und einen Bereich umfassen, in dem ein M-Gehalt 5 % oder mehr und 30 % oder weniger der Gesamtsumme von In-, M- und Zn-Atomen ausmacht, und



wobei das Element M eines oder mehrere von Gallium, Aluminium, Silizium, Bor, Yttrium, Zinn, Kupfer, Vanadium, Beryllium, Titan, Eisen, Nickel, Germanium, Zirkonium, Molybdän, Lanthan, Cer, Neodym, Hafnium, Tantal, Wolfram und Magnesium ist.

8. Die Anzeigevorrichtung nach Anspruch 1,  
wobei ein Atomverhältnis von In zu M und Zn in dem ersten Metalloxidfilm, dem zweiten Metalloxidfilm und dem dritten Metalloxidfilm  $4:x:y$  ist, wobei  $x$  größer als oder gleich 1,5 und kleiner als oder gleich 2,5 ist und  $y$  größer als oder gleich 2 und kleiner als oder gleich 4 ist, und  
wobei das Element M eines oder mehrere von Gallium, Aluminium, Silizium, Bor, Yttrium, Zinn, Kupfer, Vanadium, Beryllium, Titan, Eisen, Nickel, Germanium, Zirkonium, Molybdän, Lanthan, Cer, Neodym, Hafnium, Tantal, Wolfram und Magnesium ist.

9. Die Anzeigevorrichtung nach Anspruch 1,  
wobei ein Atomverhältnis von In zu M und Zn in dem ersten Metalloxidfilm, dem zweiten Metalloxidfilm und dem dritten Metalloxidfilm  $5:x:y$  ist, wobei  $x$  größer als oder gleich 0,5 und kleiner als oder gleich 1,5 ist und  $y$  größer als oder gleich 5 und kleiner als oder gleich 7 ist, und  
wobei das Element M eines oder mehrere von Gallium, Aluminium, Silizium, Bor, Yttrium, Zinn, Kupfer, Vanadium, Beryllium, Titan, Eisen, Nickel, Germanium, Zirkonium, Molybdän, Lanthan, Cer, Neodym, Hafnium, Tantal, Wolfram und Magnesium ist.

10. Die Anzeigevorrichtung nach Anspruch 1,  
wobei der erste Transistor eine Dual-Gate-Struktur aufweist, und  
wobei der zweite Transistor eine Single-Gate-Struktur aufweist.

11. Ein elektronisches Gerät, umfassend:  
die Anzeigevorrichtung nach Anspruch 1; und  
einen Empfänger.

12. Eine Anzeigevorrichtung, umfassend:  
einen Pixelabschnitt; und  
eine Treiberschaltung zum Ansteuern des Pixelabschnitts,  
wobei die Treiberschaltung einen ersten Transistor umfasst,  
wobei der Pixelabschnitt einen zweiten Transistor und eine Pixelelektrode umfasst, die elektrisch mit dem zweiten Transistor verbunden ist,  
wobei ein erster Isolierfilm und ein zweiter Isolierfilm in dieser Reihenfolge über dem zweiten Transistor angeordnet sind,  
wobei der erste Isolierfilm und der zweite Isolierfilm jeweils eine Öffnung über dem zweiten Transistor aufweisen,  
wobei der erste Transistor eine erste Gate-Elektrode, einen ersten Metalloxidfilm über der ersten Gate-Elektrode, der als Kanal dient, der erste Isolierfilm über dem ersten Metalloxidfilm und eine zweite Gate-Elektrode über dem ersten Isolierfilm umfasst,  
wobei die erste Gate-Elektrode und die zweite Gate-Elektrode elektrisch miteinander verbunden sind,  
wobei der zweite Transistor einen zweiten Metalloxidfilm umfasst, der als Kanal dient,  
wobei sich die Pixelelektrode über dem zweiten Isolierfilm befindet,  
wobei die Pixelelektrode elektrisch mit dem zweiten Transistor in den Öffnungen des ersten Isolierfilms und des zweiten Isolierfilms verbunden ist,  
wobei der erste Metalloxidfilm und der zweite Metalloxidfilm jeweils In, Zn und ein Element M umfassen,  
wobei der erste Metalloxidfilm und der zweite Metalloxidfilm jeweils einen ersten Bereich und einen zweiten Bereich umfassen,  
wobei der erste Bereich In oder Zn und Sauerstoff umfasst,  
wobei der zweite Bereich In oder das Element M und Sauerstoff umfasst, und  
wobei der erste Bereich und der zweite Bereich mosaikartig dispergiert oder verteilt sind.

13. Die Anzeigevorrichtung nach Anspruch 12,  
wobei die Pixelelektrode einen dritten Metalloxidfilm umfasst,  
wobei der dritte Metalloxidfilm In, Zn und das Element M umfasst, und  
wobei der dritte Metalloxidfilm einen Bereich mit einer höheren Wasserstoffkonzentration als der zweite Metalloxidfilm umfasst.

14. Die Anzeigevorrichtung nach Anspruch 13, wobei eine Wasserstoffkonzentration des dritten Metalloxidfilms höher als oder gleich  $1 \times 10^{20}$  Atome/cm<sup>3</sup> ist.

15. Die Anzeigevorrichtung nach Anspruch 12, wobei der erste Isolierfilm einen anorganischen Isolierfilm umfasst, und wobei der zweite Isolierfilm einen organischen Harzfilm umfasst.

16. Die Anzeigevorrichtung nach Anspruch 12, wobei der erste Metalloxidfilm und der zweite Metalloxidfilm jeweils einen Bereich, in dem ein In-Gehalt 40 % oder mehr und 50 % oder weniger einer Gesamtsumme von In-, M- und Zn-Atomen ausmacht, und einen Bereich umfassen, in dem ein M-Gehalt 5 % oder mehr und 30 % oder weniger der Gesamtsumme von In-, M- und Zn-Atomen ausmacht, und wobei das Element M eines oder mehrere von Gallium, Aluminium, Silizium, Bor, Yttrium, Zinn, Kupfer, Vanadium, Beryllium, Titan, Eisen, Nickel, Germanium, Zirkonium, Molybdän, Lanthan, Cer, Neodym, Hafnium, Tantal, Wolfram und Magnesium ist.

17. Die Anzeigevorrichtung nach Anspruch 12, wobei ein Atomverhältnis von In zu M und Zn in dem ersten Metalloxidfilm und dem zweiten Metalloxidfilm 4: x:y ist, wobei x größer als oder gleich 1,5 und kleiner als oder gleich 2,5 ist und y größer als oder gleich 2 und kleiner als oder gleich 4 ist, und wobei das Element M eines oder mehrere von Gallium, Aluminium, Silizium, Bor, Yttrium, Zinn, Kupfer, Vanadium, Beryllium, Titan, Eisen, Nickel, Germanium, Zirkonium, Molybdän, Lanthan, Cer, Neodym, Hafnium, Tantal, Wolfram und Magnesium ist.

18. Die Anzeigevorrichtung nach Anspruch 12, wobei ein Atomverhältnis von In zu M und Zn in dem ersten Metalloxidfilm und dem zweiten Metalloxidfilm 5: x:y ist, wobei x größer als oder gleich 0,5 und kleiner als oder gleich 1,5 ist und y größer als oder gleich 5 und kleiner als oder gleich 7 ist, und wobei das Element M eines oder mehrere von Gallium, Aluminium, Silizium, Bor, Yttrium, Zinn, Kupfer, Vanadium, Beryllium, Titan, Eisen, Nickel, Germanium, Zirkonium, Molybdän, Lanthan, Cer, Neodym, Hafnium, Tantal, Wolfram und Magnesium ist.

19. Die Anzeigevorrichtung nach Anspruch 12, wobei der erste Transistor eine Dual-Gate-Struktur aufweist, und wobei der zweite Transistor eine Single-Gate-Struktur aufweist.

20. Ein elektronisches Gerät, umfassend:  
die Anzeigevorrichtung nach Anspruch 12; und  
einen Empfänger.

Es folgen 58 Seiten Zeichnungen

## Anhängende Zeichnungen

**FIG. 1B-1**

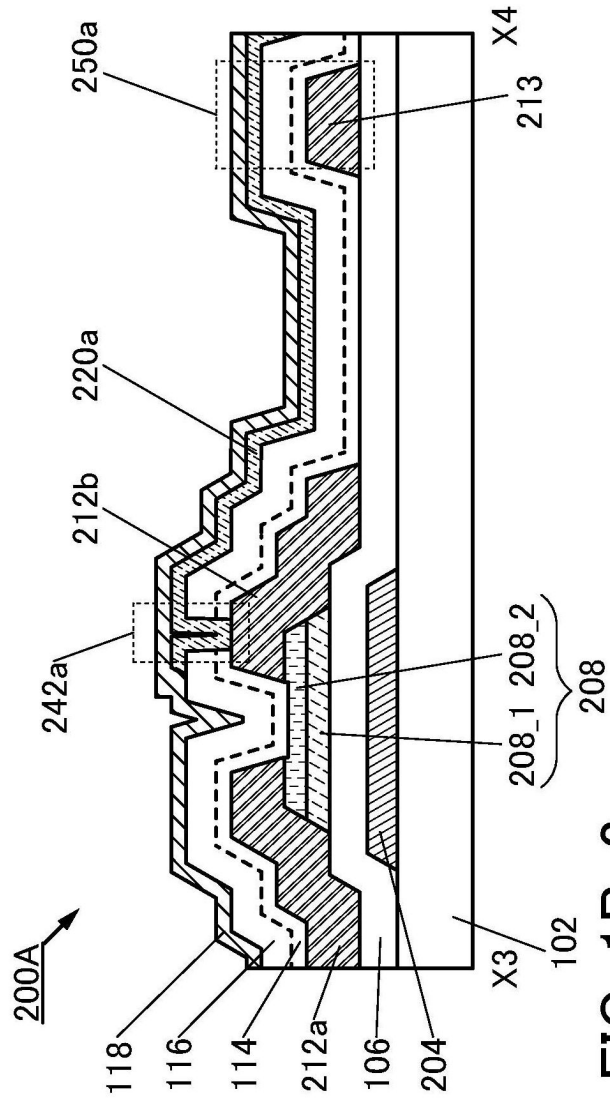
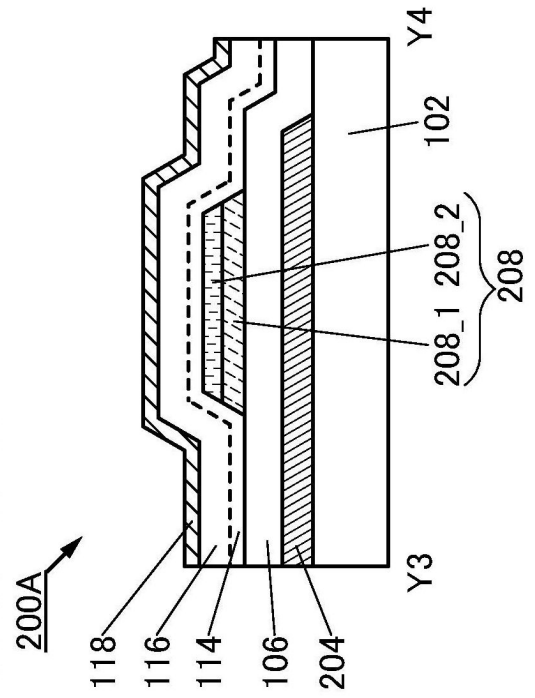
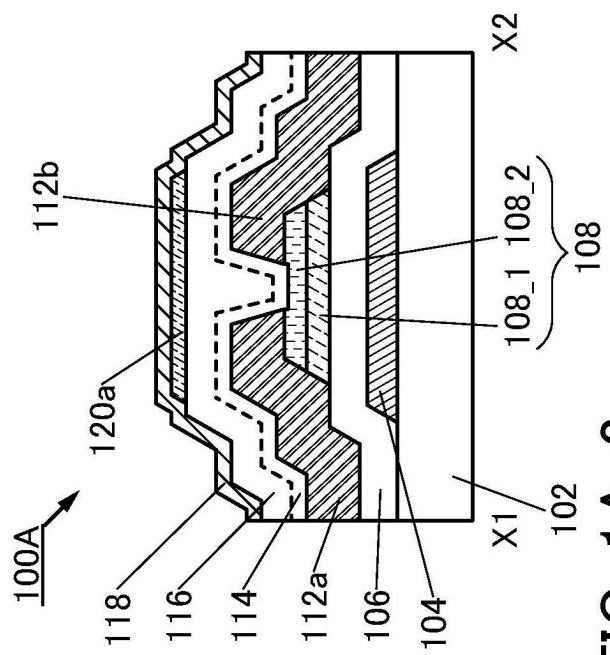


FIG. 1B-2



**FIG. 1A-1**



**FIG. 1A-2**

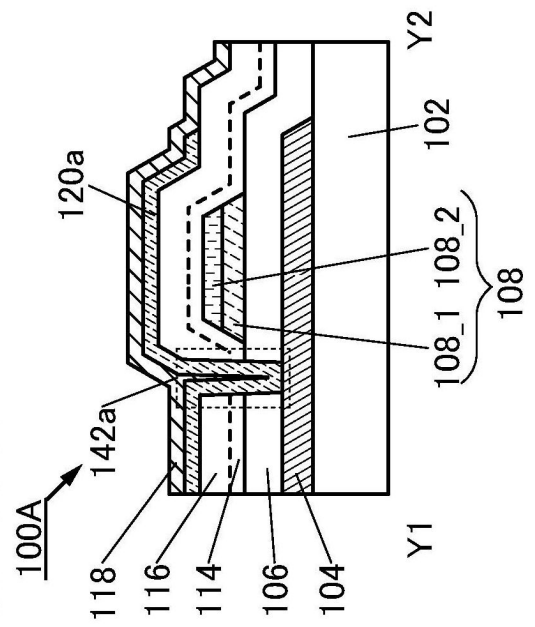


FIG. 2A

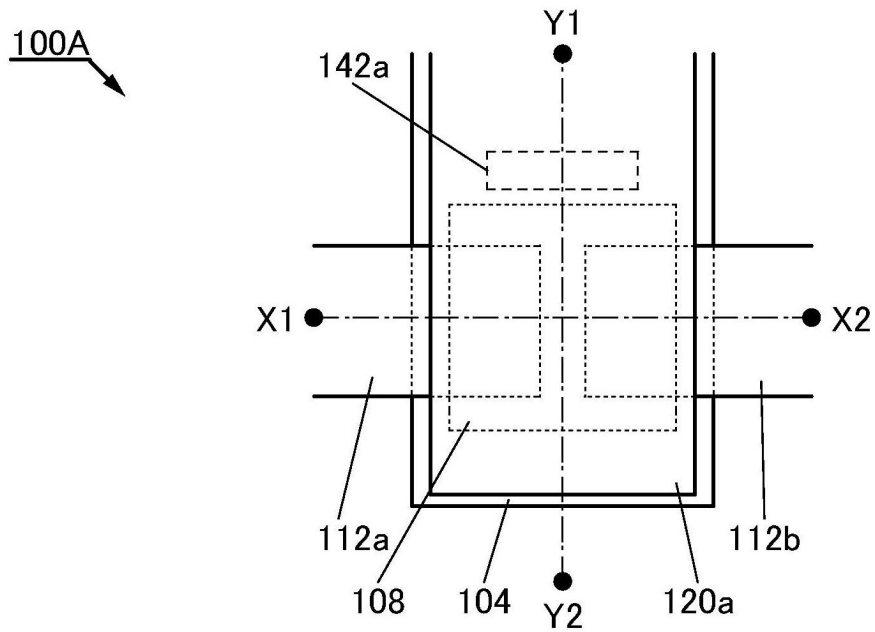


FIG. 2B

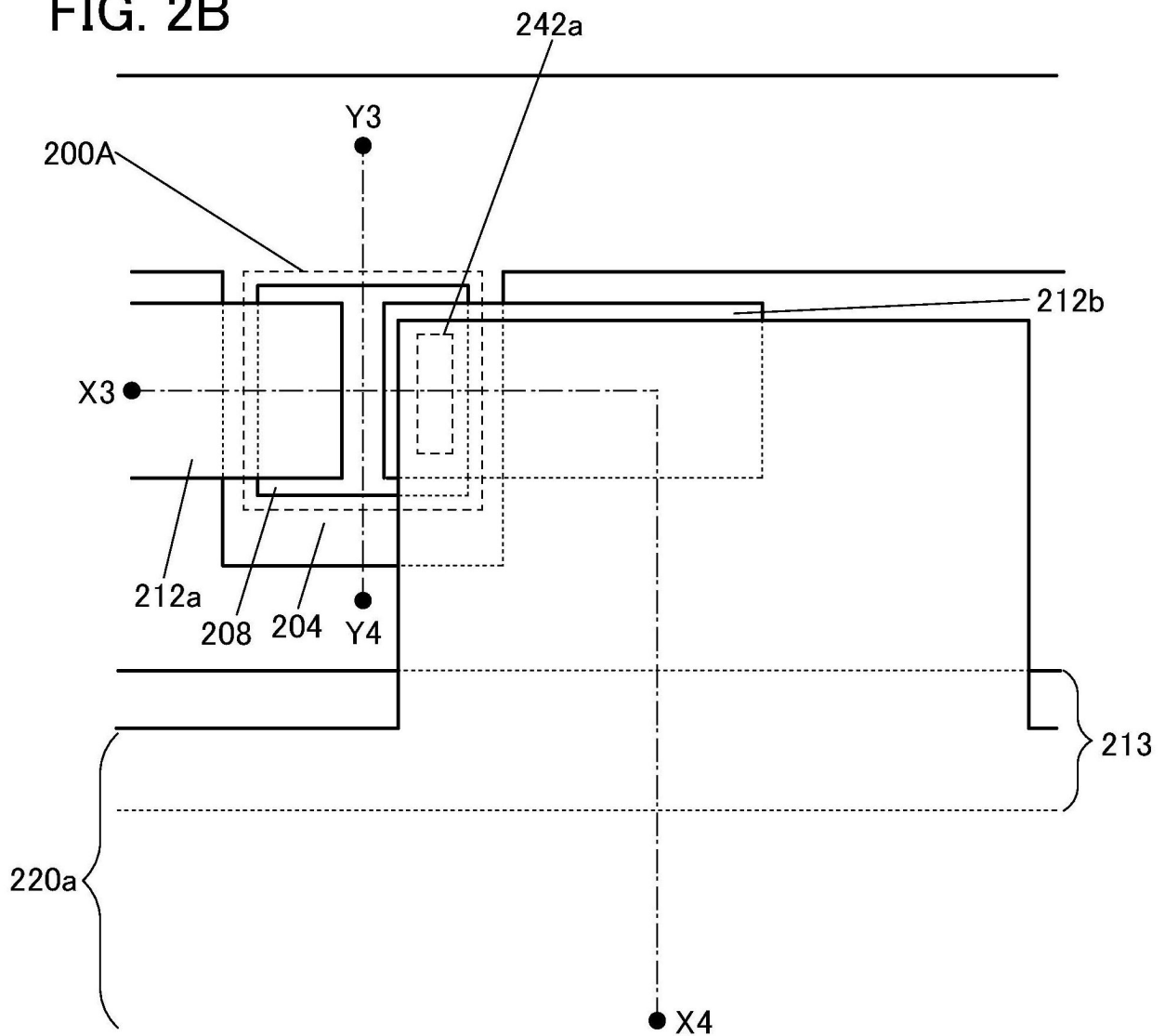


FIG. 3

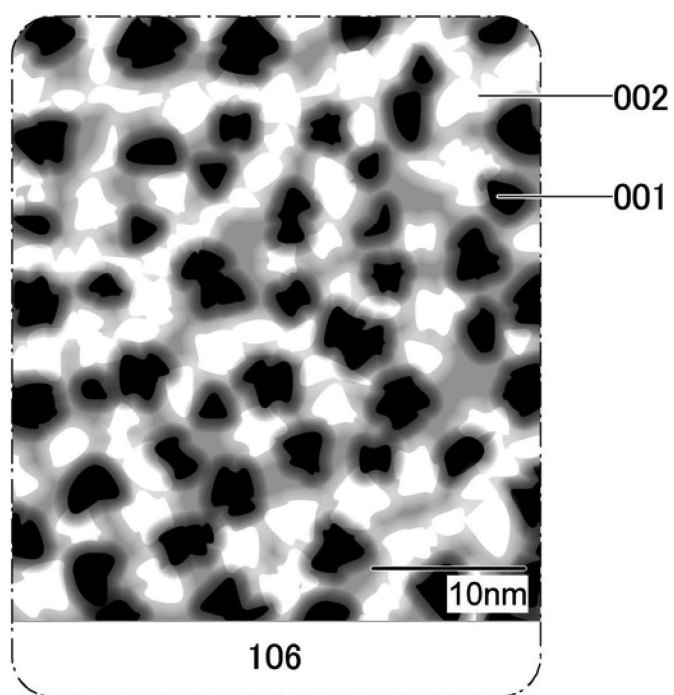


FIG. 4A-1

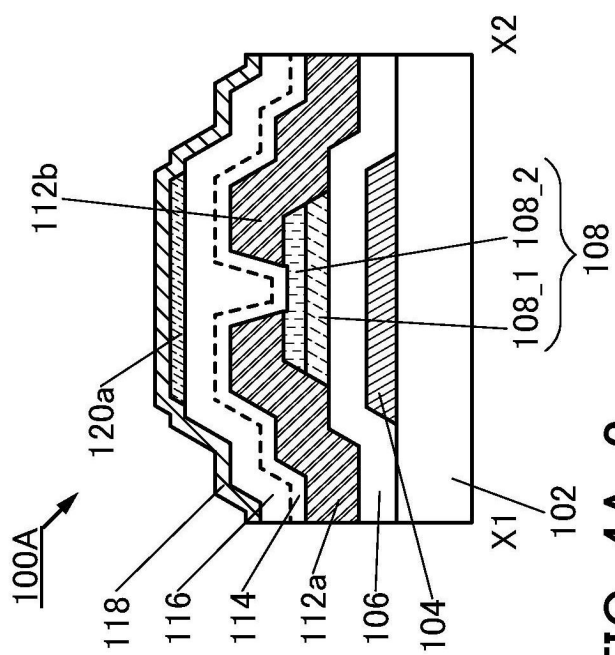


FIG. 4B-1

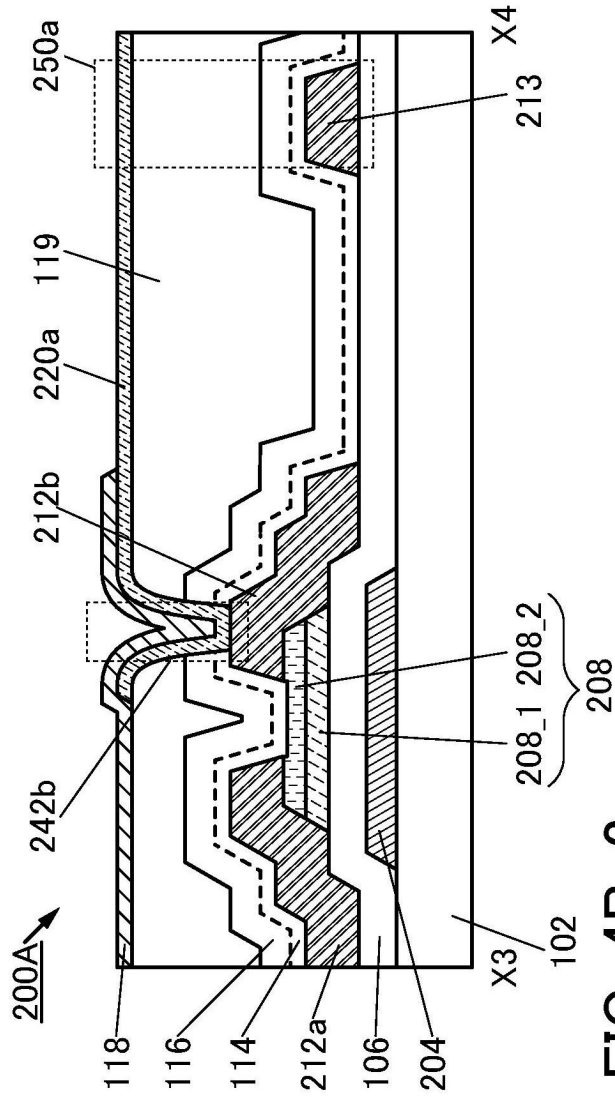


FIG. 4A-2

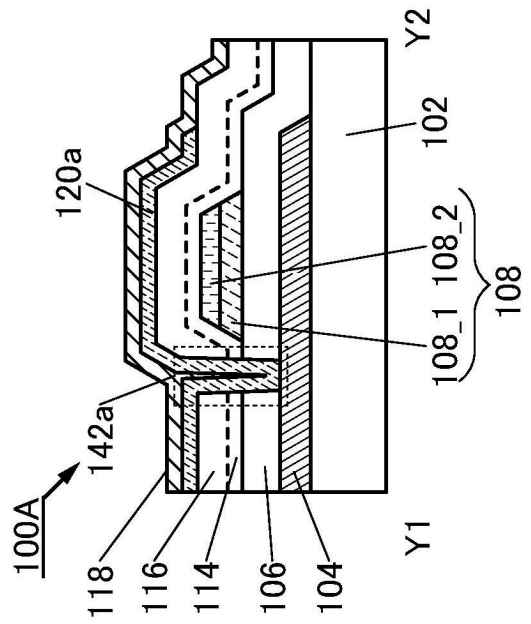


FIG. 4B-2

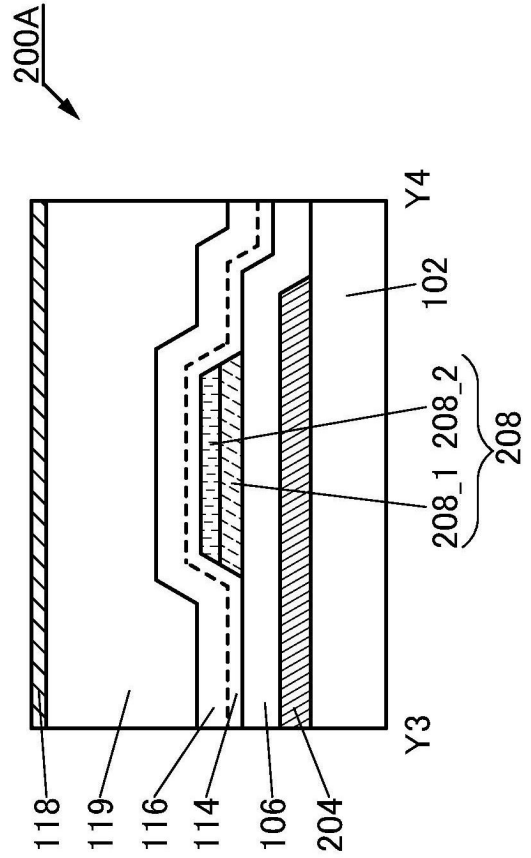


FIG. 5A-1

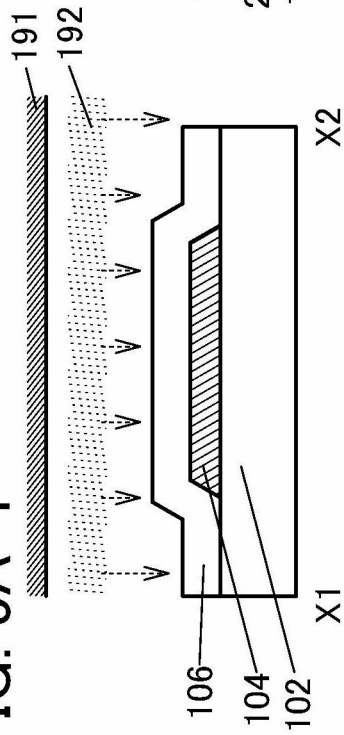


FIG. 5A-2

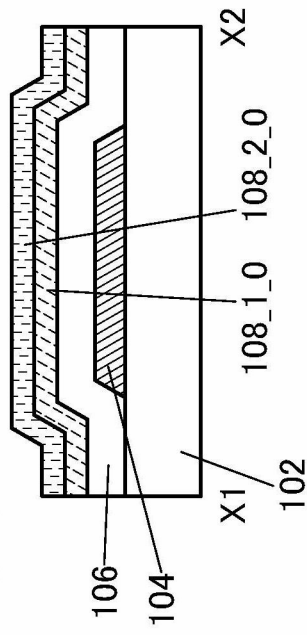


FIG. 5A-3

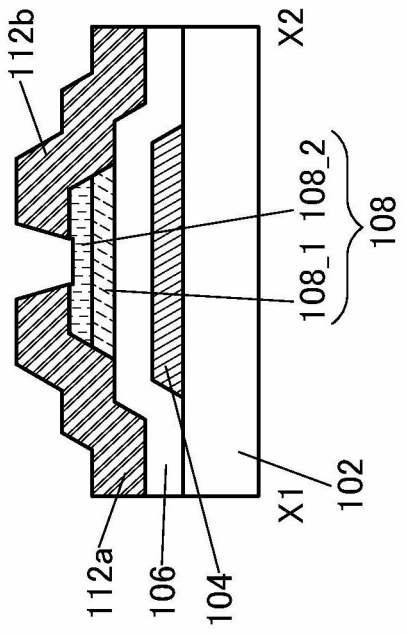


FIG. 5B-1

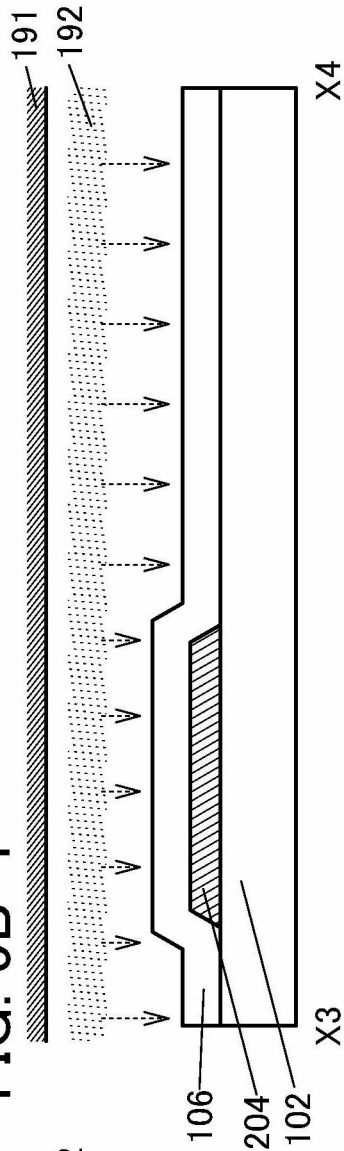


FIG. 5B-2

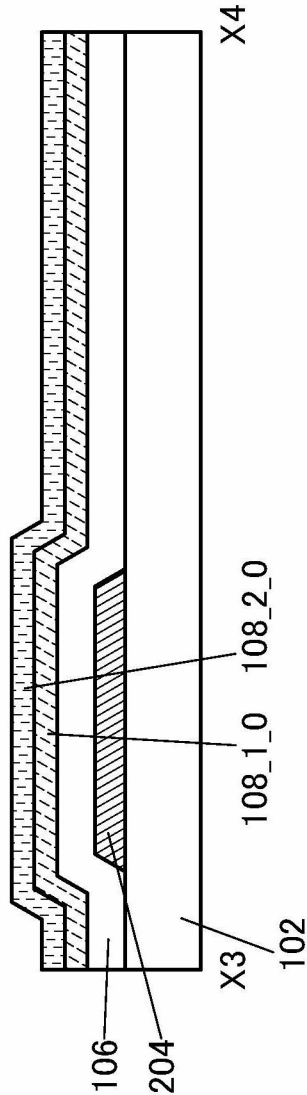
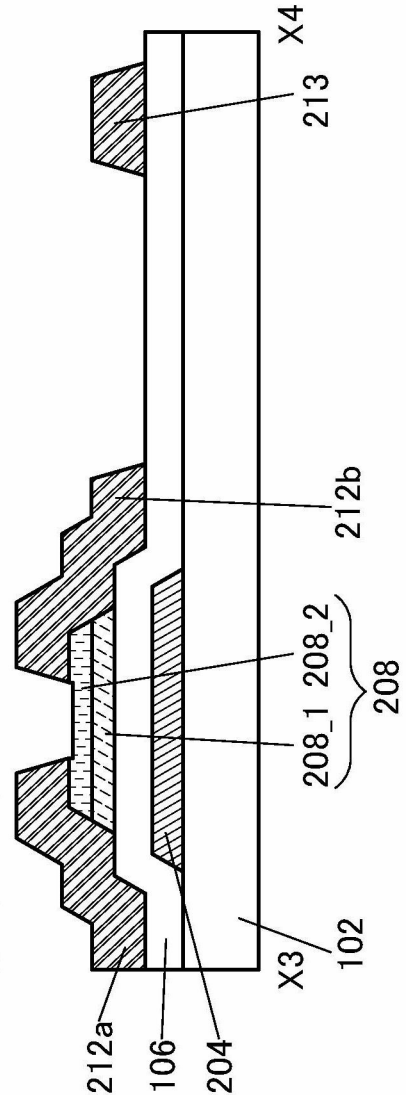
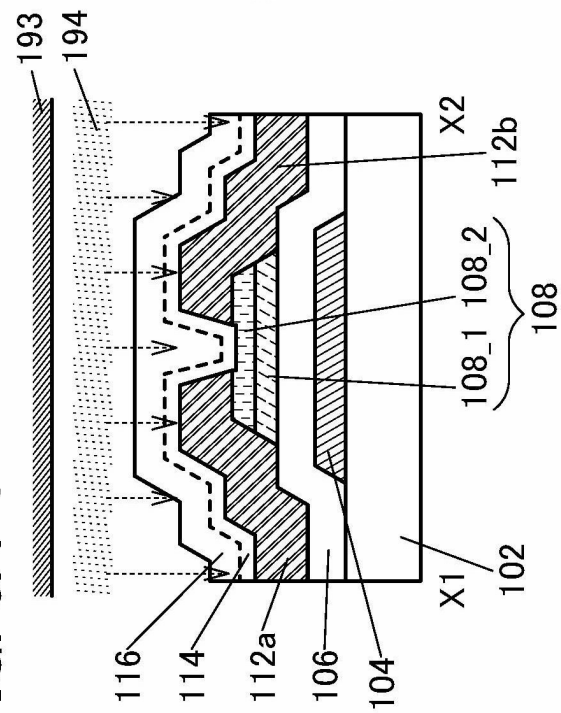


FIG. 5B-3



**FIG. 6A-1**



**FIG. 6B-1**

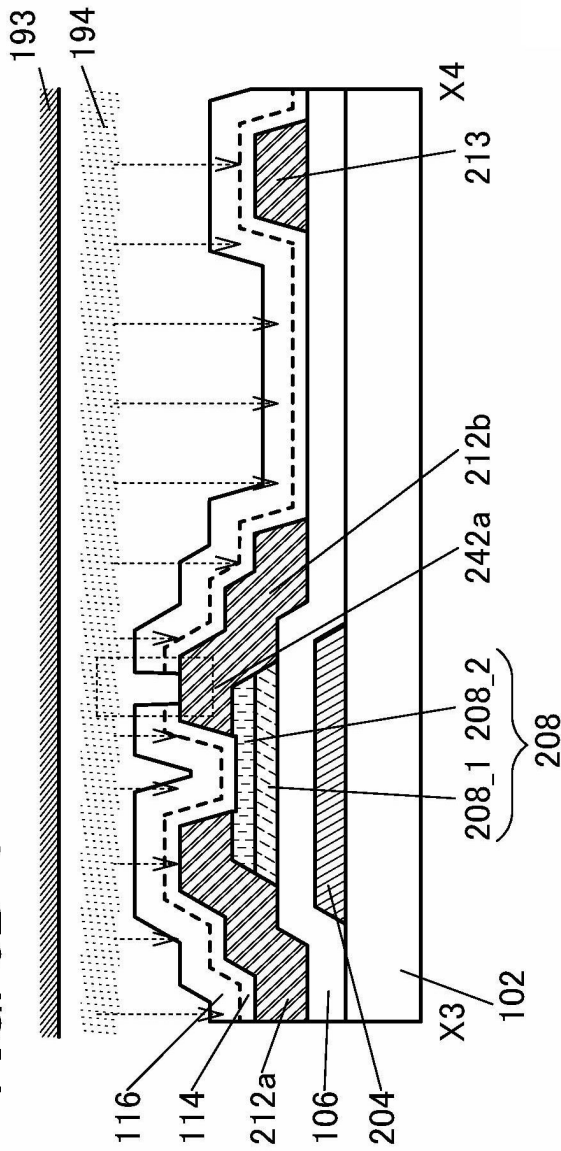


FIG. 6A-2

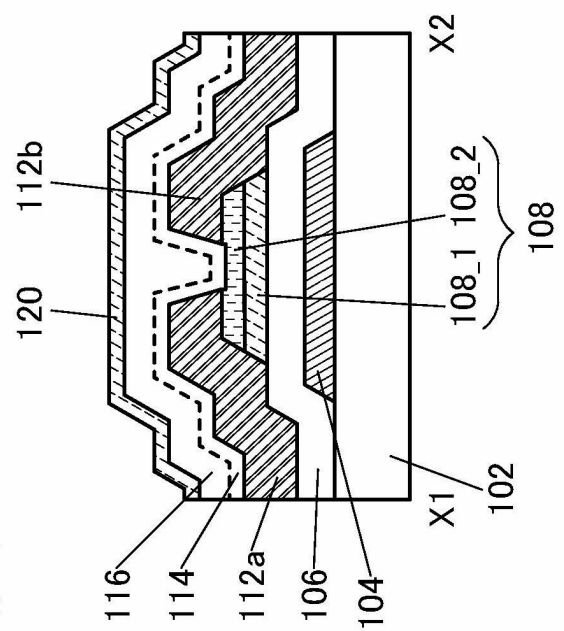
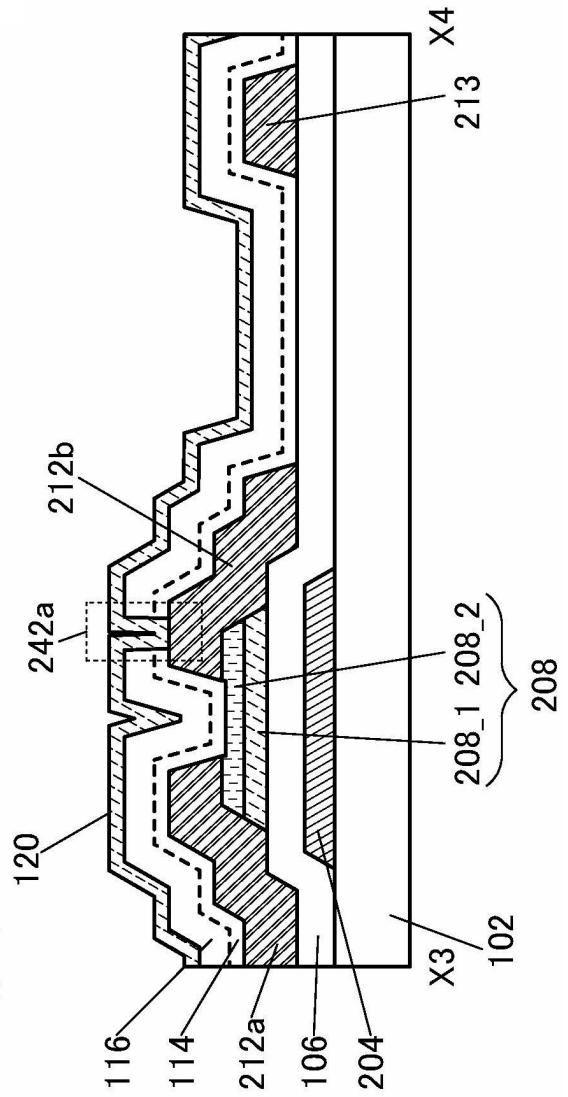


FIG. 6B-2





**FIG. 7A-1**

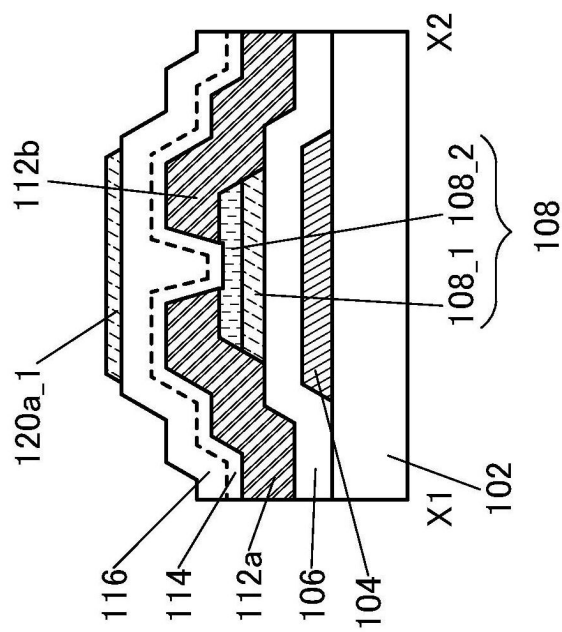
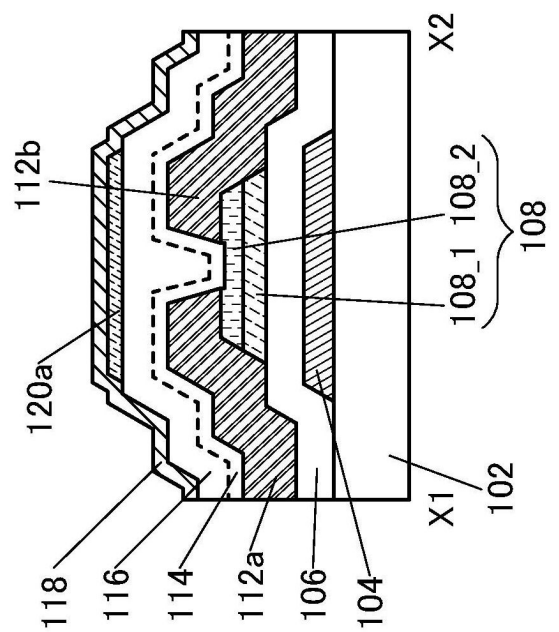
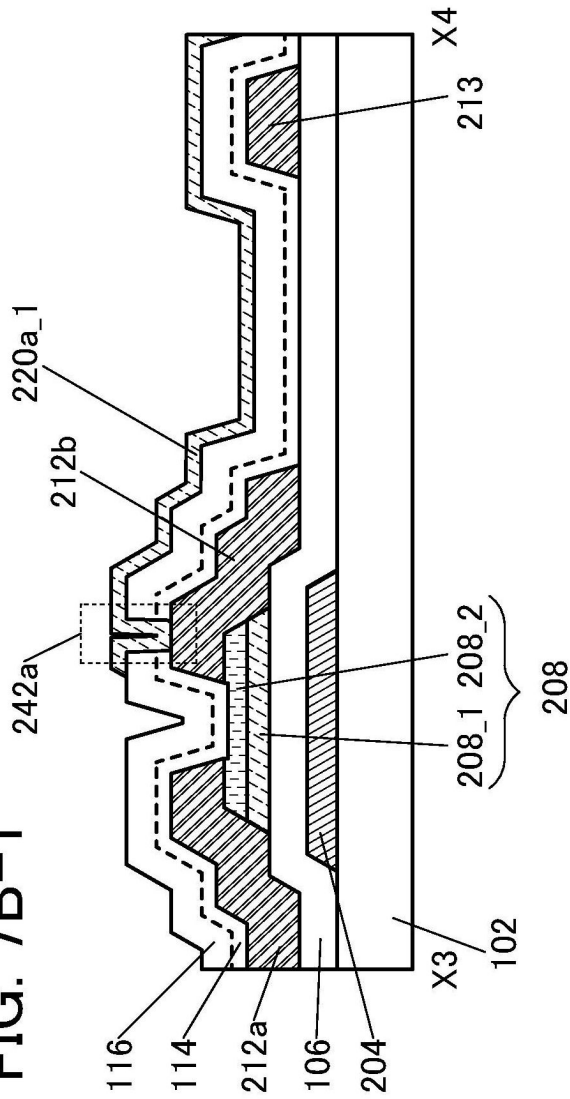


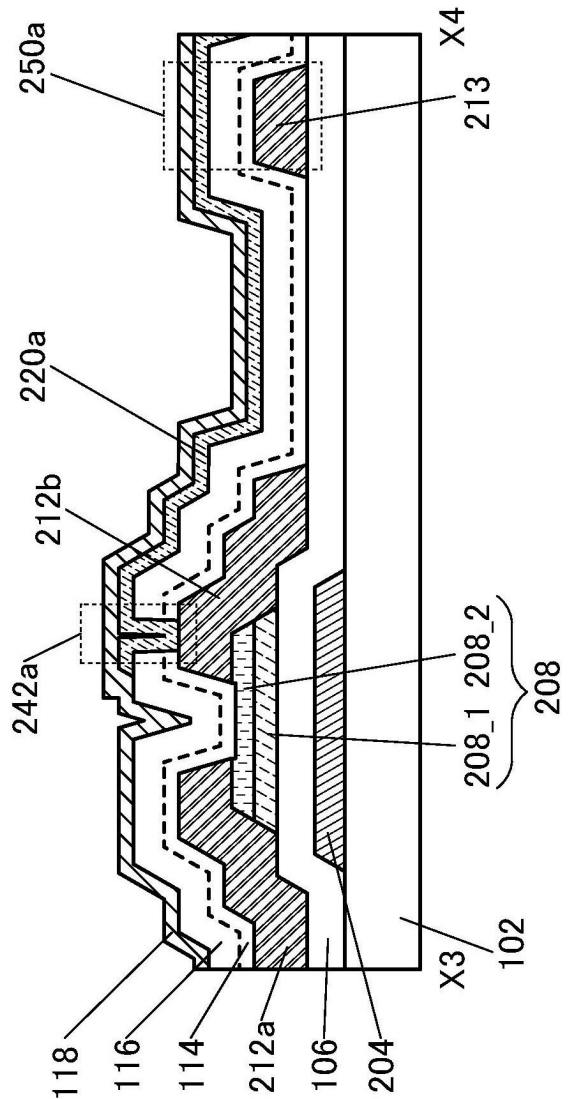
FIG. 7A-2



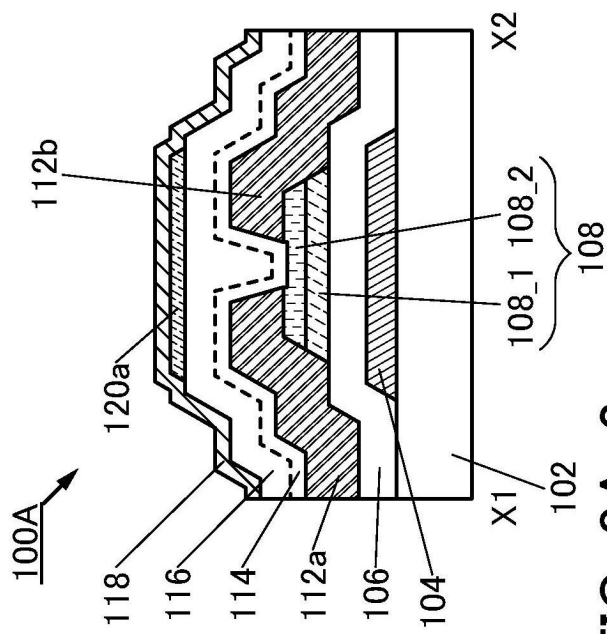
**FIG. 7B-1**



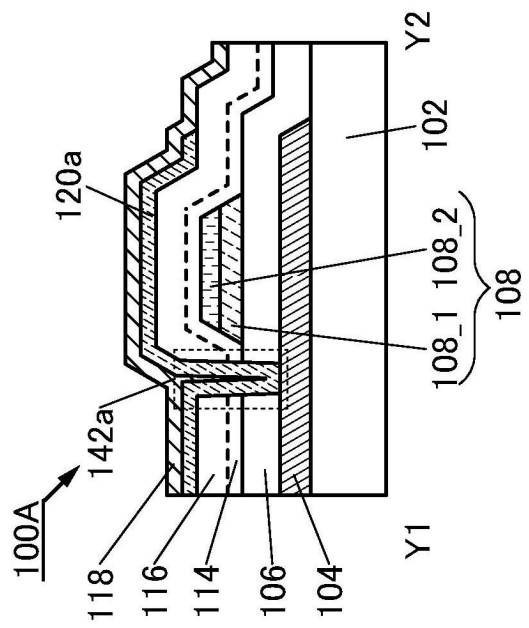
**FIG. 7B-2**



**FIG. 8A-1**



**FIG. 8A-2**



**FIG. 8B-1**

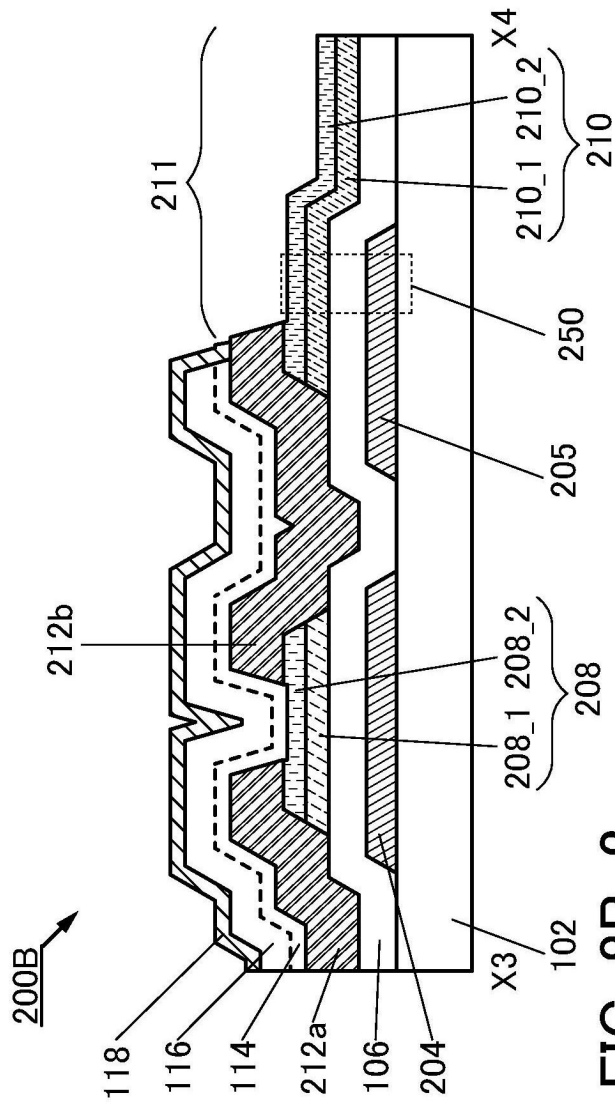


FIG. 8B-2

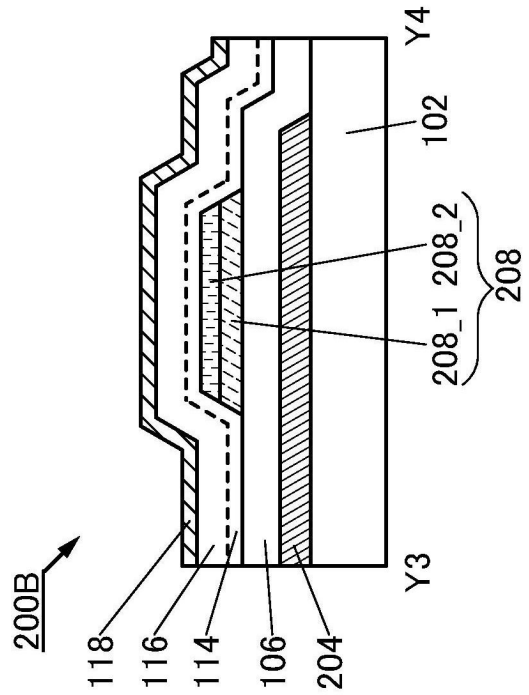


FIG. 9A

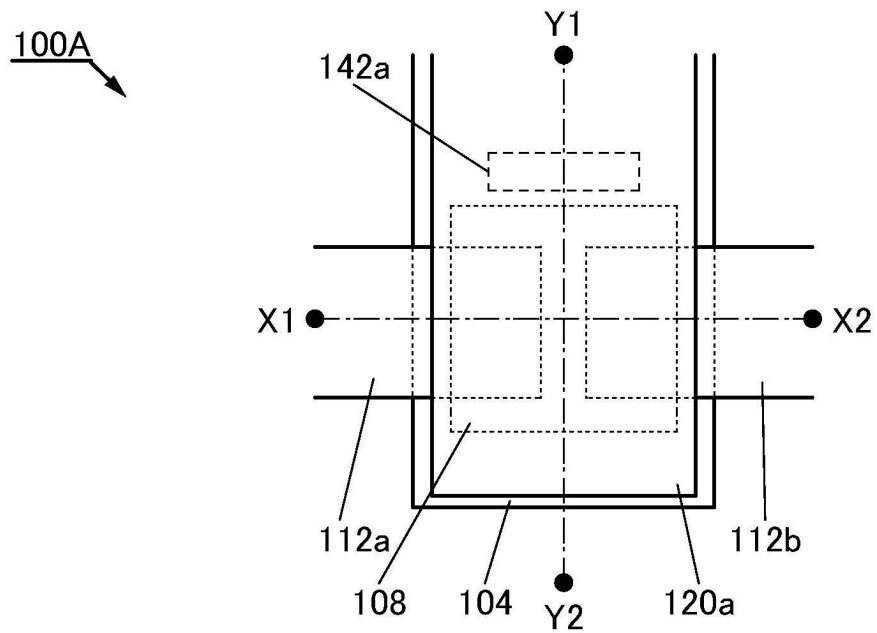
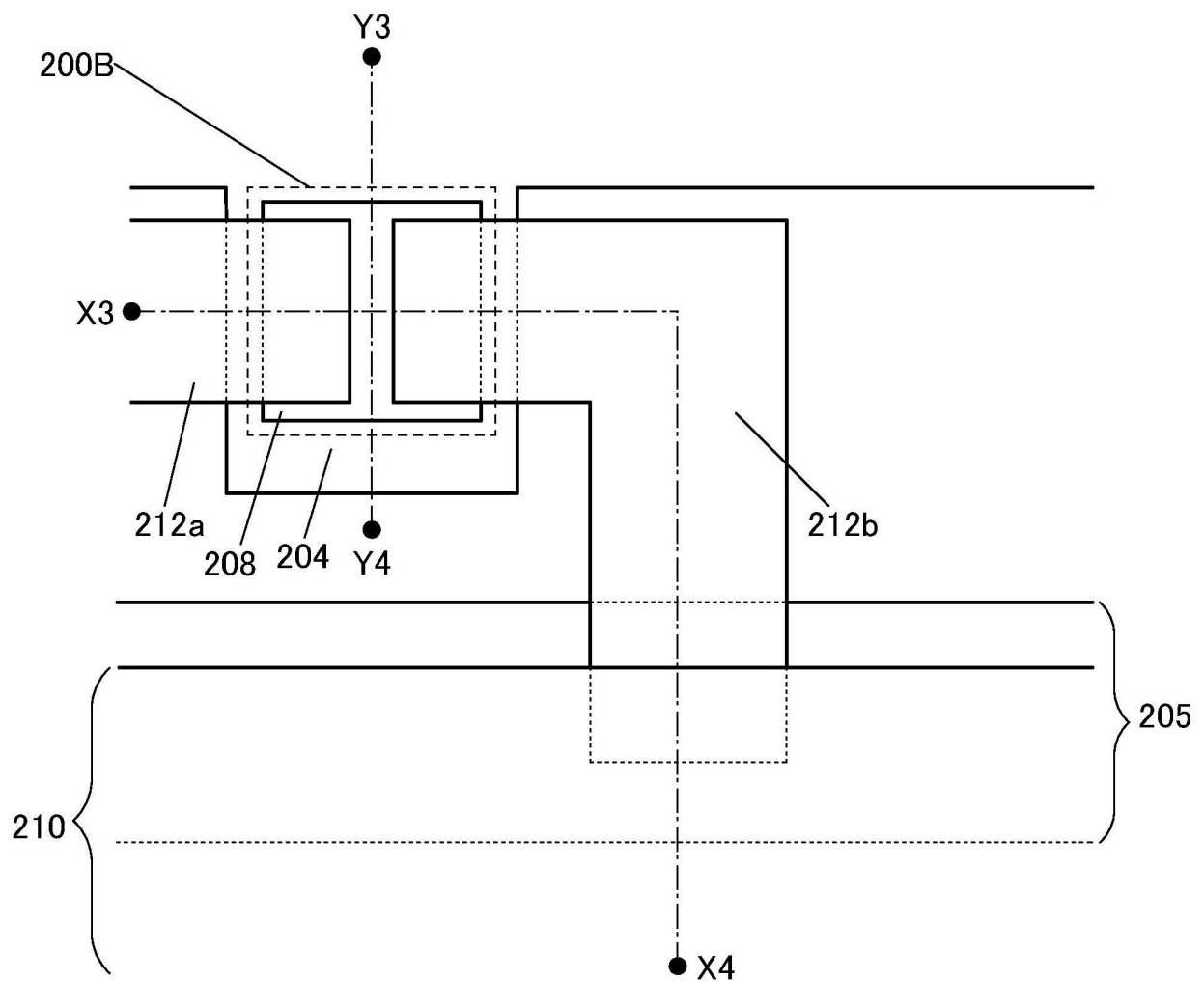


FIG. 9B



**FIG. 10A-1**

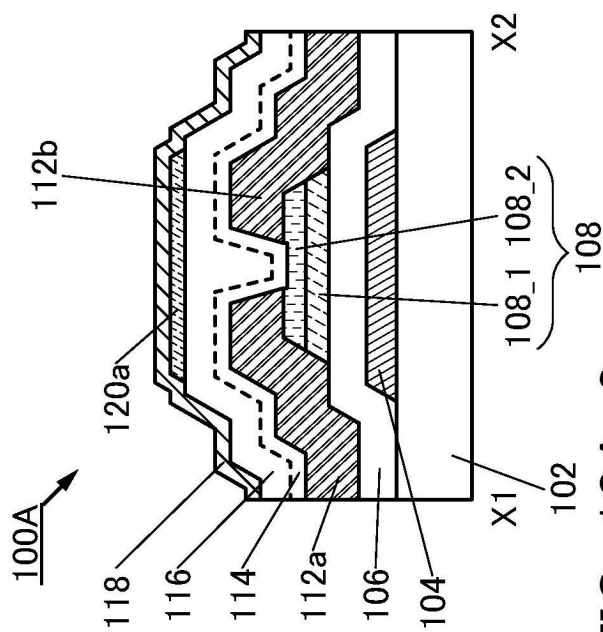
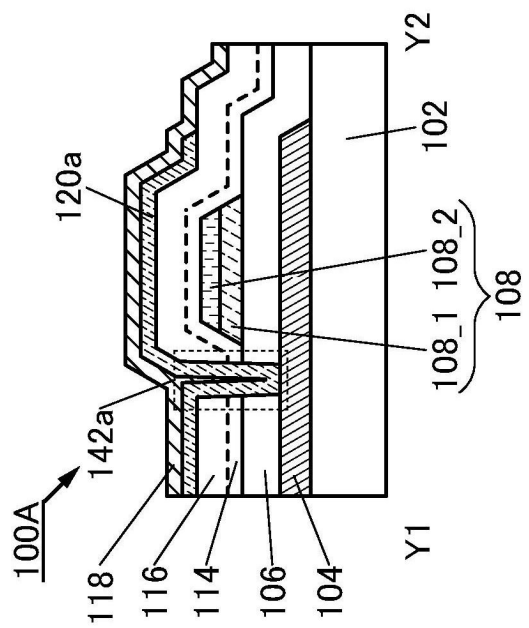
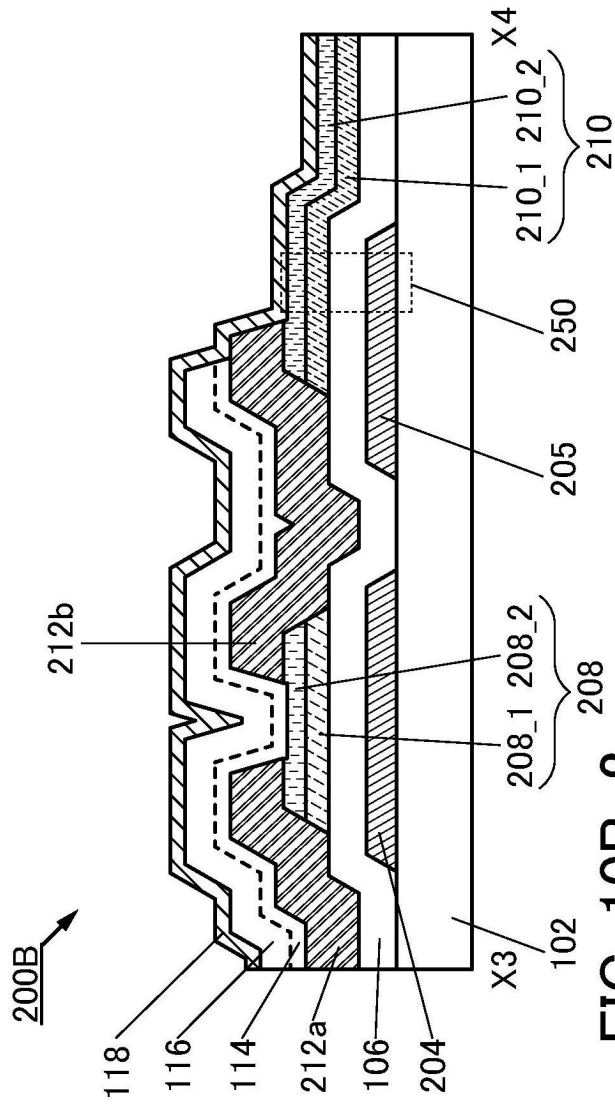


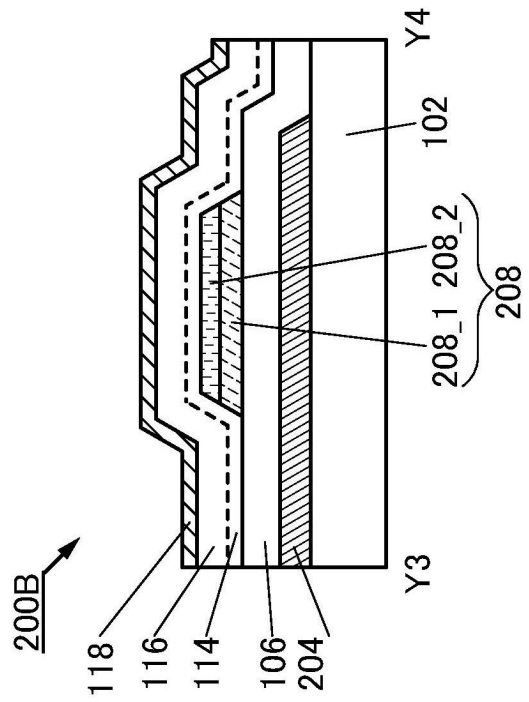
FIG. 10A-2



**FIG. 10B-1**



**FIG. 10B-2**





**FIG. 12A-1**

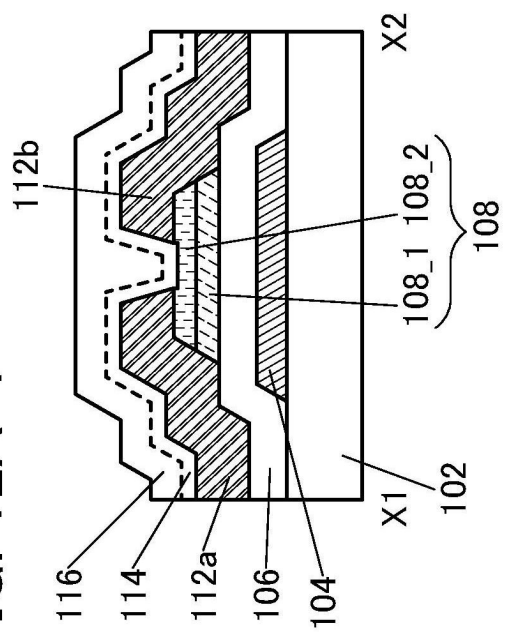
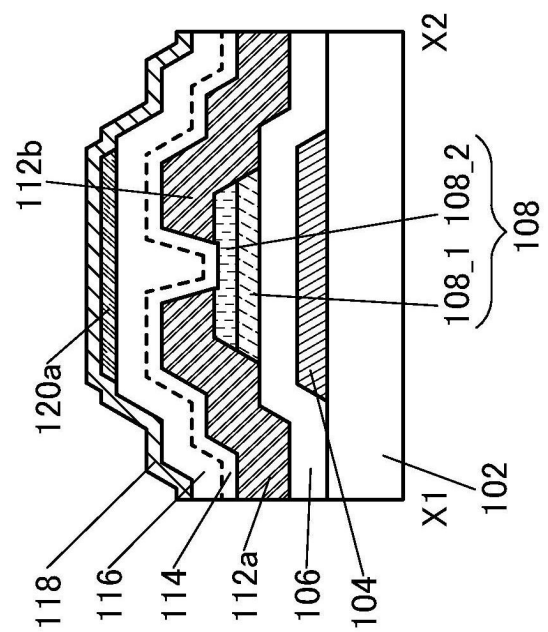
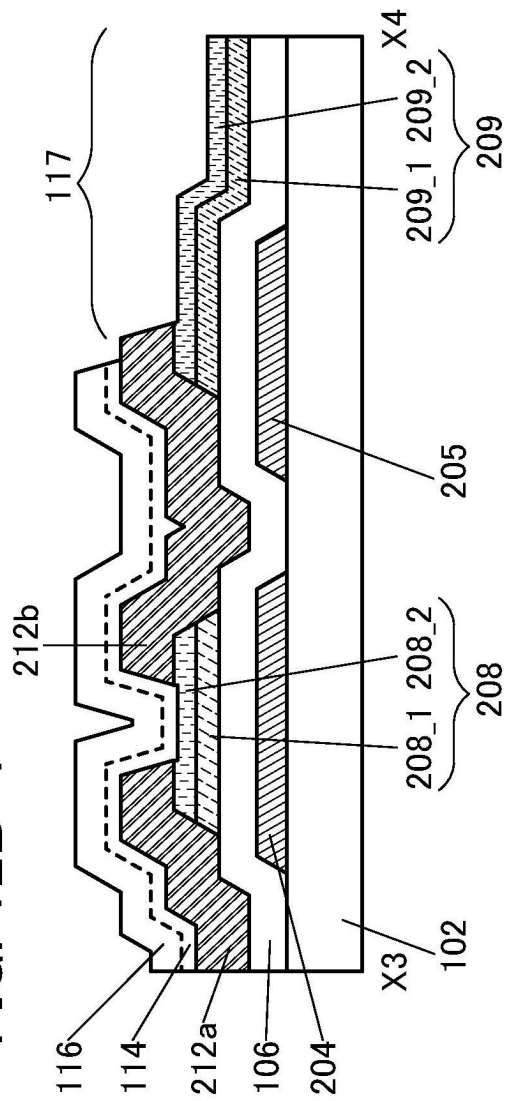


FIG. 12A-2



**FIG. 12B-1**



**FIG. 12B-2**

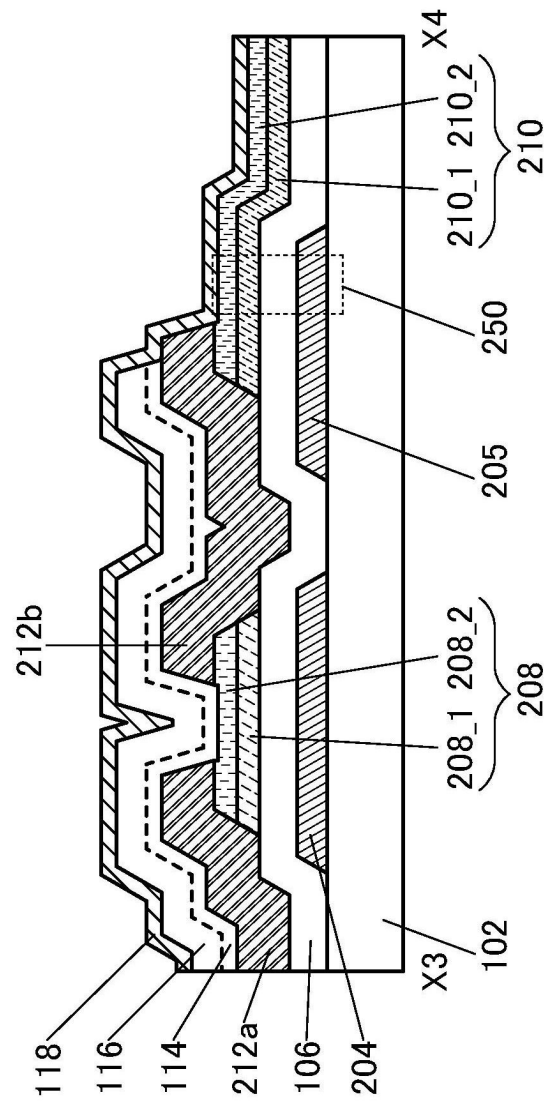


FIG. 13A-1

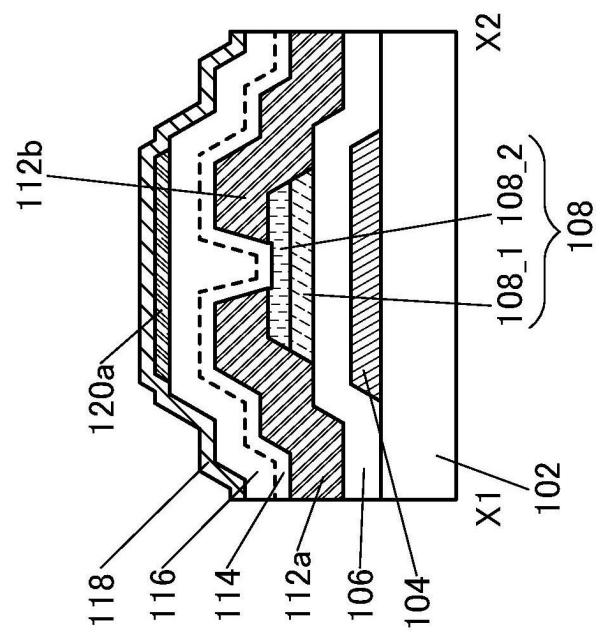


FIG. 13B-1

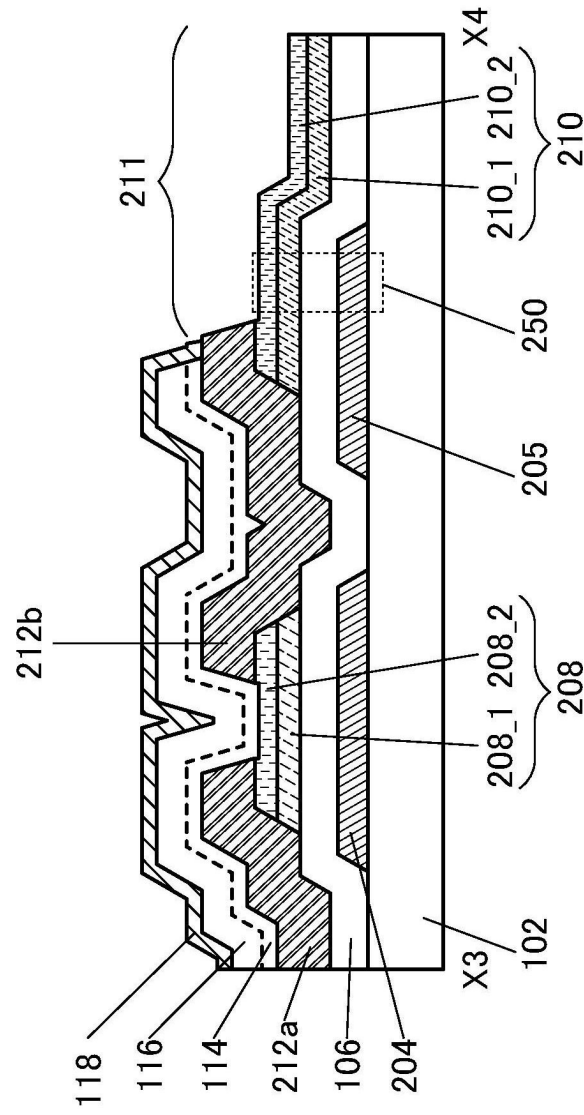


FIG. 14A

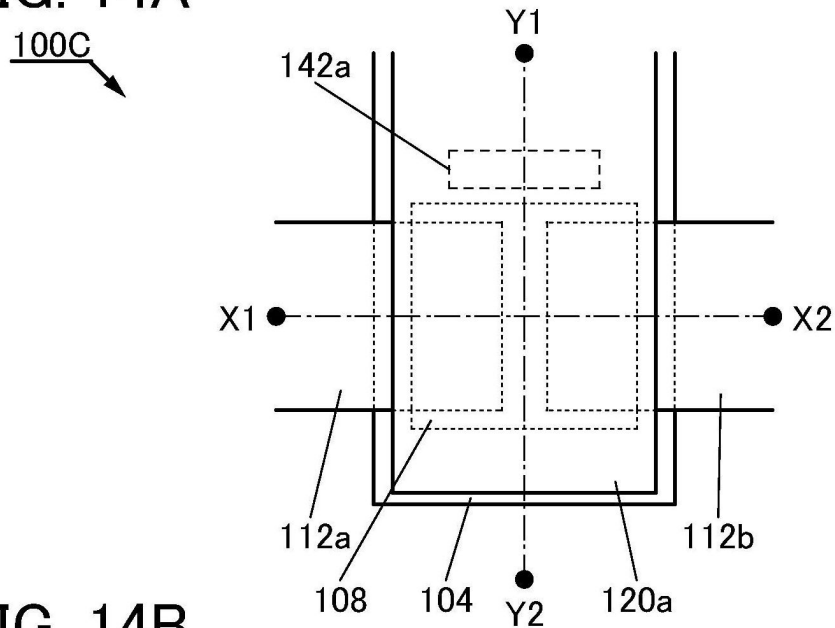


FIG. 14B

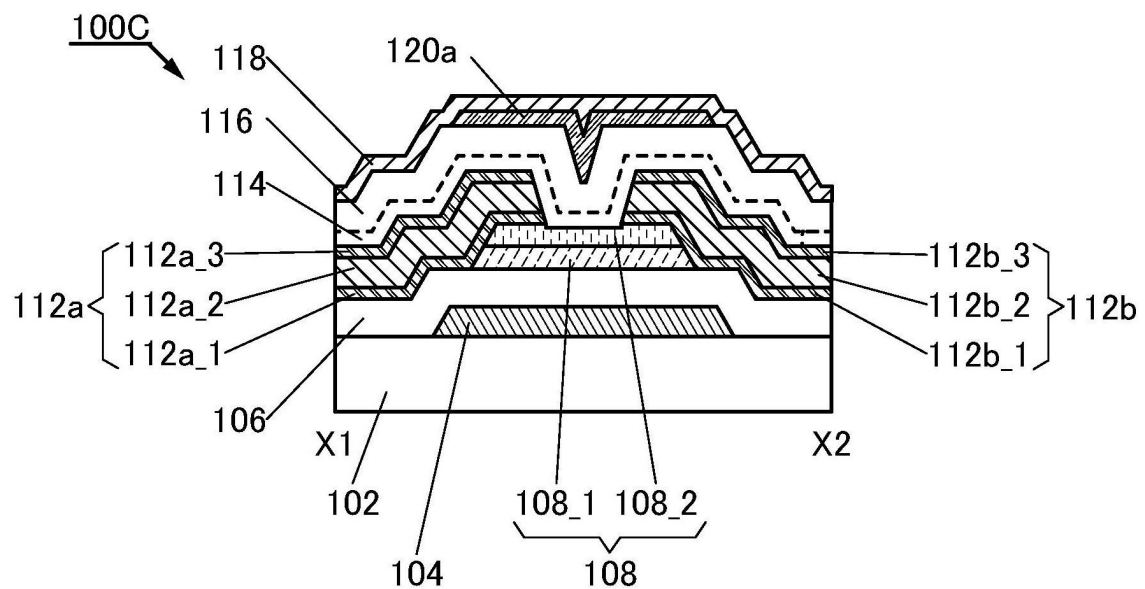


FIG. 14C

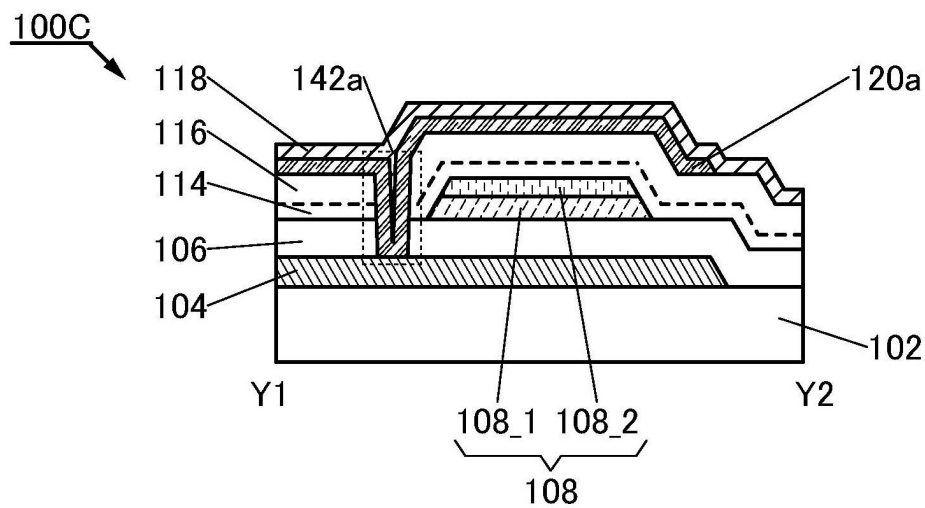




FIG. 15A

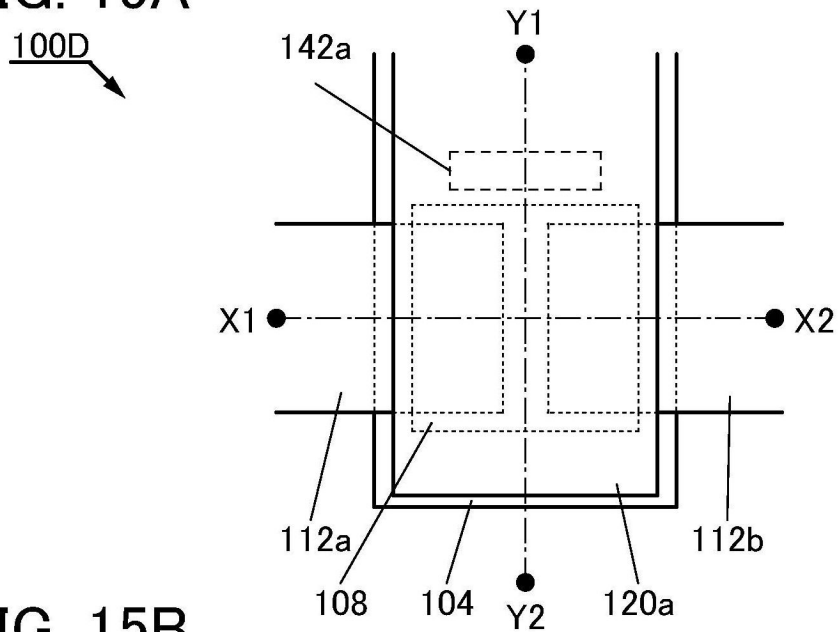


FIG. 15B

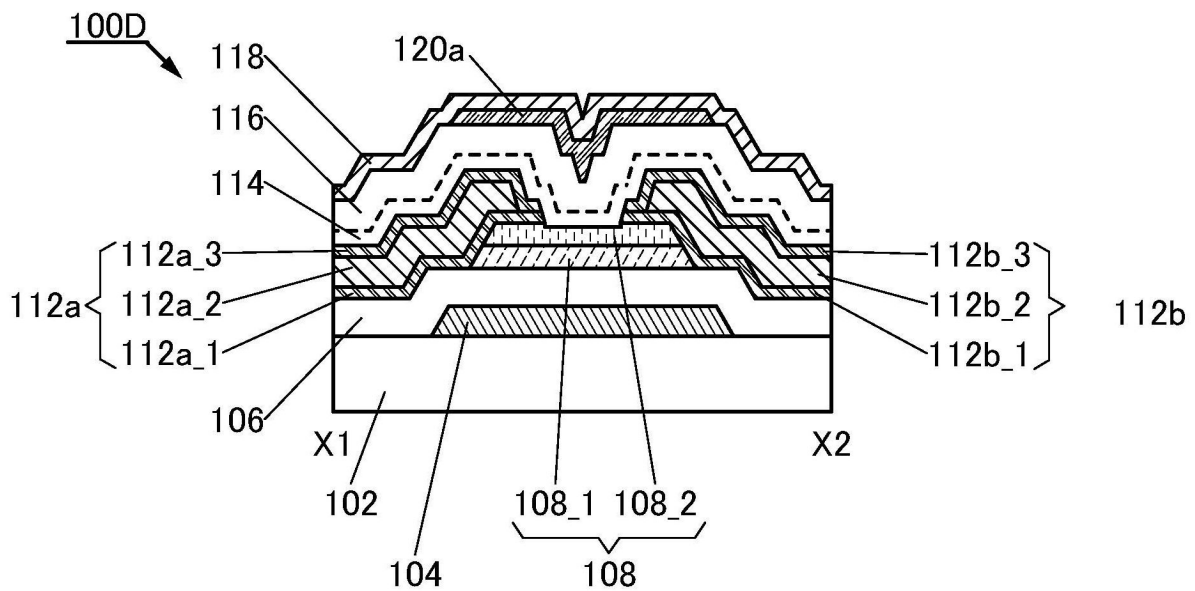


FIG. 15C

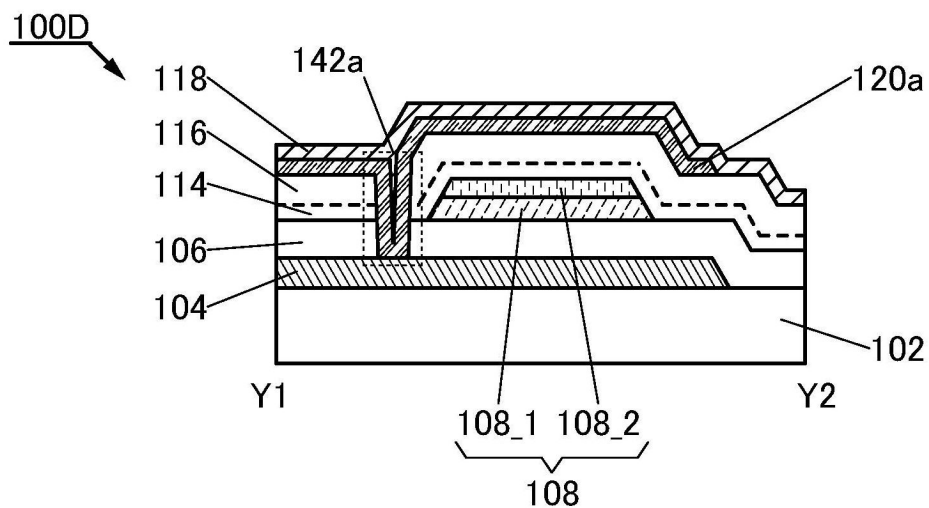


FIG. 16A

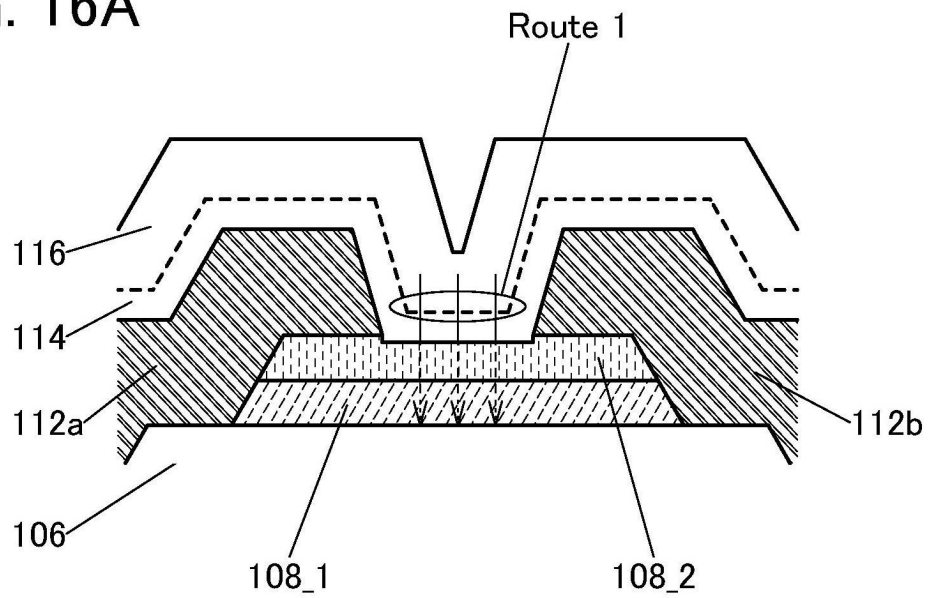


FIG. 16B

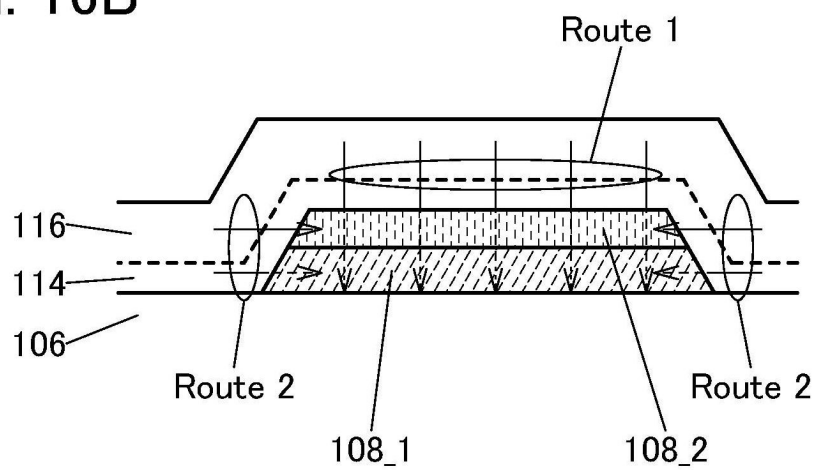


FIG. 17A

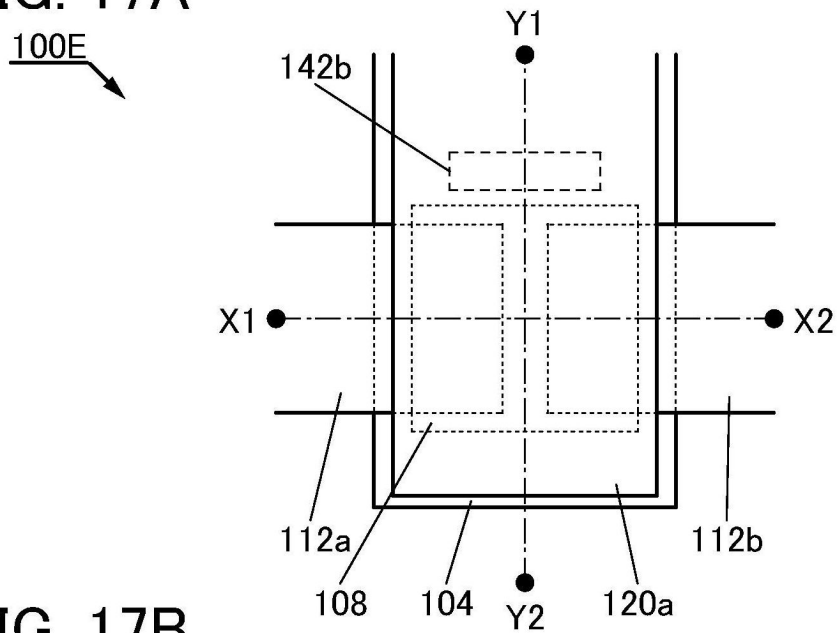


FIG. 17B

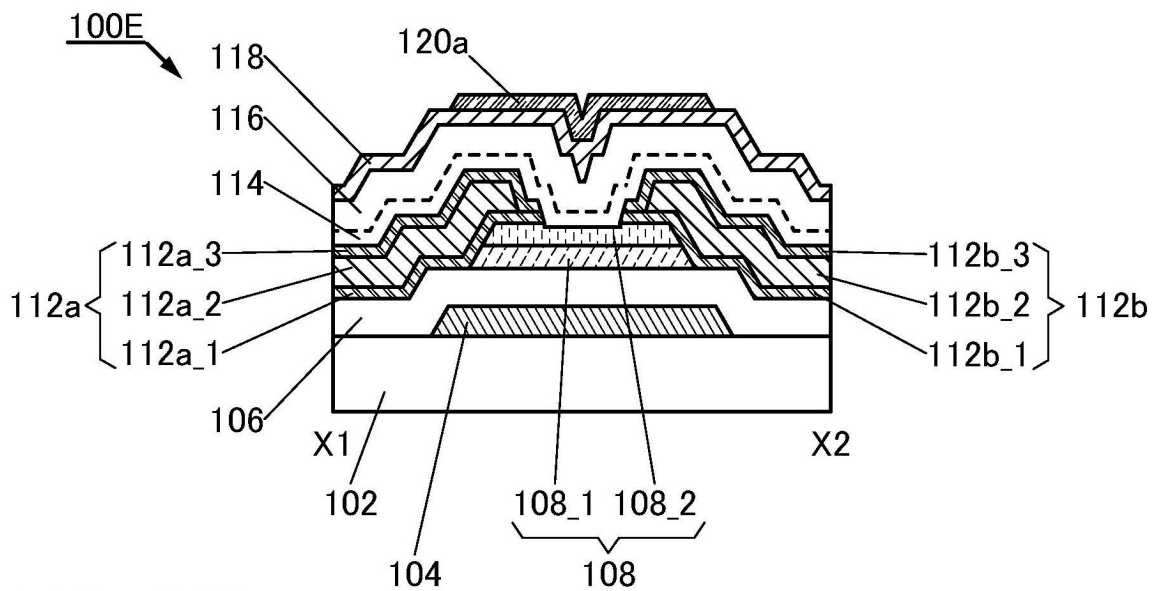


FIG. 17C

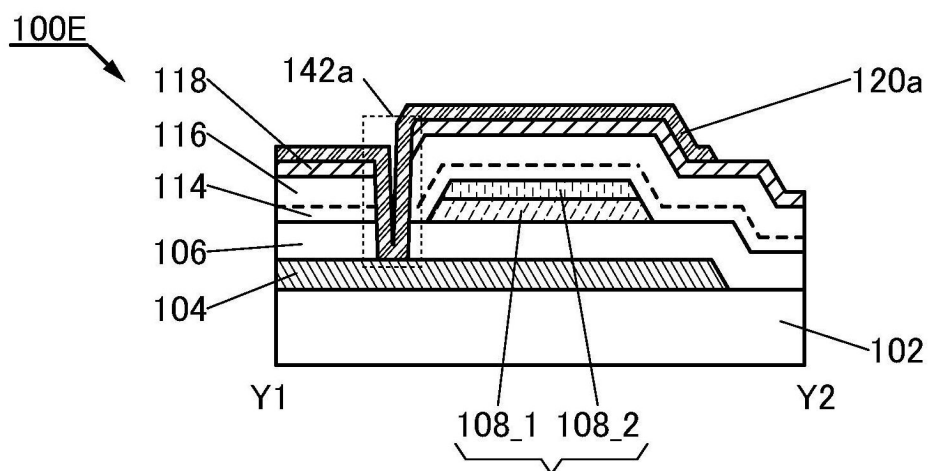


FIG. 18

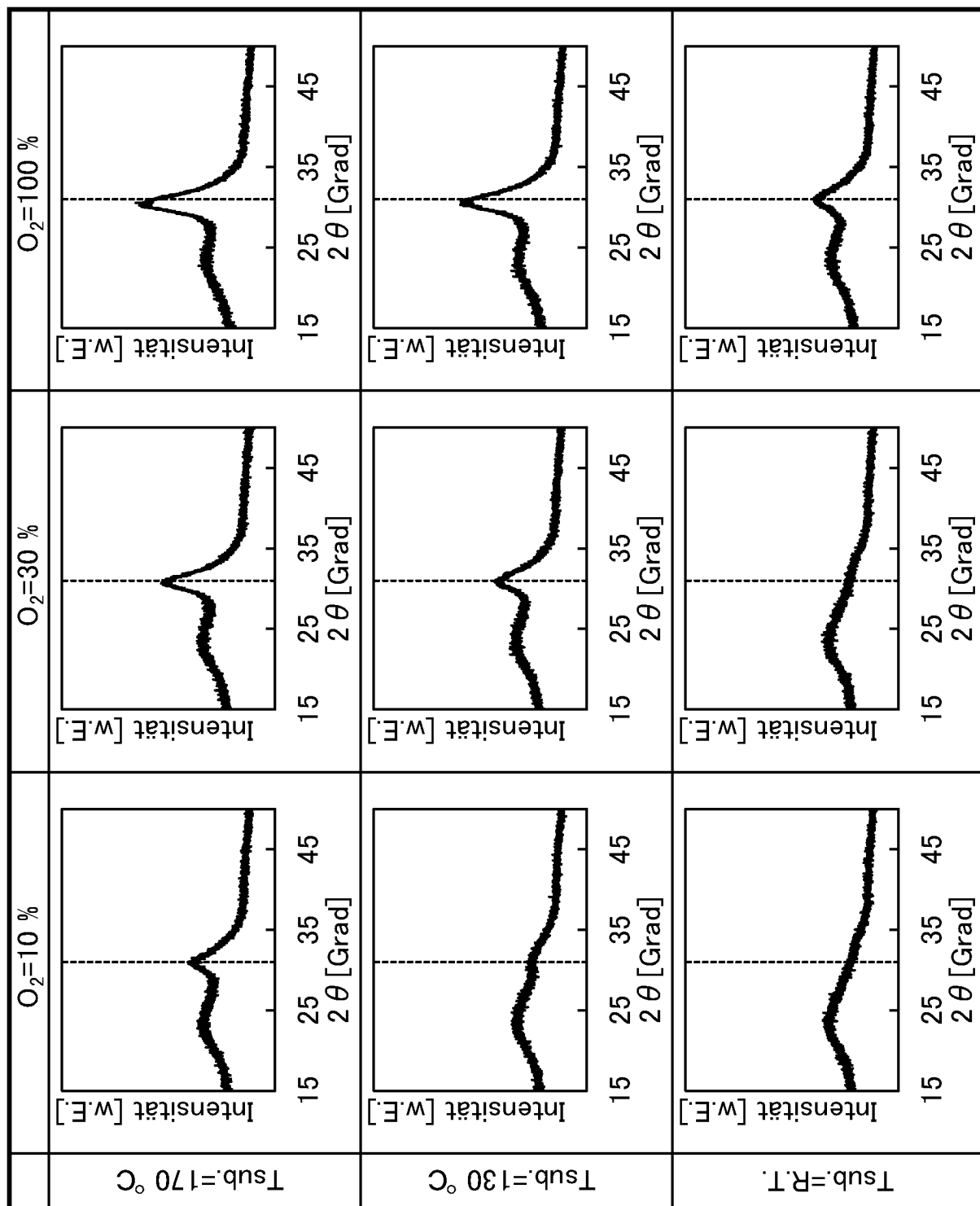


FIG. 19A

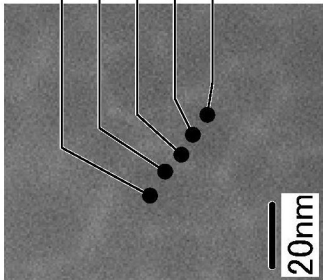


FIG. 19B

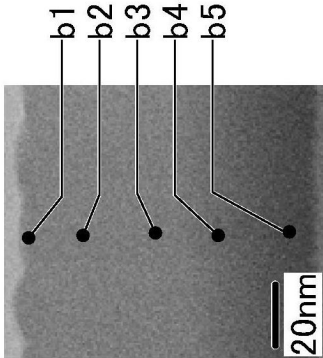


FIG. 19C

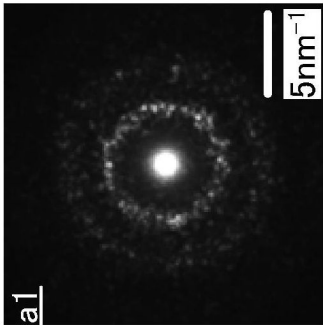


FIG. 19D

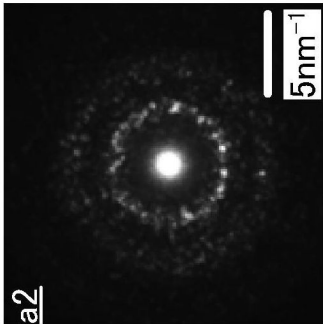


FIG. 19E

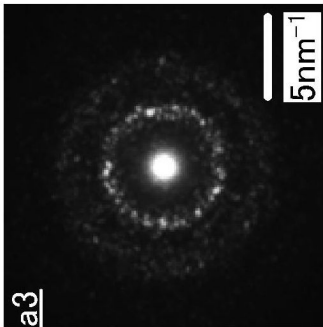


FIG. 19F

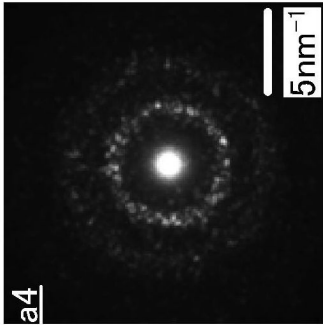


FIG. 19G

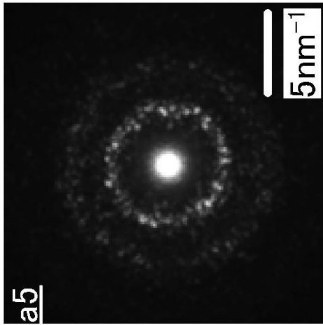


FIG. 19H

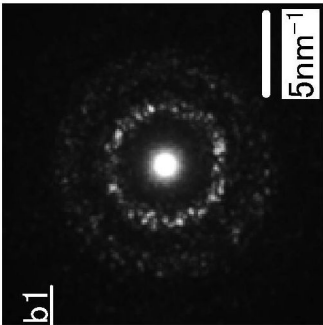


FIG. 19I

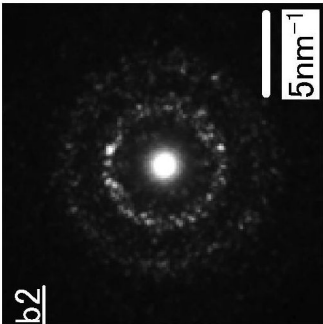


FIG. 19J

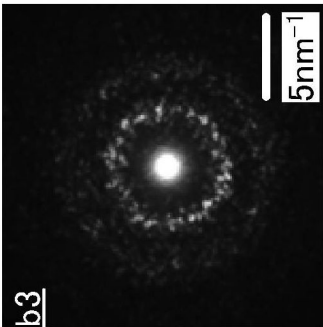


FIG. 19K

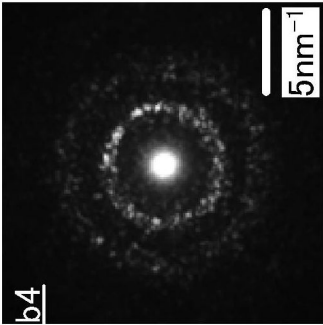


FIG. 19L

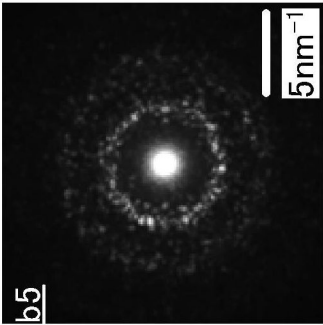


FIG. 20A

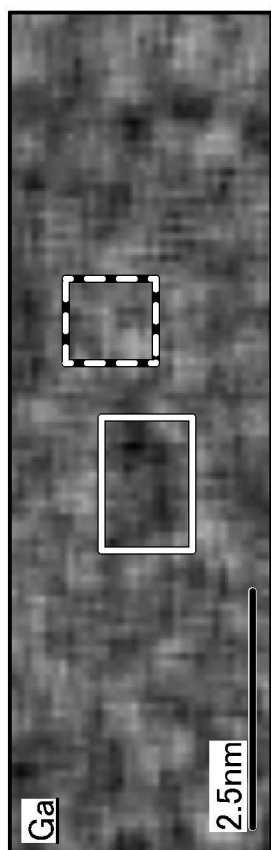


FIG. 20B

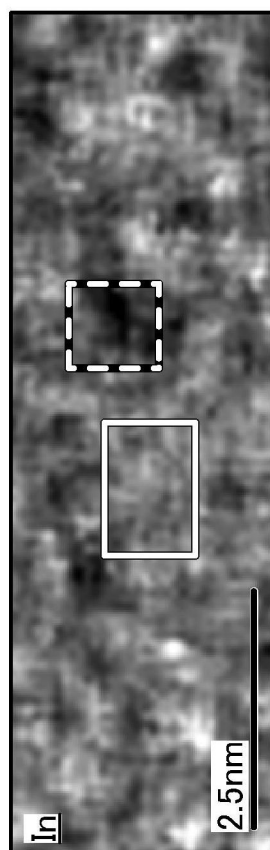


FIG. 20C

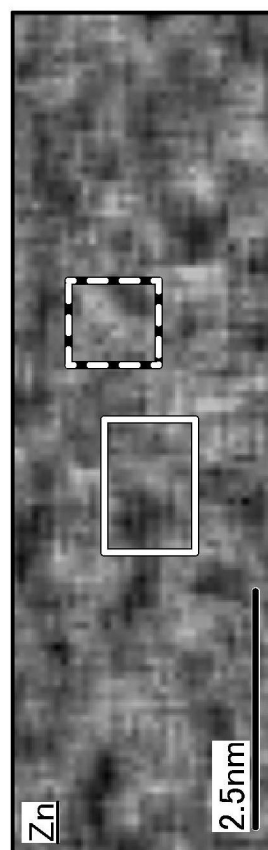


FIG. 21

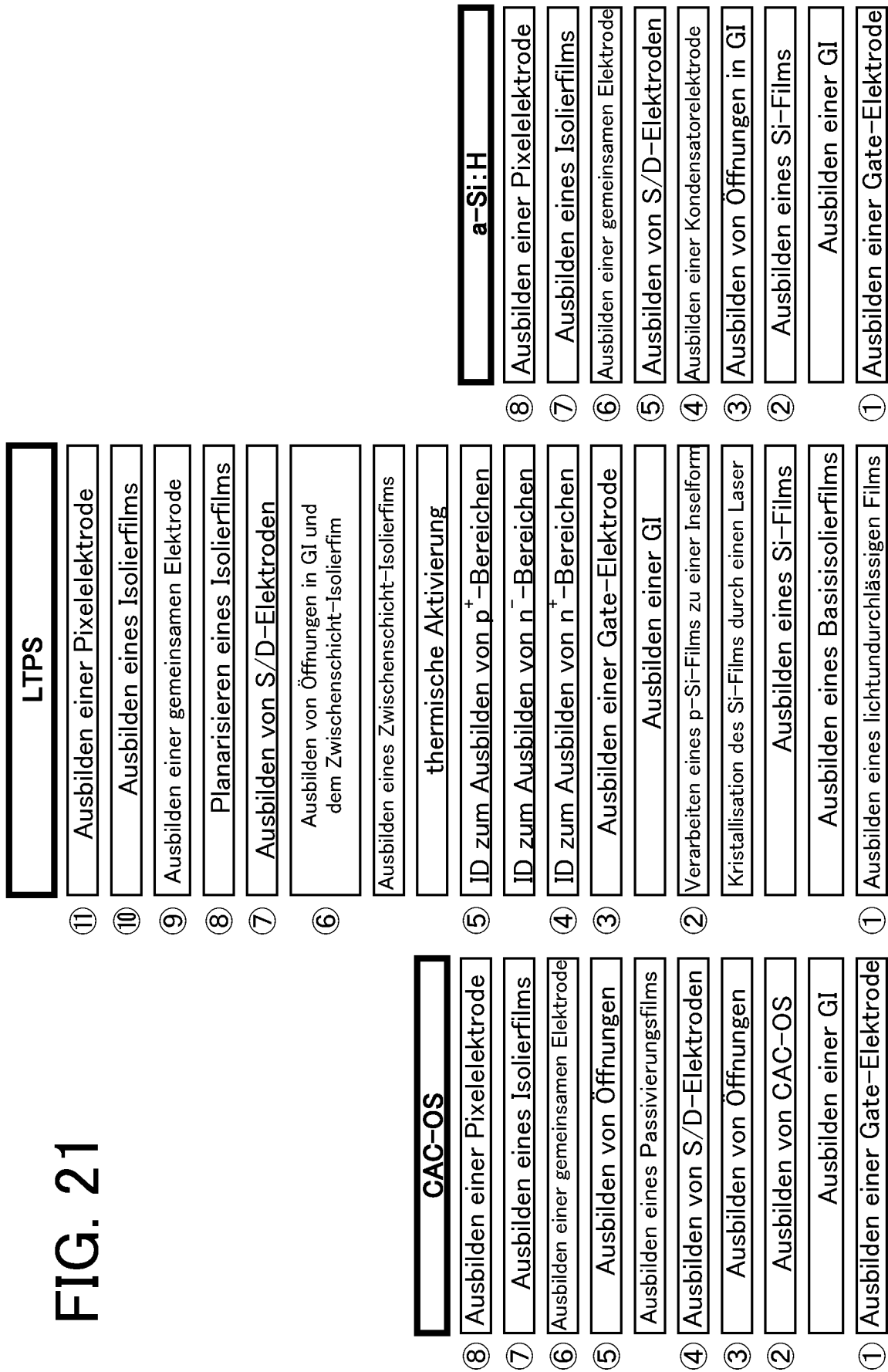


FIG. 22

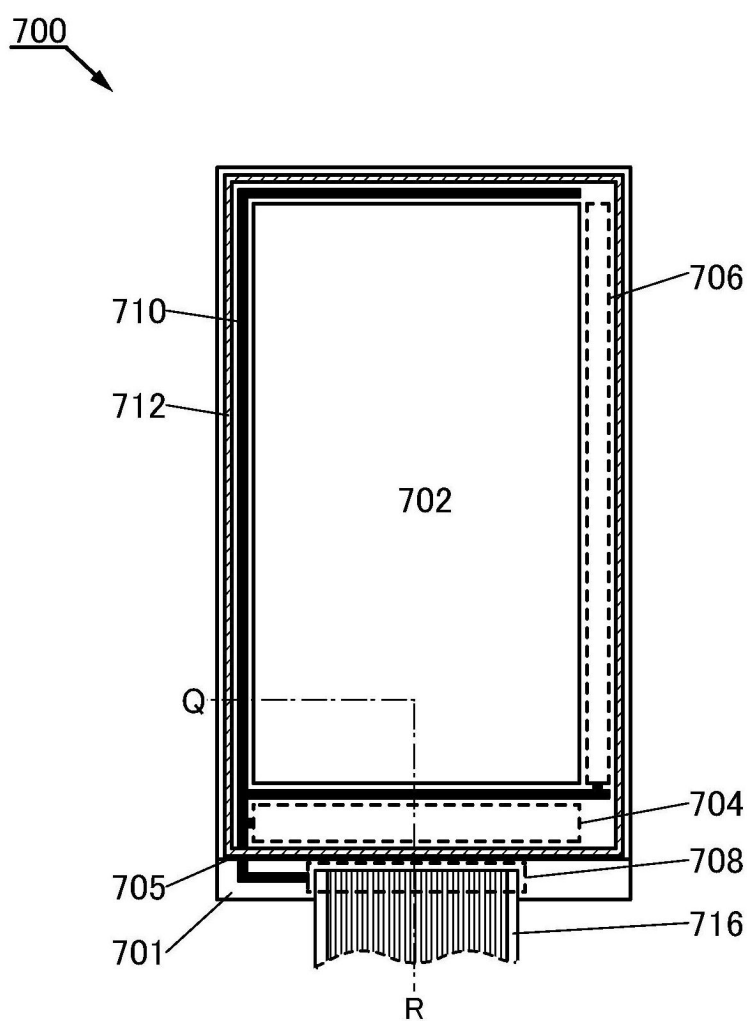




FIG. 23

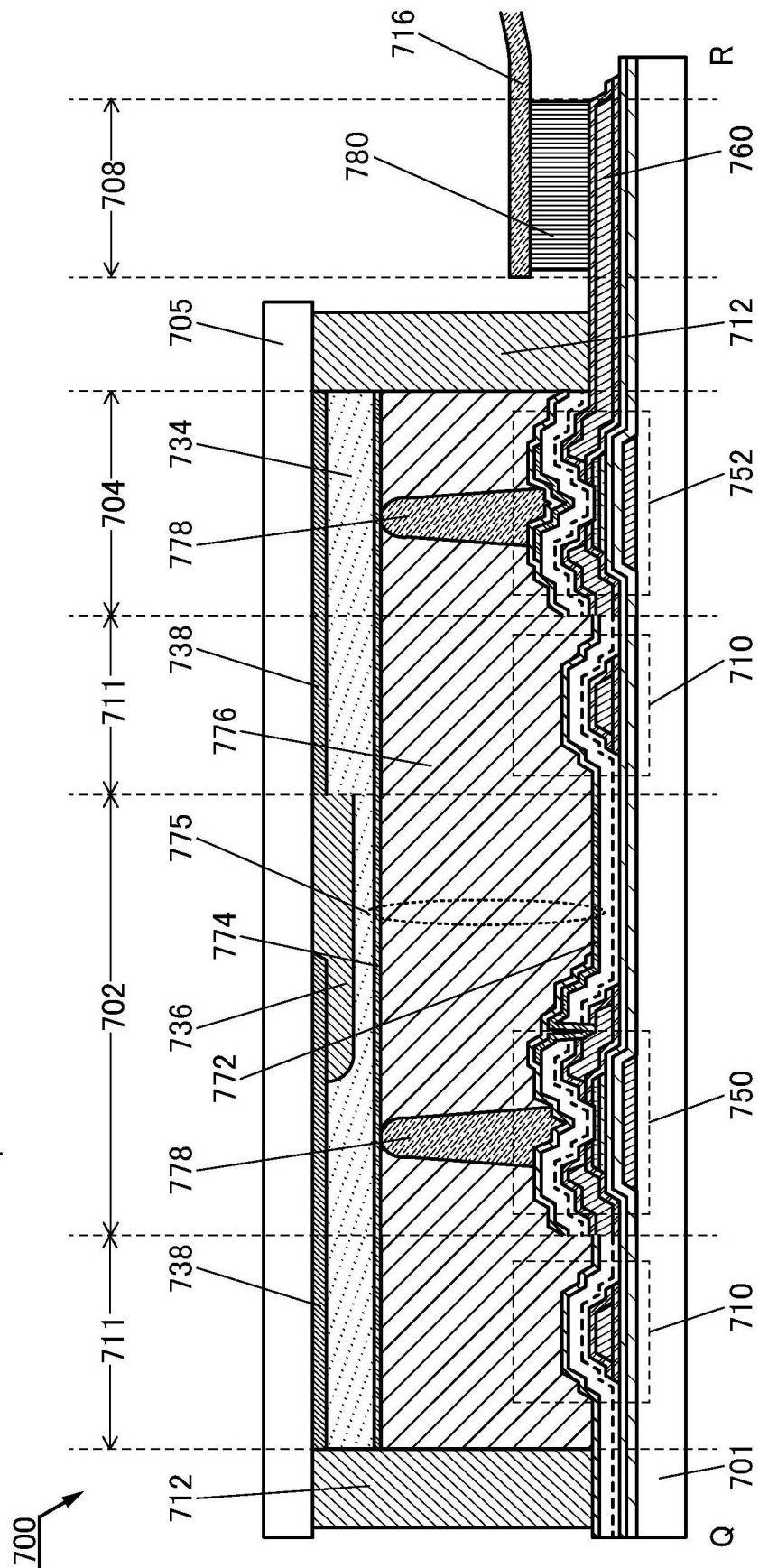


FIG. 24

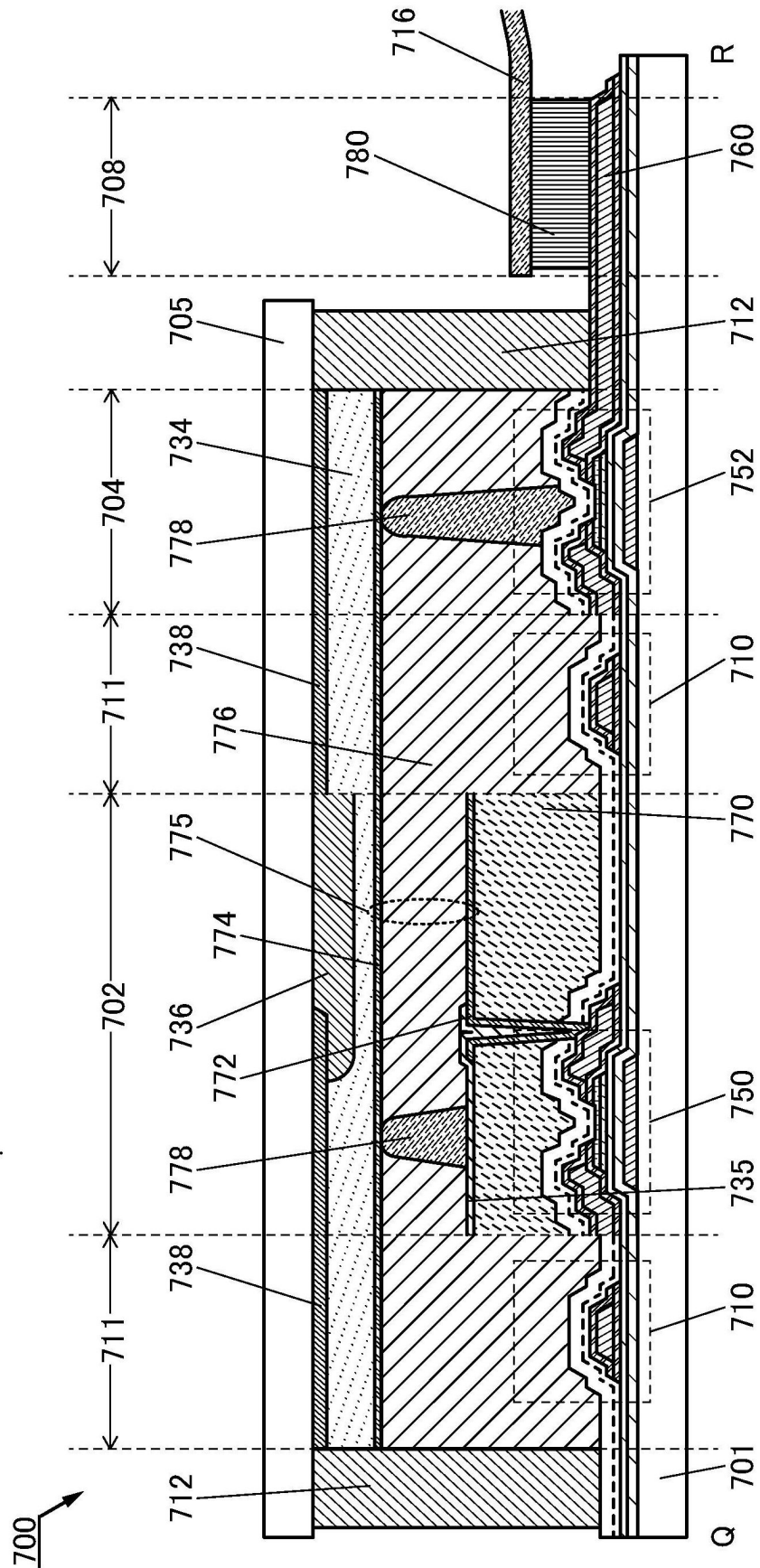


FIG. 25

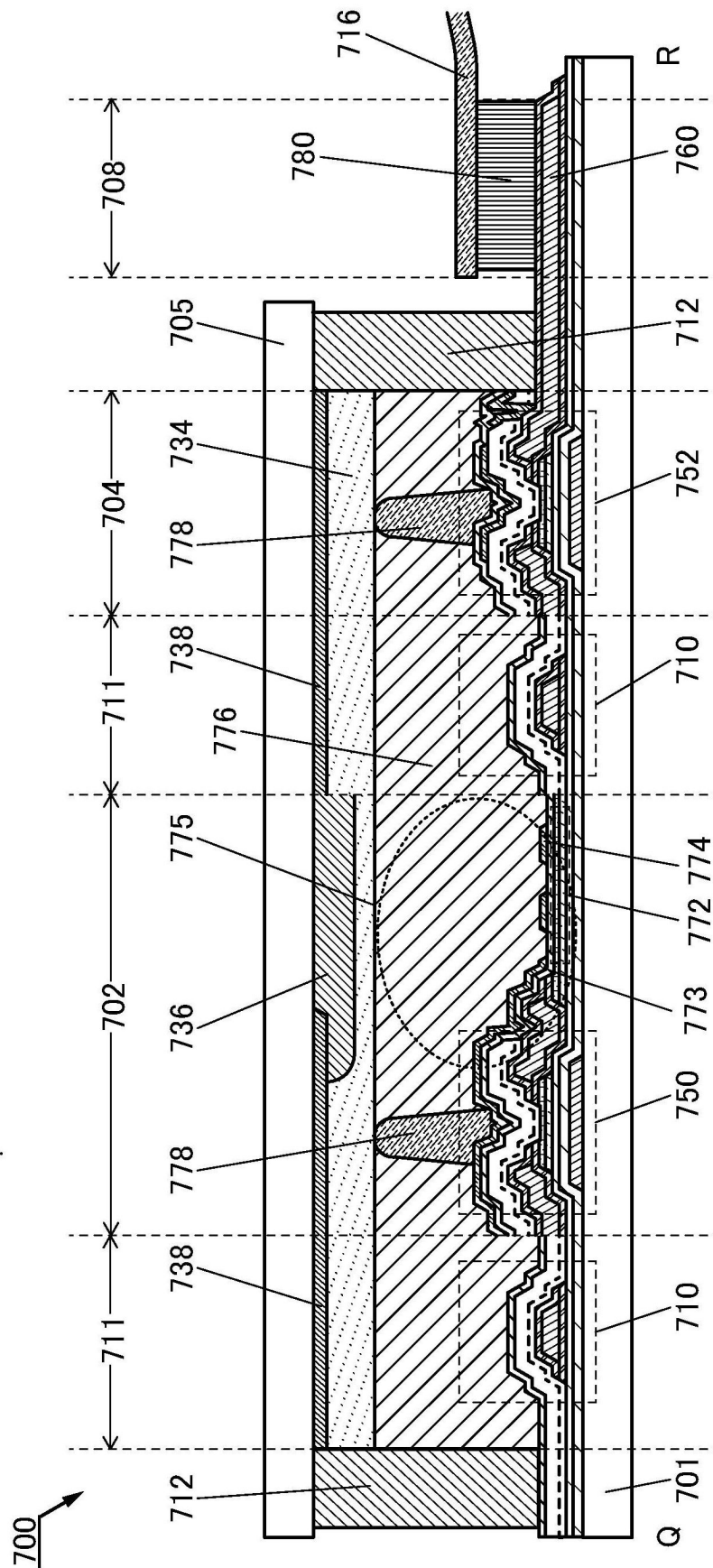


FIG. 26

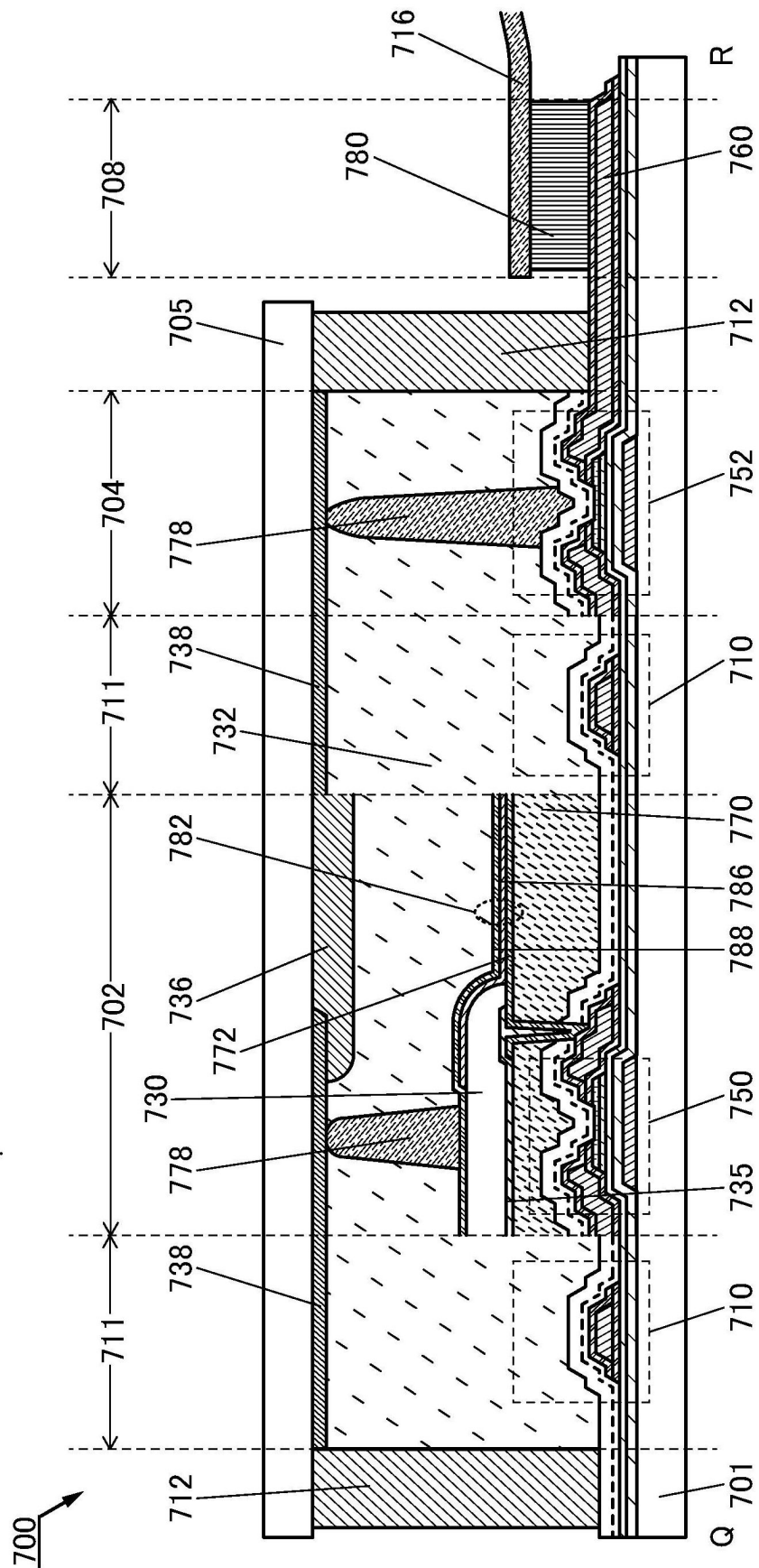


FIG. 27

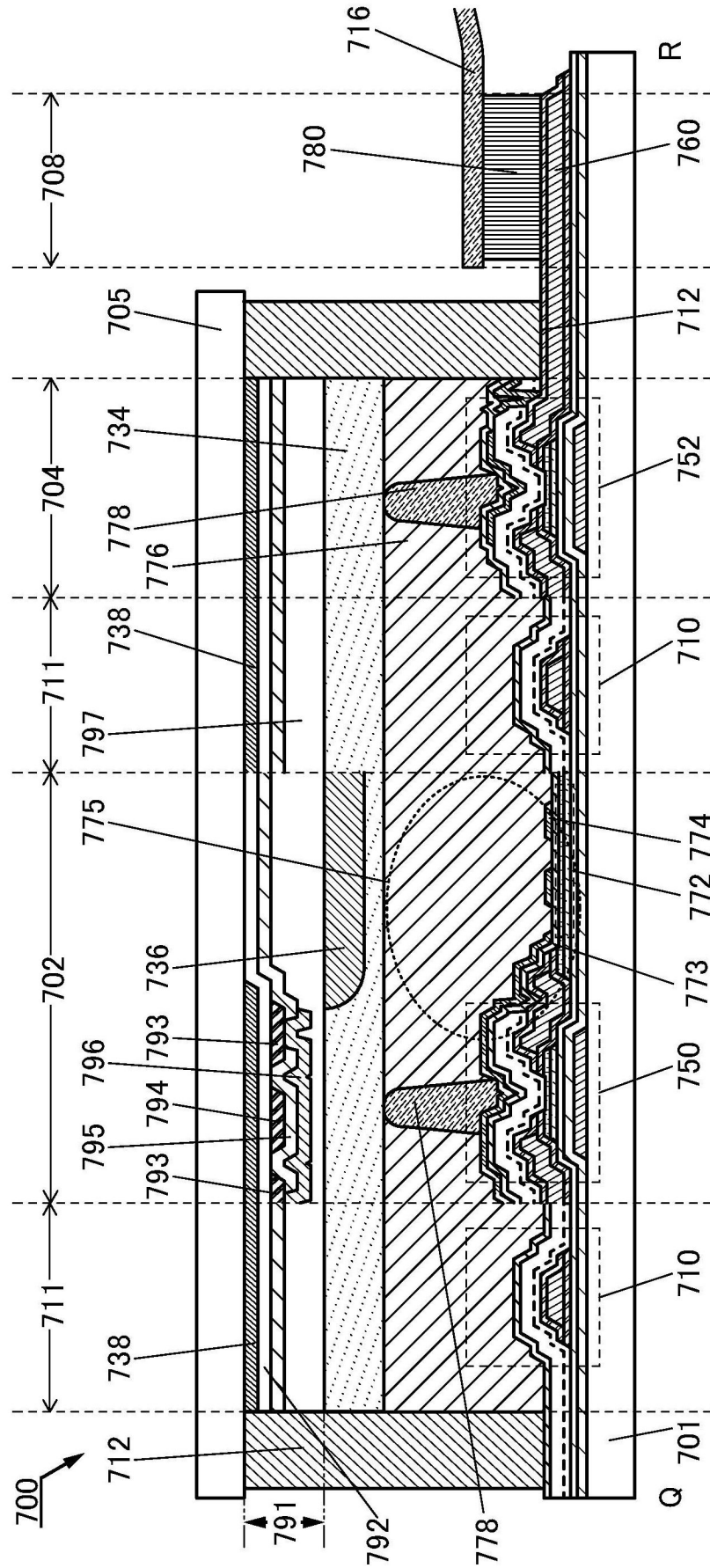


FIG. 28

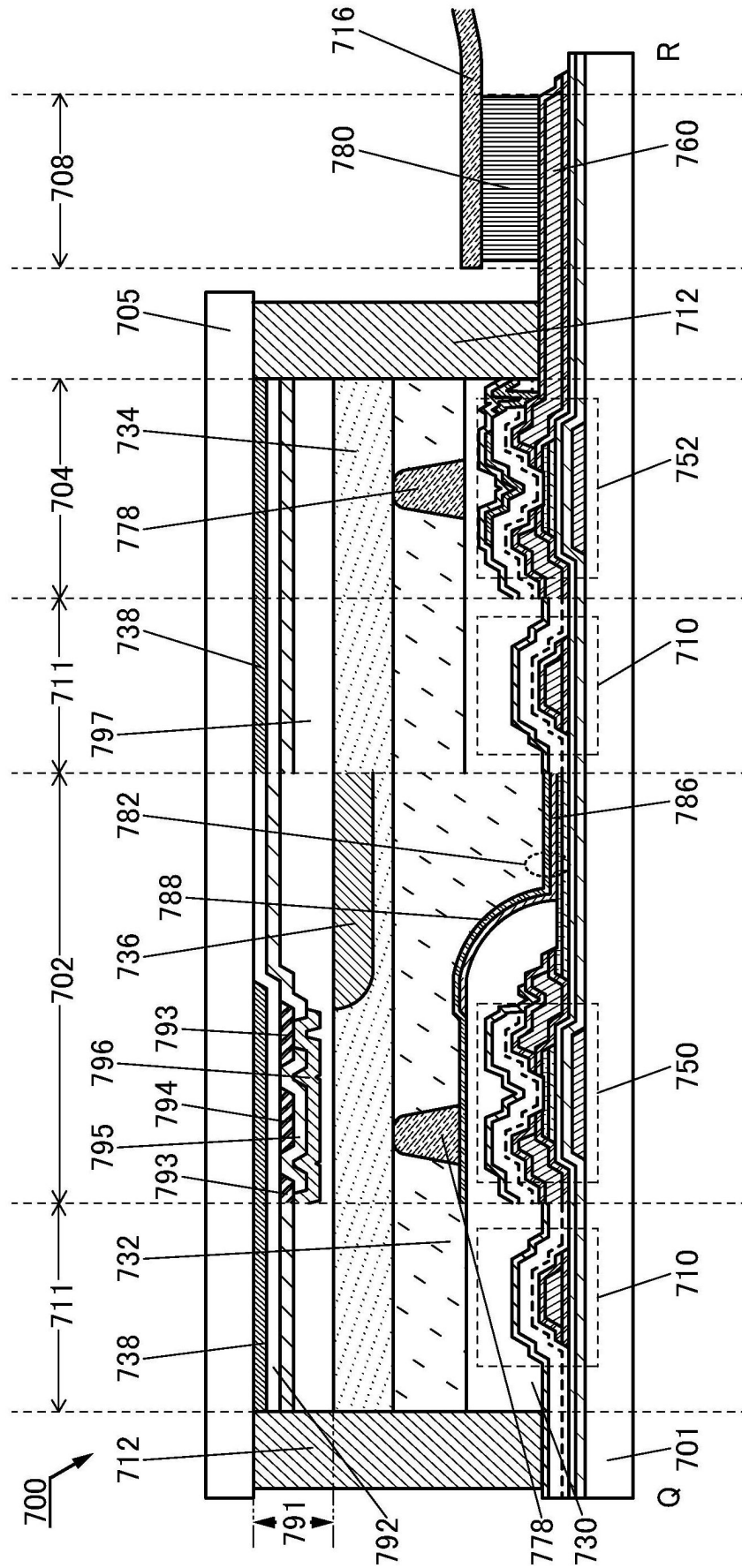


FIG. 29A

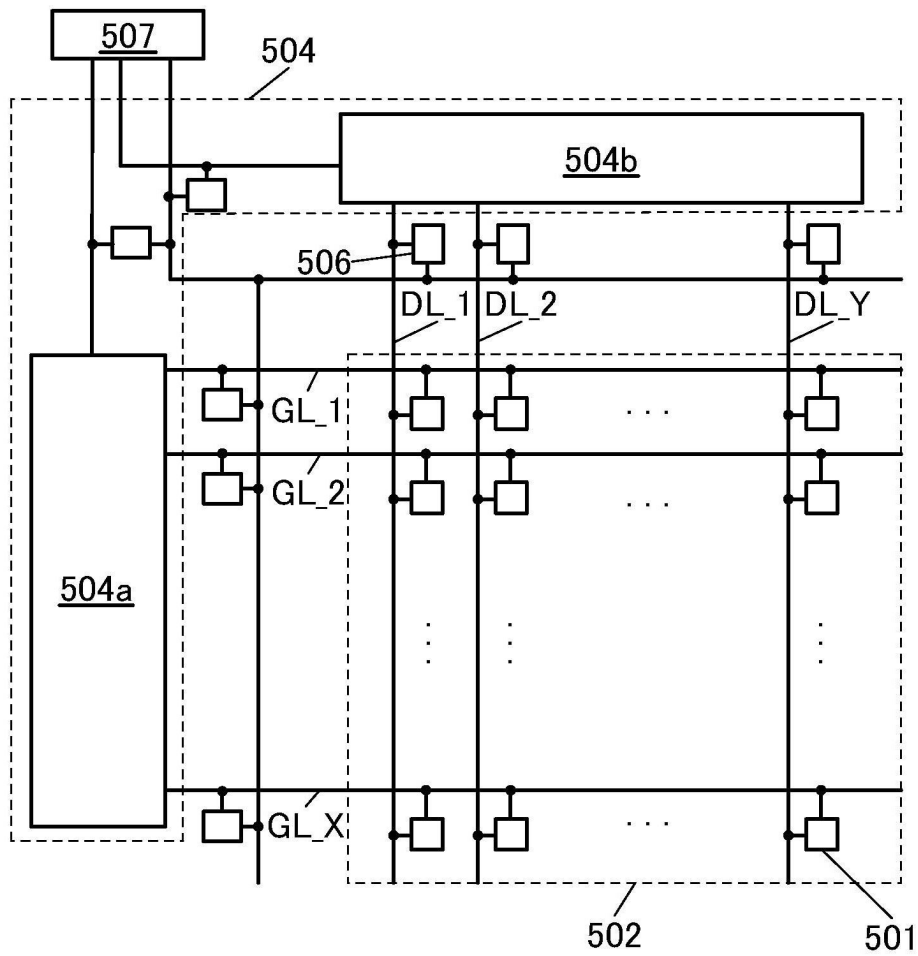


FIG. 29B

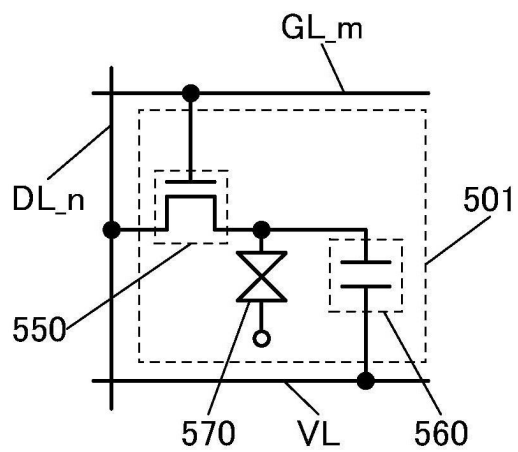


FIG. 29C

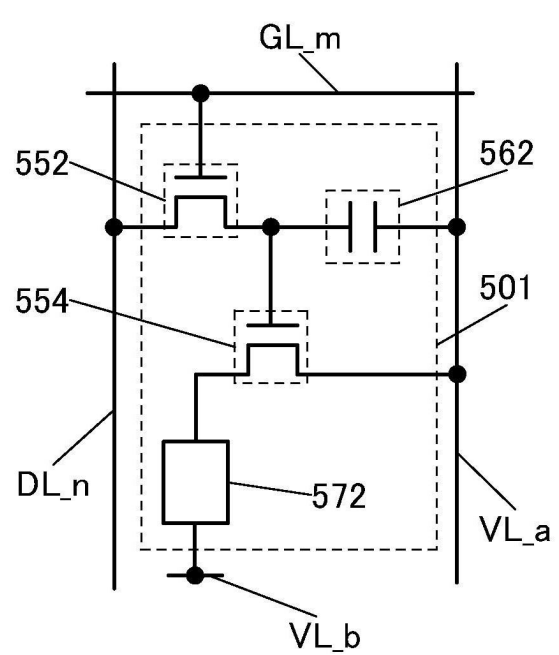


FIG. 30

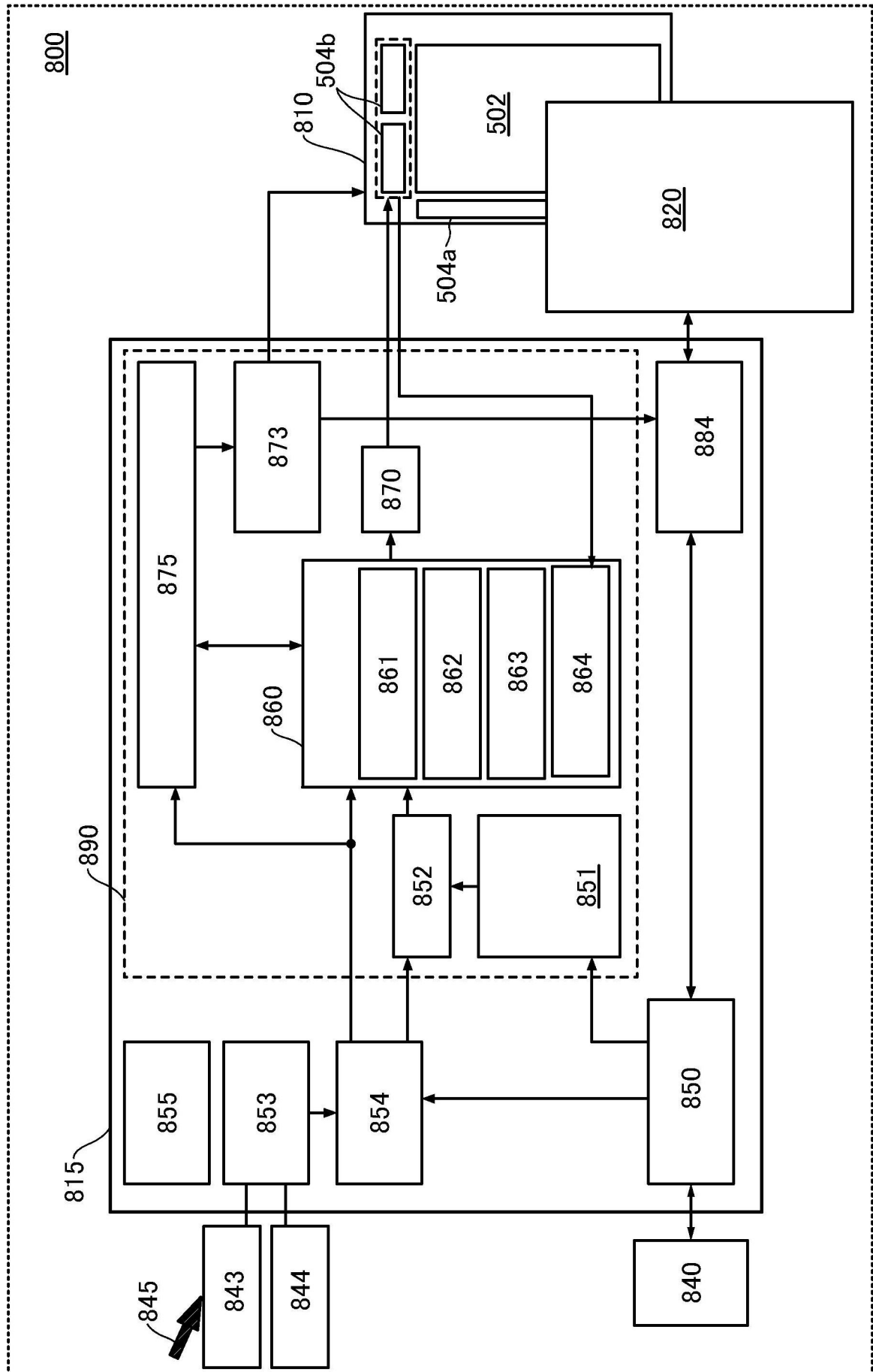




FIG. 31A

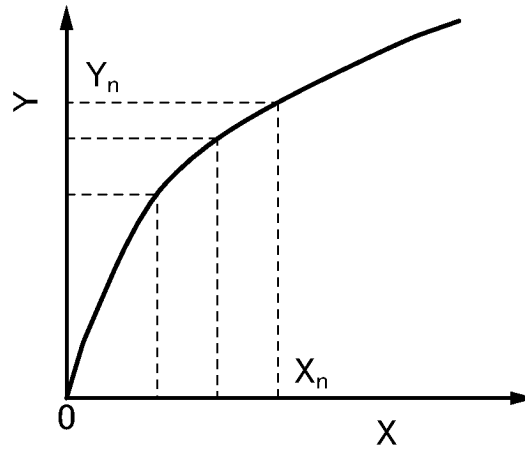


FIG. 31B

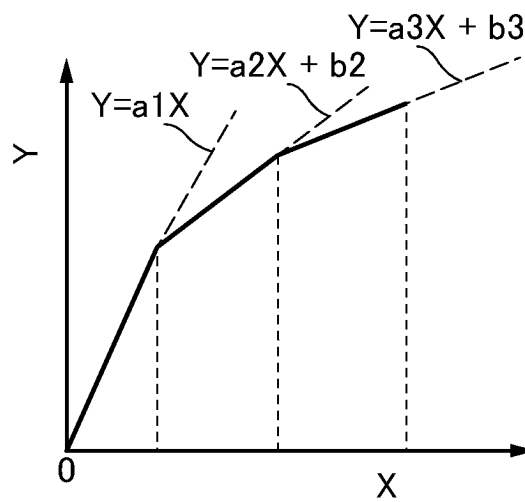


FIG. 31C

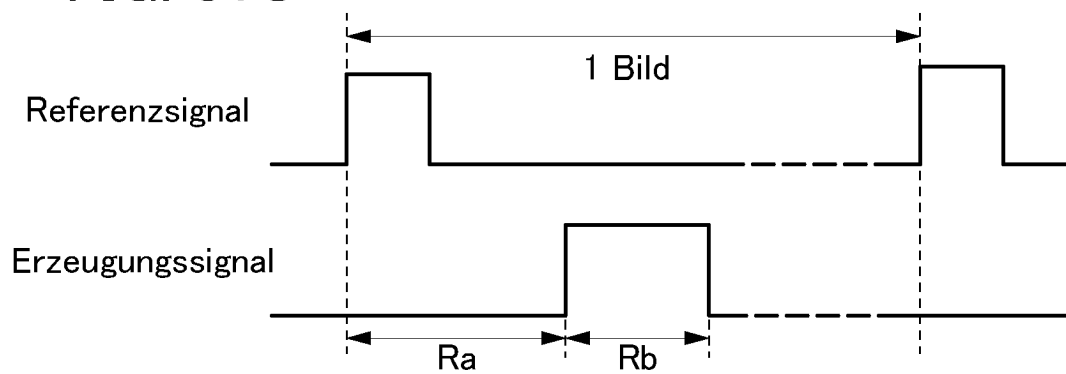


FIG. 32A

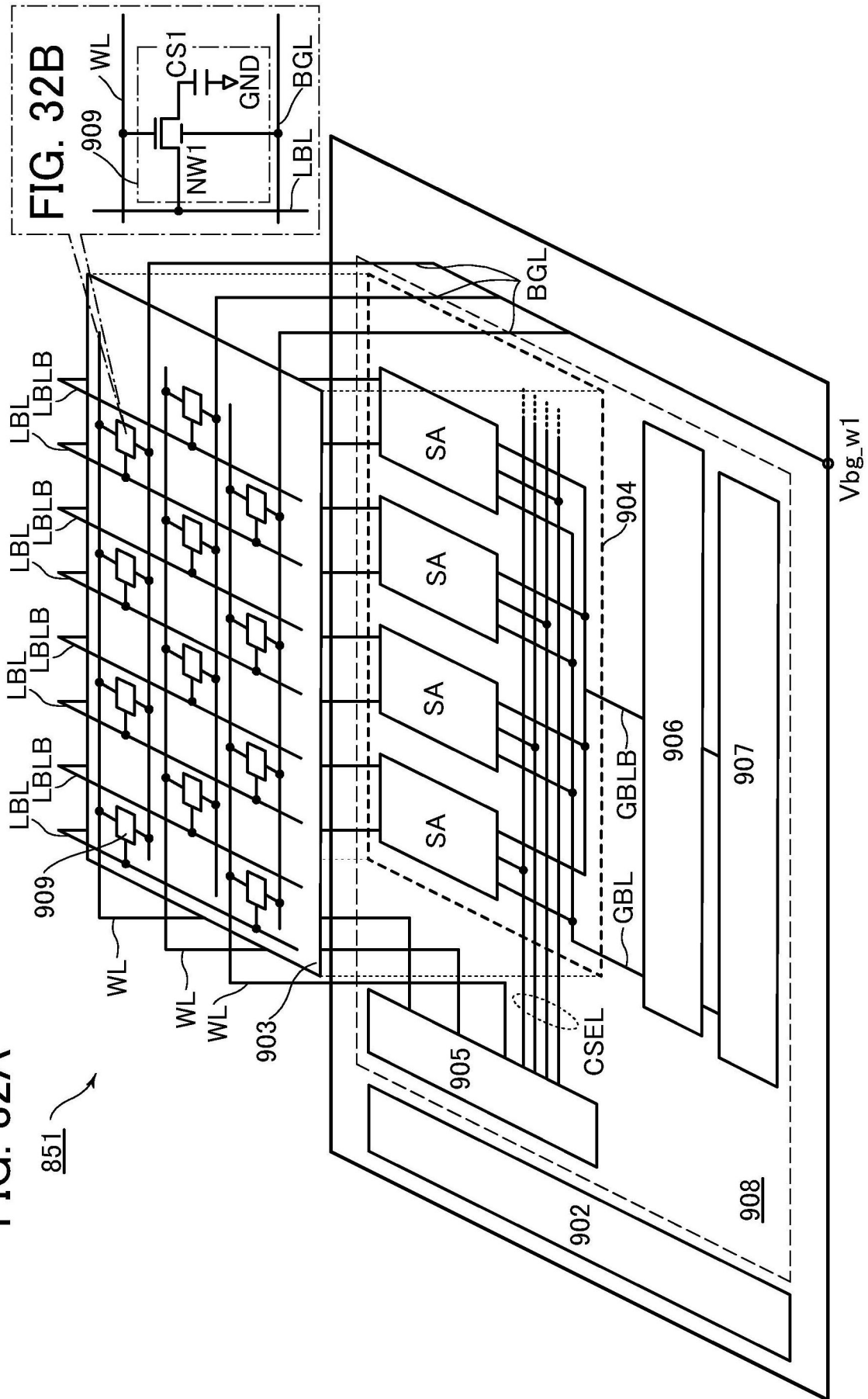


FIG. 32B

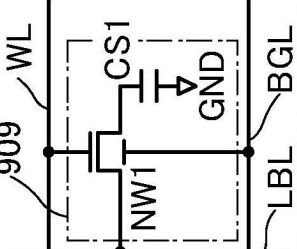


FIG. 33

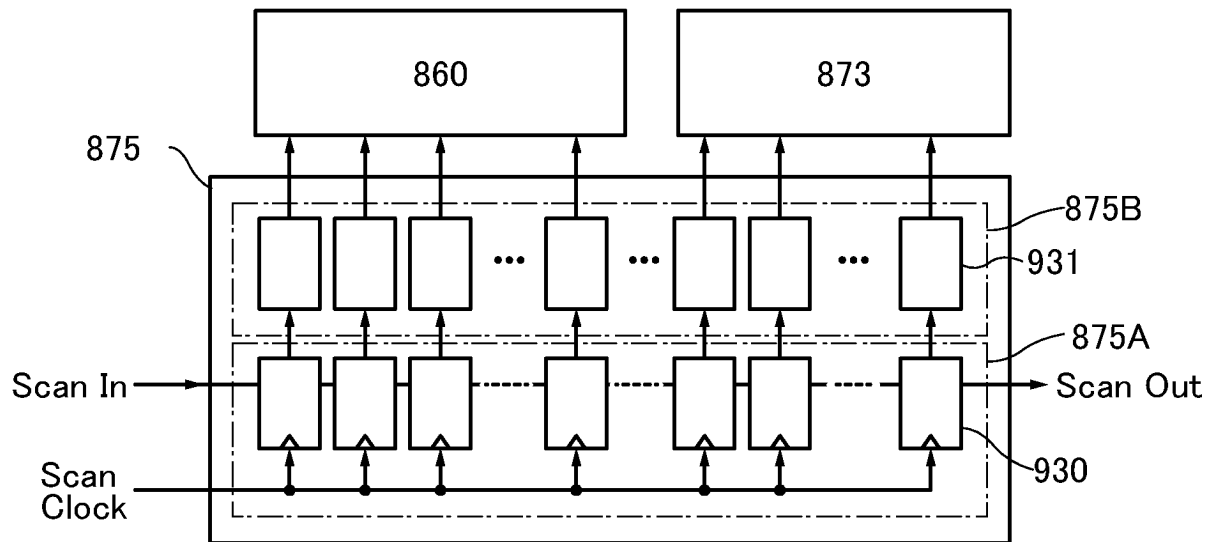


FIG. 34

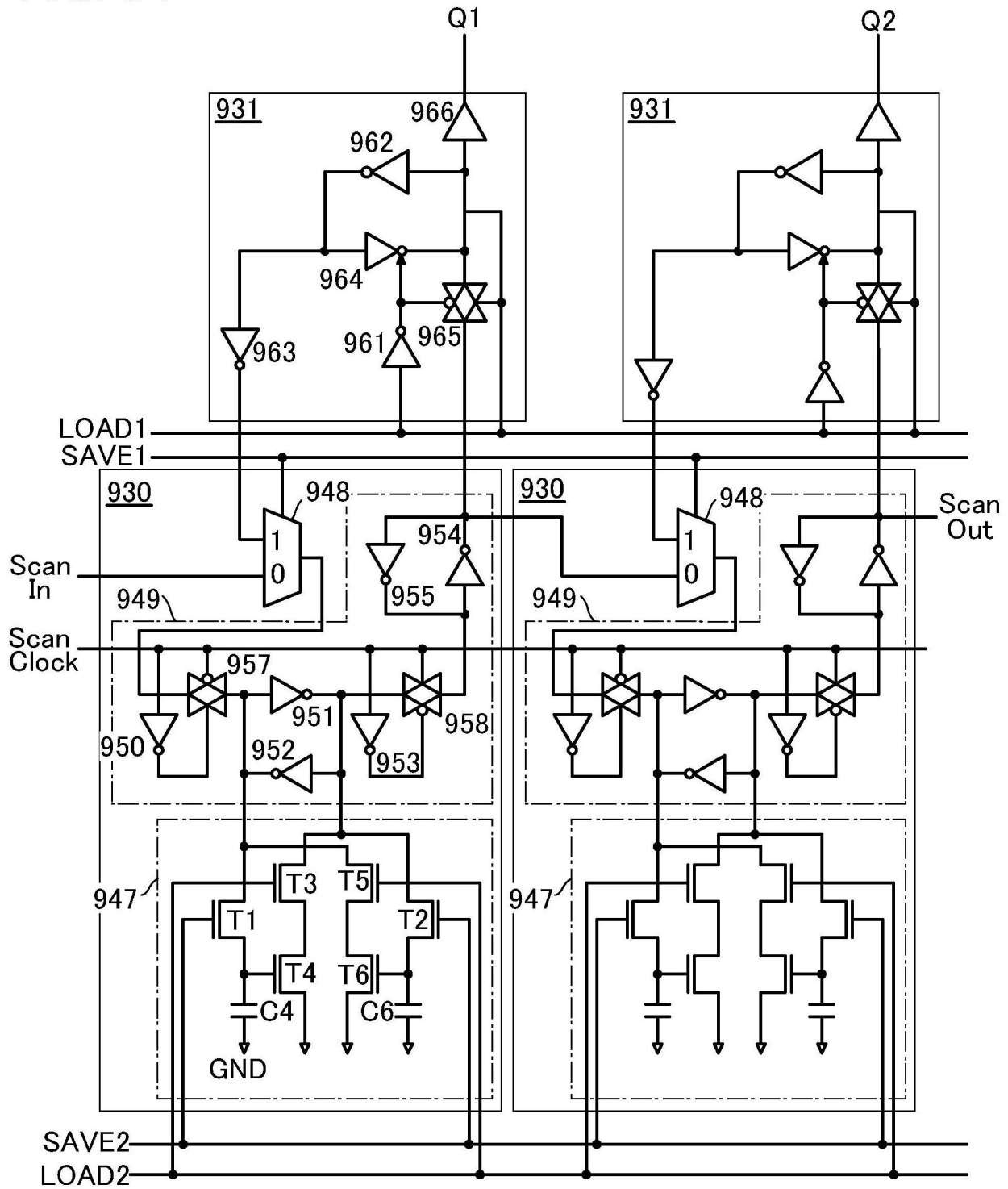


FIG. 35

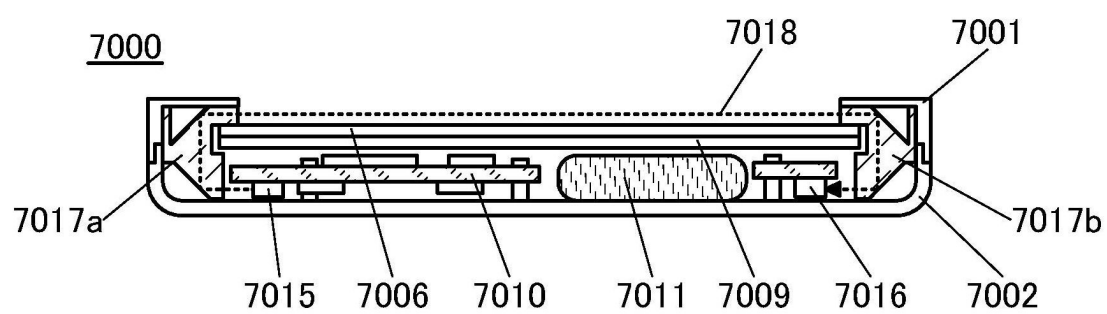


FIG. 36A

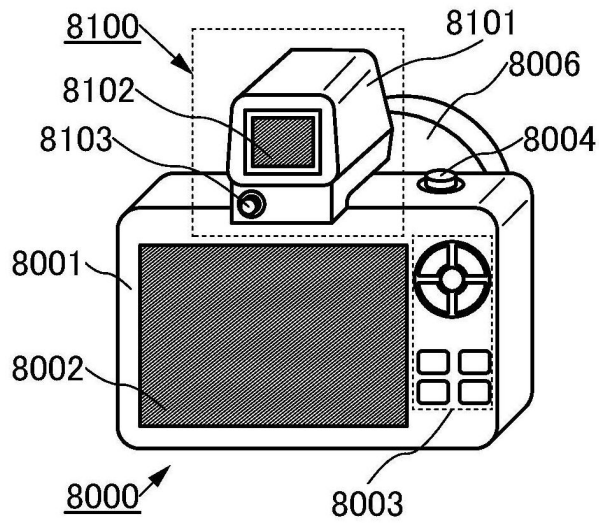


FIG. 36B

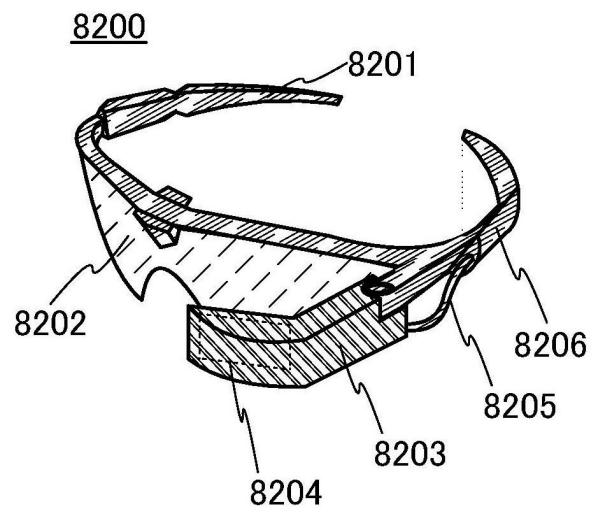


FIG. 36C

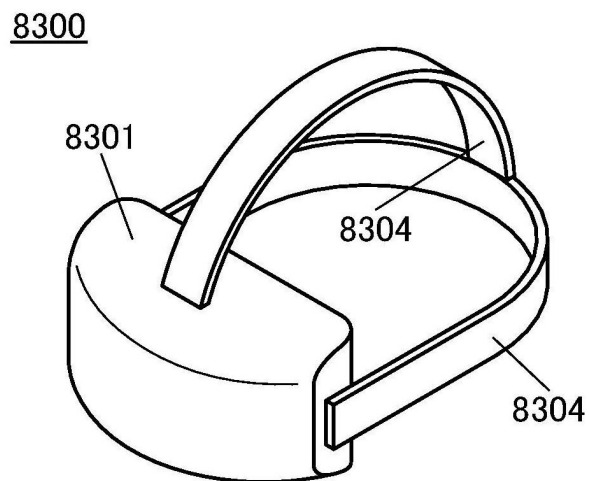


FIG. 36D

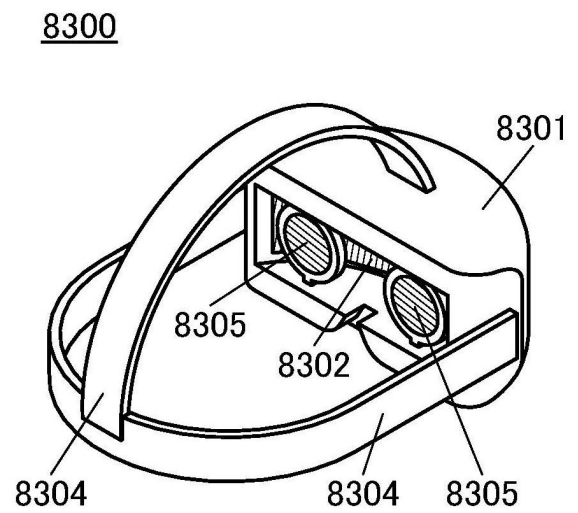


FIG. 36E

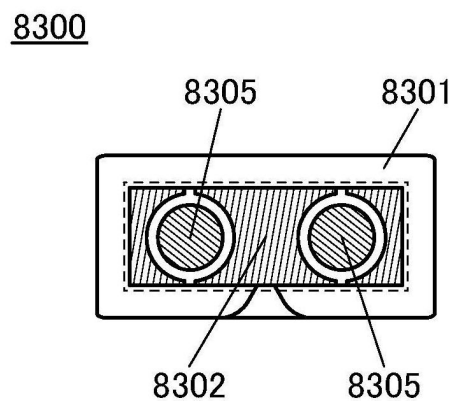


FIG. 37A

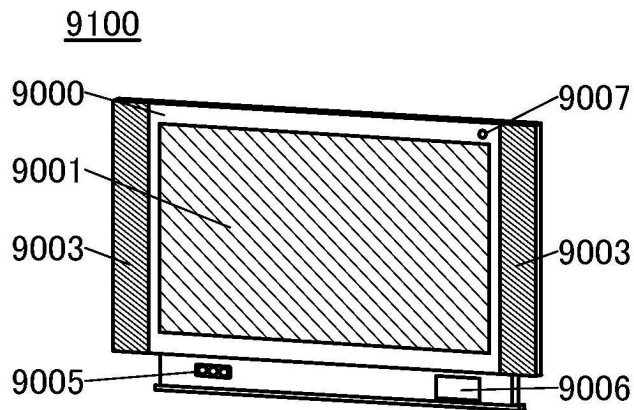


FIG. 37D

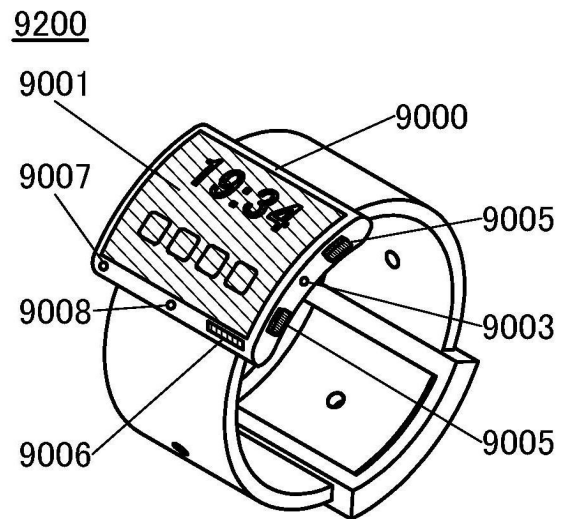


FIG. 37B

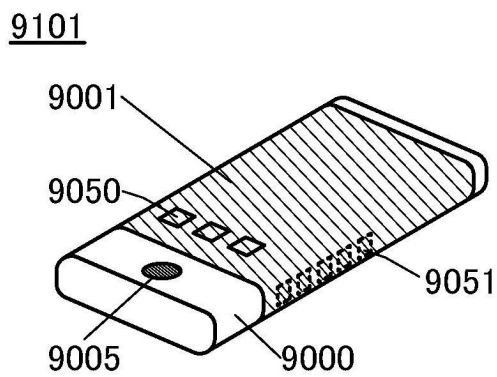


FIG. 37E

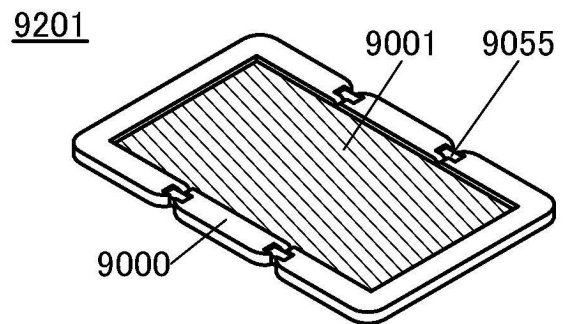


FIG. 37C

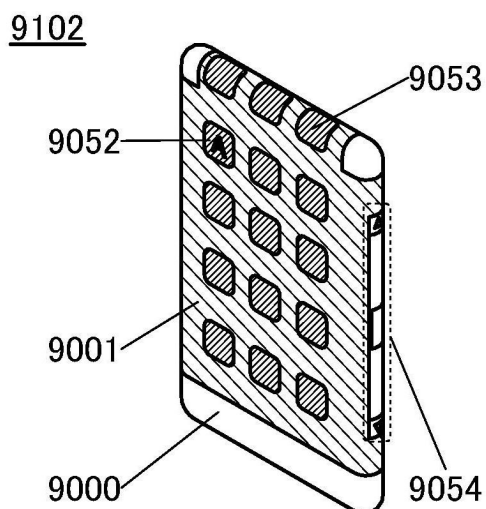


FIG. 37F

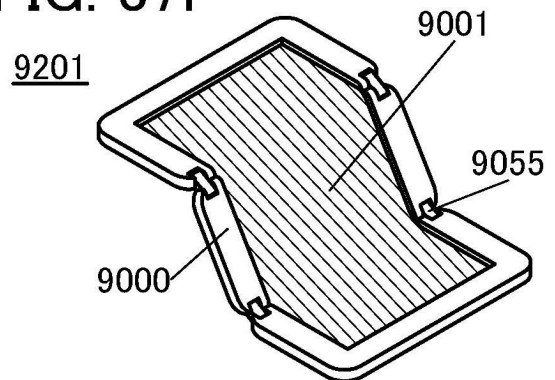


FIG. 37G

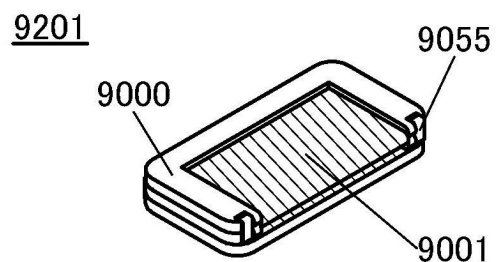


FIG. 38

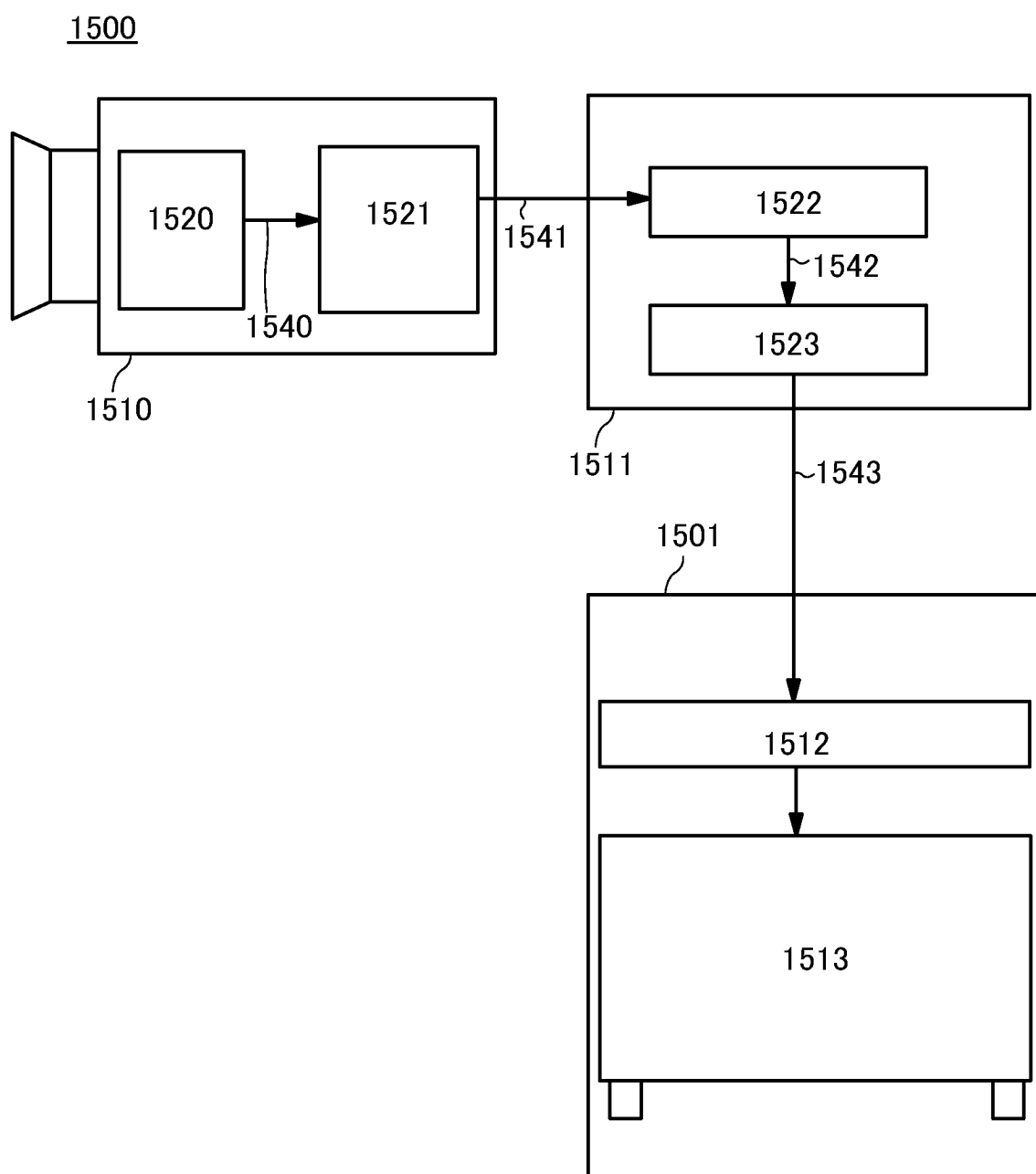




FIG. 39

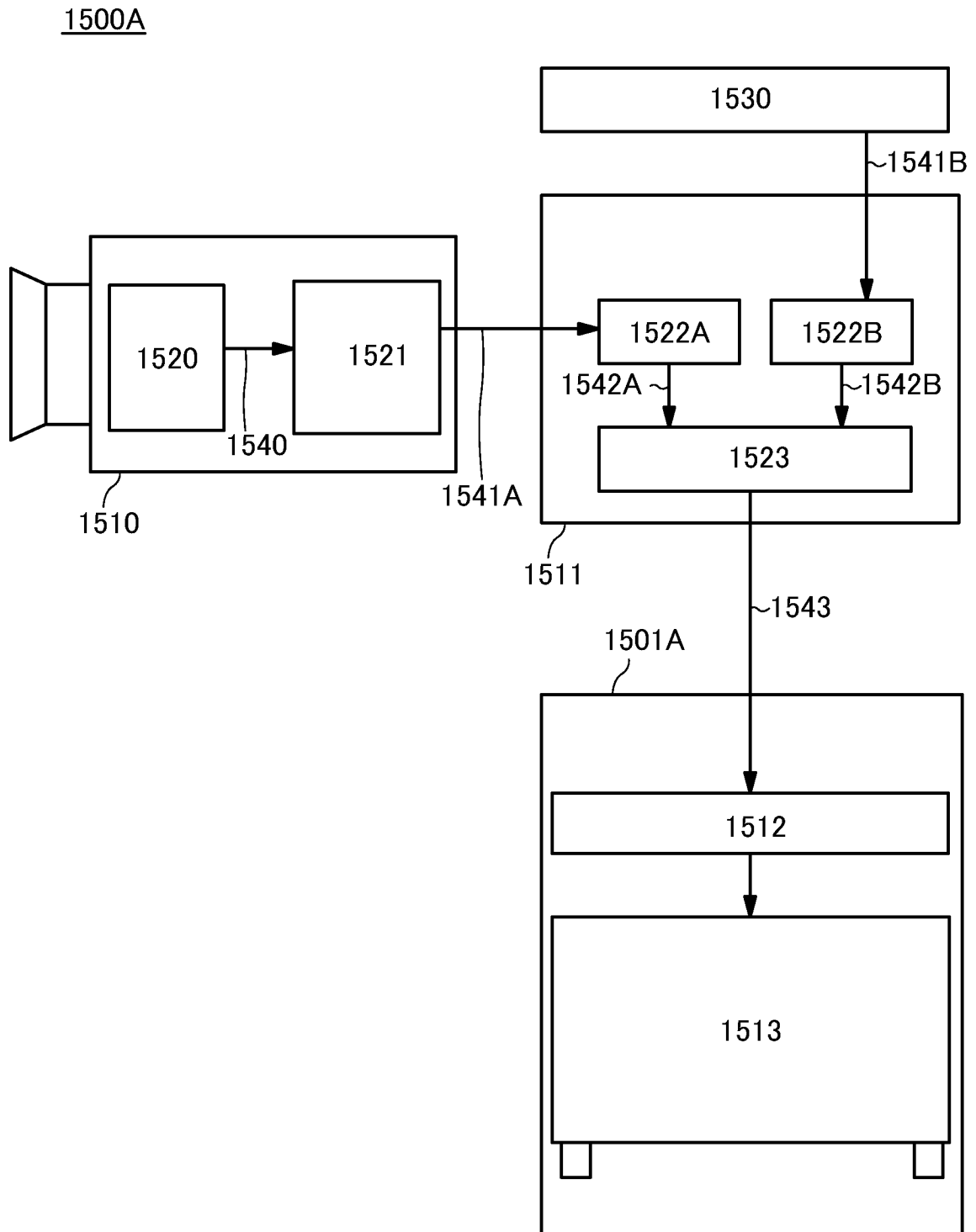


FIG. 40

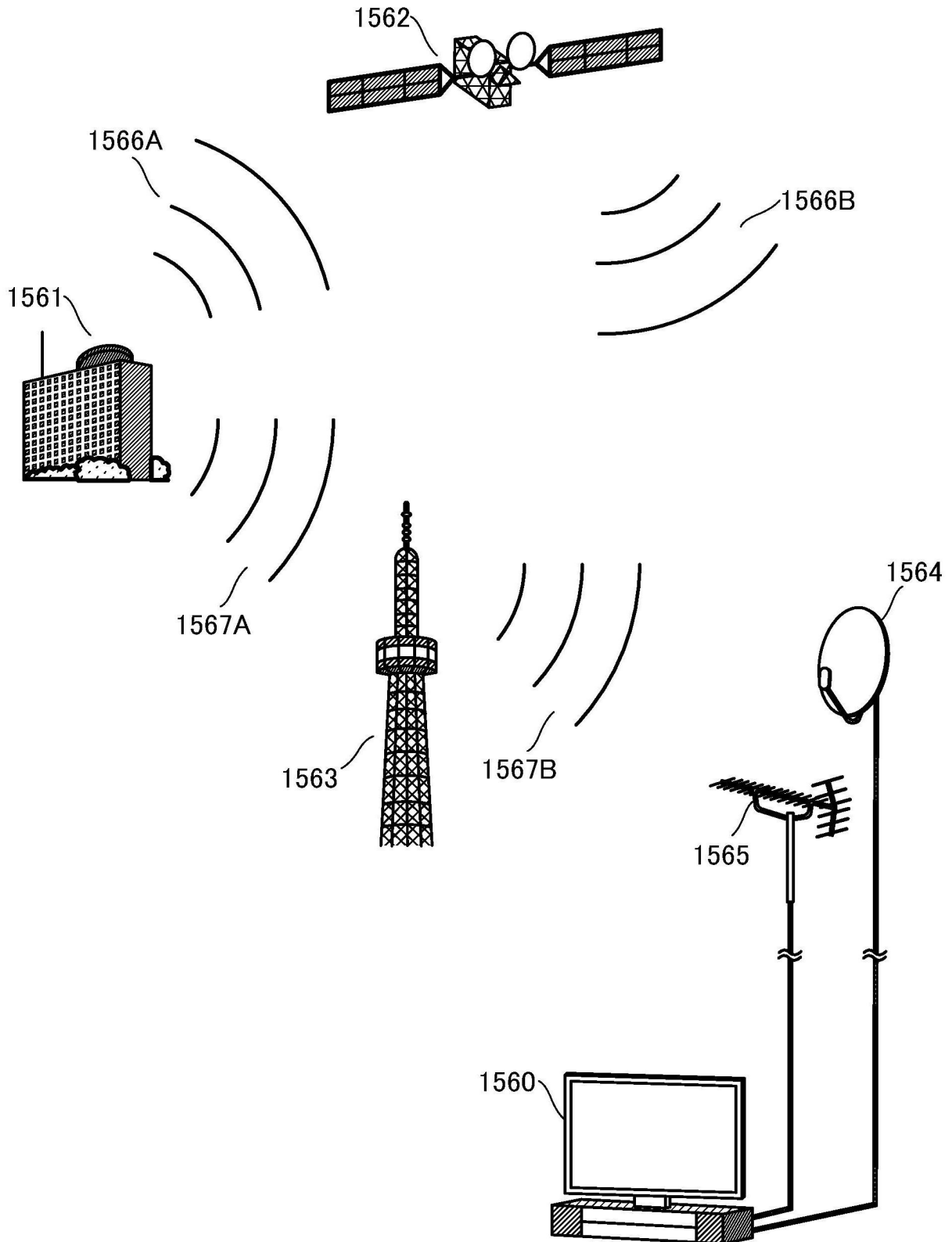


FIG. 41A

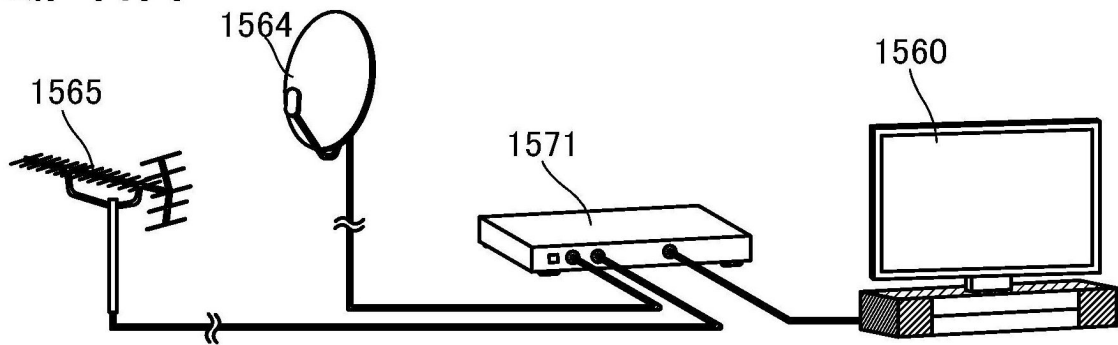


FIG. 41B

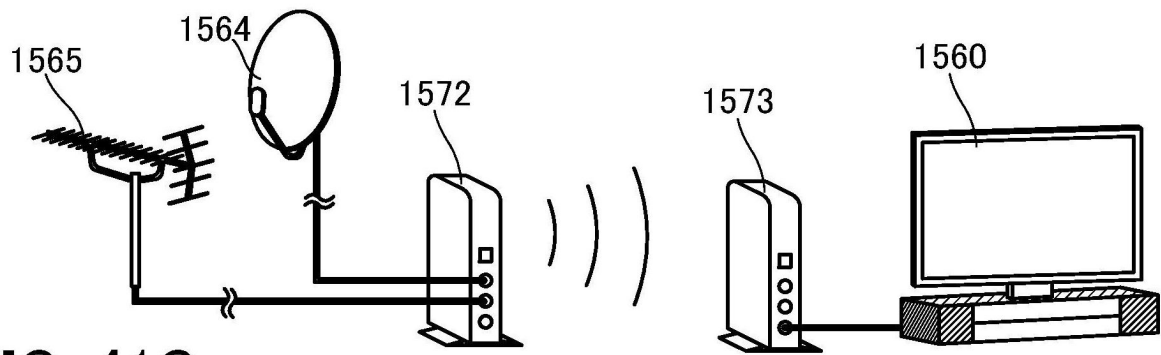


FIG. 41C

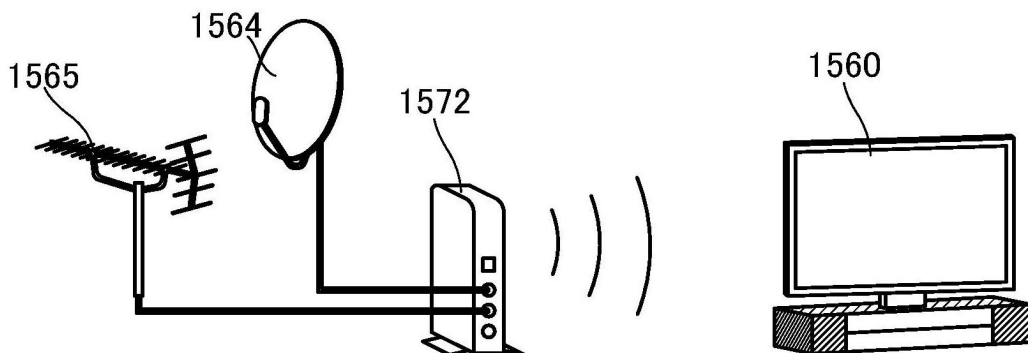


FIG. 41D

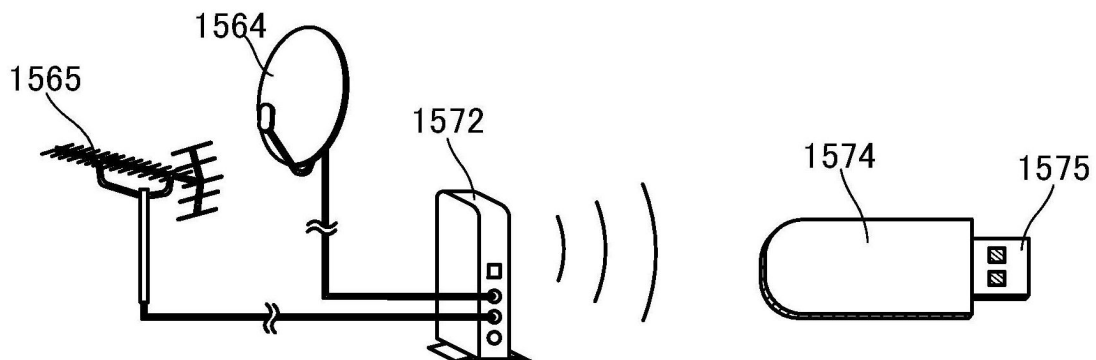


FIG. 42A

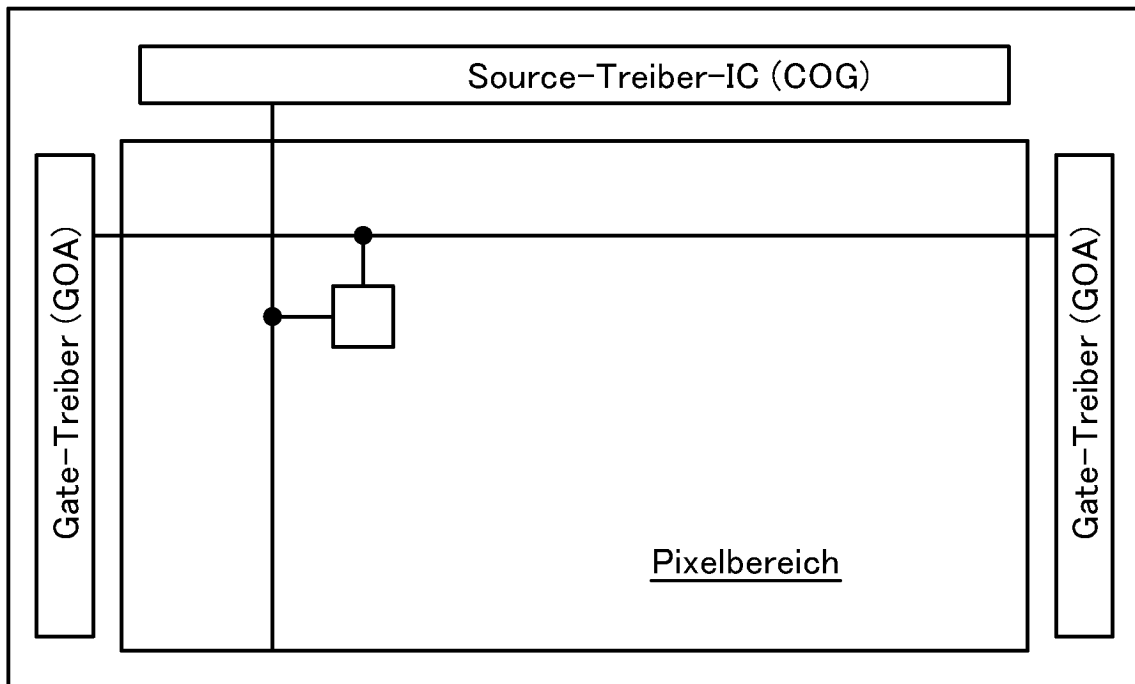


FIG. 42B

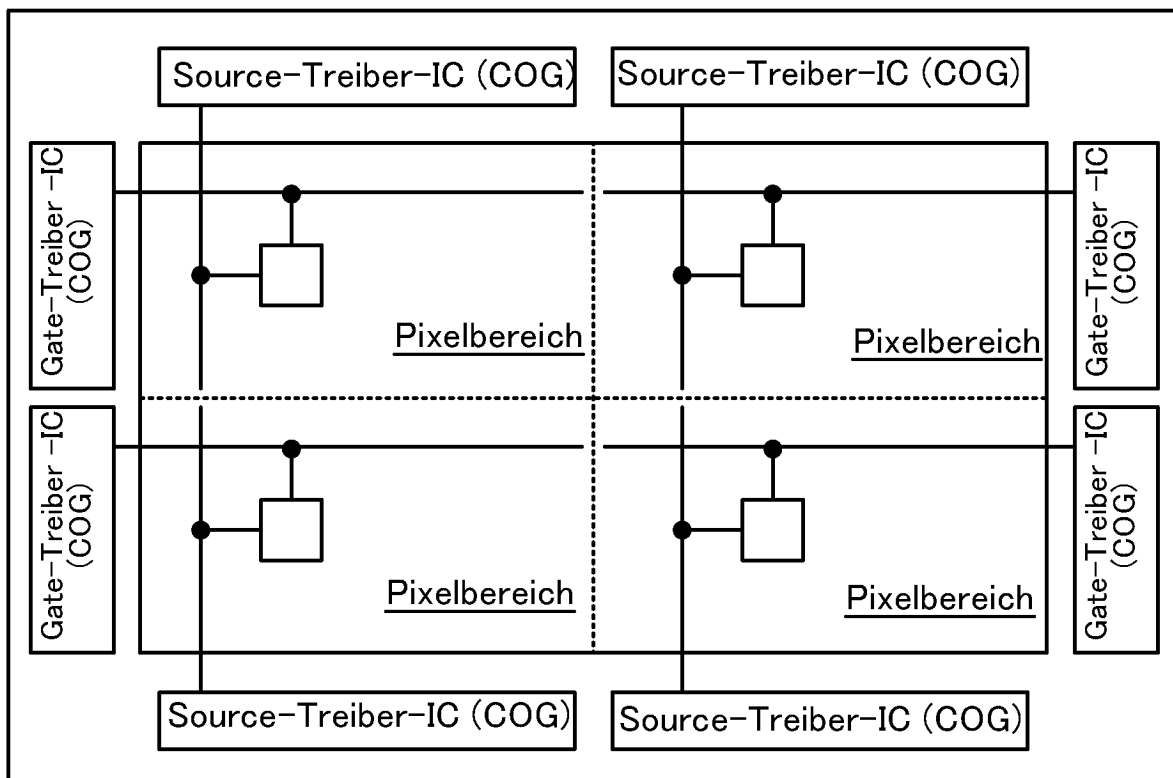


FIG. 43

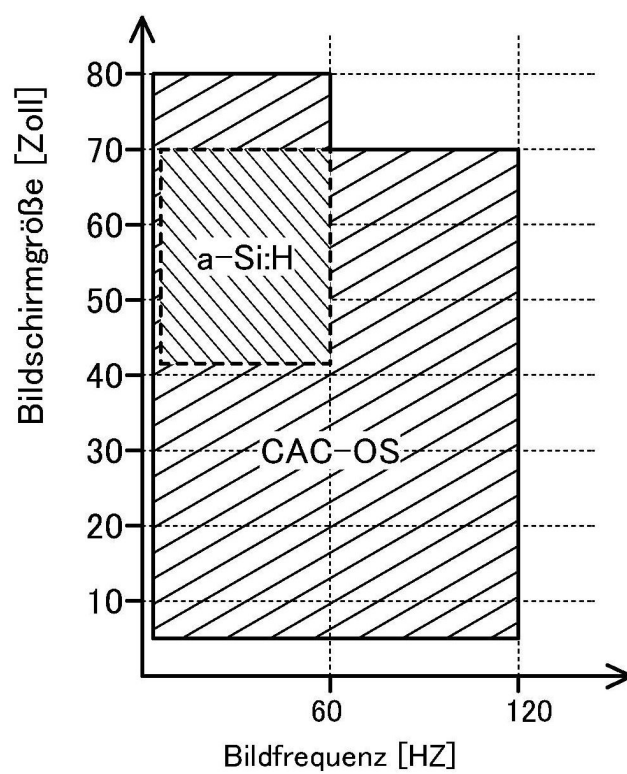


FIG. 44A

Probe A1

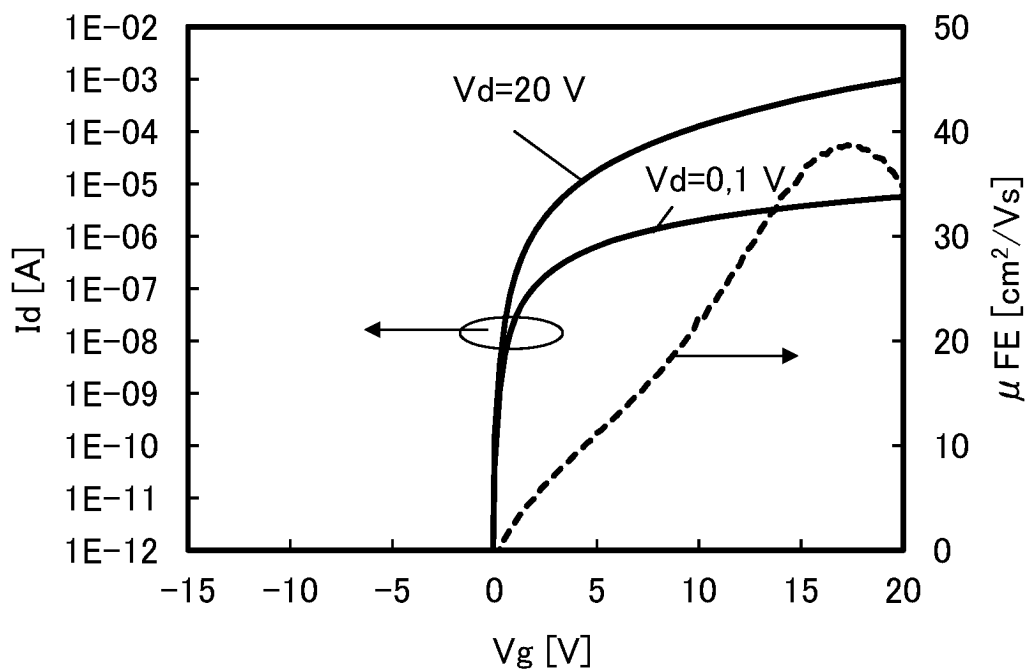
 $L/W = 3/50 \mu\text{m}$ 

FIG. 44B

Probe A2

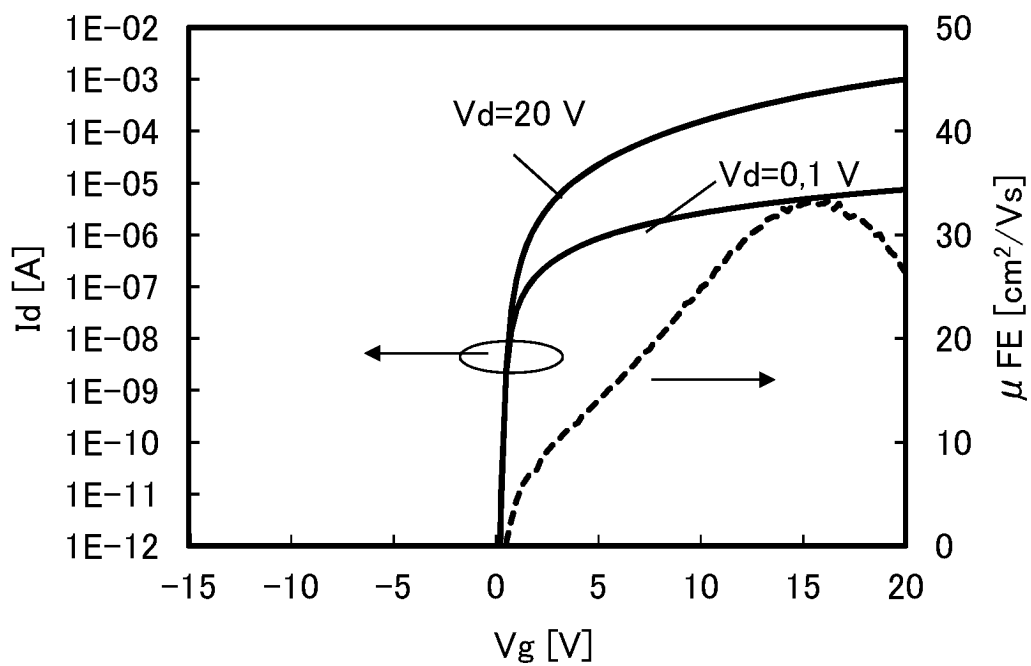
 $L/W = 3/50 \mu\text{m}$ 

FIG. 45A

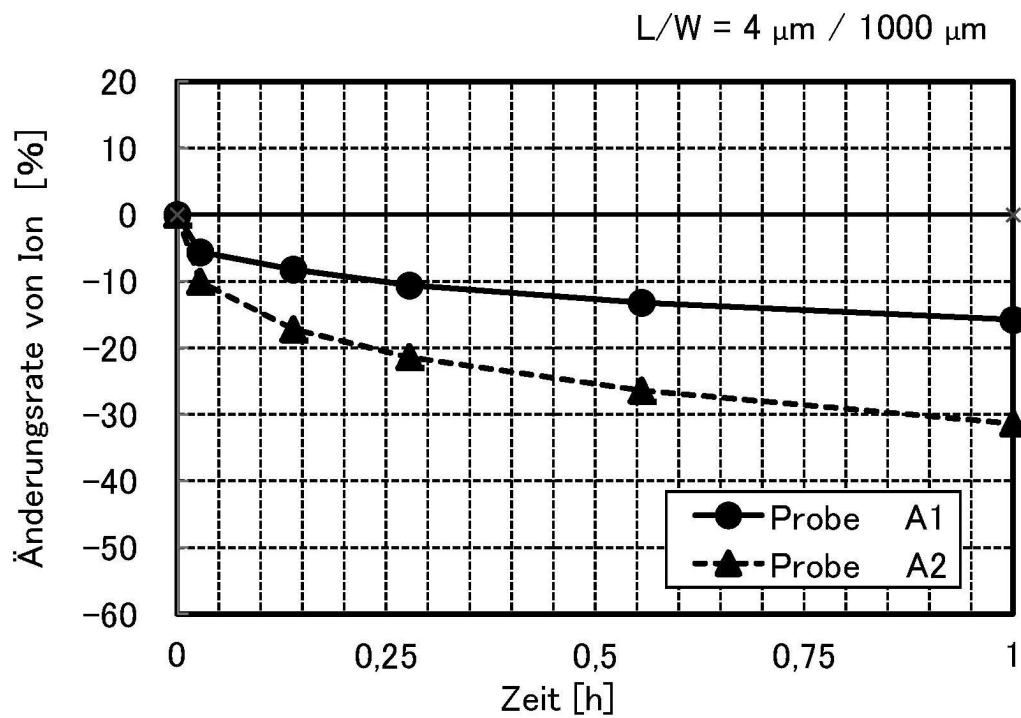
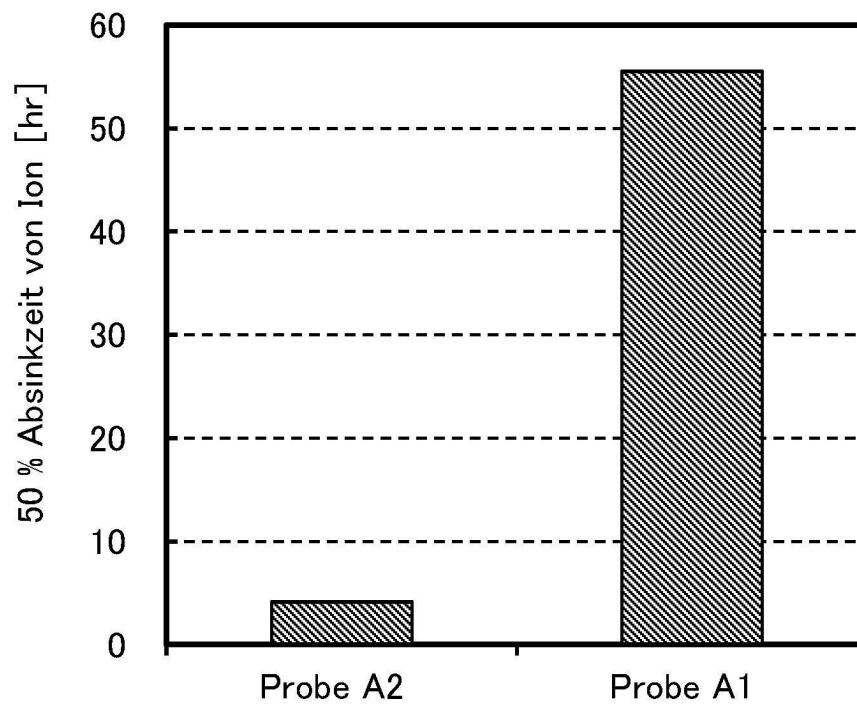


FIG. 45B



621\_1

Source-Treiber

Gate-Treiber

621\_2

623

621\_3

621\_4

621



FIG. 47

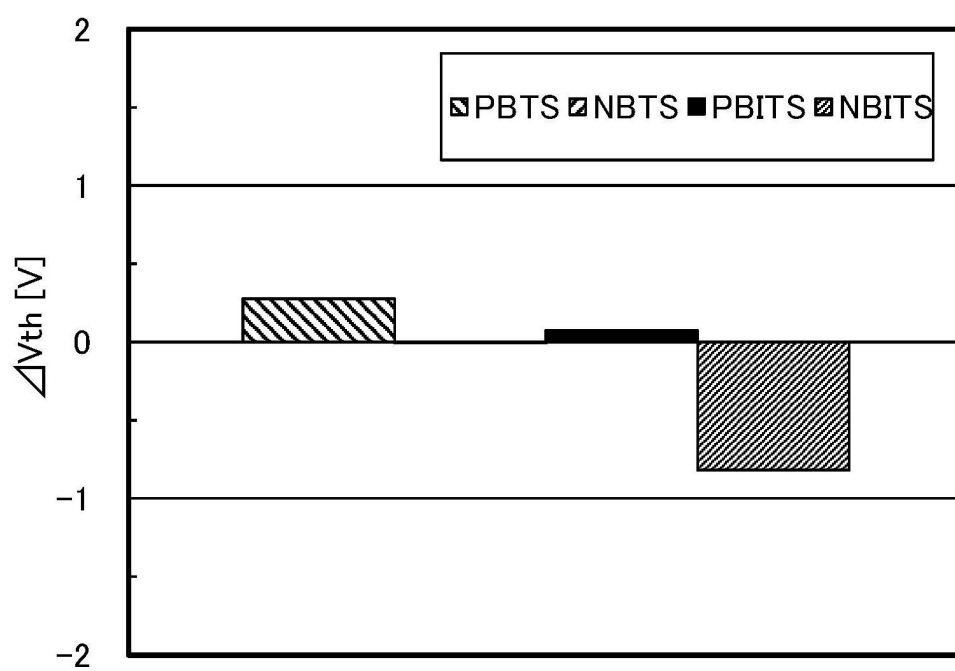


FIG. 48A

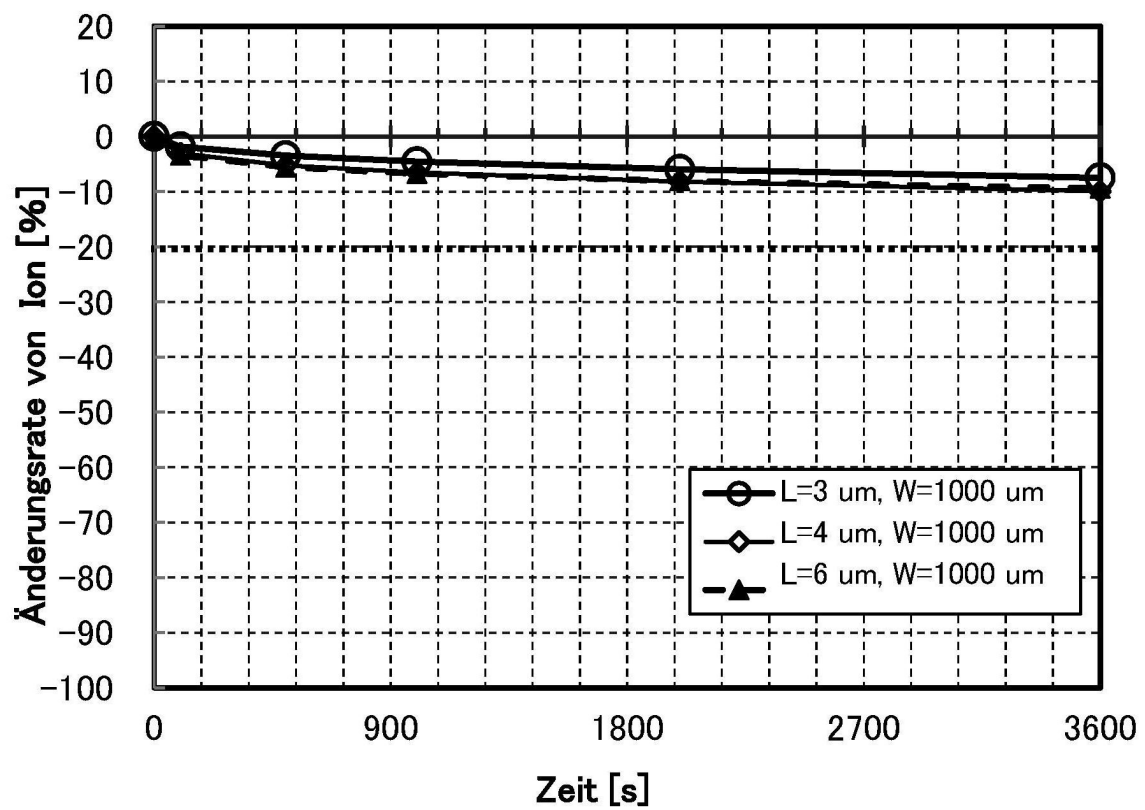


FIG. 48B

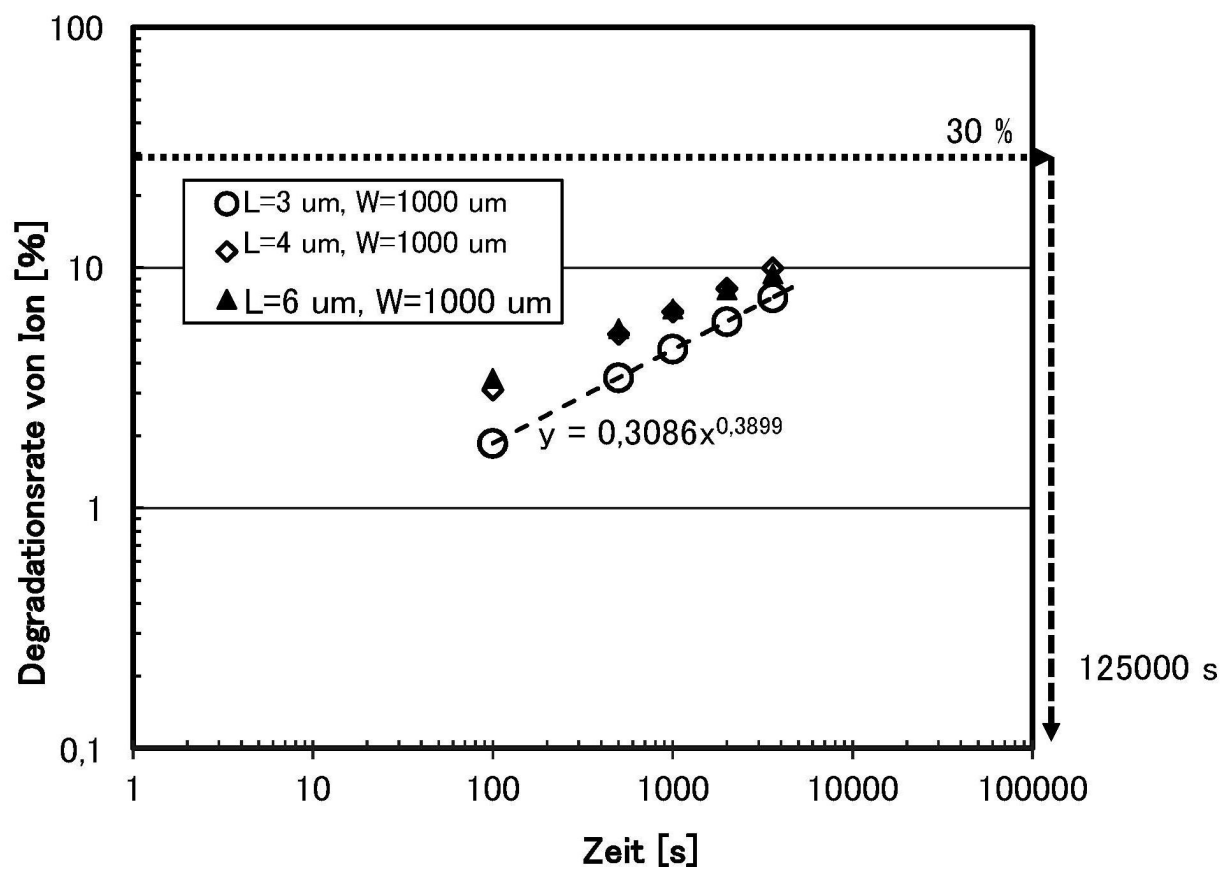


FIG. 49

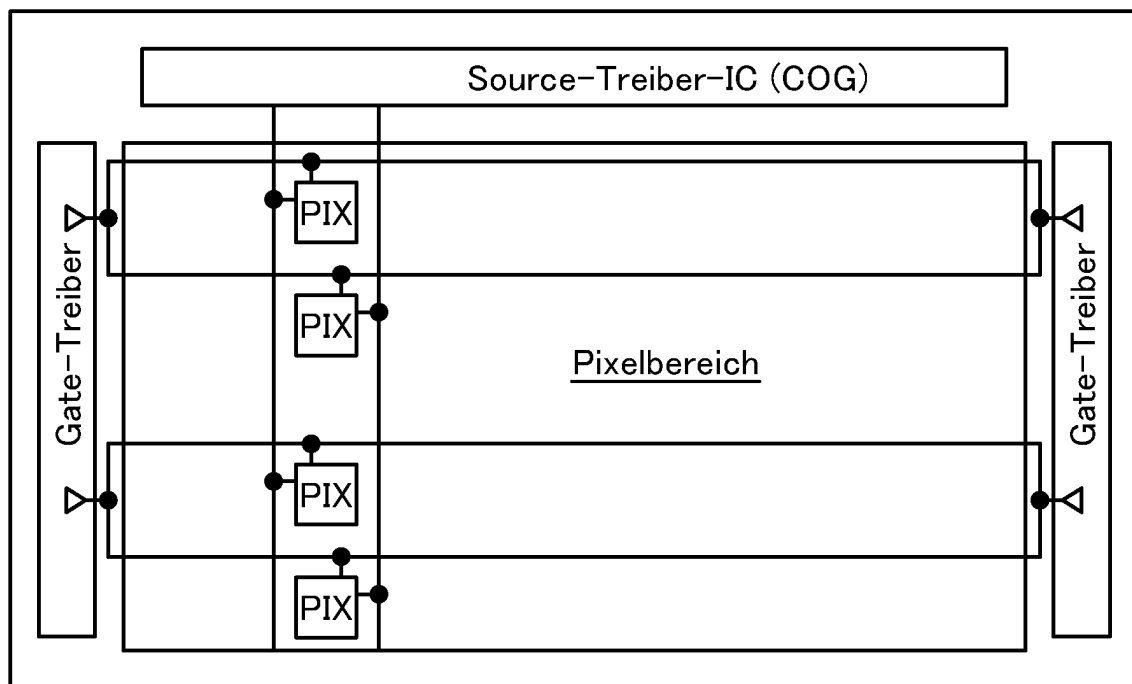


FIG. 50

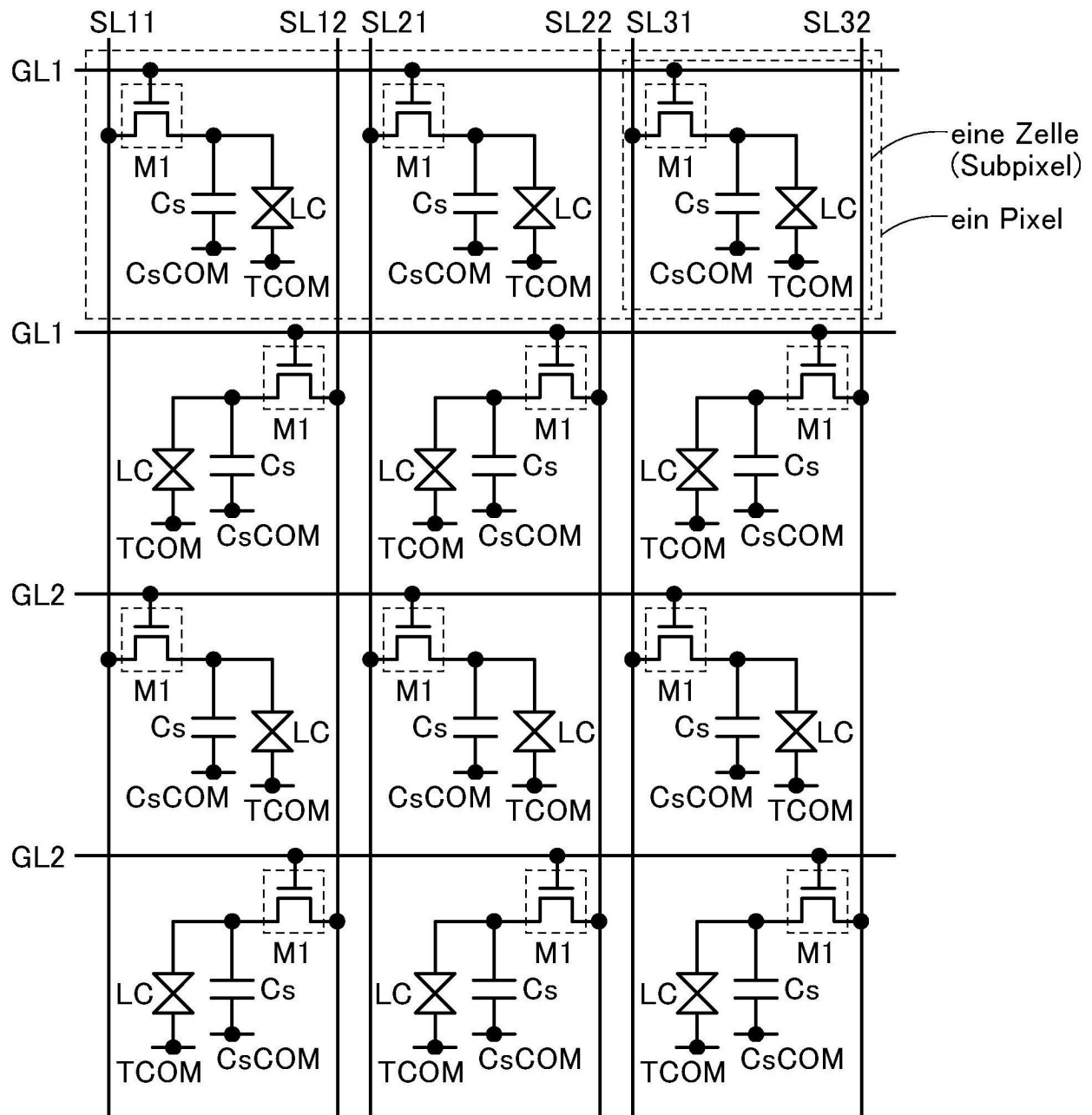


FIG. 51

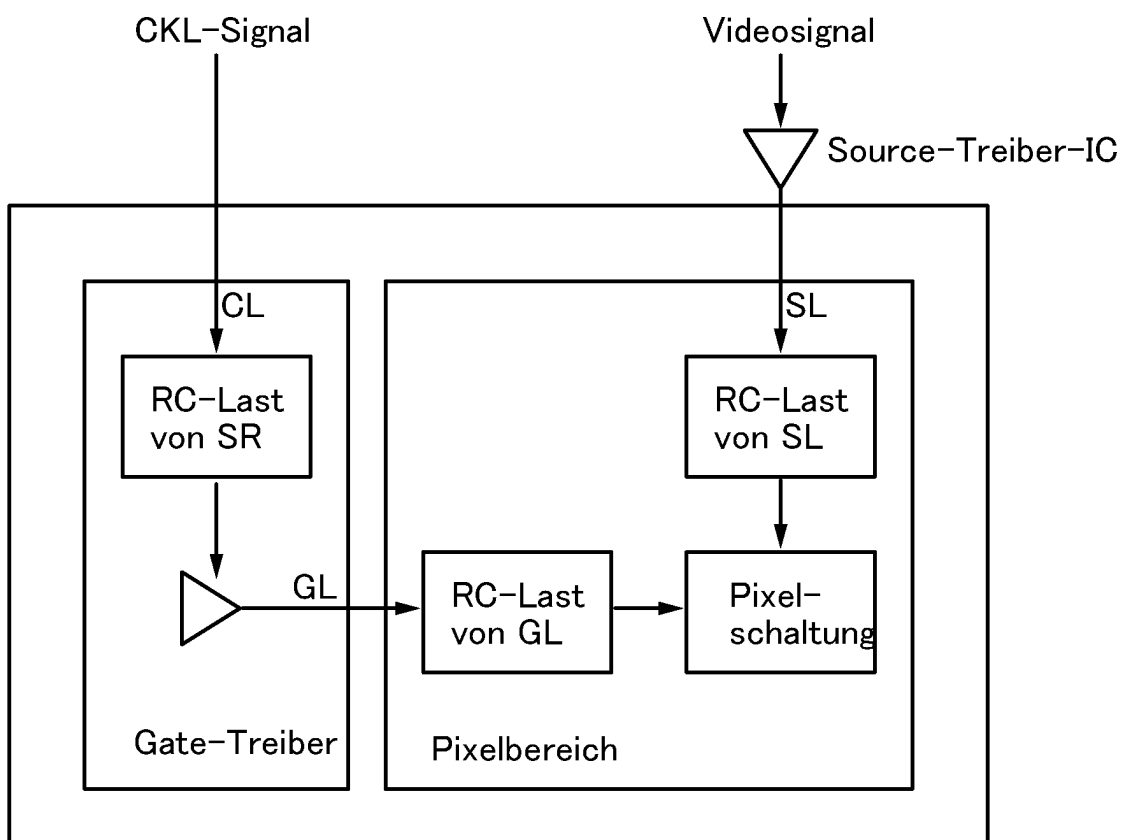


FIG. 52

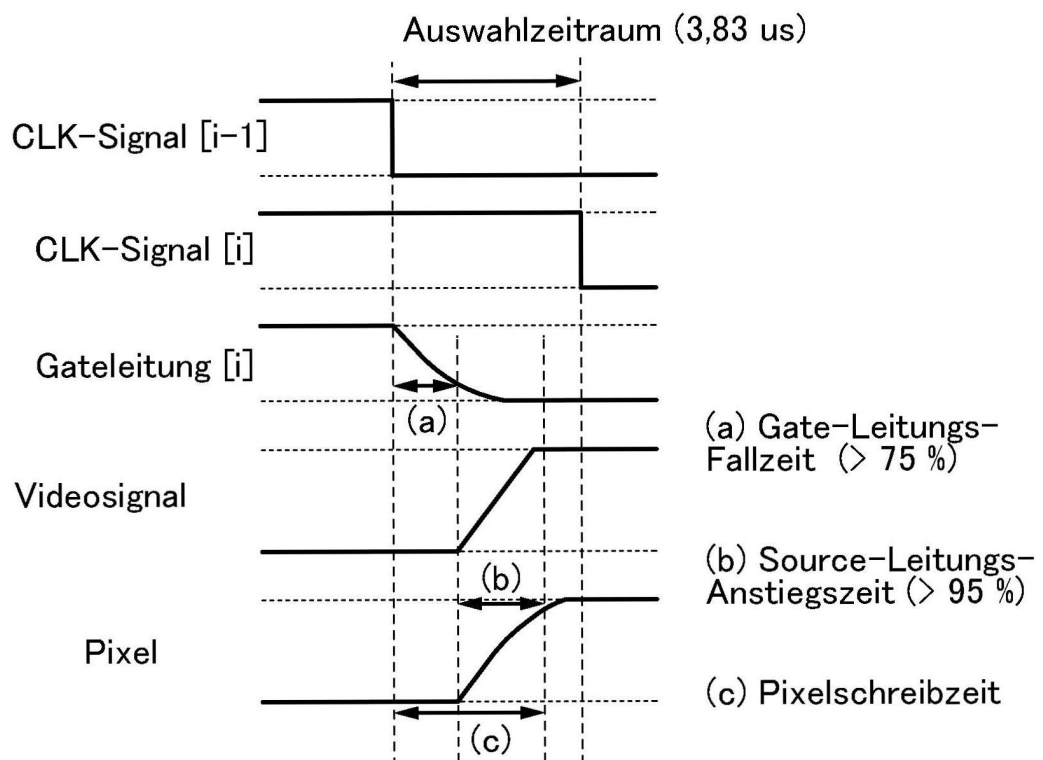


FIG. 53

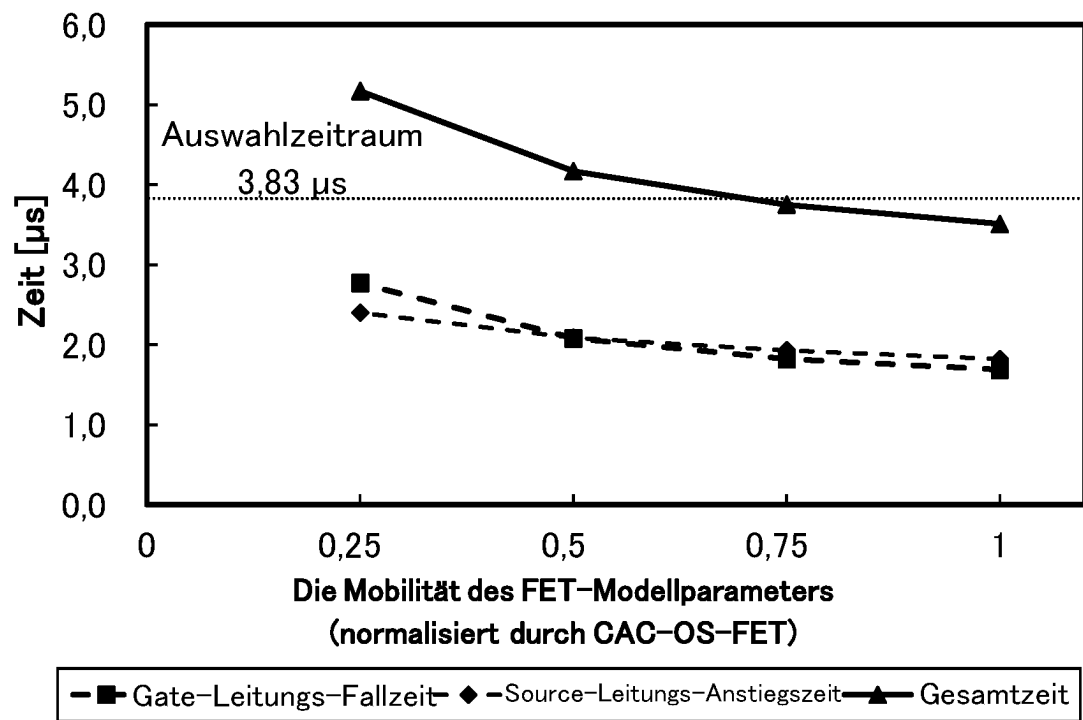


FIG. 54A

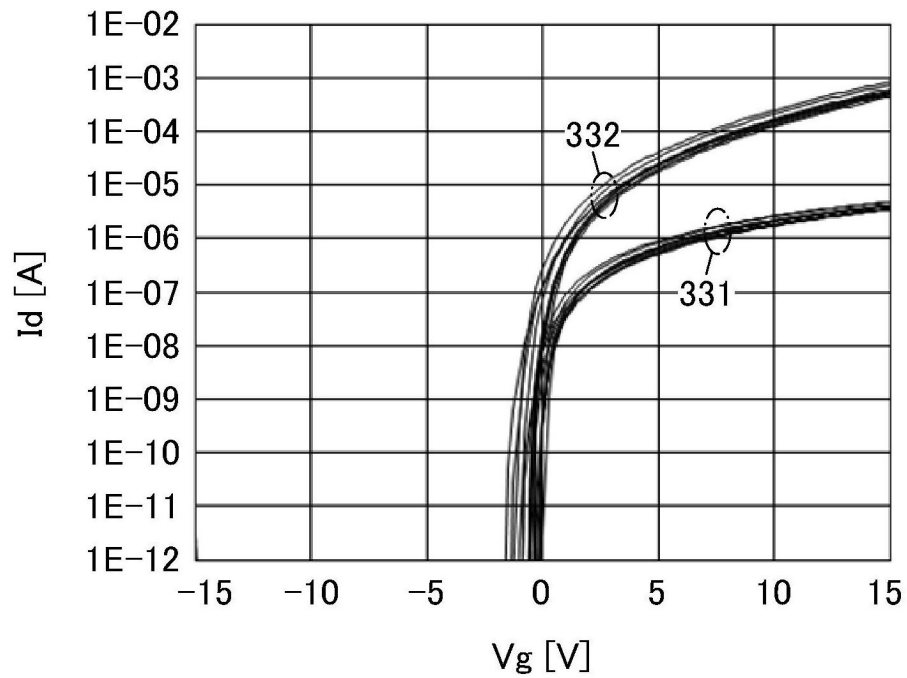


FIG. 54B

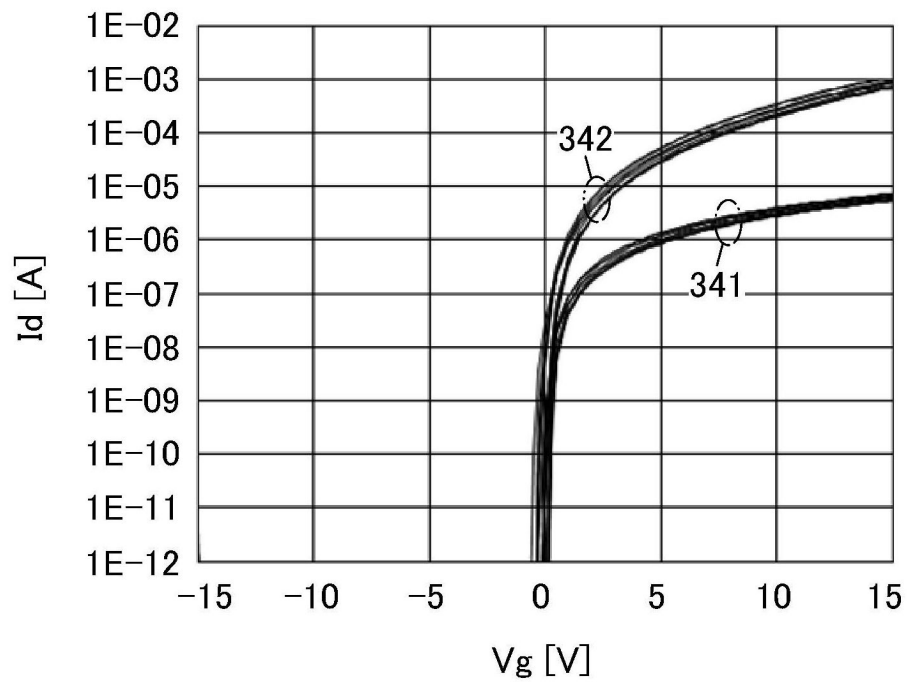




FIG. 55

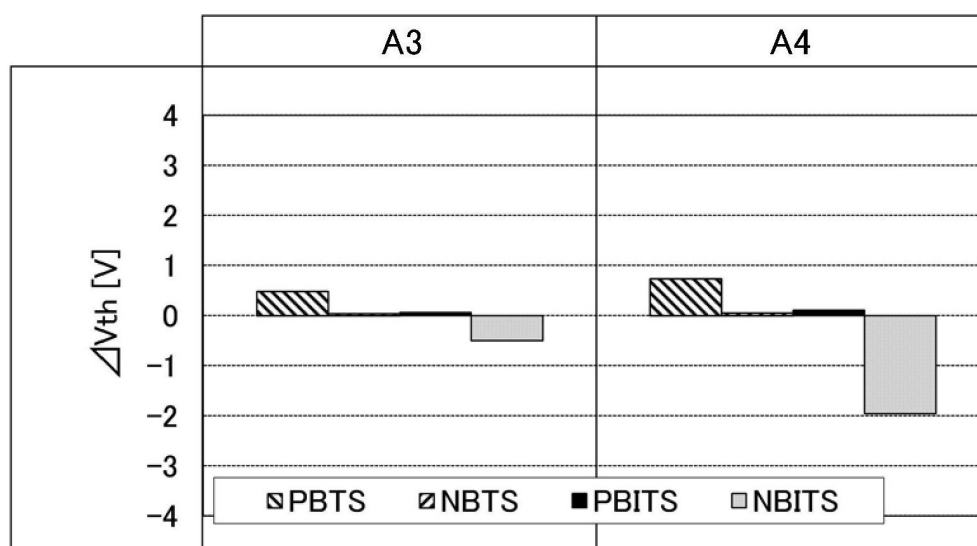


FIG. 56A

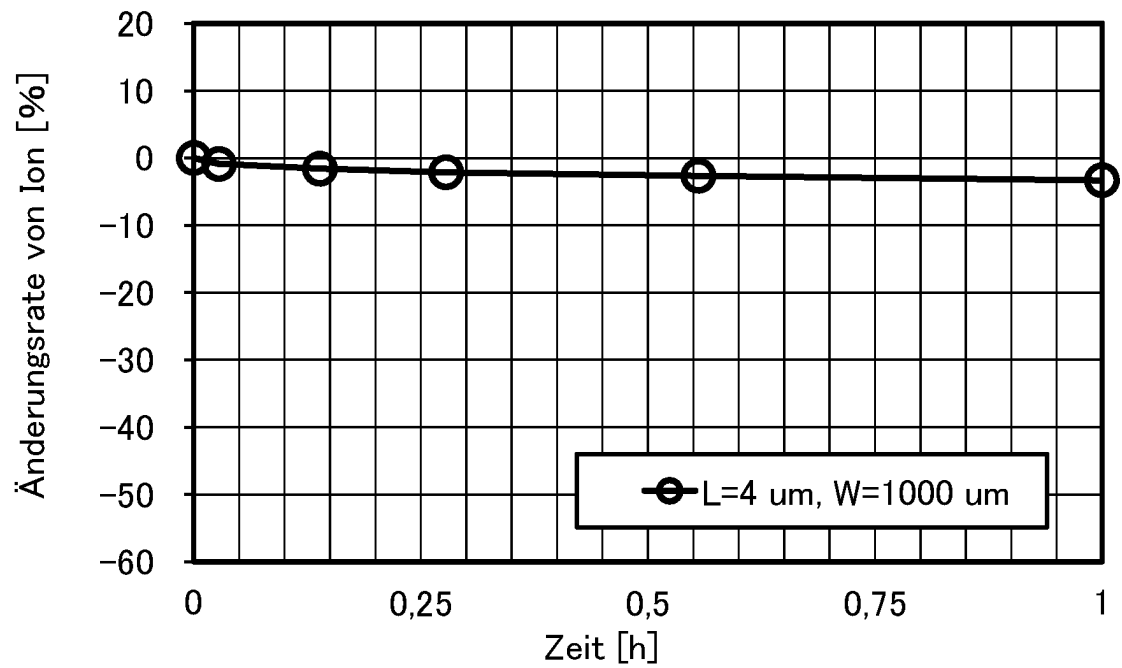


FIG. 56B

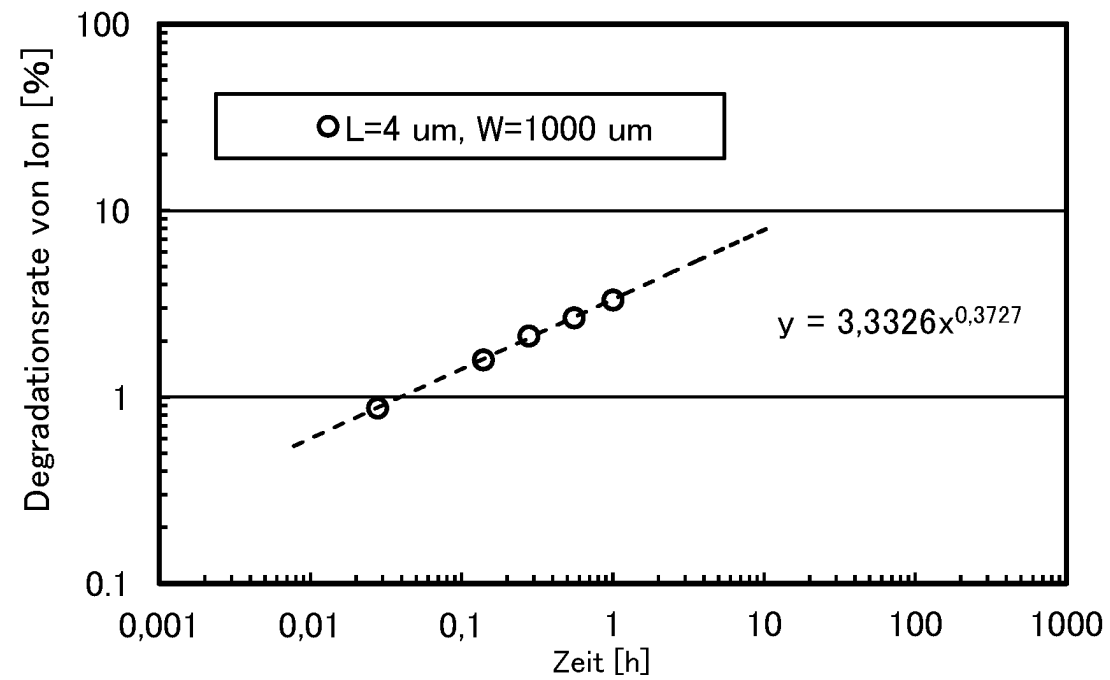


FIG. 57

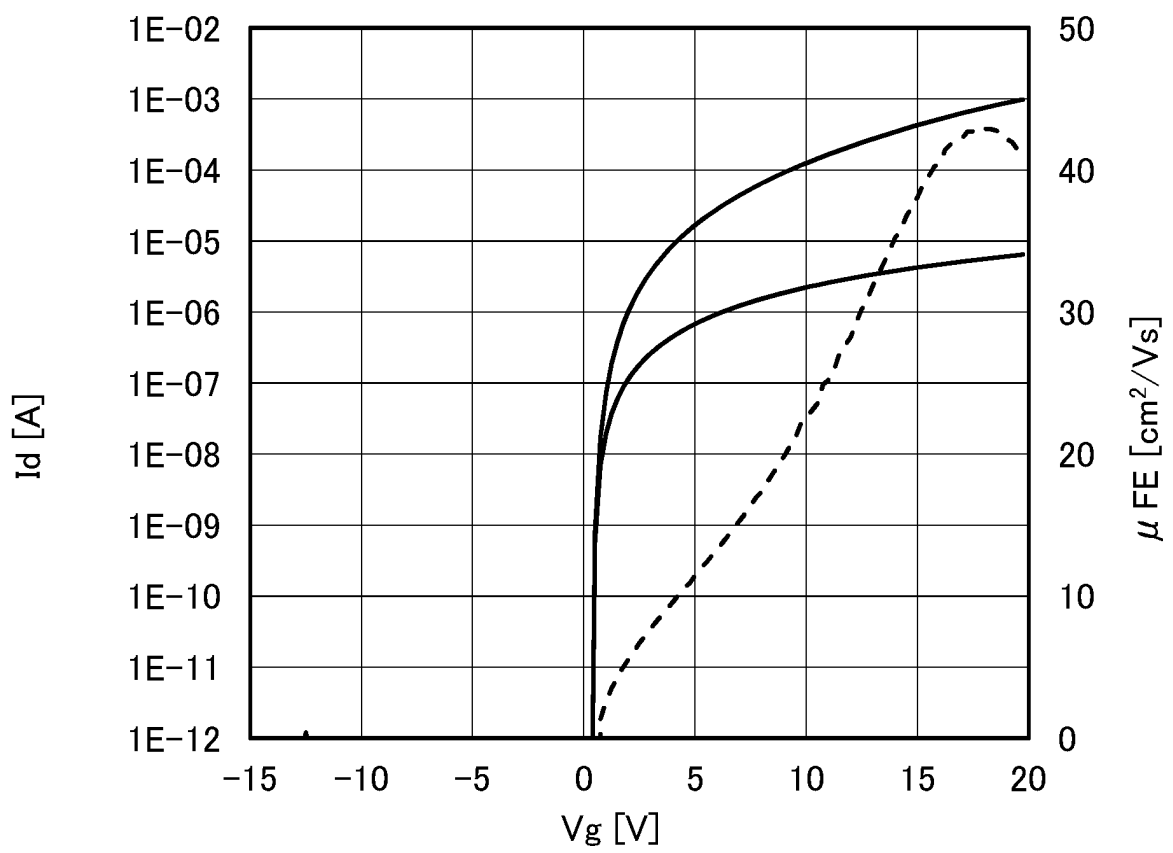


FIG. 58A

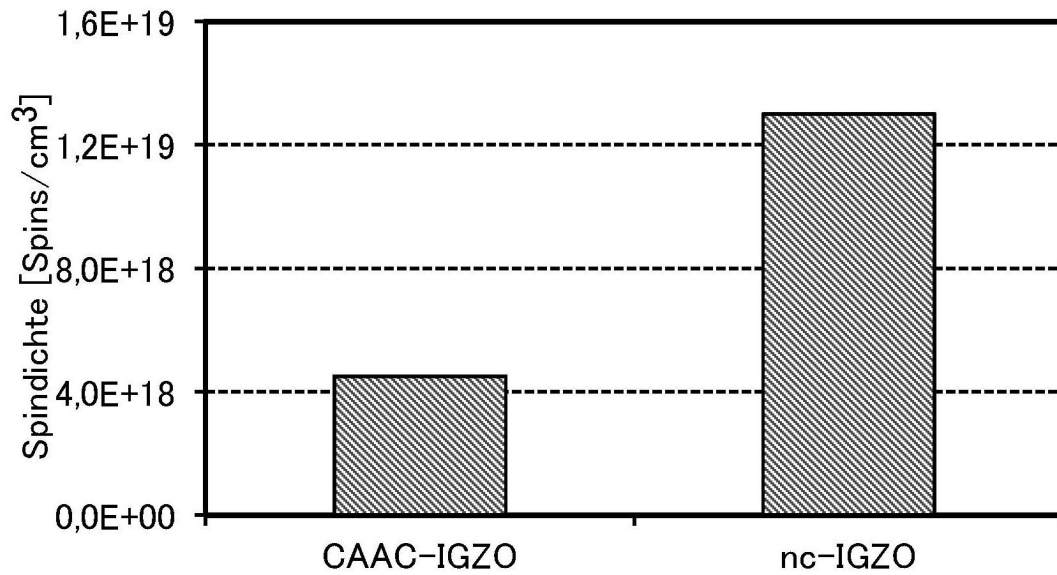


FIG. 58B

