(19) Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 11 2013 007 836 B3** 2023.06.22

(12) # Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **11 2013 007 836.8**
(22) Anmeldetag: **08.07.2013**
(45) Veröffentlichungstag der Patenterteilung: **22.06.2023**

(51) Int Cl.: ***G02F 1/1368*** (2006.01)
G02F 1/1343 (2006.01)
G09F 9/30 (2006.01)
G02F 1/1333 (2006.01)
G02F 1/1362 (2006.01)

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

(30) Unionspriorität:
2012161726 20.07.2012 JP

(62) Teilung aus:
11 2013 003 606.1

(73) Patentinhaber:
SEMICONDUCTOR ENERGY LABORATORY CO., LTD., Atsugi-shi, Kanagawa-ken, JP

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

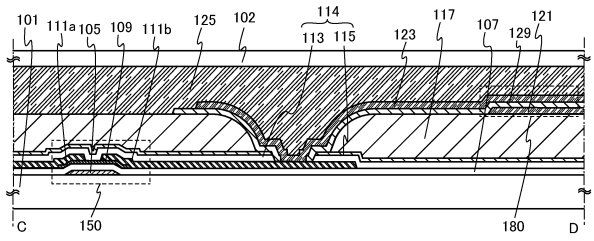
(72) Erfinder:
Yokoyama, Masatoshi, Atsugi-shi, Kanagawa-ken, JP; Komori, Shigeki, Atsugi-shi, Kanagawa-ken, JP; Sato, Manabu, Atsugi-shi, Kanagawa-ken, JP; Okazaki, Kenichi, Atsugi-shi, Kanagawa-ken, JP; Yamazaki, Shunpei, Atsugi-shi, Kanagawa-ken, JP

(56) Ermittelter Stand der Technik:

US	**2002 / 0 013 019**	**A1**
US	**2009 / 0 141 203**	**A1**
US	**2010 / 0 053 529**	**A1**
WO	**2011/ 145 538**	**A1**

(54) Bezeichnung: **Anzeigevorrichtung**

(57) Hauptanspruch: Anzeigevorrichtung, die umfasst:
einen Pixelabschnitt (1000), der umfasst:
einen Transistor (150), der eine Oxidhalbleiterschicht (109) umfasst;
einen ersten anorganischen isolierenden Film (114) über dem Transistor (150);
einen organischen isolierenden Film (117) über dem ersten anorganischen isolierenden Film (114);
eine erste durchsichtige leitfähige Schicht (121) über dem organischen isolierenden Film (117);
einen zweiten anorganischen isolierenden Film (129) über der ersten durchsichtigen leitfähigen Schicht (121); und
eine zweite durchsichtige leitfähige Schicht (123) über dem zweiten anorganischen
isolierenden Film (129),
wobei die Oxidhalbleiterschicht (109) Indium, Gallium und Zink enthält,
wobei der erste anorganische isolierende Film (114) eine erste Öffnung umfasst,
wobei der zweite anorganische isolierende Film (129) eine zweite Öffnung umfasst,
wobei die zweite durchsichtige leitfähige Schicht (123) einen ersten Bereich umfasst, der in Kontakt mit einer von einer Source-Elektrodenschicht (111a) und einer Drain-Elektrodenschicht (111b) des Transistors (150) in der zweiten Öffnung ist,
wobei der zweite anorganische isolierende Film (129) einen zweiten Bereich umfasst, der in Kontakt mit der einen von Source-Elektrodenschicht (111a) und Drain-Elektrodenschicht (111b) des Transistors (150) in der ersten Öffnung ist,
wobei der zweite Bereich außerhalb des ersten Bereichs ist, und
wobei der organische isolierende Film (117) einen dritten Bereich umfasst, der nicht mit dem zweiten anorganischen isolierenden Film (129) überlappt.



Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung betrifft eine Anzeigevorrichtung.

Stand der Technik

[0002] Transistoren, die für viele Flüssigkristallanzeigevorrichtungen oder viele Anzeigevorrichtungen, wie Flachbildschirme, eingesetzt werden, die durch eine Licht emittierende Anzeigevorrichtung repräsentiert werden, die Elektrolumineszenz (EL) nutzt, umfassen jeweils einen Halbleiter, wie amorphes Silizium, einkristallines Silizium oder polykristallines Silizium, der über einem Glassubstrat ausgebildet ist.

[0003] Aufmerksamkeit erregt eine Methode, bei der anstatt des vorstehenden Siliziumhalblaiters ein Oxid, das Halbleitereigenschaften aufweist (nachstehend als Oxidhalbleiter bezeichnet), für einen Transistor verwendet wird.

[0004] Zum Beispiel wird eine Methode offengelegt (siehe Patentdokument 1), bei der ein Transistor unter Verwendung einer In-Ga-Zn-Oxidschicht als Oxidhalbleiter hergestellt wird, wobei der Transistor als Schaltelement oder dergleichen eines Pixels einer Anzeigevorrichtung verwendet wird.

[Referenz]

[Patentdokumente]

[0005] [Patentdokument 1] Japanische Patentoffenlegungsschrift JP 2007-123861 A

[0006] US 2002/0013019 A1 lehrt eine Flüssigkristallanzeigevorrichtung mit einem verbesserten Speicherkondensator unter Verwendung eines Paares durchsichtiger leitfähiger Filme für Elektroden. Dabei wird eine Struktur einer Speicherkapazität erzeugt, in der ein isolierender Film zwischen einem ersten durchsichtigen leitfähigen Film und einem zweiten durchsichtigen Film, der als Pixelelektrode dient, angeordnet ist.

[0007] Aus WO 2011/145538 A1 ist eine Halbleitervorrichtung umfassend einen Oxidhalbleiter bekannt. Dabei dient ein Oxidhalbleiterfilm als Kanalbildungsbereich eines Transistors.

[0008] US 2009/0141203 A1 befasst sich mit einer Anzeigevorrichtung umfassend einen Oxidhalbleiter-Dünnfilmtransistor und einen Speicherkondensator. Dabei umfasst der Speicherkondensator eine Speicherelektrode über einem durchsichtigen Oxidhalbleiter und eine Pixelelektrode über der Speicherelektrode.

[0009] Eine Flüssigkristall-Anzeigevorrichtung ist aus US 2010/0053529 A1 bekannt. Die Flüssigkristallanzeige umfasst dabei zwei Glassubstrate und eine dazwischen angeordnete Flüssigkristallschicht.

Offenbarung der Erfindung

[0010] Bei einem Transistor, der einen Oxidhalbleiter in einem Kanalbildungsbereich aufweist, werden Ladungsträger erzeugt, wenn ein Fremdstoff, wie Wasserstoff oder Feuchtigkeit, in den Oxidhalbleiter eintritt, und dadurch schwanken elektrische Eigenschaften des Transistors.

[0011] Daher wird bei dem Transistor in einer Anzeigevorrichtung die Ladungsträgerdichte einer Halbleiterschicht des Transistors erhöht, wenn ein Fremdstoff, wie Wasserstoff oder Feuchtigkeit, aus einem organischen Isolierfilm, der über dem Transistor liegt, unabsichtlich in die Halbleiterschicht eintritt, und dadurch schwanken Eigenschaften des Transistors.

[0012] Ferner gibt es ein Problem dahingehend, dass, wenn die Eigenschaften des Transistors schwanken, die Anzeigequalität der Anzeigevorrichtung verschlechtert wird und die Zuverlässigkeit verringert wird.

[0013] Hinsichtlich des Obigen ist eine Aufgabe einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, Schwankungen der elektrischen Eigenschaften eines Transistors in einer Anzeigevorrichtung zu unterdrücken, so dass die Zuverlässigkeit erhöht wird. Eine weitere Aufgabe ist, Verschlechterung der Anzeigequalität einer Anzeigevorrichtung, die einen Transistor aufweist, zu unterdrücken, so dass die Zuverlässigkeit erhöht wird.

[0014] Die Erfindung stellt eine Anzeigevorrichtung gemäß den Ansprüchen 1, 2 und 3 bereit.

[0015] Eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist eine Anzeigevorrichtung, welche die folgenden Elemente aufweist: einen Pixelabschnitt, der einen Transistor beinhaltet; einen ersten anorganischen isolierenden Film, der den Transistor bedeckt; einen organischen isolierenden Film über dem ersten anorganischen isolierenden Film; eine erste durchsichtige leitende Schicht über dem organischen isolierenden Film; einen zweiten anorganischen isolierenden Film über der ersten durchsichtigen leitenden Schicht; eine zweite durchsichtige leitende Schicht, die wenigstens über der ersten durchsichtigen leitenden Schicht angeordnet ist, wobei der zweite anorganische isolierende Film dazwischen liegt und elektrisch mit einer Source-Elektrodenschicht oder einer Drain-Elektrodenschicht des Transistors in einer Öffnung, die in dem organischen isolierenden Film und dem ersten anorganischen

isolierenden Film ausgebildet ist, verbunden ist; und eine Flüssigkristallschicht über der zweiten durchsichtigen leitenden Schicht. In dem Pixelabschnitt liegt ein Kantenabschnitt des zweiten anorganischen isolierenden Films in einem Bereich, der den organischen isolierenden Film überlappt.

[0016] Wenn der Kantenabschnitt des zweiten anorganischen isolierenden Films in dem Bereich liegt, der den organischen isolierenden Film überlappt, hat der organische isolierende Film einen Bereich, der nicht den zweiten anorganischen isolierenden Film überlappt. Dementsprechend kann ein abgegebenes Gas von dem organischen isolierenden Film aus einem freigelegten Bereich des organischen isolierenden Films, der nicht den zweiten anorganischen isolierenden Film überlappt, nach oben abgegeben werden.

[0017] Ferner kann bei der oben beschriebenen Struktur der Bereich des organischen isolierenden Films, der nicht den zweiten anorganischen isolierenden Film überlappt, den Transistor überlappen.

[0018] Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist eine Anzeigevorrichtung, welche die folgenden Elemente aufweist: einen Transistor; einen ersten anorganischen isolierenden Film, der den Transistor bedeckt; einen organischen isolierenden Film über dem ersten anorganischen isolierenden Film; eine erste durchsichtige leitende Schicht über dem organischen isolierenden Film; einen zweiten anorganischen isolierenden Film über der ersten durchsichtigen leitenden Schicht; eine zweite durchsichtige leitende Schicht, die wenigstens über der ersten durchsichtigen leitenden Schicht angeordnet ist, wobei der zweite anorganische isolierende Film dazwischen liegt und elektrisch mit einer Source-Elektrodenschicht oder einer Drain-Elektrodenschicht des Transistors in einer Öffnung, der in dem organischen isolierenden Film und dem ersten anorganischen Film verbunden ist; und eine Flüssigkristallschicht über der zweiten durchsichtigen leitenden Schicht. Die Flüssigkristallschicht und der organischen isolierenden Film stehen miteinander wenigstens teilweise in Kontakt.

[0019] Ferner können bei der oben beschriebenen Struktur die Flüssigkristallschicht und der organische isolierende Film in einem Bereich, der den Transistor überlappt, miteinander in Kontakt stehen.

[0020] Der Transistor kann ein Transistor sein, bei dem ein Kanal in einer Oxidhalbleiterschicht ausgebildet ist.

[0021] Der erste anorganische isolierende Film und der zweite anorganische isolierende Film sind jeweils vorzugsweise ein Siliziumnitridfilm oder ein Siliziumnitridoxidfilm.

[0022] Der organische isolierende Film ist vorzugsweise ein Film, der Acryl enthält. Eine plane Oberfläche kann mittels eines organischen Harzes, wie Acryl, leicht erhalten werden.

[0023] Es ist zu bevorzugen, dass ein Unterschied zwischen dem Brechungsindex des zweiten anorganischen isolierenden Films und dem der ersten durchsichtigen leitenden Schicht oder der zweiten durchsichtigen leitenden Schicht niedriger als oder gleich 10 %, stärker bevorzugt niedriger als oder gleich 5 % des Brechungsindex der ersten durchsichtigen leitenden Schicht oder der zweiten durchsichtigen leitenden Schicht ist. Ferner ist ein Film mit einem Brechungsindex, der zwischen dem Brechungsindex des organischen isolierenden Films und dem der durchsichtigen leitenden Schicht liegt, vorzugsweise zwischen dem organischen isolierenden Film und der ersten durchsichtigen leitenden Schicht ausgebildet.

[0024] Bei der Anzeigevorrichtung wird die Ausrichtung der Flüssigkristallschicht entsprechend dem elektrischen Feld, das zwischen der ersten durchsichtigen leitenden Schicht und der zweiten durchsichtigen leitenden Schicht erzeugt wird, gesteuert.

[0025] Ferner ist es zu bevorzugen, dass der erste anorganische isolierende Film und der zweite anorganische isolierende Film wenigstens teilweise miteinander in Kontakt stehen.

[0026] Gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung können Schwankungen der elektrischen Eigenschaften eines Transistors in einer Anzeigevorrichtung unterdrückt werden, so dass höhere Zuverlässigkeit erhalten werden kann. Ferner kann Verschlechterung der Anzeigequalität der Anzeigevorrichtung, die den Transistor aufweist, unterdrückt werden, so dass höhere Zuverlässigkeit erhalten wird.

Figurenliste

[0027] In den begleitenden Zeichnungen:

Fig. 1A und **Fig. 1B** sind eine Draufsicht bzw. eine Querschnittsansicht, die eine Anzeigevorrichtung, die nicht von der vorliegenden Erfindung umfasst wird, darstellen;

Fig. 2A bis **Fig. 2C** sind Draufsichten, die jeweils eine Anzeigevorrichtung nach einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung darstellen;

Fig. 3 zeigt die Ionenintensität eines abgegebenen Gases bei jedem Masse-Ladungs-Verhältnis;

Fig. 4 zeigt die Ionenintensitäten von Gasen bei den jeweiligen Masse-Ladungs-Verhältnissen

bezüglich einer Temperatur an einer Substratoberfläche;

Fig. 5A und **Fig. 5B** sind eine Draufsicht bzw. eine Querschnittsansicht auf eine/einer Anzeigevorrichtung nach einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 6A und **Fig. 6B** sind ein Schaltplan bzw. eine Querschnittsansicht eines Beispiels für einen Bildsensor nach einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 7A bis **Fig. 7C** sind schematische Ansichten, die ein Beispiel für einen Tablet-Computer nach einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung darstellen; und

Fig. 8A bis **Fig. 8C** sind schematische Ansichten, die jeweils ein Beispiel für ein elektronisches Gerät nach einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung darstellen.

Beste Art zum Durchführen der Erfindung

[0028] Nachstehend werden Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf die begleitenden Zeichnungen ausführlich beschrieben. Jedoch ist die vorliegende Erfindung nicht auf die nachfolgende Beschreibung beschränkt, und der Fachmann erkennt leicht, dass Modi und Details dafür auf verschiedene Weisen modifiziert werden können. Daher wird die vorliegende Erfindung nicht als auf die Beschreibung der Ausführungsformen beschränkt angesehen.

[0029] Ferner werden bei den nachstehend beschriebenen Ausführungsformen in allen Zeichnungen die gleichen Abschnitte mit den gleichen Bezugszeichen bezeichnet. Die Dicke, Breite, relative Beziehung der Position und dergleichen von Elementen, welche in den Zeichnungen dargestellt sind, sind in einigen Fällen zur Klarstellung der Beschreibung der Ausführungsformen übertrieben.

[0030] Es sei angemerkt, dass der Begriff „über“ in dieser Beschreibung und dergleichen nicht notwendigerweise bedeutet, dass eine Komponente „direkt auf“ einer anderen Komponente liegt. Zum Beispiel kann der Ausdruck „eine Gate-Elektrodenschicht über einem isolierenden Film“ den Fall bedeuten, in dem es eine zusätzliche Komponente zwischen dem isolierenden Film und der Gate-Elektrodenschicht gibt. Das Gleiche gilt für den Begriff „unter“.

[0031] In dieser Beschreibung und dergleichen schränkt der Begriff „Elektrodenschicht“ oder „Leitungsschicht“ die Funktion der Komponenten nicht ein. Zum Beispiel kann eine „Elektrodenschicht“ als Teil einer „Leitungsschicht“ verwendet werden, und die „Leitungsschicht“ kann als Teil der „Elektrodenschicht“ verwendet werden. Außerdem kann beispielsweise der Begriff „Elektrodenschicht“ oder „Leitungsschicht“ auch eine Kombination aus einer Vielzahl von „Elektrodenschichten“ oder „Leitungsschichten“ bedeuten.

[0032] Wenn beispielsweise ein Transistor mit entgegengesetzter Polarität verwendet wird oder wenn die Stromflussrichtung im Schaltungsbetrieb geändert wird, werden die Funktionen einer „Source“ und eines „Drains“ mitunter vertauscht. Deshalb können in dieser Beschreibung die Begriffe „Source“ und „Drain“ gegeneinander ausgetauscht werden.

[0033] Es sei angemerkt, dass der Begriff „elektrisch verbunden“ in dieser Beschreibung und dergleichen den Fall umfasst, in dem Komponente über einen Gegenstand mit einer elektrischen Funktion verbunden sind. Es gibt keine besondere Beschränkung auf einen Gegenstand mit einer elektrischen Funktion, solange zwischen Komponenten, die über den Gegenstand verbunden sind, elektrische Signale gesendet und empfangen werden können.

[0034] Beispiele für einen „Gegenstand mit einer elektrischen Funktion“ sind eine Elektrode und eine Leitung.

(Ausführungsform 1)

[0035] Bei dieser Ausführungsform wird eine Anzeigevorrichtung unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beschrieben. **Fig. 2A** bis **Fig. 2C** sind Draufsichten, die jeweils eine Anzeigevorrichtung darstellen.

[0036] **Fig. 2A** ist eine Draufsicht, die eine Anzeigevorrichtung nach einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung darstellt. In **Fig. 2A** ist ein Dichtmittel 1001 derart ausgebildet, dass es einen Pixelabschnitt 1000 über einem ersten Substrat 101 umgibt, und Abdichtung wird mittels eines zweiten Substrats 102 durchgeführt. In **Fig. 2A** sind in einem Bereich, der sich von dem von dem Dichtmittel 1001 umgebenen Bereich über dem ersten Substrat 101 unterscheidet, eine Abtastleitungs-Treiberschaltung 1004 und eine Signalleitungs-Treiberschaltung 1003 montiert, die jeweils mittels eines einkristallinen Halbleiterfilms oder eines polykristallinen Halbleiterfilms über einem getrennt vorbereiteten Substrat ausgebildet worden sind. Verschiedene Signale und Potentiale werden der Signalleitungs-Treiberschaltung 1003, der Abtastleitungs-Treiberschaltung 1004 und dem Pixelabschnitt 1000, die jeweils getrennt gebildet sind, von flexiblen gedruckten Schaltungen (flexible printed circuits: FPCs) 1018a und 1018b zugeführt.

[0037] Es sei angemerkt, dass es keine speziellen Beschränkungen hinsichtlich eines Verbindungsverfahrens einer getrennt ausgebildeten Treiberschaltung gibt, und ein Chip auf Glas- (chip on glas:

COG-) Verfahren, ein Drahtanbindungsverfahren (wire bonding method), ein Automatisches Anbinden mittels Band- (tape automated bonding: TAB-) Verfahren oder dergleichen kann angewendet werden. **Fig. 2A** stellt ein Beispiel dar, bei dem die Signalleitungs-Treiberschaltung 1003 und die Abtastleitungs-Treiberschaltung 1004 durch ein COG-Verfahren montiert sind.

[0038] Ferner umfasst die Anzeigevorrichtung ein Anzeigefeld, bei dem ein Anzeigeelement abgedichtet ist, sowie ein Modul, bei dem eine IC (integrated circuit, integrierte Schaltung) oder dergleichen, die einen Regler beinhaltet, auf dem Anzeigefeld montiert ist.

[0039] Es sei angemerkt, dass eine Anzeigevorrichtung in dieser Beschreibung eine Bildanzeigevorrichtung, eine Anzeigevorrichtung oder eine Lichtquelle (einschließlich einer Beleuchtungsvorrichtung) bezeichnet. Darüber hinaus umfasst die Anzeigevorrichtung auch die nachfolgenden Module in ihrer Kategorie: ein Modul, an dem ein Verbinder, wie eine FPC, ein TAB-Band oder ein TCP, angebracht ist; ein Modul mit einem TAB-Band oder einem TCP, dessen äußerstes Ende mit einer gedruckten Leiterplatte versehen ist; und ein Modul, bei dem eine integrierte Schaltung (IC) durch ein COG-Verfahren direkt auf einem Anzeigeelement montiert ist.

[0040] Es sei angemerkt, dass die Struktur der Anzeigevorrichtung bei dieser Ausführungsform nicht auf die oben beschriebene Struktur beschränkt ist. Wie in **Fig. 2B** gezeigt, kann das Dichtmittel 1001 so angeordnet werden, dass es den Pixelabschnitt 1000 und die Abtastleitungs-Treiberschaltung 1004 umgibt, die über dem ersten Substrat 101 angeordnet sind. Das zweite Substrat 102 kann über dem Pixelabschnitt 1000 und der Abtastleitungs-Treiberschaltung 1004 angeordnet werden. Daher sind der Pixelabschnitt 1000 und die Abtastleitungs-Treiberschaltung 1004 zusammen mit einem Anzeigeelement mittels des ersten Substrats 101, des Dichtmittels 1001 und des zweiten Substrats 102 abgedichtet.

[0041] Es ist typischerweise bevorzugt, als das Dichtmittel 1001 durch sichtbares Licht härtendes, UV-härtendes oder wärmehärtendes Harz zu verwenden. Typischerweise kann ein Acrylharz, ein Epoxidharz, ein Aminharz oder dergleichen verwendet werden. Ferner kann ein Fotopolymerisationsinitiator (typischerweise ein UV-Polymerisationsinitiator), ein wärmehärtendes Mittel, ein Füller oder ein Kopplungsmittel in dem Dichtmittel 1001 enthalten sein.

[0042] In **Fig. 2B** und **Fig. 2C** ist eine Signalleitungs-Treiberschaltung 1003, die mittels eines einkristallinen Halbleiterfilms oder eines polykristallinen Halbleiterfilms über einem getrennt gefertigten Substrat ausgebildet ist, in einem Bereich montiert, der sich von dem von dem Dichtmittel 1001 umgebenen Bereich über dem ersten Substrat 101 unterscheidet. Ferner werden verschiedene Signale und ein Potential zu der Signalleitungs-Treiberschaltung 1003, die getrennt gebildet ist, der Abtastleitungs-Treiberschaltung 1004 und dem Pixelabschnitt 1000 von einer FPC 1018 zugeführt.

[0043] Des Weiteren stellt **Fig. 2B** ein Beispiel dar, bei dem die Signalleitungs-Treiberschaltung 1003 getrennt ausgebildet ist und auf dem ersten Substrat 101 montiert ist, und **Fig. 2C** stellt ein Beispiel dar, bei dem die Signalleitungs-Treiberschaltung 1003 auf der FPC 1018 montiert ist. Es sei angemerkt, dass die Struktur der Anzeigevorrichtung nach dieser Ausführungsform auf nicht die Struktur beschränkt ist. Die Abtastleitungs-Treiberschaltung kann getrennt ausgebildet werden und dann montiert werden, oder nur ein Teil der Signalleitungs-Treiberschaltung bzw. ein Teil der Abtastleitungs-Treiberschaltung getrennt ausgebildet werden und dann montiert werden.

[0044] **Fig. 1A** und **Fig. 1B** stellen ein Pixel dar, das in dem Pixelabschnitt 1000 der Anzeigevorrichtung beinhaltet ist. **Fig. 1A** ist eine Draufsicht, die einen Teil des Pixels, das in dem Pixelabschnitt 1000 beinhaltet ist, darstellt, und **Fig. 1B** ist eine Querschnittsansicht entlang der Strichpunktlinie A-B in **Fig. 1A**.

[0045] Der Pixelabschnitt in der Anzeigevorrichtung beinhaltet einen Transistor 150 über dem ersten Substrat 101; einen ersten anorganischen isolierenden Film 114 (eine Mehrfachschicht aus einem anorganischen isolierenden Film 113 und einem anorganischen isolierenden Film 115) über dem Transistor 150; einen organischen isolierenden Film 117 über dem ersten anorganischen isolierenden Film 114; einen Kondensator 170 über dem organischen isolierenden Film 117; eine Flüssigkristallschicht 125 über dem organischen isolierenden Film 117 und dem Kondensator 170; das zweite Substrat 102 über der Flüssigkristallschicht 125; und eine durchsichtige leitende Schicht 127 an dem zweiten Substrat 102. Der Kondensator 170 beinhaltet eine durchsichtige leitende Schicht 121, eine durchsichtige leitende Schicht 123 und einen zweiten anorganischen isolierenden Film 119, der zwischen der durchsichtigen leitenden Schicht 121 und der durchsichtigen leitenden Schicht 123 liegt.

[0046] Es sei angemerkt, dass, wie in **Fig. 1B** ersichtlich ist, ein Kantenabschnitt des zweiten anorganischen isolierenden Films 119 in einem Bereich liegt, der den organischen isolierenden Film 117 überlappt. Deshalb gibt es einen Bereich, in dem der zweite anorganische isolierende Film 119 und der organische isolierende Film 117 einander nicht

überlappen, und daher kann ein von dem organischen isolierenden Film 117 abgegebenes Gas aus einem freigelegten Bereich des organischen isolierenden Films 117 nach oben abgegeben werden. Ferner ist der zweite anorganische isolierende Film 119 nicht in einem Bereich angeordnet, der den Transistor 150 überlappt, und der Bereich, in dem der organische isolierende Film 117 und der zweite anorganische isolierende Film 119 einander nicht überlappen und der organische isolierende Film 117 freigelegt ist, überlappt den Transistor 150. Darüber hinaus weist der organische isolierende Film 117 einen freigelegten Bereich auf, der den zweiten anorganischen isolierenden Film 119, die durchsichtige leitende Schicht 121 und die durchsichtige leitende Schicht 123 nicht überlappt.

[0047] Die Anzeigevorrichtung weist einen Bereich auf, von dem der zweite anorganische isolierende Film 119 über dem organischen isolierenden Film 117 nicht angeordnet ist, ein Teil einer oberen Oberfläche des organischen isolierenden Films 117 freigelegt ist und ein von dem organischen isolierenden Film 117 abgegebenes Gas aus dem Teil der oberen Oberfläche des organischen isolierenden Films 117 zur Außenseite abgegeben wird. Dementsprechend wird verhindert, dass das abgegebene Gas in den Transistoreintritt, und es ist unwahrscheinlich, dass sich die Eigenschaften des Transistors 150 schwanken, so dass eine hochzuverlässige Anzeigevorrichtung, bei der Verschlechterung der Anzeigequalität verhindert ist, erhalten werden kann.

[0048] Der Transistor 150 beinhaltet eine Gate-Elektrodenschicht 105 über dem ersten Substrat 101; eine die Gate-Elektrodenschicht 105 bedeckende Gate-Isolierschicht 107; eine Halbleiterschicht 109 über der Gate-Isolierschicht 107; eine Source-Elektrodenschicht 111 a und eine Drain-Elektrodenschicht 111b, die mit der Halbleiterschicht 109 in Kontakt stehen.

[0049] Für die Halbleiterschicht in dem Transistor 150 kann ein auf Silizium basierender Halbleiter (amorphes Silizium, polykristallines Silizium oder dergleichen), ein Oxidhalbleiter (Zinkoxid, Indiumoxid oder dergleichen) oder dergleichen verwendet werden. Es wird der Fall beschrieben, in dem ein Oxidhalbleiter als bevorzugter Halbleiter für die Halbleiterschicht 109 eingesetzt wird.

[0050] Der anorganische isolierende Film 113 und der anorganische isolierende Film 115 sind über dem Transistor 150 als der erste anorganische isolierende Film 114 ausgebildet. Es sei angemerkt, dass die Struktur des ersten anorganischen isolierenden Films 114 darauf nicht beschränkt ist und abhängig von gewünschten Funktionen eine einschichtige Struktur aus einem isolierenden Film oder eine mehrschichtige Struktur daraus aufweisen.

[0051] Als der anorganische isolierende Film 113 über dem Transistor 150 kann eine isolierende Oxidschicht aus Siliziumoxid, Galliumoxid, Aluminiumoxid, Siliziumoxynitrid, Siliziumnitridoxid, Hafniumoxid, Tantaloxid oder dergleichen verwendet werden. Ferner kann der anorganische isolierende Film 113 unter Verwendung dieser Verbindungen mit einer einschichtigen Struktur oder einer mehrschichtigen Struktur, die zwei oder mehr Schichten aufweist, ausgebildet werden.

[0052] Hierbei steht Siliziumoxynitrid für diejenige Verbindung, die mehr Sauerstoff als Stickstoff enthält, und zum Beispiel enthält Siliziumoxynitrid Sauerstoff, Stickstoff und Silizium in Konzentrationen von höher als oder gleich 50 Atom-% und niedriger als oder gleich 70 Atom-%, höher als oder gleich 0,5 Atom-% und niedriger als oder gleich 15 Atom-% bzw. höher als oder gleich 25 Atom-% und niedriger als oder gleich 35 Atom-%. Es sei angemerkt, dass in dem Fall, in dem Messung mittels der Rutherford-Rückstreuspektrometrie (Rutherford backscattering spectrometry: RBS) oder der Wasserstoffvorwärtsstreuung (hydrogen forward scattering: HFS) durchgeführt wird, Anteile von Sauerstoff, Stickstoff und Silizium in den oben genannten Bereichen liegen. Außerdem überschreitet die Gesamtzahl der Prozentsätze der Einzelbestandteile 100 Atom-% nicht.

[0053] Der anorganische isolierende Film 115 über dem anorganischen isolierenden Film 113 ist eine Schicht, deren Funktionen darin bestehen, zu verhindern, dass ein Fremdstoff, wie Wasserstoff, in die Halbleiterschicht 109 eintritt (nachstehend wird die Funktion auch als Wasserstoff blockierende Eigenschaft bezeichnet), und dass Sauerstoff oder dergleichen in einer Oxidhalbleiterschicht abgegeben wird. Mit dem anorganischen isolierenden Film 115 mit einem blockierenden Effekt gegen Sauerstoff, Wasserstoff, Wasser und dergleichen kann Diffusion von Sauerstoff aus der Halbleiterschicht 109 zur Außenseite und Eintritt eines Fremdstoffs, wie Wasserstoff von dem organischen isolierenden Film 117 und der Außenseite in die Halbleiterschicht 109 verhindert werden.

[0054] Als isolierender Film mit einem blockierenden Effekt gegen Sauerstoff, Wasserstoff, Wasser und dergleichen können ein Aluminiumoxidfilm, ein Aluminiumoxynitridfilm, ein Galliumoxidfilm, ein Galliumoxynitridfilm, ein Yttriumoxidfilm, ein Yttriumoxynitridfilm, ein Hafniumoxidfilm und ein Hafniumoxynitridfilm als Beispiele angegeben werden.

[0055] Der organische isolierende Film 117, der als isolierende Planarisierungsschicht zum Verringern von Unebenheit wegen des Transistors 150 dient, ist über dem anorganischen isolierenden Film 115 angeordnet. Die isolierende Planarisierungsschicht wird bereitgestellt, um Fehlausrichtung oder derglei-

chen der Flüssigkristallschicht über dem isolierenden Planarisierungsfilm zu verhindern und um die Anzeigequalität zu verbessern. Wenn der organische isolierende Film als isolierende Planarisierungsschicht verwendet wird, kann eine plane Oberfläche leicht erhalten werden.

[0056] Für den organischen isolierenden Film 117 kann beispielsweise ein wärmebeständiges organisches Material, wie ein Acrylharz, Polyimid, ein auf Benzocyclobuten basierendes Harz, Polyamid oder ein Epoxidharz, verwendet werden. Es sei angemerkt, dass der organische isolierende Film 117 durch Schichten einer Vielzahl von isolierenden Filmen, die aus einem dieser Materialien bestehen, ausgebildet werden kann.

[0057] Der Kondensator 170 ist über dem organischen isolierenden Film 117 ausgebildet. Der Kondensator 170 beinhaltet die durchsichtige leitende Schicht 121 über dem organischen isolierenden Film 117, den zweiten anorganischen isolierenden Film 119 über der durchsichtigen leitenden Schicht 121 und die durchsichtige leitende Schicht 123 über dem zweiten anorganischen isolierenden Film 119. Die durchsichtige leitende Schicht 123 des Kondensators 170 steht in Kontakt mit der Drain-Elektrodenschicht 111b des Transistors 150 in einer Öffnung in dem ersten anorganischen Film 114 und dem organischen isolierenden Film 117.

[0058] Der Kondensator 170 über dem organischen isolierenden Film 117 ist mit der durchsichtigen leitenden Schicht 121, dem zweiten anorganischen isolierenden Film 119 und der durchsichtigen leitenden Schicht 123 ausgebildet. Das heißt, dass die durchsichtige leitende Schicht 121 als eine Elektrode des Kondensators 170 dient, dass die durchsichtige leitende Schicht 123 als die andere Elektrode des Kondensators 170 dient, und dass der zweite anorganische isolierende Film 119 als Dielektrikum des Kondensators 170 dient.

[0059] Die Speicherkapazität des Kondensators 170 wird hinsichtlich des Leckstroms oder dergleichen des Kondensators 150 so eingestellt, dass die Ladung für eine vorbestimmte Periode gehalten werden kann. Die Speicherkapazität kann unter Berücksichtigung des Sperrstroms (off-state current) des Transistors oder dergleichen eingestellt werden. Unter Verwendung eines Transistors, der einen Oxidhalbleiterfilm enthält, reicht ein Speicherkondensator mit einer Kapazität aus, die 1/3 oder weniger, vorzugsweise 1/5 oder weniger von Flüssigkristallkapazität jedes Pixels ist.

[0060] Bei dem Transistor, der eine Oxidhalbleiterschicht beinhaltet, kann der Strom in einem Sperrzustand (Sperrstrom) klein sein. Dementsprechend kann ein elektrisches Signal, wie ein Bildsignal, über eine längere Periode gehalten werden, und ein Schreibintervall kann in einem Durchlasszustand (on state) länger eingestellt werden. Dementsprechend kann die Häufigkeit des Aktualisierungsvorgangs verringert werden, was zu einem Effekt der Unterdrückung des Energieverbrauchs führt. Ferner kann der Transistor unter Verwendung einer Oxidhalbleiterschicht derart gesteuert werden, dass er eine hohe Feldeffektbeweglichkeit aufweist und daher mit hoher Geschwindigkeit bedient werden kann.

[0061] Die durchsichtige leitende Schicht 121 und die durchsichtige leitende Schicht 123 werden jeweils mittels eines Materials mit einer Eigenschaft, sichtbares Licht durchzulassen, ausgebildet. Als lichtdurchlässiges Material kann Indiumoxid, Indiumzinnoxid, Indiumzinkoxid, Zinkoxid, Zinkoxid, dem Gallium zugesetzt ist, Graphen oder dergleichen verwendet werden. Es sei angemerkt, dass hier „durchsichtig“ eine lichtdurchlässige Eigenschaft bezüglich des sichtbaren Lichts bedeutet, und ein Gegenstand, der sichtbares Licht durchlässt, wird als durchsichtiger Gegenstand bezeichnet. Ferner wird ein Gegenstand, der Licht teilweise durchlässt, als durchsichtiger Gegenstand bezeichnet, wenn auch das Licht gestreut wird. Darüber hinaus kann ein Gegenstand als durchsichtige leitende Schicht bezeichnet werden, solange er wenigstens Licht eines Teils des sichtbaren Lichtwellenlängenbereichs durchlässt, wenn auch er Licht eines anderen Teils des sichtbaren Lichtwellenlängenbereichs reflektiert. Wenn der Kondensator 170 mittels eines durchsichtigen Materials ausgebildet wird, kann das Öffnungsverhältnis erhöht werden.

[0062] Hier wird ein Ergebnis gezeigt, das bei Untersuchung eines Gases erzielt wird, das von einem Acrylharz abgegeben wird, das ein typisches Beispiel für ein organisches Harz für den organischen isolierenden Film 117 ist.

[0063] Für eine Probe wurde ein Acrylharz auf ein Glassubstrat angebracht, und eine Wärmebehandlung wurde in einer Stickstoffgasatmosphäre eine Stunde lang bei 250 °C durchgeführt. Es sei angemerkt, dass das Acrylharz derart ausgebildet wurde, dass es nach der Wärmebehandlung eine Dicke von 1,5 μm aufweist.

[0064] Das aus der hergestellten Probe abgegebene Gas wurde mit thermischer Desorptionsspektroskopie (TDS) gemessen.

[0065] **Fig. 3** zeigt die Ionenintensität des abgegebenen Gases in jedem Masse-Ladungs-Verhältnis (auch als M/z bezeichnet), wenn die Oberflächentemperatur des Substrats 250 °C beträgt. Wie in **Fig. 3** gezeigt, wurden ein Gas eines Ions mit einem Masse-Ladungs-Verhältnis von 18 (ein H_2O-Gas), welches wahrscheinlich auf Wasser zurückzu-

führen ist, ein Gas eines Ions mit einem Masse-Ladungs-Verhältnis von 28 (ein C_2H_4-Gas), ein Gas eines Ions mit einem Masse-Ladungs-Verhältnis von 44 (ein C_3H_8Gas) und ein Gas eines Ions mit einem Masse-Ladungs-Verhältnis von 56 (ein C_4H_8-Gas), welches wahrscheinlich auf Kohlenwasserstoff zurückzuführen ist, detektiert. Es sei angemerkt, dass Fragment-Ionen der Gase in der Nähe der jeweiligen Masse-Ladungs-Verhältnisse detektiert wurden.

[0066] **Fig. 4** zeigt die Ionenintensitäten der Gase in den jeweiligen Masse-Ladungs-Verhältnissen (18, 28, 44 und 56) bezüglich einer Oberflächentemperatur des Substrats. Es stellt sich heraus, dass in dem Fall, in dem die Oberflächentemperatur des Substrats im Bereich von 55 °C bis 270 °C liegt, die Intensität eines Ions mit einem Masse-Ladungs-Verhältnis von 18, welches wahrscheinlich auf Wasser zurückzuführen ist, einen Peak im Bereich von höher als oder gleich 55 °C und niedriger als oder gleich 100 °C und einen Peak im Bereich von höher als oder gleich 150 °C und niedriger als oder gleich 270 °C aufweist. Andererseits stellt sich heraus, dass die Intensitäten von Ionen mit Masse-Ladungs-Verhältnissen von 28, 44 und 56, welche wahrscheinlich auf Kohlenwasserstoff zurückzuführen sind, jeweils einen Peak im Bereich von höher als oder gleich 150 °C und niedriger als oder gleich 270 °C aufweisen.

[0067] Wie oben beschrieben, stellte es sich heraus, dass Wasser, Kohlenwasserstoff und dergleichen, die als Fremdstoffe in dem Oxidhalbleiterfilm dienen, von einem organischen Harz abgegeben werden. Insbesondere stellte sich heraus, dass Wasser auch bei einer relativ niedrigen Temperatur von höher als oder gleich 55 °C und niedriger als oder gleich 100 °C abgegeben wurde. Das heißt, dass dies darauf hindeutet, dass ein Fremdstoff wegen eines organischen Harzes auch bei einer relativ niedrigen Temperatur den Oxidhalbleiterfilm erreicht, und sich elektrische Eigenschaften des Transistors verschlechtern.

[0068] Es deutet auch darauf hin, dass in dem Fall, in dem das organische Harz mit einem Film, der kein abgegebenes Gas in Form von Wasserdampf, Kohlenwasserstoff oder dergleichen durchlässt (z. B. ein Siliziumnitridfilm, ein Siliziumnitridoxidfilm oder ein Aluminiumoxidfilm), bedeckt ist, die Abgabe eines Gases von dem organischen Harz den Druck, der auf den Film ausgeübt wird, der kein abgegebenes Gas in Form von Wasserdampf, Kohlenwasserstoff oder dergleichen durchlässt, erhöhte. Dies beschädigt schließlich den Film, der kein abgegebenes Gas in Form von Wasserdampf, Kohlenwasserstoff oder dergleichen durchlässt, und verursacht in einigen Fällen einen Formfehler des Transistors.

[0069] Der zweite anorganische isolierende Film 119, der zwischen der durchsichtigen leitenden Schicht 121 und der durchsichtigen leitenden Schicht 123 liegt, kann mittels eines Materials ausgebildet werden, das demjenigen des ersten anorganischen isolierenden Films 114 ähnlich ist. Der zweite anorganische isolierende Film 119 dient als Dielektrikum des Kondensators 170 und daher kann mittels eines Materials mit einer Dielektrizitätskonstante, die für den Transistor 170 benötigt wird, ausgebildet werden. Beispielsweise kann die Kapazität pro Einheitsfläche der Elektrode unter Verwendung eines Siliziumnitridfilms erhöht werden, der höhere relative Permittivität aufweist als ein Siliziumoxidfilm oder dergleichen.

[0070] Es ist zu bevorzugen, dass eine isolierende Schicht, in der ein Unterschied zwischen dem Brechungsindex der durchsichtigen leitenden Schicht 121 oder der durchsichtigen leitenden Schicht 123 und dem des zweiten anorganischen isolierenden Films 119 bevorzugt niedriger als oder gleich 10 %, stärker bevorzugt niedriger als oder gleich 5 % des Brechungsindexes der durchsichtigen leitenden Schicht 121 oder der durchsichtigen leitenden Schicht 123 ist, verwendet wird. Wenn der Unterschied zwischen dem Brechungsindex der durchsichtigen leitenden Schicht 121 oder der durchsichtigen leitenden Schicht 123 und dem des zweiten anorganischen isolierenden Films 119 klein ist, wird Total-Lichtreflektion, die an einer Grenzfläche zwischen dem zweiten anorganischen isolierenden Film 119 und der durchsichtigen leitenden Schicht 121 oder zwischen dem zweiten anorganischen isolierenden Film 119 und der durchsichtigen leitenden Schicht 123 verursacht wird, unterdrückt, so dass Lichtverlust verringert werden kann.

[0071] Ferner kann in einer ähnlichen Weise ein isolierender Film mit einem Brechungsindex zwischen den Brechungsindizes des organischen isolierenden Films 117 und der durchsichtigen leitenden Schicht 121 zwischen dem organischen isolierenden Film 117 und der durchsichtigen leitenden Schicht 121 ausgebildet werden, damit Totalreflektion an einer Grenzfläche zwischen dem organischen isolierenden Film 117 und der durchsichtigen leitenden Schicht 121 verhindert wird. Alternativ kann die folgende Struktur verwendet werden: eine Vielzahl von oben beschriebenen isolierenden Filmen wird ausgebildet, und die Brechungsindizes ändern sich schrittweise von dem organischen isolierenden Film 117 bis zu der durchsichtigen leitenden Schicht 121.

[0072] Zum Beispiel ist der Brechungsindex eines Acrylharzes, das im Allgemeinen als organischer isolierender Film eingesetzt wird, ungefähr 1,49 und der Brechungsindex von Indiumzinnoxid, das im Allgemeinen als die durchsichtige leitende Schicht 121 eingesetzt wird, ist 2,0. Dementsprechend wird vor-

zugsweise als isolierender Film, der zwischen dem organischen isolierenden Film 117 und der durchsichtigen leitenden Schicht 121 liegt, ein isolierender Film mit einem Brechungsindex von höher als oder gleich 1,5 und niedriger als oder gleich 1,9, bevorzugt höher als oder gleich 1,6 und niedriger als oder gleich 1,7 eingesetzt. Eine geschichtete Struktur aus den oben genannten isolierenden Filmen kann auch verwendet werden.

[0073] Der Brechungsindex von Indiumzinkoxid, das für die durchsichtige leitende Schicht 121 und die durchsichtige leitende Schicht 123 verwendet wird, ist 2,0. Ein Film von Siliziumnitrid mit einem Brechungsindex von ungefähr 2,03, das ein Material mit dem im Wesentlichen gleichen Brechungsindex wie Indiumzinkoxid ist, kann vorzugsweise als der zweite anorganische isolierende Film 119 verwendet werden.

[0074] Es sei angemerkt, dass es keine Einschränkung hinsichtlich der Form des zweiten anorganischen isolierenden Films 119 gibt, solange der zweite anorganische isolierende Film 119 mit der durchsichtigen leitenden Schicht 121 und der durchsichtigen leitenden Schicht 123 zusammen einen Kondensator bildet und als Dielektrikum des Kondensators 170 dient. In dem Fall, in dem ein Film, der ein von dem organischen isolierenden Film 117 abgegebenes Gas nicht durchlässt (z. B. ein Siliziumnitridfilm oder ein Siliziumnitridoxidfilm), als der zweite anorganische isolierende Film 119 eingesetzt wird, indem der zweite anorganische isolierende Film 119 so ausgebildet wird, dass er eine ganze Oberfläche des organischen isolierenden Films 117 bedeckt, Diffusion eines Gases aus dem organischen isolierenden Film 117 in den Transistor 150 verursacht, was in einigen Fällen zur Änderung von Eigenschaften des Transistors 150 führt.

[0075] Alternativ wird in einigen Fällen ein von dem organischen isolierenden Film 117 abgegebenes Gas nicht abgegeben, und daher wird der Druck erhöht, der von dem organischen isolierenden Film 117 auf den ersten anorganischen isolierenden Film 114 und den zweiten anorganischen isolierenden Film 119 ausgeübt wird, was zur Zerstörung des zweiten anorganischen isolierenden Films 119 und einem Formfehler führt. Durch den Formfehler weist der zweite anorganische isolierende Film 119 einen Bereich mit einer niedrigen Filmdichte auf und verschwindet in einigen Fällen beispielsweise teilweise. Wenn ein solcher Bereich ausgebildet wird, tritt ein Fremdstoff, wie Wasserstoff, in die Halbleiterschicht 109 leicht ein, und daher schwanken in einigen Fällen die Eigenschaften des Transistors 150.

[0076] Daher wird der zweite anorganische isolierende Film 119 vorzugsweise so ausgebildet, dass ein Gas von dem organischen isolierenden Film 117 nach oben (in die Richtung, die das Gegenteil derjenigen des Transistors 150 ist) abgegeben wird. Insbesondere liegt der Kantenabschnitt des zweiten anorganischen isolierenden Films 119 vorzugsweise in einem Bereich, der den organischen isolierenden Film 117 überlappt. Wenn der Kantenabschnitt des zweiten anorganischen isolierenden Films 119 in dem Bereich, der den organischen isolierenden Film 117 überlappt, liegt, wird nicht die gesamte Oberfläche des organischen isolierenden Films 117 mit dem anorganischen isolierenden Film 113 und dem zweiten anorganischen isolierenden Film 119 bedeckt, und daher weist der organische isolierende Film 117 einen freigelegten Abschnitt auf, aus dem ein von dem organischen isolierenden Film 117 abgegebenes Gas abgegeben wird.

[0077] Hierbei steht der freigelegte Abschnitt des organischen isolierenden Films 117 für einen Bereich des organischen isolierenden Films 117, der wenigstens den zweiten anorganischen isolierenden Film 119 nicht überlappt. Wenn der organische isolierende Film 117 einen freigelegten Abschnitt aufweist, kann ein von dem organischen isolierenden Film 117 abgegebenes Gas nach oben abgegeben werden, so dass verhindert werden kann, dass ein Fremdstoff in den Transistor 150 eintritt.

[0078] Es sei angemerkt, dass, obwohl der freigelegte Bereich des organischen isolierenden Films 117 überall in dem Pixelabschnitt 1000 angeordnet werden kann, weil ein von dem organischen isolierenden Film 117 abgegebenes Gas einen Fremdstoff, wie Wasserstoff, enthält, der freigelegte Bereich des organischen isolierenden Films 117 vorzugsweise derart angeordnet wird, dass ein von dem organischen isolierenden Film 117 abgegebenes Gas nicht in die Seite des Transistors 150 eintritt.

[0079] Zum Beispiel kann der organische isolierende Film 117 den freigelegten Bereich wenigstens teilweise in einem Bereich des organischen isolierenden Films 117 aufweisen, der den Transistor 150 überlappt,. Zum Beispiel kann der organische isolierende Film 117 in einem Bereich freigelegt sein, der einen Teil der Source-Elektrodenschicht 111a oder der Drain-Elektrodenschicht 111b des Transistors 150 überlappt. Alternativ kann wenigstens ein Teil des organischen isolierenden Film 117 in einem Bereich freigelegt sein, in dem der organische isolierende Film 117 und die Halbleiterschicht 109 einander überlappen.

[0080] Ferner kann der freigelegte Bereich des organischen isolierenden Films 117 an einer Oberfläche des organischen isolierenden Films 117 ausgebildet werden, die der Halbleiterschicht 109 nicht zugewandt ist, so dass ein Gas von dem organischen isolierenden Film 117 an der Oberfläche abgegeben wird, die einer Oberfläche des organischen isolieren-

den Films 117 gegenüberliegt, die der Halbleiterschicht 109 in dem Transistor 150 zugewandt ist. Alternativ ist es zu bevorzugen, dass die Oberfläche des organischen isolierenden Films 117, die der Halbleiterschicht 109 nicht zugewandt ist (z. B. ein Bereich in Kontakt mit der Flüssigkristallschicht 125 in **Fig. 1B)**, mehr freigelegte Bereiche aufweist als die Oberfläche des organischen isolierenden Films 117, die der Halbleiterschicht 109 zugewandt ist.

[0081] Als weitere Alternative kann die folgende Struktur eingesetzt werden: der organische isolierende Film 117 und das Dichtmittel 1001 (nicht abgebildet) stehen nicht miteinander in Kontakt, und eine Seitenfläche des organischen isolierenden Films 117 weist einen freigelegten Bereich auf, ohne eine isolierende Schicht, eine durchsichtige leitende Schicht oder dergleichen auszubilden, so dass ein abgegebenes Gas an der Seitenfläche des organischen isolierenden Films 117 (einer dem Dichtmittel 1001 zugewandten Oberfläche) abgegeben werden kann. Es sei angemerkt, dass ein Kantenabschnitt des organischen isolierenden Films 117 mit dem zweiten anorganischen isolierenden Film 119 bedeckt sein kann.

[0082] Bei der Anzeigevorrichtung wird der freigelegte Abschnitt des organischen isolierenden Films über dem Transistor angeordnet, so dass ein Gas, das von dem organischen isolierenden Film über dem Transistor abgegeben wird, nicht in den Transistor eintritt. Der freigelegte Abschnitt ist der Bereich, der den anorganischen isolierenden Film über dem organischen isolierenden Film nicht überlappt. Da der anorganische isolierende Film so ausgebildet ist, dass er nicht in Kontakt mit dem freigelegten Abschnitt steht, kann ein Gas von dem organischen isolierenden Film aus dem freigelegten Abschnitt abgegeben werden. Dementsprechend kann verhindert werden, dass ein Gas, das einen Fremdstoff, wie Wasserstoff, enthältund von dem organischen isolierenden Film abgegeben wird, in die Oxidhalbleiterschicht eintritt, und dass Eigenschaften des Transistors schwanken, so dass eine Anzeigevorrichtung mit hoher Anzeigequalität und hoher Zuverlässigkeit erhalten werden kann.

[0083] Der Transistor 150 beinhaltet die Gate-Elektrodenschicht 105 über dem ersten Substrat 101.

[0084] Es ist notwendig, dass das erste Substrat 101 wenigstens eine Wärmebeständigkeit aufweist, die hoch genug ist, eine später durchzuführende Wärmebehandlung zu überstehen. Zum Beispiel kann ein Glassubstrat aus Bariumborsilikatglas, Aluminoborsilikatglas oder dergleichen, ein Keramiksubstrat, ein Quarzsubstrat oder ein Saphirsubstrat verwendet werden.

[0085] Es sei angemerkt, dass das erste Substrat 101 vorzugsweise durch eine im Voraus durchgeführte Wärmebehandlung bei einer niedrigeren Temperatur als einer unteren Entspannungsgrenze (strain point) des ersten Substrats 101 geschrumpft wird (auch als thermisches Schrumpfen bezeichnet), wodurch das Maß an Schrumpfung, die in dem ersten Substrat 101 von der Wärmebehandlung beim Herstellungsprozess der Anzeigevorrichtung verursacht wird, verringert werden kann. Folglich kann beispielsweise Fehlausrichtung eines Musters bei einem Belichtungsschritt oder dergleichen unterdrückt werden. Außerdem können Feuchtigkeit, organische Substanzen und dergleichen, die an der Oberfläche des ersten Substrats 101 haften, durch die Wärmebehandlung entfernt werden.

[0086] Ferner kann ein Substrat, bei dem eine isolierende Schicht über einem einkristallinen Halbleitersubstrat oder einem polykristallinen Halbleitersubstrat aus Silizium, Siliziumkarbid oder dergleichen, oder einem Verbundhalbleitersubstrat aus Siliziumgermanium oder dergleichen ausgebildet ist, auch verwendet werden.

[0087] Die Gate-Elektrodenschicht 105 kann unter Verwendung eines Metallelements, das aus Aluminium, Chrom, Kupfer, Tantal, Titan, Molybdän und Wolfram ausgewählt wird, einer Legierung, die eines dieser Metallelemente als Komponente enthält, einer Legierung, die eines dieser Metallelemente in Kombination enthält; oder dergleichen ausgebildet werden. Ferner kann/können ein oder mehrere Metallelement/e von Mangan und Zirconium verwendet werden. Darüber hinaus kann die Gate-Elektrodenschicht 105 eine einschichtige Struktur oder eine mehrschichtige Struktur aus zwei oder mehr Schichten aufweisen. Zum Beispiel können eine einschichtige Struktur aus einem Silizium enthaltenden Aluminiumfilm, eine zweischichtige Struktur, bei der ein Titanfilm über einen Aluminiumfilm geschichtet ist, eine zweischichtige Struktur, bei der ein Titanfilm über einen Titannitridfilm geschichtet ist, eine zweischichtige Struktur, bei der ein Wolframfilm über einen Titannitridfilm geschichtet ist, eine zweischichtige Struktur, bei der ein Wolframfilm über einen Tantalnitridfilm oder einen Wolframnitridfilm geschichtet ist, eine dreischichtige Struktur, bei der ein Titanfilm, ein Aluminiumfilm und ein Titanfilm in dieser Reihenfolge übereinander geschichtet sind, und dergleichen angegeben werden. Alternativ kann ein Film, ein Legierungsfilm oder ein Nitridfilm, der Aluminium und ein oder mehrere Elemente, die aus Titan, Tantal, Wolfram, Molybdän, Chrom, Neodym und Scandium ausgewählt werden, enthält, verwendet werden.

[0088] Damit der Widerstand der Gate-Elektrodenschicht 105 verringert wird und genügende Wärmebeständigkeit desselben sichergestellt wird, kann die

folgende Struktur eingesetzt werden: ein Film eines hochschmelzenden Metalls, wie Titan, Molybdän oder Wolfram, oder ein Nitridfilm von einem dieser Metalle (ein Titannitridfilm, ein Molybdännitridfilm oder ein Wolframnitridfilm), wird über und/oder unter einen Metallfilm von Aluminium, Kupfer oder dergleichen geschichtet, der/das niedrigen spezifischen Widerstand aufweist.

[0089] Die Gate-Elektrodenschicht 105 kann auch unter Verwendung eines lichtdurchlässigen leitenden Materials, wie Indiumzinnoxid, Indiumoxid, das Wolframoxid enthält, Indiumzinkoxid, das Wolframoxid enthält, Indiumoxid, das Titanoxid enthält, Indiumzinnoxid, das Titanoxid enthält, Indiumzinkoxid oder Indiumzinnoxid, dem Siliziumoxid zugesetzt ist, gebildet werden. Es ist auch möglich, eine mehrschichtige Struktur unter Verwendung des oben genannten lichtdurchlässigen leitenden Materials und des oben genannten Metallelements auszubilden.

[0090] Des Weiteren kann ein Oxynitridhalbleiterfilm auf In-Ga-Zn-Basis, ein Oxynitridhalbleiterfilm auf In-Sn-Basis, ein Oxynitridhalbleiterfilm auf In-Ga-Basis, ein Oxynitridhalbleiterfilm auf In-Zn-Basis, ein Oxynitridhalbleiterfilm auf Sn-Basis, ein Oxynitridhalbleiterfilm auf In-Basis, ein Film aus einem Metallnitrid (wie InN oder ZnN) oder dergleichen zwischen der Gate-Elektrodenschicht 105 und der Gate-Isolierschicht 107 angeordnet werden. Diese Filme weisen jeweils eine Austrittsarbeit von höher als oder gleich 5 eV, bevorzugt höher als oder gleich 5,5 eV auf, welche höher ist als die Elektronenaffinität des Oxidhalbleiters. Somit kann die Schwellenspannung des Transistors, der einen Oxidhalbleiter beinhaltet, in positiver Richtung verschoben werden, und ein so genanntes normalerweise ausgeschaltetes Schaltelement kann erzielt werden. Beispielsweise wird im Fall einer Verwendung eines Oxynitridhalbleiterfilms auf In-Ga-Zn-Basis ein Oxynitridhalbleiterfilm auf In-Ga-Zn-Basis, der eine Stickstoffkonzentration aufweist, die wenigstens höher als diejenige des Oxidhalbleiterfilms ist, insbesondere ein Oxynitridhalbleiterfilm auf In-Ga-Zn-Basis mit einer Stickstoffkonzentration von 7 Atom-% oder höher verwendet.

[0091] Die Gate-Isolierschicht 107 kann mit einer einzelnen Schicht oder einer Schichtanordnung beispielsweise unter Verwendung von Siliziumoxid, Siliziumoxynitrid, Siliziumnitridoxid, Siliziumnitrid, Aluminiumoxid, Hafniumoxid, Galliumoxid oder/und eines Metalloxids auf Ga-Zn-Basis und dergleichen ausgebildet werden.

[0092] Ferner steht die Gate-Isolierschicht 107 in Kontakt mit einem Oxidhalbleiter, daher ist vorzugsweise die Gate-Isolierschicht 107 ein Film, bei dem die Wasserstoffkonzentration verringert ist und welcher den Eintritt von Wasserstoff in den Oxidhalbleiter unterdrückt und Sauerstoff den Sauerstofffehlstellen in dem Oxidhalbleiter zuführen kann. Zum Beispiel enthält vorzugsweise ein Film, der Sauerstoff zuführt, in dem Film (Bulk) eine Menge an Sauerstoff, die wenigstens das Maß an Sauerstoff in der stöchiometrischen Zusammensetzung überschreitet. Zum Beispiel ist in dem Fall, in dem ein Siliziumoxidfilm als die Gate-Isolierschicht 107 verwendet wird, die Zusammensetzung der Gate-Isolierschicht 107 $SiO_{2+\alpha}(\alpha > 0)$.

[0093] Von einem isolierenden Film, der Sauerstoff enthält, dessen Maß das Maß an Sauerstoff in der stöchiometrischen Zusammensetzung überschreitet, wird ein Teil des Sauerstoffs durch Erwärmung abgegeben. Daher wird dann, wenn der isolierende Film, von dem ein Teil von Sauerstoff durch Erwärmung abgegeben wird, als die Gate-Isolierschicht 107 vorhanden ist, Sauerstoff dem Oxidhalbleiter zugeführt, so dass Sauerstofffehlstellen in dem Oxidhalbleiter gefüllt werden können.

[0094] Unter Verwendung eines Films, von dem Sauerstoff durch Erwärmung abgegeben wird, als die Gate-Isolierschicht 107 kann die Grenzflächenzustandsdichte an der Grenzfläche zwischen dem Oxidhalbleiterfilm und der Gate-Isolierschicht 107 verringert werden. Folglich kann ein Transistor mit weniger Verschlechterung der elektrischen Eigenschaften erhalten werden. Ferner kann dann, wenn ein isolierender Film mit einem blockierenden Effekt gegen Sauerstoff, Wasserstoff, Wasser und dergleichen als die Gate-Isolierschicht 107 bereitgestellt wird, verhindert werden, dass Sauerstoff von dem Oxidhalbleiterfilm zur Außenseite diffundiert und Wasserstoff, Wasser und dergleichen von der Außenseite in den Oxidhalbleiterfilm eintritt. Als isolierender Film mit einem blockierenden Effekt gegen Sauerstoff, Wasserstoff, Wasser und dergleichen kann ein Aluminiumoxidfilm, ein Aluminiumoxynitridfilm, ein Galliumoxidfilm, ein Galliumoxynitridfilm, ein Yttriumoxidfilm, ein Yttriumoxynitridfilm, ein Hafniumoxidfilm, ein Hafniumoxynitridfilm oder dergleichen angegeben werden.

[0095] Die Gate-Isolierschicht 107 kann unter Verwendung eines High-k-Materials, wie Hafniumsilikat ($HfSiO_x$), Hafniumsilikat, dem Stickstoff zugesetzt ist ($HfSi_xO_yN_z$), Hafniumaluminat, dem Stickstoff zugesetzt ist ($HfAl_xO_yN_z$), Hafniumoxid oder Yttriumoxid, gebildet werden, so dass der Gate-Leckstrom des Transistors verringert werden kann.

[0096] Die Dicke der Gate-Isolierschicht 107 ist bevorzugt größer als oder gleich 5 nm und kleiner als oder gleich 400 nm, stärker bevorzugt größer als oder gleich 10 nm und kleiner als oder gleich 300 nm, noch stärker bevorzugt größer als oder gleich 50 nm und kleiner als oder gleich 250 nm.

[0097] Die Gate-Isolierschicht 107 weist eine mehrschichtige Struktur auf, bei der die folgenden Schichten jeweils unter Verwendung einer PECVD-Einrichtung von der Seite der Gate-Elektrodenschicht übereinander geschichtet sind: eine 50 nm dicke Siliziumnitridschicht als erste Gate-Isolierschicht mit einem Effekt zum Verhindern der Diffusion einer Metallkomponente, die in der Gate-Elektrodenschicht 105 enthalten ist; eine 300 nm dicke Siliziumnitridschicht als zweite Gate-Isolierschicht mit einer ausgezeichneten dielektrische Spannungsfestigkeit; eine 50 nm dicke Siliziumnitridschicht als dritte Gate-Isolierschicht mit einer hohen Sperreigenschaft gegen Wasserstoff; und eine 50 nm dicke Siliziumoxynitridschicht als vierte Gate-Isolierschicht mit einem Effekt zum Verringern der Dichte der Grenzflächenzustände.

[0098] Ferner kann, wie bei der Gate-Isolierschicht 107, in dem Fall, in dem ein Oxidhalbleiter für die Halbleiterschicht 109 verwendet wird, ein Oxidisolator, von dem Sauerstoff durch Erwärmung abgegeben wird, für den anorganischen isolierenden Film 113 verwendet werden. Darüber hinaus wird dann, nachdem der anorganische isolierende Film 113 über dem Oxidhalbleiter ausgebildet worden ist, Sauerstoff zu der Oxidhalbleiterschicht durch Erwärmung eingeführt, wodurch Sauerstofffehlstellen in der Oxidhalbleiterschicht gefüllt werden können. Folglich kann das Maß an Sauerstofffehlstellen in der Oxidhalbleiterschicht verringert werden.

[0099] Ein Oxidhalbleiter, der für die Halbleiterschicht 109 eingesetzt wird, enthält vorzugsweise wenigstens Indium (In) oder Zink (Zn). Alternativ enthält der Oxidhalbleiter vorzugsweise sowohl In als auch Zn. Um Schwankungen der elektrischen Eigenschaften des Transistors, der den Oxidhalbleiter enthält, zu verringern, enthält der Oxidhalbleiter vorzugsweise einen Stabilisator zusätzlich zu In und/oder Zn.

[0100] Als Stabilisator können Gallium (Ga), Zinn (Sn), Hafnium (Hf), Aluminium (Al), Zirconium (Zr) und dergleichen angegeben werden. Als weiterer Stabilisator kann ein Lanthanoid, wie Lanthan (La), Cer (Ce), Praseodym (Pr), Neodym (Nd), Samarium (Sm), Europium (Eu), Gadolinium (Gd), Terbium (Tb), Dysprosium (Dy), Holmium (Ho), Erbium (Er), Thulium (Tm), Ytterbium (Yb) oder Lutetium (Lu), angegeben werden. Der Oxidhalbleiter enthält vorzugsweise einen oder mehrere der oben beschriebenen Stabilisatoren.

[0101] Als Oxidhalbleiter kann beispielsweise eines der folgenden Oxide eingesetzt werden: Indiumoxid, Zinnoxid, Zinkoxid, ein In-Zn-Oxid, ein Sn-Zn-Oxid, ein Al-Zn-Oxid, ein Zn-Mg-Oxid, ein Sn-Mg-Oxid, ein In-Mg-Oxid, ein In-Ga-Oxid, ein In-Ga-Zn-Oxid, ein In-Al-Zn-Oxid, ein In-Sn-Zn-Oxid, ein Sn-Ga-Zn-Oxid, ein Al-Ga-Zn-Oxid, ein Sn-Al-Zn-Oxid, ein In-Hf-Zn-Oxid, ein In-La-Zn-Oxid, ein In-Ce-Zn-Oxid, ein In-Pr-Zn-Oxid, ein In-Nd-Zn-Oxid, ein In-Sm-Zn-Oxid, ein In-Eu-Zn-Oxid, ein In-Gd-Zn-Oxid, ein In-Tb-Zn-Oxid, ein In-Dy-Zn-Oxid, ein In-Ho-Zn-Oxid, ein In-Er-Zn-Oxid, ein In-Tm-Zn-Oxid, ein In-Yb-Zn-Oxid, ein In-Lu-Zn-Oxid, ein In-Sn-Ga-Zn-Oxid, ein In-Hf-Ga-Zn-Oxid, ein In-Al-Ga-Zn-Oxid, ein In-Sn-Al-Zn-Oxid, ein In-Sn-Hf-Zn-Oxid oder ein In-Hf-Al-Zn-Oxid.

[0102] Es sei angemerkt, dass hier beispielsweise ein „In-Ga-Zn-Oxid“ ein Oxid bezeichnet, das In, Ga und Zn als Hauptkomponenten beinhaltet, und das Verhältnis von In, Ga und Zn keinen besonderen Einschränkungen unterliegt . Das In-Ga-Zn-Oxid kann ein anderes Metallelement als In, Ga und Zn enthalten.

[0103] Alternativ kann ein Material, das durch $InMO_3(ZnO)_m$ ($m > 0$ ist erfüllt und m ist keine ganze Zahl) repräsentiert wird, als der Oxidhalbleiter verwendet werden. Es sei angemerkt, dass M ein oder mehrere Metallelement/e, das/die aus Ga, Fe, Mn und Co ausgewählt wird/werden, bezeichnet. Alternativ kann als Oxidhalbleiter ein Material, das durch eine chemische Formel von $In_2SnO_5(ZnO)_n$, ($n > 0$ ist erfüllt und n ist eine ganze Zahl) repräsentiert wird, verwendet werden.

[0104] Zum Beispiel kann ein In-Ga-Zn-Oxid mit einem Atomverhältnis von In: Ga: Zn = 1:1:1, In: Ga: Zn = 2:2:1 oder In: Ga: Zn = 3:1:2, oder eines von Oxiden, deren Zusammensetzung in der Nähe der oben genannten Zusammensetzungen liegt, verwendet werden. Alternativ kann ein In-Sn-Zn-Oxid mit einem Atomverhältnis von In: Sn: Zn = 1:1:1, In: Sn:Zn = 2:1:3 oder In: Sn: Zn = 2:1:5, oder eines von Oxiden, deren Zusammensetzung in der Nähe der oben genannten Zusammensetzungen liegt, verwendet werden.

[0105] Jedoch kann ohne Beschränkung auf die oben genannten Materialien ein Material mit einer angemessenen Zusammensetzung entsprechend benötigten Halbleitereigenschaften und elektrischen Eigenschaften (z. B. Feldeffektbeweglichkeit, die Schwellenspannung und Schwankungen) eingesetzt werden. Um benötigte Halbleitereigenschaften zu erhalten, ist es zu bevorzugen, dass die Ladungsträgerdichte, die Fremdstoffkonzentration, die Defektdichte, das Atomverhältnis zwischen Metallelementen und Sauerstoff, der Abstand zwischen Atomen (Bindungslänge), die Dichte und dergleichen auf angemessene Werte eingestellt werden.

[0106] Beispielsweise kann im Fall der Verwendung eines In-Sn-Zn-Oxides eine hohe Beweglichkeit relativ leicht erzielt werden. Jedoch kann auch im Fall der Verwendung eines In-Ga-Zn-Oxides die Beweglich-

keit durch Verringern der Defektdichte im Bulk erhöht werden.

[0107] Ferner wird ein Oxidhalbleiter mit einer Energielücke von größer als oder gleich 2 eV, bevorzugt größer als oder gleich 2,5 eV, stärker bevorzugt größer als oder gleich 3 eV, für einen Oxidhalbleiterfilm, der für die Halbleiterschicht 109 verwendet wird, verwendet. Auf diese Weise kann der Sperrstrom eines Transistors unter Verwendung eines Oxidhalbleiters mit einer großen Energielücke verringert werden.

[0108] Eine Struktur eines Oxidhalbleiterfilms wird nachstehend beschrieben.

[0109] In dieser Beschreibung bedeutet ein Begriff „parallel“, dass der Winkel zwischen zwei geraden Linien größer als oder gleich -10° und kleiner als oder gleich 10° ist, und schließt folglich auch den Fall ein, in dem der Winkel größer als oder gleich -5° und kleiner als oder gleich 5° ist. Außerdem bedeutet ein Begriff „senkrecht“, dass der Winkel, der zwischen zwei geraden Linien gebildet ist, größer als oder gleich 80° und niedriger als oder gleich 100° ist, und schließt folglich den Fall ein, in dem der Winkel größer als oder gleich 85° und niedriger als oder gleich 95° ist.

[0110] In dieser Beschreibung sind die trigonalen und rhomboedrischen Kristallsysteme in dem hexagonalen Kristallsystem enthalten.

[0111] Ein Oxidhalbleiterfilm wird grob als einkristalliner Oxidhalbleiterfilm und nicht einkristalliner Oxidhalbleiterfilm eingestuft. Der nicht einkristalline Oxidhalbleiterfilm umfasst einen kristallinen Oxidhalbleiterfilm mit Ausrichtung bezüglich der c-Achse (c-axis aligned crystalline oxide semiconductor film, CAAC-OS-Film), einen polykristallinen Oxidhalbleiterfilm, einen mikrokristallinen Oxidhalbleiterfilm, einen amorphen Oxidhalbleiterfilm und dergleichen.

[0112] Ferner kann ein CAAC-OS-Film, der Kristallbereiche aufweist, vorzugsweise als Halbleiterschicht 109 verwendet werden.

[0113] Der CAAC-OS-Film ist einer von Oxidhalbleiterfilmen, die eine Vielzahl von Kristallbereichen aufweisen, und die meisten der Kristallbereiche passen in einen Würfel, dessen eine Seite kürzer als 100 nm ist. Deswegen gibt es einen Fall, in dem ein Kristallbereich in dem CAAC-OS-Film in einen Würfel passt, dessen eine Seite kürzer als 10 nm, kürzer als 5 nm oder kürzer als 3 nm ist,.

[0114] In einem Transmissionselektronenmikroskop- (TEM-) Bild des CAAC-OS-Films ist eine Grenze zwischen Kristallbereichen, d. h. eine Korngrenze, nicht sicher nachzuweisen. Folglich ist es weniger wahrscheinlich, dass in dem CAAC-OS-Film eine Verringerung der Elektronenbeweglichkeit wegen der Korngrenze entsteht.

[0115] Nach dem TEM-Bild des CAAC-OS-Films, der in einer Richtung, die im Wesentlichen parallel zu einer Probenoberfläche ist, beobachtet wird (Querschnitt-TEM-Bild: cross-sectional TEM image), sind Metallatome in einer geschichteten Weise in den Kristallbereichen angeordnet. Jede Metallatomschicht weist eine Gestalt auf, die von einer Oberfläche, über welcher der CAAC-OS-Film ausgebildet ist (nachstehend wird eine Oberfläche, über welcher der CAAC-OS-Film ausgebildet ist, als Ausbildungsoberfläche bezeichnet), oder eine nach oben weisende Oberfläche des CAAC-OS-Films widergespiegelt wird, und jede Metallatomschicht ist parallel zu der Ausbildungsoberfläche oder der nach oben weisenden Oberfläche des CAAC-OS-Films angeordnet.

[0116] Andererseits sind nach dem TEM-Bild des CAAC-OS-Films, der in einer Richtung, die im Wesentlichen senkrecht zu der Probenoberfläche ist, beobachtet wird (Flächen-TEM-Bild: plan TEM image), Metallatome in einer dreieckigen oder hexagonalen Konfiguration in den Kristallbereichen angeordnet. Zwischen unterschiedlichen Kristallbereichen gibt es jedoch keine Regelmäßigkeit der Anordnung von Metallatomen.

[0117] Aus den Ergebnissen des Querschnitt-TEM-Bildes und des Flächen-TEM-Bildes wird eine Ausrichtung in den Kristallbereichen in dem CAAC-OS-Film gefunden.

[0118] Ein CAAC-OS-Film wird einer Strukturanalyse mittels einer Röntgenbeugungs- (X-ray diffraction: XRD-) Einrichtung unterzogen. Wenn beispielsweise der CAAC-OS-Film, der einen $InGaZnO_4$-Kristall enthält, durch ein Out-of-Plane-Verfahren (out-of-plane method) analysiert wird, erscheint oft ein Peak bei dem Beugungswinkel (2θ) von zirka 31°. Dieser Peak stammt aus der (009)-Ebene des $InGaZnO_4$-Kristalls, was darauf hindeutet, dass Kristalle in dem CAAC-OS-Film eine Ausrichtung bezüglich der c-Achse aufweisen, und dass die c-Achsen in einer Richtung ausgerichtet sind, die im Wesentlichen senkrecht zu der Ausbildungsoberfläche oder der nach oben weisenden Oberfläche des CAAC-OS-Films ist.

[0119] Andererseits erscheint dann, wenn der CAAC-OS-Film durch ein In-Plane-Verfahren (in-plane method), in dem ein Röntgenstrahl in eine Probe in einer Richtung eintritt, die senkrecht zur c-Achse ist, analysiert wird, oft ein Peak bei 2θ von zirka 56°. Dieser Peak stammt aus der (110)-Ebene des $InGaZnO_4$-Kristalls. Hier wird die Analyse (ϕ-Scan) unter Bedingungen durchgeführt, bei denen

die Probe um einen Normalenvektor einer Probenoberfläche als Achse (0-Achse) gedreht wird, wobei 2θ auf zirka 56° festgelegt ist. In dem Fall, in dem die Probe ein Einkristall-Oxidhalbleiterfilm aus $InGaZnO_4$ ist, erscheinen sechs Peaks. Die sechs Peaks stammen aus Kristallflächen, die der (110)-Ebene gleich sind. Dagegen wird im Fall eines CAAC-OS-Films ein Peak nicht deutlich beobachtet, auch wenn ein ϕ-Scan durchgeführt wird, wobei 2θ auf zirka 56° festgelegt wird.

[0120] Nach den obigen Ergebnissen sind in dem CAAC-OS-Film mit Ausrichtung bezüglich der c-Achse die c-Achsen in einer Richtung, die parallel zu einem Normalenvektor einer Ausbildungsoberfläche oder einem Normalenvektor einer nach oben weisenden Oberfläche ist, ausgerichtet, während die Richtungen von a-Achsen und b-Achsen zwischen Kristallbereichen verschieden sind. Jede Metallatomschicht, die im Querschnitt-TEM-Bild als in einer geschichteten Weise angeordnet beobachtet wird, entspricht daher einer Ebene, die parallel zur a-b-Ebene des Kristalls ist.

[0121] Es sei angemerkt, dass der Kristallbereich gleichzeitig mit einer Abscheidung des CAAC-OS-Films gebildet wird oder durch eine Kristallisierungsbehandlung, wie Wärmebehandlung, gebildet wird. Wie oben beschrieben worden ist, ist die c-Achse des Kristalls in einer Richtung ausgerichtet, die parallel zu einem Normalenvektor einer Ausbildungsoberfläche oder einem Normalenvektor einer nach oben weisenden Oberfläche des CAAC-OS-Films ist. Deshalb könnte beispielsweise in dem Fall, in dem eine Form des CAAC-OS-Films durch Ätzen oder dergleichen geändert wird, die c-Achse nicht immer parallel zu einem Normalenvektor einer Ausbildungsoberfläche oder einem Normalenvektor einer nach oben weisenden Oberfläche des CAAC-OS-Films sein.

[0122] Zudem ist der Grad der Kristallinität in dem CAAC-OS-Film nicht notwendigerweise gleichmäßig. Zum Beispiel ist in dem Fall, in dem das Kristallwachstum zum Ausbilden des CAAC-OS-Films von der Nähe der nach oben weisenden Oberfläche des Films aus beginnt, in einigen Fällen der Grad der Kristallinität in der Nähe der nach oben weisenden Oberfläche unter Umständen höher als derjenige in der Nähe der Ausbildungsoberfläche. Ferner wird dann, wenn ein Fremdstoff zu dem CAAC-OS-Film zugesetzt wird, die Kristallinität in einem Bereich geändert, dem der Fremdstoff zugesetzt wird, und der Grad der Kristallinität in dem CAAC-OS-Film schwankt in Abhängigkeit von Bereichen.

[0123] Es sei angemerkt, dass dann, wenn der einen $InGaZnO_4$-Kristall enthaltende CAAC-OS-Film durch ein Out-of-Plane-Verfahren (out-of-plane method) analysiert wird, auch ein Peak bei 2θ von zirka 36° zusätzlich zu dem Peak bei 2θ von zirka 31° beobachtet werden kann. Der Peak bei 2θ von zirka 36° deutet darauf hin, dass ein Kristall ohne Ausrichtung bezüglich der c-Achse in einem Teil des CAAC-OS-Films enthalten ist. Es ist zu bevorzugen, dass in dem CAAC-OS-Film ein Peak bei 2θ von zirka 31° erscheint und kein Peak bei 2θ von zirka 36° erscheint.

[0124] Der CAAC-OS-Film ist ein Oxidhalbleiterfilm mit einer niedrigen Fremdstoffkonzentration. Der Fremdstoff bezeichnet ein anderes Element als Hauptkomponenten des Oxidhalbleiterfilms, wie Wasserstoff, Kohlenstoff, Silizium, oder ein Übergangsmetallelement. Insbesondere entzieht ein Element (z. B. Silizium) mit höherer Bindungsstärke an Sauerstoff als ein in dem Oxidhalbleiterfilm enthaltenes Metallelement dem Oxidhalbleiterfilm Sauerstoff, wobei die Atomanordnung in dem Oxidhalbleiterfilm gestört wird, was zur Minderung der Kristallinität des Oxidhalbleiterfilms führt. Ein Schwermetall, wie Eisen oder Nickel, Argon, Kohlenstoffdioxid oder dergleichen weist einen großen Atomradius (oder Molekülradius) auf und stört daher die Atomanordnung in dem Oxidhalbleiterfilm, wenn es in dem Oxidhalbleiterfilm enthalten ist, was zur Minderung der Kristallinität des Oxidhalbleiterfilms führt. Es sei angemerkt, dass in einigen Fällen der Fremdstoff in dem Oxidhalbleiterfilm als Ladungsträgerfänger (carrier trap) oder Ladungsträgererzeugungsquelle dient.

[0125] Der CAAC-OS-Film ist ein Oxidhalbleiterfilm mit einer niedrigen Dichte von Defektzuständen. Zum Beispiel dienen Sauerstofffehlstellen in dem Oxidhalbleiterfilm als Ladungsträgerfänger oder Ladungsträgererzeugungsquellen, wenn Wasserstoff darin eingefangen wird.

[0126] Der Zustand, in dem die Fremdstoffkonzentration niedrig ist und die Dichte der Defektzustände niedrig ist (die Anzahl der Sauerstofffehlstellen klein ist), wird als „hochrein intrinsisch“ oder „im Wesentlichen hochrein intrinsisch“ bezeichnet. Ein hochreiner intrinsischer oder im Wesentlichen hochreiner intrinsischer Oxidhalbleiterfilm weist wenige Ladungsträgererzeugungsquellen auf und weist deshalb eine niedrige Ladungsträgerdichte auf. Daher hat ein Transistor, der den Oxidhalbleiterfilm enthält, selten eine negative Schwellenspannung (wird kaum „normalerweise eingeschaltet“ (normally on)). Ein hochreiner intrinsischer oder im Wesentlichen hochreiner intrinsischer Oxidhalbleiterfilm weist wenige Ladungsträgerfänger auf. Deshalb weist der Transistor, der den Oxidhalbleiterfilm aufweist, kleine Schwankungen der elektrischen Eigenschaften auf und weist daher hohe Zuverlässigkeit auf. Ladungen, die von den Ladungsträgerfängern in dem Oxidhalbleiterfilm eingefangen werden, brauchen lange Zeit, bis sie abgegeben werden können, und können sich wie feste Ladungen verhalten. Daher weist in einigen Fällen der Transistor, der den Oxidhalbleiterfilm mit

hoher Fremdstoffkonzentration und einer hohen Dichte der Defektzustände aufweist, instabile elektrische Eigenschaften auf.

[0127] beim Einsatz des CAAC-OS-Films in einem Transistor sind Schwankungen der elektrischen Eigenschaften des Transistors aufgrund einer Bestrahlung mit sichtbarem Licht oder UV-Licht gering.

[0128] Als Nächstes wird ein mikrokristalliner Oxidhalbleiterfilm beschrieben, der als die Halbleiterschicht 109 verwendet werden kann.

[0129] In einem Bild, das mittels einer TEM aufgenommen wird, kann man in einigen Fällen keinen deutlichen Kristallbereich in dem mikrokristallinen Oxidhalbleiterfilm finden. In den meisten Fällen ist die Größe eines Kristallbereichs in dem mikrokristallinen Oxidhalbleiterfilm größer als oder gleich 1 nm und kleiner als oder gleich 100 nm, oder größer als oder gleich 1 nm und kleiner als oder gleich 10 nm. Ein Mikrokristall mit einer Größe von größer als oder gleich 1 nm und kleiner als oder gleich 10 nm, oder einer Größe von größer als oder gleich 1 nm und kleiner als oder gleich 3 nm wird insbesondere als Nanokristall (nanocrystal, nc) bezeichnet. Ein Oxidhalbleiterfilm, der einen Nanokristall enthält, wird als nc-OS- (nanokristalline Oxidhalbleiter-) Film bezeichnet. In einem Bild des nc-OS-Films, das mit einer TEM aufgenommen wird, wird beispielsweise in einigen Fällen keine deutliche Korngrenze detektiert.

[0130] In dem nc-OS-Film weist ein mikroskopischer Bereich (beispielsweise ein Bereich mit einer Größe von größer als oder gleich 1 nm und kleiner als oder gleich 10 nm, insbesondere ein Bereich mit einer Größe von größer als oder gleich 1 nm und kleiner als oder gleich 3 nm) eine regelmäßige Atomordnung auf. Jedoch gibt es keine Regelmäßigkeit der Kristallorientierung zwischen unterschiedlichen Kristallbereichen bei dem nc-OS-Film; daher wird keine Orientierung des ganzen Films beobachtet. Deshalb kann man in einigen Fällen, je nach einem Analyseverfahren, den nc-OS-Film von einem amorphen Oxidhalbleiter nicht unterscheiden. Wenn beispielsweise der nc-OS-Film einer Strukturanalyse durch ein Out-of-Plane-Verfahren mittels einer XRD-Einrichtung unter Verwendung eines Röntgenstrahls mit einem größeren Durchmesser als demjenigen eines Kristallbereichs unterzogen wird, erscheint kein Peak, der eine Kristallfläche zeigt. Ferner wird ein Halo-Muster (halo pattern) in einem Feinbereichs- (selected-area) Elektronenbeugungsbild des nc-OS-Films gezeigt, welches unter Verwendung eines Elektronstrahls mit einem größeren Probendurchmesser (z. B. größer als oder gleich 50 nm) als demjenigen eines Kristallbereichs aufgenommen wird. Indessen werden Punkte in einem Nanostrahl-Elektronenbeugungsbild des nc-OS-Films gezeigt, welches unter Verwendung eines Elektronstrahls mit einem Probendurchmesser (z. B. größer als oder gleich 1 nm und kleiner als oder gleich 30 nm), der nahe oder kleiner als oder gleich demjenigen eines Kristallbereichs ist, aufgenommen wird. Ferner werden in einigen Fällen in einem Nanostrahl-Elektronenbeugungsbild des nc-OS-Films Bereiche mit hoher Leuchtdichte in Kreismuster (Ringmuster) gezeigt. In einem Nanostrahl-Elektronenbeugungsbild des nc-OS-Films wird auch in einigen Fällen eine Vielzahl von Punkten in einem ringförmigen Bereich gezeigt.

[0131] Da der nc-OS-Film ein Oxidhalbleiterfilm mit höherer Regelmäßigkeit ist als der amorphe Oxidhalbleiterfilm, weist der nc-OS-Film eine niedrigere Dichte von Defektzuständen auf als der amorphe Oxidhalbleiterfilm. Jedoch gibt es keine Regelmäßigkeit der Kristallorientierung zwischen unterschiedlichen Kristallbereichen bei dem nc-OS-Film; deshalb weist der nc-OS-Film eine höhere Dichte von Defektzuständen auf als der CAAC-OS-Film.

[0132] Es sei angemerkt, dass ein Oxidhalbleiterfilm ein Mehrfachfilm sein kann, der beispielsweise zwei oder mehr Filme von einem amorphen Oxidhalbleiterfilm, einem mikrokristallinen Oxidhalbleiterfilm und einem CAAC-OS-Film beinhaltet.

[0133] Bei einem Oxidhalbleiterfilm mit einem Kristallbereich, wie dem CAAC-OS-Film, können Defekte in dem Bulk weiter verringert werden, und wenn die Oberflächenebenheit des Oxidhalbleiters verbessert wird, kann eine höhere Beweglichkeit als diejenige eines Oxidhalbleiters im amorphen Zustand erzielt werden. Um die Oberflächenebenheit zu erhöhen, wird der Oxidhalbleiter vorzugsweise über einer flachen Oberfläche ausgebildet.

[0134] Es sei angemerkt, dass, da der Transistor 150 ein Transistor mit unterem Gate (bottom-gate transistor) ist, das Substrat 101, die Gate-Elektrodenschicht 105 und die Gate-Isolierschicht 107 unter dem Oxidhalbleiterfilm liegen. Dementsprechend kann eine Planarisierungsbehandlung, wie CMP- (chemical mechanical polishing: chemischmechanisches Polieren-) Behandlung, durchgeführt werden, nachdem die Gate-Elektrodenschicht 105 und die Gate-Isolierschicht 107 ausgebildet worden sind, um die oben beschriebene flache Oberfläche zu erhalten.

[0135] Ferner kann der Oxidhalbleiterfilm eine Struktur haben, bei der eine Vielzahl von Oxidhalbleiterfilmen geschichtet ist. Beispielsweise kann der Oxidhalbleiterfilm eine mehrschichtige Struktur aus einem ersten Oxidhalbleiterfilm und einem zweiten Oxidhalbleiterfilm aufweisen, welche unter Verwendung von Metalloxiden mit verschiedenen Zusammensetzungen ausgebildet sind. Zum Beispiel kann der erste Oxidhalbleiterfilm unter Verwendung eines

Metalloxids ausgebildet werden, und der zweite Oxidhalbleiterfilm kann unter Verwendung eines Metalloxides ausgebildet werden, das sich von dem für den ersten Oxidhalbleiterfilm verwendeten Metalloxid unterscheidet.

[0136] Ferner können die Einzelbestandteile des ersten Oxidhalbleiterfilms und des zweiten Oxidhalbleiterfilms gleich sein, aber die Zusammensetzungen der Einzelbestandteile des ersten Oxidhalbleiterfilms und des zweiten Oxidhalbleiterfilms können sich voneinander unterscheiden. Beispielsweise kann der erste Oxidhalbleiterfilm ein Atomverhältnis von In: Ga: Zn = 1:1:1 aufweisen, und der zweite Oxidhalbleiterfilm kann ein Atomverhältnis von In: Ga: Zn = 3:1:2 aufweisen. Alternativ kann der erste Oxidhalbleiterfilm ein Atomverhältnis von In: Ga: Zn = 1:3:2 aufweisen, und der zweite Oxidhalbleiterfilm kann ein Atomverhältnis von In: Ga: Zn = 2:1:3 aufweisen.

[0137] Zu dieser Zeit enthält entweder der erste Oxidhalbleiterfilm oder der zweite Oxidhalbleiterfilm, der näher an der Gate-Elektrodenschicht 105 (auf einer Kanalseite) liegt, vorzugsweise In und Ga bei einem Verhältnis von In > Ga. Der andere Oxidhalbleiterfilm, der weiter entfernt von der Gate-Elektrodenschicht 105 (auf einer Rückkanalseite) liegt, enthält vorzugsweise In und Ga bei einem Verhältnis von In ≤ Ga.

[0138] Ferner kann der Oxidhalbleiterfilm eine dreischichtige Struktur aus dem ersten Oxidhalbleiterfilm, dem zweiten Oxidhalbleiterfilm und einem dritten Oxidhalbleiterfilm aufweisen, bei der die Einzelbestandteile davon gleich sind und sich die Zusammensetzungen des ersten Oxidhalbleiterfilms, des zweiten Oxidhalbleiterfilms und des dritten Oxidhalbleiterfilms voneinander unterscheiden. Zum Beispiel kann der erste Oxidhalbleiterfilm ein Atomverhältnis von In: Ga: Zn = 1:3:2 aufweisen, der zweite Oxidhalbleiterfilm kann ein Atomverhältnis von In: Ga: Zn = 3:1:2 aufweisen, und der dritte Oxidhalbleiterfilm kann ein Atomverhältnis von In: Ga: Zn = 1:1:1 aufweisen.

[0139] Ein Oxidhalbleiterfilm, der weniger In als Ga und Zn in einem Atomverhältnis enthält, typischerweise der erste Oxidhalbleiterfilm mit einem Atomverhältnis von In: Ga: Zn = 1:3:2, weist eine höheres Isoliervermögen auf als ein Oxidhalbleiterfilm, der mehr In als Ga und Zn in Atomverhältnis enthält, typischerweise der zweite Oxidhalbleiterfilm, und ein Oxidhalbleiterfilm, der Ga, Zn und In im gleichen Atomverhältnis enthält, typischerweise der dritte Oxidhalbleiterfilm.

[0140] Da die Einzelbestandteile des ersten Oxidhalbleiterfilms, des zweiten Oxidhalbleiterfilms und des dritten Oxidhalbleiterfilms gleich sind, weist der erste Oxidhalbleiterfilm weniger Einfangniveaus an der Grenzfläche zu dem zweiten Oxidhalbleiterfilm auf. Deshalb kann dann, wenn der Oxidhalbleiterfilm die oben beschriebene Struktur hat, das Maß an Änderung der Schwellenspannung des Transistors infolge einer Veränderung im Laufe der Zeit oder eines Belastungstests verringert werden.

[0141] In einem Oxidhalbleiter trägt das s-Orbital von Schwermetall hauptsächlich zum Ladungsträgertransport bei, und wenn der In-Gehalt in dem Oxidhalbleiter erhöht wird, ist es wahrscheinlich, dass der Überlappung der s-Orbitale erhöht wird. Somit weist ein Oxid mit einer Zusammensetzung von In > Ga eine höhere Beweglichkeit auf als ein Oxid mit einer Zusammensetzung von In ≤ Ga. Ferner ist bei Ga die Bildungsenergie einer Sauerstofffehlstelle höher, und daher ist es weniger wahrscheinlich, dass eine Sauerstofffehlstelle gebildet wird; folglich weist das Oxid mit einer Zusammensetzung von In ≤ Ga stabilere Eigenschaften auf als das Oxid mit einer Zusammensetzung von In > Ga.

[0142] Ein Oxidhalbleiter mit einer Zusammensetzung von In > Ga wird auf einer Kanalseite verwendet, und ein Oxidhalbleiter mit einer Zusammensetzung von In ≤ Ga wird auf einer Rückkanalseite verwendet, so dass die Feldeffektbeweglichkeit und die Zuverlässigkeit eines Transistors weiter verbessert werden können.

[0143] Ferner können dann, wenn die Halbleiterschicht 109 derart gebildet wird, dass sie eine geschichtete Struktur aufweist, der erste Oxidhalbleiterfilm, der zweite Oxidhalbleiterfilm und der dritte Oxidhalbleiterfilm unter Verwendung der Oxidhalbleiterfilme mit unterschiedlichen Kristallinitäten ausgebildet werden. Das heißt, dass die Oxidhalbleiterschicht 109 angemessen durch Kombination aus einem einkristallinen Oxidhalbleiterfilm, einem polykristallinen Oxidhalbleiterfilm, einem amorphen Oxidhalbleiterfilm und einem CAAC-OS-Film ausgebildet sein kann. Wenn ein amorpher Oxidhalbleiterfilm bei dem ersten Oxidhalbleiterfilm, dem zweiten Oxidhalbleiterfilm oder dem dritten Oxidhalbleiterfilm eingesetzt wird, wird eine innere Spannung oder eine äußere Spannung des Oxidhalbleiterfilms gelindert, Schwankungen der Eigenschaften eines Transistors werden verringert, und die Zuverlässigkeit des Transistors kann weiter verbessert werden.

[0144] Die Dicke des Oxidhalbleiterfilms ist bevorzugt größer als oder gleich 1 nm und kleiner als oder gleich 100 nm, stärker bevorzugt größer als oder gleich 1 nm und kleiner als oder gleich 50 nm, noch stärker bevorzugt größer als oder gleich 1 nm und kleiner als oder gleich 30 nm, sogar noch stärker bevorzugt größer als oder gleich 3 nm und kleiner als oder gleich 20 nm.

[0145] Die Alkalimetall- oder Erdalkalimetallkonzentration in dem Oxidhalbleiterfilm, die durch Sekundärionen-Massenspektrometrie (SIMS) erhalten wird, ist bevorzugt niedriger als oder gleich 1×10^{18} Atome/cm^3, stärker bevorzugt niedriger als oder gleich 2×10^{16} Atome/cm^3. Das liegt daran, dass ein Alkalimetall und ein Erdalkalimetall an einen Oxidhalbleiter gebunden werden, in einigen Fällen Ladungsträger erzeugen und den Sperrstrom des Transistors erhöhen.

[0146] Ferner ist die Wasserstoffkonzentration in dem Oxidhalbleiterfilm, die durch Sekundärionen-Massenspektrometrie erhalten wird, niedriger als 5×10^{18} Atome/cm^3, bevorzugt niedriger als oder gleich 1×10^{18} Atome/cm^3, stärker bevorzugt niedriger als oder gleich 5×10^{17} Atome/cm^3, noch stärker bevorzugt niedriger als oder gleich 1×10^{16} Atome/cm^3.

[0147] Wasserstoff, der in dem Oxidhalbleiterfilm enthalten ist, reagiert mit Sauerstoff, der an ein Metallatom gebunden ist, um Wasser zu erzeugen, und ein Defekt wird in einem Gitter gebildet, aus dem Sauerstoff abgegeben wird (oder einem Teil, aus dem Sauerstoff entfernt wird). Außerdem bewirkt eine Bindung eines Teils von Wasserstoff und Sauerstoff die Erzeugung von als Ladungsträger dienenden Elektronen. Daher werden bei dem Schritt zum Bilden des Oxidhalbleiterfilms die Wasserstoff enthaltenden Fremdstoffe möglichst verringert, wodurch die Wasserstoffkonzentration in dem Oxidhalbleiterfilm verringert werden kann. Wenn ein Kanalbildungsbereich in einem Oxidhalbleiterfilm ausgebildet wird, der durch Entfernen von möglichst viel Wasserstoff hoch gereinigt ist, kann eine Verschiebung der Schwellenspannung in negativer Richtung verringert werden, und der Leckstrom zwischen einer Source und einem Drain des Transistors (typischerweise der Sperrstrom oder dergleichen) kann auf einige yA/μm bis einige zA/μm verringert werden. Das hat zur Folge, dass elektrische Eigenschaften des Transistors verbessert werden können.

[0148] Die Oxidhalbleiterschicht wird durch ein Sputterverfahren, ein Beschichtungsverfahren, ein Pulslaserabscheidungsverfahren, ein Laserablationsverfahren oder dergleichen gebildet.

[0149] In dem Fall, in dem der Oxidhalbleiterfilm durch ein Sputterverfahren gebildet wird, kann eine Stromversorgungsvorrichtung zum Erzeugen von Plasma angemessen eine Hochfrequenz–Stromversorgungsvorrichtung, eine Wechselstromversorgungsvorrichtung, eine Gleichstromversorgungsvorrichtung oder dergleichen sein.

[0150] Als Sputtergas wird nach Bedarf ein Edelgas (typischerweise Argon), Sauerstoff oder ein Gemischgas aus einem Edelgas und Sauerstoff verwendet. Im Fall der Verwendung des Gemischgases aus einem Edelgas und Sauerstoff ist der Anteil an Sauerstoff vorzugsweise höher als derjenige eines Edelgases.

[0151] Zusätzlich kann ein Target angemessen gemäß der Zusammensetzung des auszubildenden Oxidhalbleiterfilms ausgewählt werden.

[0152] Wenn ein CAAC-OS-Film ausgebildet wird, wird beispielsweise der CAAC-OS-Film durch ein Sputterverfahren mit einem polykristallinen Oxidhalbleitertarget ausgebildet. Durch Kollision von Ionen mit dem Target kann ein Kristallbereich in dem Target von dem Target entlang einer a-b-Fläche abgetrennt werden; mit anderen Worten kann ein gesputtertes Teilchen mit einer Fläche, die parallel zu einer a-b-Fläche ist (flachplattenähnliches gesputtertes Teilchen oder pelletähnliches gesputtertes Teilchen), von dem Target abblättern. In diesem Fall erreicht das flachplattenähnliche gesputterte Teilchen ein Substrat, während ihr Kristallzustand aufrechterhalten wird, wodurch der CAAC-OS-Film ausgebildet werden kann.

[0153] Bei der Abscheidung des CAAC-OS-Films werden vorzugsweise die folgenden Bedingungen verwendet.

[0154] Durch Verringern das Maß an Fremdstoffen, die in den CAAC-OS-Film während der Abscheidung eintreten, kann verhindert werden, dass der Kristallzustand durch die Fremdstoffe geschädigt wird. Beispielsweise kann die Konzentration von Fremdstoffen (z. B. Wasserstoff, Wasser, Kohlendioxid oder Stickstoff), die in einer Abscheidungskammer existieren, verringert werden. Außerdem kann die Konzentration von Fremdstoffen in einem Abscheidungsgas verringert werden. Insbesondere wird ein Abscheidungsgas verwendet, dessen Taupunkt bei -80 °C oder niedriger, vorzugsweise bei -100 °C oder niedriger liegt.

[0155] Durch Erhöhen der Erwärmungstemperatur des Substrats während der Abscheidung kommt es zu einer Migration eines gesputterten Teilchens, nachdem das gesputterte Teilchen das Substrat erreicht hat. Insbesondere ist die Erwärmungstemperatur des Substrats während der Abscheidung höher als oder gleich 100 °C und niedriger als oder gleich 740 °C, vorzugsweise höher als oder gleich 200 °C und niedriger als oder gleich 500 °C. Durch Zunahme der Erwärmungstemperatur des Substrats während der Abscheidung tritt dann, wenn das flachplattenähnliche gesputterte Teilchen das Substrat erreicht, eine Migration an der Oberfläche des Substrats auf, so dass eine plane Fläche des flachplattenähnlichen gesputterten Teilchens an dem Substrat haftet.

[0156] Außerdem ist es zu bevorzugen, dass der Sauerstoffanteil in dem Abscheidungsgas erhöht wird und die Energie optimiert wird, um Plasmaschäden bei der Abscheidung zu verringern. Der Anteil an Sauerstoff in dem Abscheidungsgas beträgt 30 Vol. % oder höher, vorzugsweise 100 Vol. -%.

[0157] Als Beispiel für das Target wird ein Target aus dem In-Ga-Zn-Oxid nachstehend beschrieben.

[0158] Das Target aus dem In-Ga-Zn-Oxid, das polykristallin ist, wird durch Mischen von InOx-Pulver, GaO_y-Pulver und ZnOz-Pulver in einem vorbestimmten Molverhältnis, Ausüben von Druck und Durchführen von Wärmebehandlung bei einer Temperatur von höher als oder gleich 1000 °C und niedriger als oder gleich 1500 °C geschaffen. Es sei angemerkt, dass X, Y und Z vorgegebene positive Zahlen sind. Hier beträgt das vorbestimmte Molverhältnis von InO_x-Pulver zu GaOy-Pulver und ZnO_z-Pulver beispielsweise 2:2:1, 8:4:3, 3:1:1, 1:1:1, 4:2:3 oder 3:1:2. Die Pulverarten und das Molverhältnis zum Mischen der Pulver können angemessen abhängig vom erwünschten Target bestimmt werden.

[0159] Nachdem der Oxidhalbleiterfilm ausgebildet worden ist, kann Wärmebehandlung derart durchgeführt werden, dass der Oxidhalbleiterfilm entwässert oder dehydriert wird. Die Temperatur der Wärmebehandlung ist typischerweise höher als oder gleich 150 °C und niedriger als die untere Entspannungsgrenze des Substrats, bevorzugt höher als oder gleich 250 °C und niedriger als oder gleich 450 °C, stärker bevorzugt höher als oder gleich 300 °C und niedriger als oder gleich 450 °C.

[0160] Die Wärmebehandlung wird in einer Inertgasatmosphäre, die Stickstoff oder ein Edelgas, wie Helium, Neon, Argon, Xenon oder Krypton, enthält, durchgeführt. Alternativ kann die Wärmebehandlung zuerst in einer Inertgasatmosphäre und dann in einer Sauerstoffatmosphäre durchgeführt werden. Es ist zu bevorzugen, dass in der oben genannten Inertgasatmosphäre und der oben genannten Sauerstoffatmosphäre kein Wasserstoff, Wasser und dergleichen enthalten ist. Die Zeitdauer für die Behandlung beträgt 3 Minuten bis 24 Stunden.

[0161] Durch Wärmebehandlung nach dem Ausbilden des Oxidhalbleiterfilms kann in dem Oxidhalbleiterfilm die Wasserstoffkonzentration niedriger als 5×10^{18} Atome/cm^3, bevorzugt niedriger als oder gleich 1×10^{18} Atome/cm^3, stärker bevorzugt niedriger als oder gleich 5×10^{17} Atome/cm^3, noch stärker bevorzugt niedriger als oder gleich 1×10^{16} Atome/cm^3, sein.

[0162] Es sei angemerkt, dass in dem Fall, in dem eine isolierende Oxidschicht als die Gate-Isolierschicht 107 verwendet wird, dann, wenn Wärmebehandlung mit einem Oxidhalbleiterfilm über der isolierenden Oxidschicht durchgeführt wird, kann dem Oxidhalbleiterfilm Sauerstoff zugeführt werden, können die Sauerstofffehlstellen in dem Oxidhalbleiterfilm verringert werden, und können Halbleitereigenschaften verbessert werden. Der Oxidhalbleiterfilm und die isolierende Oxidschicht können einem Wärmeschritt in einem Zustand unterzogen werden, in dem der Oxidhalbleiterfilm und die isolierende Oxidschicht wenigstens teilweise in Kontakt miteinander stehen, so dass Sauerstoff dem Oxidhalbleiterfilm zugeführt wird.

[0163] Die Source-Elektrodenschicht und die Drain-Elektrodenschicht, die über der Halbleiterschicht 109 angeordnet sind, können mittels eines Materials und eines Verfahrens, die denjenigen der Gate-Elektrodenschicht 105 ähnlich sind, ausgebildet werden.

[0164] Bei dieser Anzeigevorrichtung werden die Source- Elektrodenschicht 111a und die Drain-Elektrodenschicht 111b derart ausgebildet, dass, nachdem ein 50 nm dicker Titanfilm, ein 400 nm dicker Aluminiumfilm und ein 100 nm dicker Titanfilm mittels einer Sputter-Einrichtung in dieser Reihenfolge übereinander geschichtet worden sind, eine Fotolackmaske über dem Titanfilm durch ein Fotolithografieverfahren ausgebildet wird, und dass ein Teil des geschichteten Films, der den Titanfilm, den Aluminiumfilm und den Titanfilm enthält, mittels der Fotolackmaske selektiv entfernt wird.

[0165] Als Flüssigkristallmaterial, das für die Flüssigkristallschicht 125 über dem Kondensator 170 verwendet wird, kann ein thermotroper Flüssigkristall, ein niedermolekularer Flüssigkristall, ein hochmolekularer Flüssigkristall, ein polymerdispergierter Flüssigkristall, ein ferroelektrischer Flüssigkristall, ein antiferroelektrischer Flüssigkristall oder dergleichen verwendet werden. Ein solches Flüssigkristallmaterial (Flüssigkristallzusammensetzung) weist je nach den Bedingungen eine cholesterische Phase, eine smektische Phase, eine kubische Phase, eine chiral-nematische Phase, eine isotrope Phase oder dergleichen auf. Obwohl in **Fig. 1A** und **Fig. 1B** nicht gezeigt, können ferner isolierende Filme, die jeweils als Ausrichtungsfilm dienen und zwischen denen eine Schicht liegt, die ein beliebiges dieser Materialien enthält, , ein Abstandshalter, der einen Abstand (Zellenlücke) zwischen der durchsichtigen leitenden Schicht 123 und der durchsichtigen leitenden Schicht 127 steuert, oder dergleichen in der Flüssigkristallschicht 125 bereitgestellt werden. Ferner kann der Ausrichtungsfilm mittels eines organischen Materials mit Wärmebeständigkeit, wie eines auf Acryl basierenden Harzes, eines auf Polyimid basierenden Harzes, eines auf Benzocyclobuten basierenden Harzes, eines auf Polyamid basierenden Harzes oder eines auf Epoxid basierenden Harzes, ausgebildet werden.

[0166] Alternativ kann eine Flüssigkristallzusammensetzung, die eine blaue Phase zeigt, für die kein Ausrichtungsfilm verwendet ist, für die Flüssigkristallschicht 125 verwendet werden. Eine blaue Phase ist eine der Flüssigkristallphasen, die genau dann erzeugt wird, bevor sich eine cholesterische Phase zu einer isotropen Phase ändert, während die Temperatur des cholesterischen Flüssigkristalls erhöht wird. Die blaue Phase kann unter Verwendung einer Flüssigkristallzusammensetzung, die ein Gemisch aus einem Flüssigkristall und einem chiralen Material ist, gezeigt werden. Um den Temperaturbereich, in dem die blaue Phase gezeigt wird, zu erweitern, kann eine Flüssigkristallschicht ausgebildet werden, indem ein polymerisierbares Monomer, ein Polymerisationsinitiator und dergleichen zu einer eine blaue Phase zeigenden Flüssigkristallzusammensetzung hinzugefügt werden und eine Polymerstabilisierungsbehandlung durchgeführt wird. Die eine blaue Phase zeigende Flüssigkristallzusammensetzung weist eine kurze Ansprechzeit und optische Isotropie auf, was dazu beiträgt, den Ausrichtungsprozess wegzulassen und eine Abhängigkeit vom Betrachtungswinkel zu verringern. Ferner kann, da kein Ausrichtungsfilm bereitgestellt sein muss und keine Reibbehandlung nötig ist, eine durch die Reibbehandlung hervorgerufene Beschädigung durch elektrostatische Entladung verhindert werden, und Defekte sowie Schäden an einer Flüssigkristallanzeigevorrichtung können während des Herstellungsprozesses verringert werden. Daher kann die Produktivität der Flüssigkristallanzeigevorrichtung erhöht werden. Ein Transistor, der einen Oxidhalbleiterfilm enthält, besitzt eine Möglichkeit, dass die elektrischen Eigenschaften des Transistors durch den Einfluss statischer Elektrizität erheblich schwanken und von dem beabsichtigten Bereich abweichen können. Deshalb ist es wirksamer, eine eine blaue Phase zeigende Flüssigkristallzusammensetzung für die Flüssigkristallanzeigevorrichtung zu verwenden, die den Transistor beinhaltet, der mittels eines Oxidhalbleiterfilms ausgebildet ist.

[0167] Der spezifische Widerstand des Flüssigkristallmaterials ist größer als oder gleich 1×10^9 Ω·cm, bevorzugt größer als oder gleich 1×10^{11} Ω·cm, stärker bevorzugt größer als oder gleich 1×10^{12} Ω·cm. Es sei angemerkt, dass der spezifische Widerstand in dieser Beschreibung bei 20 °C gemessen ist.

[0168] Für ein Betriebsverfahren der Flüssigkristallschicht 125 können ein TN-(twisted nematic: verdreht nematisch) Modus, ein IPS- (in plane switching: Schalten in der Ebene) Modus, ein FFS- (fringe field switching: Streufeldschaltung-) Modus, ein ASM- (axially symmetric aligned micro-cell: achsensysmmetrische ausgerichtete Mikrozelle) Modus, ein OCB- (optical compensated birefringence: optische kompensierte Doppelbrechnung) Modus, ein FLC- (ferroelectric liquid crystal: ferroelektrischer Flüssigkristall) Modus, ein AFLC- (antiferroelectric liquid crystal: antiferroelektrischer Flüssigkristall) Modus oder dergleichen verwendet werden.

[0169] Eine normalerweise schwarze Flüssigkristallanzeigevorrichtung, wie eine transmissive Flüssigkristallanzeigevorrichtung, bei der ein Vertikalausrichtungs- (VA-) Modus benutzt wird, kann verwendet werden. Einige Beispiele sind als Vertikalausrichtungsmodus angegeben. Beispielsweise kann ein Multi-Domain Vertical Alignment- (MVA-) Modus, ein Patterned Vertical Alignment- (PVA-) Modus oder ein Advanced Super View- (ASV-) Modus verwendet werden. Darüber hinaus kann diese Anzeigevorrichtung bei einer VA-Flüssigkristallanzeigevorrichtung eingesetzt werden. Die VA-Flüssigkristallanzeigevorrichtung weist eine Art der Form auf, in der die Ausrichtung von Flüssigkristallmolekülen eines Flüssigkristallanzeigefeldes gesteuert wird. Bei der VA-Flüssigkristallanzeigevorrichtung sind Flüssigkristallmoleküle in einer bezüglich einer Oberfläche des Anzeigefeldes vertikalen Richtung ausgerichtet, wenn keine Spannung angelegt wird. Darüber hinaus ist es möglich, ein als Domänenmultiplikation oder Mehrdomänendesign bezeichnetes Verfahren zu verwenden, bei dem ein Pixel in einige Bereiche (Subpixel) geteilt ist und Moleküle in ihren jeweiligen Bereichen in unterschiedlichen Richtungen ausgerichtet sind.

[0170] Bei der Anzeigevorrichtung ist nach Bedarf eine Schwarzmatrix (eine Licht blockierende Schicht), ein optisches Teil (ein optisches Substrat), wie ein Polarisierungsteil, ein Verzögerungsteil oder ein Antireflexionsteil und dergleichen vorgesehen. Beispielsweise kann eine zirkulare Polarisation mittels eines polarisierenden Substrates und eines verzögernden Substrates erhalten werden. Darüber hinaus kann eine Hintergrundbeleuchtung, eine Seitenbeleuchtung oder dergleichen als Lichtquelle verwendet werden.

[0171] Als Anzeigeverfahren in dem Pixel-Abschnitt kann ein Progressivverfahren, ein Zeilensprungverfahren oder dergleichen verwendet werden. Ferner sind Farbelemente, die bei der Farbanzeige in einem Pixel gesteuert werden, nicht auf drei Farben beschränkt: R, G und B (R, G und B entsprechen Rot, Grün bzw. Blau). Beispielsweise können R, G, B und W (W entspricht Weiß); R, G, B und eines oder mehrere von Gelb, Zyan, Magenta und dergleichen; oder dergleichen verwendet werden. Ferner können die Größen von Anzeigebereichen zwischen jeweiligen Punkten von Farbelementen unterschiedlich sein. Es sei angemerkt, dass eine Anzeigevorrichtung nicht auf den Einsatz bei einer Anzeigevorrichtung zur Farbanzeige beschränkt ist; sie kann ebenfalls bei einer Anzeigevorrichtung zur monochromen Anzeige eingesetzt werden.

[0172] **Fig. 1A** und **Fig. 1B** stellen eine Struktur dar, bei der die Ausrichtung der Flüssigkristallschicht 125 durch die durchsichtige leitende Schicht 123 und die durchsichtige leitende Schicht 127 gesteuert wird. Dementsprechend dient in **Fig. 1A** und **Fig. 1B** die durchsichtige leitende Schicht 123 als Pixelelektrode, und die durchsichtige leitende Schicht 127 dient als gemeinsame Elektrode. **Fig. 5A** und **Fig. 5B** stellen eine Struktur dar, bei der die Ausrichtung der Flüssigkristallschicht 125 entsprechend dem elektrischen Feld gesteuert wird, das zwischen der durchsichtigen leitenden Schicht 121 und der durchsichtigen leitenden Schicht 123 in einem Kondensator 180 erzeugt wird. Dementsprechend dient in **Fig. 5A** und **Fig. 5B** die durchsichtige leitende Schicht 121 als gemeinsame Elektrode, und die durchsichtige leitende Schicht 123 dient als Pixelelektrode.

[0173] Es sei angemerkt, dass die Struktur der bei dieser Beschreibung beschriebenen Anzeigevorrichtung nicht auf die Struktur in **Fig. 1A** und **Fig. 1B** beschränkt ist und die Struktur in **Fig. 5A** und **Fig. 5B** sein kann.

[0174] **Fig. 5A** und **Fig. 5B** stellen einen Teil eines Pixels in einer Anzeigevorrichtung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung dar. **Fig. 5A** ist eine Draufsicht, die einen Teil des Pixels darstellt, das in der Anzeigevorrichtung nach einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung beinhaltet ist, , und **Fig. 5B** ist eine Querschnittsansicht entlang der Strichpunktlinie C-D in **Fig. 5A**. Es sei angemerkt, dass in **Fig. 5A** und **Fig. 5B** die gleichen Abschnitte wie diejenigen in **Fig. 1A** und **Fig. 1B** durch die gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet sind und nicht ausführlich beschrieben werden.

[0175] Die Struktur in **Fig. 5A** und **Fig. 5B** unterscheidet sich von den Strukturen in **Fig. 2A** bis **Fig. 2C** darin, dass ein zweiter anorganischer isolierender Film 129, von den ein Teil als Dielektrikum des Kondensators 180 dient, die Drain-Elektrodenschicht 111b des Kondensators 150 überlappt. Bei einer solchen Struktur stehen der zweite anorganische isolierende Film 129 und der anorganische isolierende Film 115 in Kontakt miteinander und können den organischen isolierenden Film 117 umgeben, so dass verhindert werden kann, dass ein Gas, das von dem organischen isolierenden Film 117 abgegeben wird, in den Transistor 150 diffundiert.

[0176] Bei der Anzeigevorrichtung nach dieser Ausführungsform wird der freigelegte Bereich in dem organischen isolierenden Film bereitgestellt, der sich an der Seite befindet, die derjenigen des Transistors gegenüberliegt, , so dass ein Gas, das von dem organischen isolierenden Film über dem Transistor abgegeben wird, in den Transistor nicht eintritt. Der freigelegte Abschnitt ist der Bereich, der den anorganischen isolierenden Film über dem organischen isolierenden Film nicht überlappt. Da der anorganische isolierende Film derart ausgebildet ist, dass er nicht mit dem freigelegten Abschnitt in Kontakt steht, kann ein Gas von dem organischen isolierenden Film aus dem freigelegten Abschnitt abgegeben werden. Dementsprechend kann verhindert werden, dass ein Gas, das einen Fremdstoff, wie Wasserstoff, enthält, der von dem organischen isolierenden Film abgegeben wird, in die Oxidhalbleiterschicht eintritt, und dass Eigenschaften des Transistors schwanken, so dass eine Anzeigevorrichtung mit hoher Anzeigequalität und hoher Zuverlässigkeit erhalten werden kann.

[0177] Diese Ausführungsform kann in einer geeigneten Kombination mit den bei den anderen Ausführungsformen beschriebenen Strukturen implementiert werden.

[Ausführungsform 2]

[0178] Bei dieser Ausführungsform wird ein Bildsensor beschrieben, der in Kombination mit einer der Anzeigevorrichtungen bei der oben beschriebenen Ausführungsform verwendet werden kann.

[0179] Ein Beispiel für eine Anzeigevorrichtung mit einem Bildsensor ist in **Fig. 6A** dargestellt. **Fig. 6A** stellt eine Ersatzschaltung eines Pixels der Anzeigevorrichtung mit einem Bildsensor dar.

[0180] Eine Elektrode eines Fotodiodenelements 4002 ist elektrisch mit einer Rücksetzsignalleitung 4058 verbunden, und die andere Elektrode des Fotodiodenelements 4002 ist elektrisch mit einer Gate-Elektrode eines Transistors 4040 verbunden. Eine Source-Elektrode oder eine Drain-Elektrode des Transistors 4040 ist elektrisch mit einem Stromsversorgungspotential (VDD) verbunden, und die andere der Source-Elektrode und der Drain-Elektrode des Transistors 4040 ist elektrisch mit einer Source-Elektrode oder einer Drain-Elektrode eines Transistors 4056 verbunden. Eine Gate-Elektrode des Transistors 4056 ist elektrisch mit einer Gate-Auswahlleitung 4057 verbunden, und die andere der Source-Elektrode und der Drain-Elektrode des Transistors 4056 ist elektrisch mit einer Ausgabesignalleitung 4071 verbunden.

[0181] Ein erster Transistor 4030 ist ein Transistor zum Schalten eines Pixels. Eine Source-Elektrode oder eine Drain-Elektrode des ersten Transistors 4030 ist elektrisch mit einer Videosignalleitung 4059 verbunden, und die andere der Source-Elektrode und der Drain-Elektrode des ersten Transistors 4030 ist elektrisch mit einem Kondensator 4032 und einem Flüssigkristallelement 4034 verbunden. Eine Gate-Elektrode des ersten Transistors 4030 ist elektrisch mit einer Gateleitung 4036 verbunden.

[0182] Es sei angemerkt, dass Strukturen des ersten Transistors 4030 und des Kondensators 4032 denjenigen bei der Anzeigevorrichtung, die bei der Ausführungsform 1 beschrieben worden ist, ähnlich sein können.

[0183] Fig. 6B stellt einen Querschnitt eines Teils eines Pixels der Anzeigevorrichtung mit einem Bildsensor dar. In einem Pixelbereich sind das Fotodiodenelement 4002 und der Transistor 4030 über einem Substrat 4001 bereitgestellt. Ferner ist in dem Pixelabschnitt 5042 ein anorganischer isolierender Film 4020, der als Dielektrikum des Kondensators 4032 dient, über einem organischen isolierenden Film 4016 ausgebildet. In einem Teil eines Bereichs des anorganischen isolierenden Films 4020, der den Transistor 4030 überlappt, ist eine Öffnung ausgebildet. Der organische isolierende Film 4016 weist einen freigelegten Abschnitt auf, über dem der anorganische isolierende Film nicht ausgebildet ist.

[0184] Bei einer solchen Struktur kann verhindert werden, dass ein Gas aus dem organischen isolierenden Film 4016 in den Transistor 4030 eintritt, so dass eine hochzuverlässige Anzeigevorrichtung erhalten werden kann.

[0185] Es sei angemerkt, dass der organische isolierende Film 4016 über dem Fotodiodenelement 4002 und dem Transistor 4030 bereitgestellt ist. Der anorganische isolierende Film 4020, der als Dielektrikum des Kondensators 4032 dient, ist über dem organischen isolierenden Film 4016 ausgebildet, aber nicht über dem Teil des Bereichs angeordnet, der den Transistor 4030 überlappt.

[0186] Mit einer solchen Struktur kann verhindert werden, dass ein von dem organischen isolierenden Film abgegebenes Gas in den Transistor diffundiert, so dass eine hochzuverlässige Anzeigevorrichtung erhalten werden kann.

[0187] In dem Fotodiodenelement 4002 sind eine untere Elektrode, die in dem gleichen Schritt wie die Source-Elektrode und die Drain-Elektrode des Transistors 4030 ausgebildet wird, und eine obere Elektrode, die in dem gleichen Schritt wie eine Pixelelektrode des Flüssigkristallelements 4034 ausgebildet wird, als Paar von Elektroden enthalten, und eine Diode ist zwischen dem Paar von Elektroden vorhanden.

[0188] Als Diode, die als das Fotodiodenelement 4002 verwendet werden kann, kann eine Diode vom pn-Typ, die eine Schichtanordnung aus einem Halbleiterfilm vom p-Typ und einem Halbleiterfilm vom n-Typ beinhaltet, eine Diode vom pin-Typ, die eine Schichtanordnung aus einem Halbleiterfilm vom p-Typ, einem Halbleiterfilm vom i-Typ und einem Halbleiterfilm vom n-Typ beinhaltet, eine Schottky-Diode oder dergleichen verwendet werden.

[0189] Über dem Fotodiodenelement 4002 sind ein erster Ausrichtungsfilm 4024, eine Flüssigkristallschicht 4096, ein zweiter Ausrichtungsfilm 4084, eine Gegenelektrode 4088, ein organischer isolierender Film 4086, ein gefärbter Film 4085, ein Gegensubstrat 4052 und dergleichen bereitgestellt.

[0190] Bei dieser Ausführungsform weist die Anzeigevorrichtung im Unterschied zu der Ausführungsform 1 den ersten Ausrichtungsfilm 4024 und den zweiten Ausrichtungsfilm 4084 auf, zwischen denen die Flüssigkristallschicht 4096 liegt. Für den ersten Ausrichtungsfilm 4024 und den zweiten Ausrichtungsfilm 4084 kann ein wärmebeständiges organisches Material, wie ein Acrylharz, ein Polyimid, ein auf Benzocyclobuten basierendes Harz, ein Polyamid oder ein Epoxidharz, verwendet werden. Der erste Ausrichtungsfilm 4024 steht in Kontakt mit dem organischen isolierenden Film 4016 und ist daher vorzugsweise ein Film, über den ein Gas von dem organischen isolierenden Film 4016 abgegeben wird.

[0191] Ferner wird die Ausrichtung der Flüssigkristallschicht 4096 durch eine Spannung, die an die Gegenelektrode 4088 und durchsichtige leitende Schichten in dem Kondensator 4032 angelegt wird, gesteuert.

[0192] Es sei angemerkt, dass eine Diode vom pin-Typ bessere fotoelektrische Umwandlungseigenschaften aufweist, wenn die Seite des Halbleiterfilms vom p-Typ als Licht empfangende Fläche verwendet wird. Das liegt daran, dass die Löcherbeweglichkeit niedriger ist als die Elektronenbeweglichkeit. Diese Ausführungsform zeigt ein Beispiel, bei dem das von einer Oberfläche des Gegensubstrats 4052 durch die Flüssigkristallschicht 4096 und dergleichen in das Fotodiodenelement 4002 eintretende Licht in ein elektrisches Signal umgewandelt werden, aber dieses Beispiel schränkt die vorliegende Erfindung nicht ein. Alternativ können der gefärbte Film und dergleichen an der Seite des Gegensubstrats angeordnet werden.

[0193] Das Fotodiodenelement 4002 bei dieser Ausführungsform benutzt einen Stromfluss zwischen dem Paar von Elektroden, der wegen des Eintritts von Licht in das Fotodiodenelement 4002 entsteht. Wenn das Fotodiodenelement 4002 Licht detektiert, können Informationen über einen zu detektierenden Gegenstand gelesen werden.

[0194] Dadurch, dass beispielsweise ein Schritt zum Ausbilden des Transistors für die Anzeigevorrichtung und für den Bildsensor gleichzeitig durchgeführt werden, kann die Produktivität der Anzeigevorrichtung

mit dem Bildsensor bei dieser Ausführungsform erhöht werden. Jedoch können beliebige der in der oben aufgeführten Ausführungsform beschriebenen Anzeigevorrichtungen und der in dieser Ausführungsform beschriebene Bildsensor über unterschiedlichen Substraten hergestellt werden. Insbesondere kann der Bildsensor über dem zweiten Substrat in einer beliebigen der in oben aufgeführten Ausführungsform beschriebenen Anzeigevorrichtungen hergestellt werden.

[0195] Diese Ausführungsform kann in einer geeigneten Kombination mit einer beliebigen der in den anderen Ausführungsformen beschriebenen Strukturen implementiert werden.

[Ausführungsform 3]

[0196] Bei dieser Ausführungsform wird ein Beispiel für einen Tablet-Computer beschrieben, der eine Anzeigevorrichtung nach einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung verwendet.

[0197] **Fig. 7A** und **Fig. 7B** stellen einen zusammenklappbaren Tablet-Computer dar. **Fig. 7A** stellt den Tablet-Computer dar, der nicht zusammengeklappt ist. Der Tablet-Computer beinhaltet ein Gehäuse 8630, und einen Anzeigeabschnitt 8631a, einen Anzeigeabschnitt 8631b, einen Anzeigemodusschalter 8034, einen Netzschalter 8035, einen Stromsparmodusschalter 8036, eine Spange 8033 und einen Bedienungsschalter 8038, welche an dem Gehäuse 8630 bereitgestellt sind.

[0198] Der Anzeigeabschnitt 8631 a kann als Ganzes oder teilweise als Touchscreen dienen, und Daten können eingegeben werden, wenn eine angezeigte Bedienungstaste berührt wird. Beispielsweise kann der Anzeigeabschnitt 8631a Tastaturknöpfe im gesamten Bereich anzeigen und als Touchscreen dienen, und der Anzeigeabschnitt 8631b kann als Anzeigebildschirm verwendet werden.

[0199] Ähnlich wie bei dem Anzeigeabschnitt 8631 a kann der Anzeigeabschnitt 8631 b als Ganzes oder teilweise als Touchscreen dienen.

[0200] Des Weiteren können ein Touchscreen-Bereich des Anzeigeabschnitts 8631a und ein Touchscreen-Bereich des Anzeigeabschnitts 8631b zur Eingabe gleichzeitig berührt werden.

[0201] Mit dem Anzeigemodusschalter 8034 kann beispielsweise die Anzeige zwischen einem Hochformat, einem Querformat und dergleichen sowie zwischen monochromer Anzeige und Farbanzeige umgeschaltet werden. Mit dem Stromsparmodusschalter 8036 kann die Anzeigeleuchtdichte entsprechend dem Außenlicht, das durch einen optischen Sensor in dem Tablet-Computer detektiert wird, gesteuert werden. Es sei angemerkt, dass zusätzlich zu dem optischen Sensor eine weitere Detektionsvorrichtung, die einen Sensor, wie ein Kreiselinstrument oder einen Beschleunigungssensor, beinhaltet, das/der Neigung detektieren kann, in dem Tablet-Computer enthalten sein kann.

[0202] Es sei angemerkt, dass **Fig. 7A** ein Beispiel zeigt, bei dem die Flächen des Anzeigeabschnitts 8631 a und des Anzeigeabschnitts 8631 b gleich sind; dieses Beispiel schränkt jedoch die vorliegende Erfindung nicht ein. Der Anzeigeabschnitt 8631 a und der Anzeigeabschnitt 8631 b können sich hinsichtlich der Fläche oder der Anzeigequalität voneinander unterscheiden. Beispielsweise kann ein Anzeigefeld ein Bild mit einer höheren Auflösung anzeigen als das andere Anzeigefeld.

[0203] Der Tablet-Computer ist in **Fig. 7B** geschlossen. Der Tablet-Computer beinhaltet das Gehäuse 8630 sowie eine Solarzelle 8633 und eine Lade- und Entladesteuerschaltung 8634, mit denen das Gehäuse 8630 versehen ist. In **Fig. 7B** ist eine Struktur, die eine Batterie 8635 und einen Gleichspannungswandler 8636 umfasst, als Beispiel für die Lade- und Entladesteuerschaltung 8634 dargestellt.

[0204] Da der Tablet-Computer zusammenklappbar ist, kann das Gehäuse 8630 geschlossen werden, wenn der Tablet-Computer nicht verwendet wird. Folglich können der Anzeigeabschnitt 8631 a und der Anzeigeabschnitt 8631b geschützt werden, was zu ausgezeichneter Beständigkeit und ausgezeichneter Zuverlässigkeit hinsichtlich der Langzeitverwendung führt.

[0205] Der in **Fig. 7A** und **Fig. 7B** dargestellte Tablet-Computer kann auch eine Funktion zum Anzeigen verschiedener Arten von Daten (z. B. eines Standbildes, eines bewegten Bildes und eines Textbildes), eine Funktion zum Anzeigen eines Kalenders, des Datums, der Zeit oder dergleichen auf dem Anzeigeabschnitt, eine Berührungseingabefunktion zum Bedienen oder Bearbeiten der Daten, die auf dem Anzeigeabschnitt angezeigt werden, durch Berührungseingabe, eine Funktion zum Steuern der Verarbeitung mit verschiedenen Arten von Software (Programmen) und dergleichen aufweisen.

[0206] Elektrischer Strom, der mit der Solarzelle 8633 gewonnen wird, kann zum Betrieb des Tablet-Computers verwendet oder in der Batterie 8635 gespeichert werden. Es sei angemerkt, dass die Solarzelle 8633 an beiden Oberflächen des Gehäuses 8630 bereitgestellt sein kann. Wenn eine Lithium-Ionen-Batterie als die Batterie 8635 verwendet wird, besteht ein Vorteil der Verkleinerung oder dergleichen.

[0207] Die Struktur und die Arbeitsweise der Lade- und Entladesteuerschaltung 8634 in **Fig. 7B** werden unter Bezugnahme auf ein Blockschema in **Fig. 7C** beschrieben. In **Fig. 7C** sind die Solarzelle 8633, die Batterie 8635, der Gleichspannungswandler 8636, ein Wandler 8637, ein Schalter SW1, ein Schalter SW2, ein Schalter SW3 und ein Anzeigeabschnitt 8631 dargestellt. Die Batterie 8635, der Gleichspannungswandler 8636, der Wandler 8637 und die Schalter SW1 bis SW3 in **Fig. 7C** entsprechen der Lade- und Entladesteuerschaltung 8634 in **Fig. 7B**.

[0208] In dem Fall, in dem elektrische Energie von der Solarzelle 8633 erzeugt wird, wird die Spannung der elektrischen Energie, die von der Solarzelle erzeugt wird, durch den Gleichspannungswandler 8636 derart erhöht oder verringert, dass die elektrische Energie eine Spannung zum Aufladen der Batterie 8635 aufweist. Dann wird der Schalter SW1 eingeschaltet und die Spannung der elektrischen Energie wird durch den Wandler 8637 herauf- oder heruntertransformiert , so dass sie die am besten geeignete Spannung für den Anzeigeabschnitt 8631 ist. Außerdem wird dann, wenn keine Anzeige auf dem Anzeigeabschnitt 8631 durchgeführt wird, der Schalter SW1 abgeschaltet und der Schalter SW2 wird eingeschaltet, so dass die Batterie 8635 aufgeladen wird.

[0209] Es sei angemerkt, dass die Solarzelle 8633 als Beispiel für ein Stromerzeugungsmittel beschrieben wird; dies beschränkt jedoch die vorliegende Erfindung nicht. Auch ein weiteres Stromerzeugungsmittel, wie ein piezoelektrisches Element oder ein thermoelektrisches Wandlerelement (Peltier-Element), kann stattdessen verwendet werden. Die Batterie kann beispielsweise mittels eines weiteren Lademittels, wie eines kontaktfreien Stromübertragungsmoduls, das durch drahtloses (kontaktloses) Übertragen und Empfangen des Stroms die Batterie aufladen kann, in Kombination aufgeladen werden.

[0210] Wenn die in der oben aufgeführten Ausführungsform beschriebene Anzeigevorrichtung sowohl bei dem Anzeigeabschnitt 8631 a als auch bei dem Anzeigeabschnitt 8631b eingesetzt wird, die in dem in dieser Ausführungsform beschriebenen Tablet-Computer enthalten sind, , kann höhere Zuverlässigkeit erhalten werden.

[0211] Diese Ausführungsform kann in einer geeigneten Kombination mit einer beliebigen der in den anderen Ausführungsformen beschriebenen Strukturen implementiert werden.

[Ausführungsform 4]

[0212] Bei dieser Ausführungsform werden Beispiele für ein elektronisches Gerät beschrieben, das eine belieibige der in den vorstehenden Ausführungsformen oder dergleichen beschriebenen Anzeigevorrichtungen beinhaltet.

[0213] **Fig. 8A** stellt ein tragbares Informationsendgerät dar. Das tragbare Informationsendgerät in **Fig. 8A** beinhaltet ein Gehäuse 9300, einen Knopf 9301, ein Mikrofon 9302, einen Anzeigeabschnitt 9303, einen Lautsprecher 9304 und eine Kamera 9305 und weist eine Funktion als Mobiltelefon auf. Jede der Anzeigevorrichtungen und der Anzeigevorrichtung mit einem Bildsensor, welche bei den vorstehenden Ausführungsformen beschrieben worden sind, kann bei dem Anzeigeabschnitt 9303 eingesetzt werden.

[0214] **Fig. 8B** stellt eine Anzeige dar. Die Anzeige in **Fig. 8B** beinhaltet ein Gehäuse 9310 und einen Anzeigeabschnitt 9311. Jede der Anzeigevorrichtungen und der Anzeigevorrichtung mit einem Bildsensor, welche bei den vorstehenden Ausführungsformen beschrieben worden sind, kann bei dem Anzeigeabschnitt 9311 eingesetzt werden.

[0215] **Fig. 8C** stellt eine digitale Fotokamera dar. Die digitale Fotokamera in **Fig. 8C** beinhaltet ein Gehäuse 9320, einen Knopf 9321, ein Mikrofon 9322 und einen Anzeigeabschnitt 9323. Jede der Anzeigevorrichtungen und der Anzeigevorrichtung mit einem Bildsensor, welche in den vorstehenden Ausführungsformen beschrieben worden sind, kann bei dem Anzeigeabschnitt 9323 eingesetzt werden.

[0216] Durch Einsatz einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann die Zuverlässigkeit der elektronischen Geräte erhöht werden.

[0217] Diese Ausführungsform kann in einer geeigneten Kombination mit einer der in den anderen Ausführungsformen beschriebenen Strukturen implementiert werden.

Bezugszeichenliste

101	Substrat,
102	Substrat,
105	Gate-Elektrodenschicht,
107	Gate-Isolierfilm,
109	Halbleiterschicht,
111a	Source-Elektrodenschicht,
111b	Drain-Elektrodenschicht,
114	erster anorganischer isolierender Film,
113	anorganischer isolierender Film,
115	anorganischer isolierender Film,
117	organischer isolierender Film,

119	zweiter anorganischer isolierender Film,
121	durchsichtige leitende Schicht,
123	durchsichtige leitende Schicht
125	Flüssigkristallschicht,
127	durchsichtige leitende Schicht,
129	zweiter anorganischer isolierender Film,
150	Transistor,
170	Kondensator,
180	Kondensator,
1000	Pixelabschnitt,
1001	Dichtmittel,
1003	Signalleitungstreiberschaltung,
1004	Abtastleitungstreiberschaltung,
1018	FPC,
4001	Substrat,
4002	Fotodiodenelement,
4016	organischer isolierender Film,
4020	anorganischer isolierender Film,
4024	Ausrichtungsfilm,
4030	Transistor,
4032	Kondensator,
4034	Flüssigkristallelement,
4036	Gateleitung,
4040	Transistor,
4052	Gegensubstrat,
4056	Transistor,
4057	Gate-Auswahlleitung,
4058	Rücksetzsignalleitung,
4059	Videosignalleitung,
4071	Ausgabesignalleitung,
4084	Ausrichtungsfilm,
4086	organischer isolierender Film,
4088	Gegenelektrode,
4096	Flüssigkristallschicht,
5042	Pixelabschnitt,
8033	Spange,
8034	Schalter,
8035	Netzschalter,
8036	Schalter,
8038	Bedienungsschalter,
8630	Gehäuse,
8631	Anzeigeabschnitt,
8631a	Anzeigeabschnitt,
8631b	Anzeigeabschnitt,
8633	Solarzelle,
8634	Lade- und Entladesteuerschaltung,
8635	Batterie,
8636	Gleichspannungswandler,
8637	Wandler,
9300	Gehäuse,
9301	Knopf,
9302	Mikrofon,
9303	Anzeigeabschnitt,
9304	Lautsprecher,
9305	Kamera,
9310	Gehäuse,
9311	Anzeigeabschnitt,
9320	Gehäuse,
9321	Knopf,
9322	Mikrofon und
9323	Anzeigeabschnitt.

Patentansprüche

1. Anzeigevorrichtung, die umfasst:
einen Pixelabschnitt (1000), der umfasst:
einen Transistor (150), der eine Oxidhalbleiterschicht (109) umfasst;
einen ersten anorganischen isolierenden Film (114) über dem Transistor (150);
einen organischen isolierenden Film (117) über dem ersten anorganischen isolierenden Film (114);
eine erste durchsichtige leitfähige Schicht (121) über dem organischen isolierenden Film (117);
einen zweiten anorganischen isolierenden Film (129) über der ersten durchsichtigen leitfähigen Schicht (121); und
eine zweite durchsichtige leitfähige Schicht (123) über dem zweiten anorganischen
isolierenden Film (129),
wobei die Oxidhalbleiterschicht (109) Indium, Gallium und Zink enthält,
wobei der erste anorganische isolierende Film (114) eine erste Öffnung umfasst,
wobei der zweite anorganische isolierende Film (129) eine zweite Öffnung umfasst,
wobei die zweite durchsichtige leitfähige Schicht (123) einen ersten Bereich umfasst, der in Kontakt mit einer von einer Source-Elektrodenschicht (111a)

und einer Drain-Elektrodenschicht (111b) des Transistors (150) in der zweiten Öffnung ist,
wobei der zweite anorganische isolierende Film (129) einen zweiten Bereich umfasst, der in Kontakt mit der einen von Source-Elektrodenschicht (111a) und Drain-Elektrodenschicht (111b) des Transistors (150) in der ersten Öffnung ist,
wobei der zweite Bereich außerhalb des ersten Bereichs ist, und
wobei der organische isolierende Film (117) einen dritten Bereich umfasst, der nicht mit dem zweiten anorganischen isolierenden Film (129) überlappt.

2. Anzeigevorrichtung, die umfasst:
einen Pixelabschnitt (1000), der umfasst:
einen Transistor (150), der eine Oxidhalbleiterschicht (109) umfasst;
einen ersten anorganischen isolierenden Film (114) über dem Transistor (150);
einen organischen isolierenden Film (117) über dem ersten anorganischen isolierenden Film (114);
eine erste durchsichtige leitfähige Schicht (121) über dem organischen isolierenden Film (117);
einen zweiten anorganischen isolierenden Film (129) über der ersten durchsichtigen leitfähigen Schicht (121); und
eine zweite durchsichtige leitfähige Schicht (123) über dem zweiten anorganischen
isolierenden Film (129),
wobei die Oxidhalbleiterschicht (109) Indium, Gallium, und Zink enthält,
wobei der erste anorganische isolierende Film (114) Silizium und Stickstoff enthält,
wobei der zweite anorganische isolierende Film (129) Silizium und Stickstoff enthält,
wobei die zweite durchsichtige leitfähige Schicht (123) eine Vielzahl an kammförmigen,
parallel zueinander verlaufenden Schlitzen umfasst,
wobei der erste anorganische isolierende Film (114) eine erste Öffnung umfasst,
wobei der zweite anorganische isolierende Film (129) eine zweite Öffnung umfasst,
wobei die zweite durchsichtige leitfähige Schicht (123) einen ersten Bereich umfasst, der in Kontakt mit einer von einer Source-Elektrodenschicht (111a) und einer Drain-Elektrodenschicht (111b) des ersten Transistors (150) in der zweiten Öffnung ist,
wobei der zweite anorganische isolierende Film (129) einen zweiten Bereich umfasst, der in Kontakt mit der einen von Source-Elektrodenschicht (111a) und Drain-Elektrodenschicht (111b) des Transistors (150) in der ersten Öffnung ist,
wobei der zweite Bereich außerhalb des ersten Bereichs ist, und
wobei der organische isolierende Film (117) einen dritten Bereich umfasst, der nicht mit dem zweiten anorganischen isolierenden Film (129) überlappt.

3. Anzeigevorrichtung, die umfasst:
einen Pixelabschnitt (1000), der umfasst:
eine Gate-Elektrode (105);
eine Oxidhalbleiterschicht (109), die mit der Gate-Elektrode (105) überlappt, wobei eine Gate-Isolierschicht (107) dazwischen liegt;
eine Source-Elektrodenschicht (111 a), die mit der Oxidhalbleiterschicht (109) elektrisch verbunden ist;
eine Drain-Elektrodenschicht (111b), die mit der Oxidhalbleiterschicht (109) elektrisch verbunden ist;
einen ersten anorganischen isolierenden Film (114) über der Source-Elektrodenschicht (111a) und der Drain-Elektrodenschicht (111b);
einen organischen isolierenden Film (117) über dem ersten anorganischen isolierenden Film (114);
eine erste durchsichtige leitfähige Schicht (121) über dem organischen isolierenden Film (117);
einen zweiten anorganischen isolierenden Film (129) über der ersten durchsichtigen leitfähigen Schicht (121);
eine zweite durchsichtige leitfähige Schicht (123) über dem zweiten anorganischen isolierenden Film (129); und
eine Flüssigkristallschicht (125) über der zweiten durchsichtigen leitfähigen Schicht (123),
wobei die Oxidhalbleiterschicht (109) Indium, Gallium und Zink enthält,
wobei der erste anorganische isolierende Film (114) eine erste Öffnung umfasst,
wobei der zweite anorganische isolierende Film (129) eine zweite Öffnung umfasst,
wobei die zweite durchsichtige leitfähige Schicht (123) einen ersten Bereich umfasst, der in Kontakt mit einer von der Source-Elektrodenschicht und der Drain-Elektrodenschicht in der zweiten Öffnung ist,
wobei der zweite anorganische isolierende Film (129) einen zweiten Bereich umfasst, der in Kontakt mit der einen der Source-Elektrodenschicht und der Drain-Elektrodenschicht in der ersten Öffnung ist,
wobei der zweite Bereich außerhalb des ersten Bereichs ist, und
wobei der organische isolierende Film (117) einen dritten Bereich umfasst, der nicht mit dem zweiten anorganischen isolierenden Film (129) überlappt.

4. Anzeigevorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei der zweite anorganische isolierende Film (129) und die Oxidhalbleiterschicht (109) nicht miteinander überlappen.

5. Anzeigevorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei Kantenabschnitte der Oxidhalbleiterschicht (109) in Kontakt mit der Source-Elektrodenschicht (111a) und der Drain-Elektrodenschicht (111 b) sind.

6. Anzeigevorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei der erste anorganische isolierende Film (114) eine mehrschichtige Struktur umfasst.

7. Anzeigevorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei der erste anorganische isolierende Film (114) Silizium und Stickstoff enthält, und wobei der zweite anorganische isolierende Film (129) Silizium und Stickstoff enthält.

8. Anzeigevorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei der organische isolierende Film (117) ein organisches Harz umfasst.

9. Anzeigevorrichtung nach Anspruch 3, wobei die Gate-Elektrode (105) unterhalb der Oxidhalbleiterschicht (109) angeordnet ist.

Es folgen 8 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

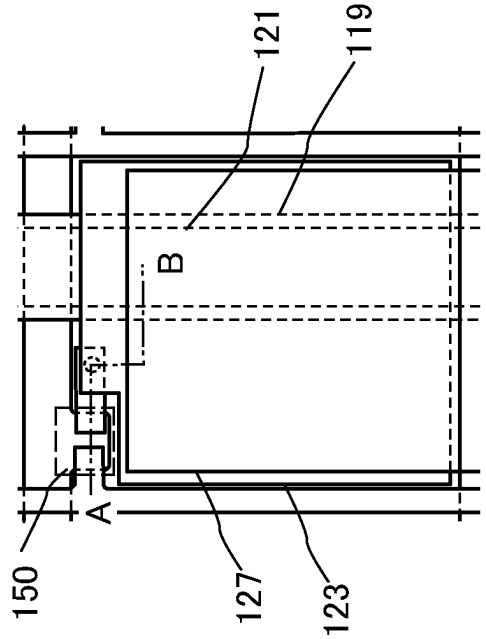


FIG. 1A

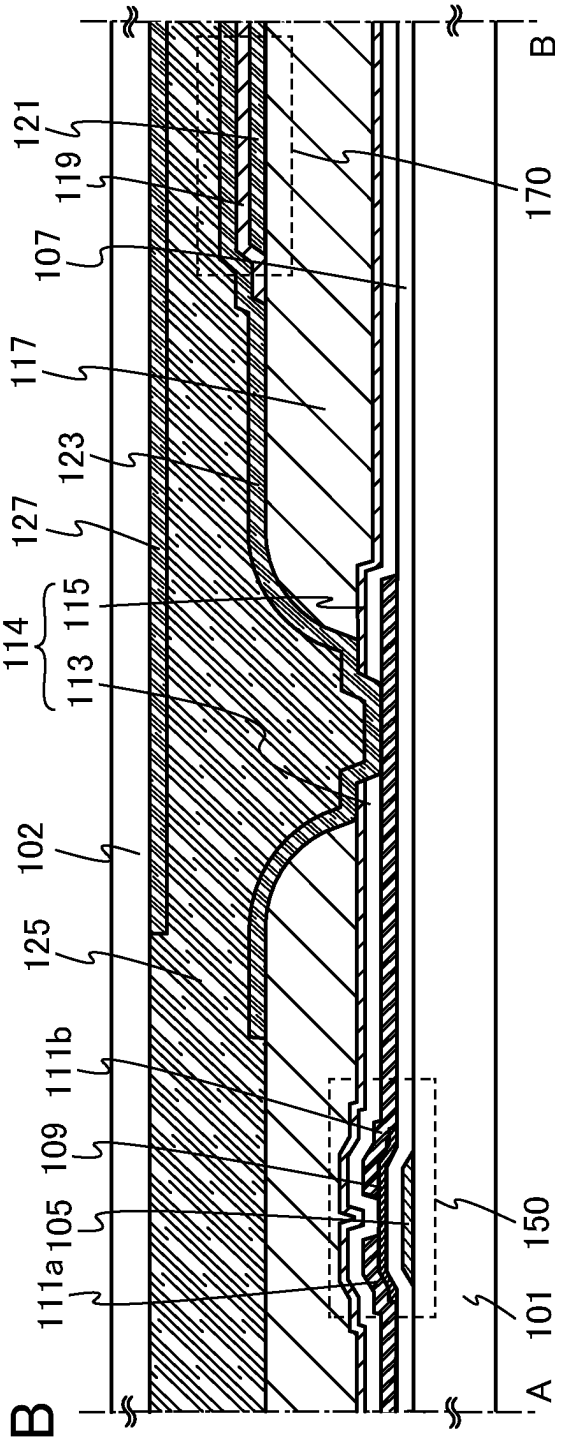


FIG. 1B

FIG. 2A

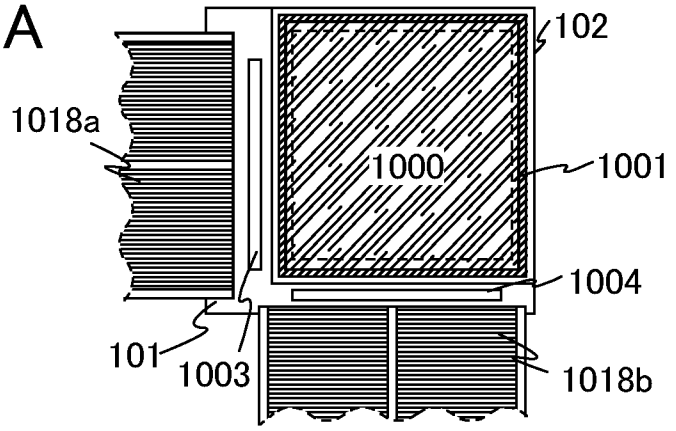


FIG. 2B

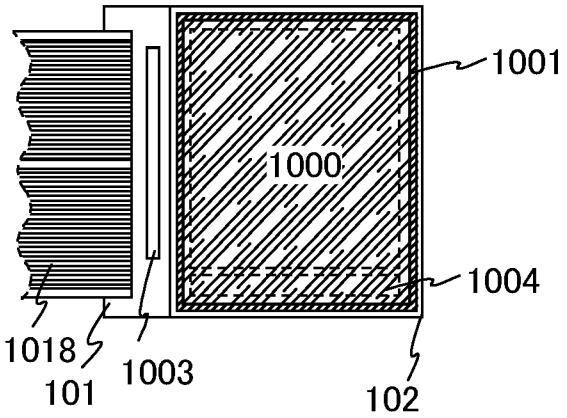


FIG. 2C

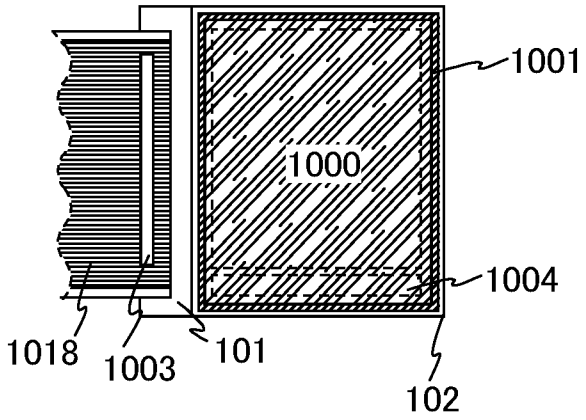


FIG. 3

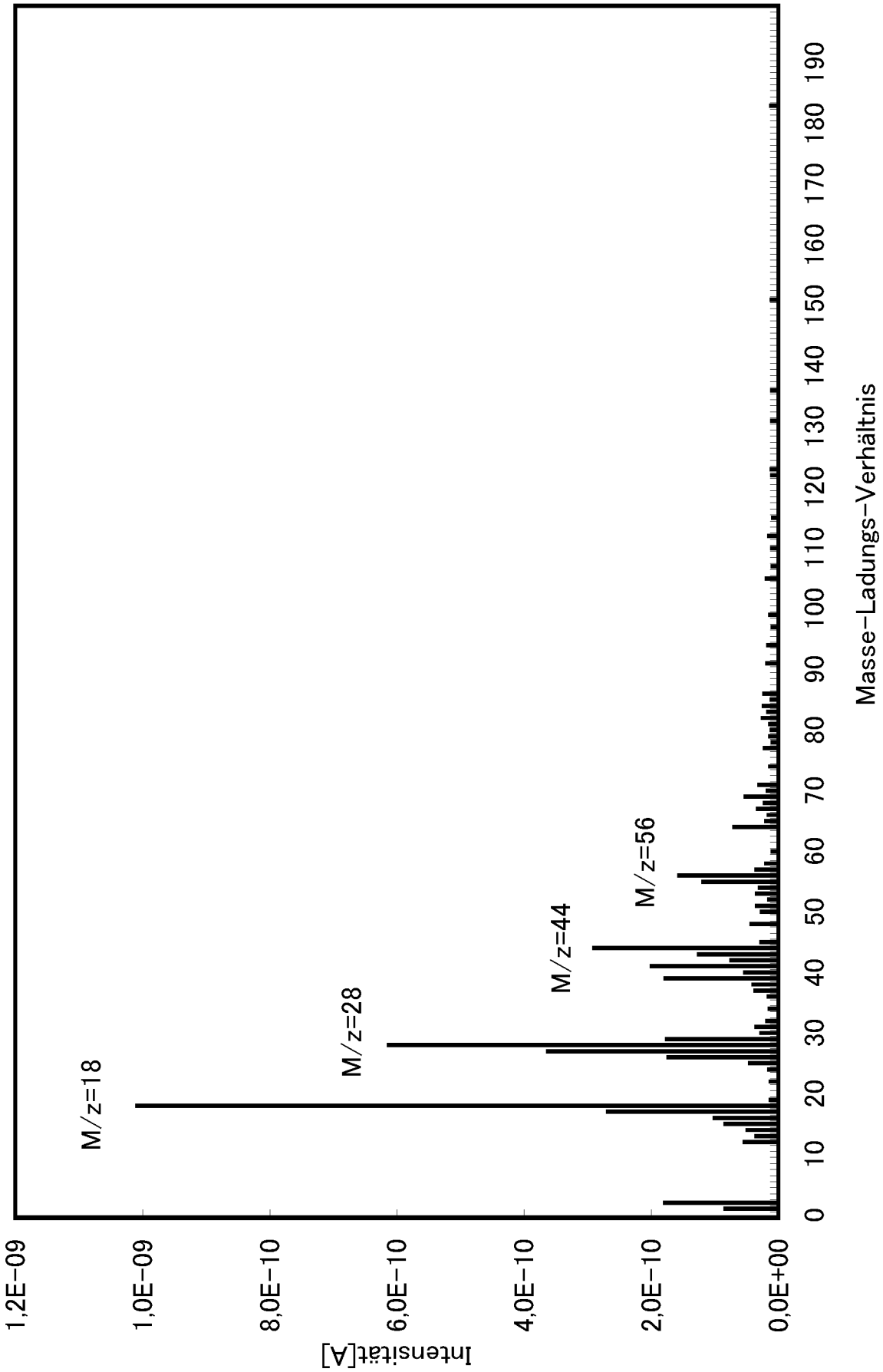

M/z=18
M/z=28
M/z=44
M/z=56
1,2E−09
1,0E−09
8,0E−10
6,0E−10
4,0E−10
2,0E−10
0,0E+00
Intensität[A]
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
110
120
130
140
150
160
170
180
190
Masse−Ladungs−Verhältnis

FIG. 4

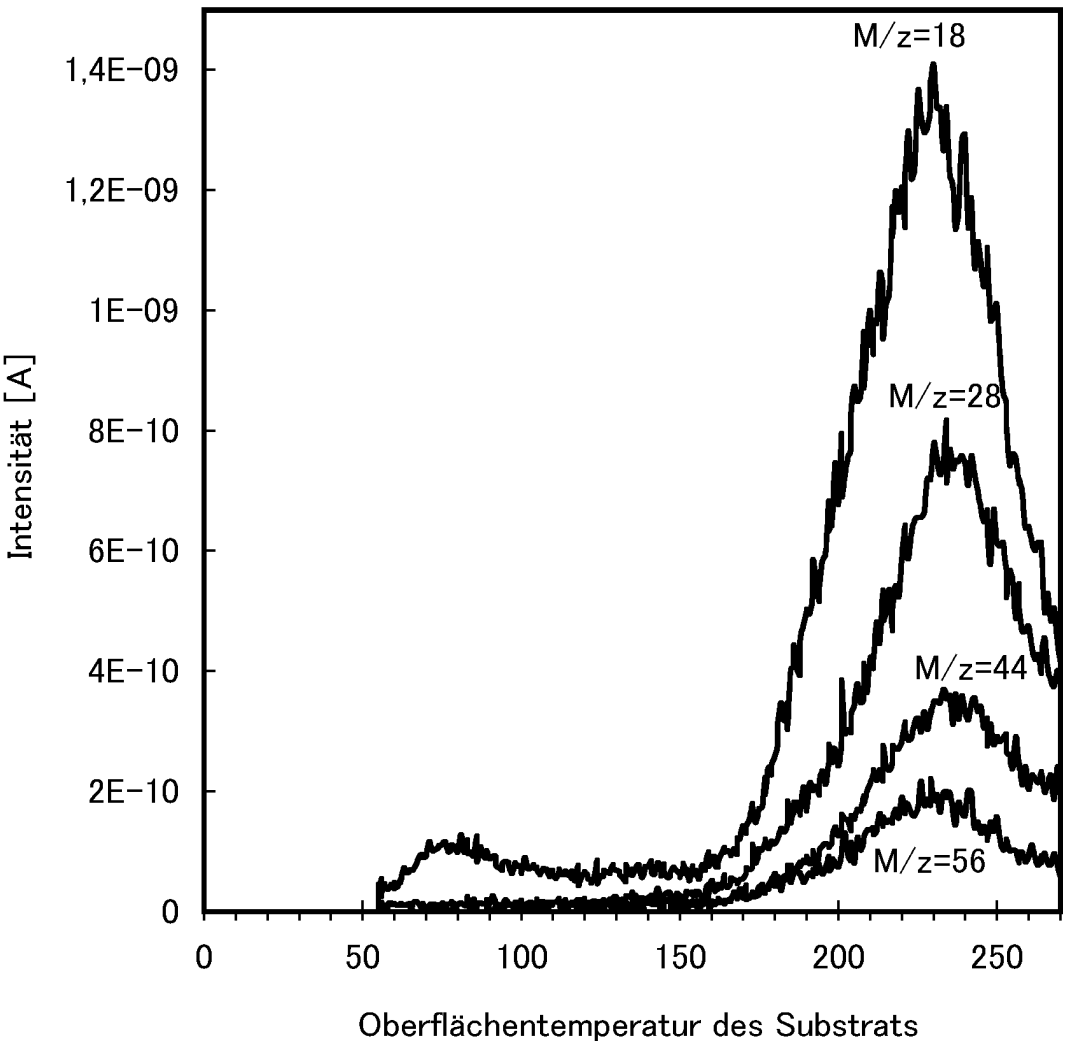

M/z=18
M/z=28
M/z=44
M/z=56
1,4E-09
1,2E-09
1E-09
8E-10
6E-10
4E-10
2E-10
0
Intensität [A]
0
50
100
150
200
250
Oberflächentemperatur des Substrats

FIG. 5A

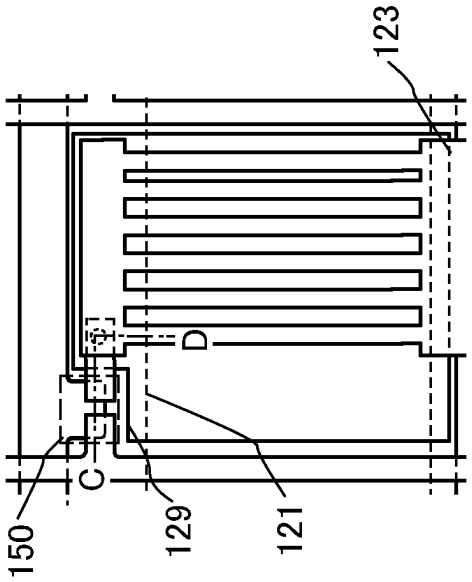

123
C
D
150
129
121

FIG. 5B

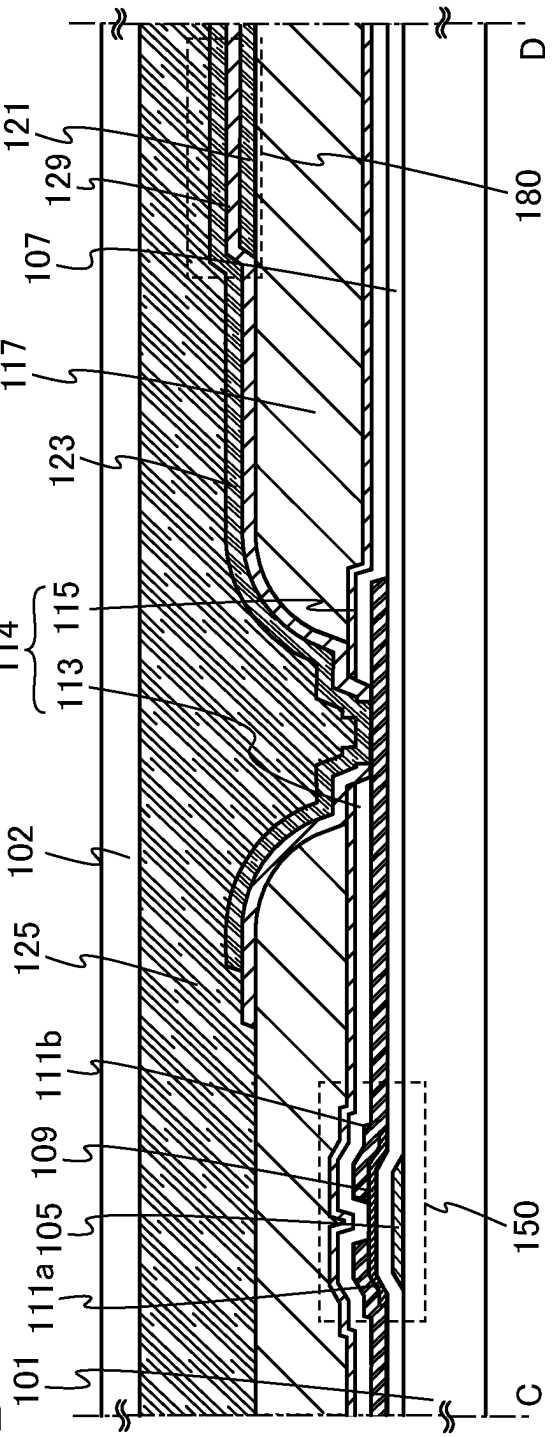

D
121
129
180
107
117
123
115
114
113
102
125
111b
109
105
150
111a
101
C

FIG. 6A

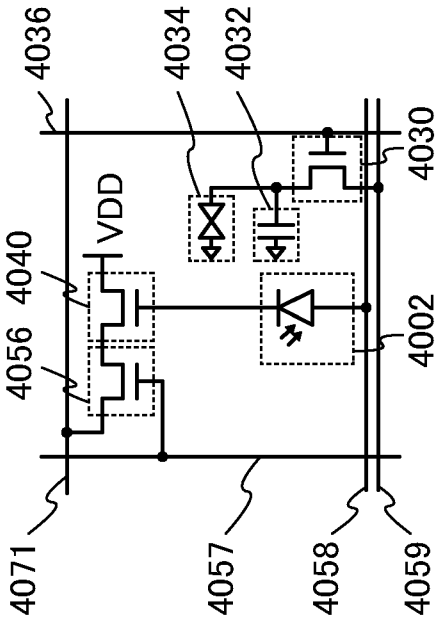

4036
4034
4032
4030
VDD
4040
4056
4002
4071
4057
4058
4059

FIG. 6B

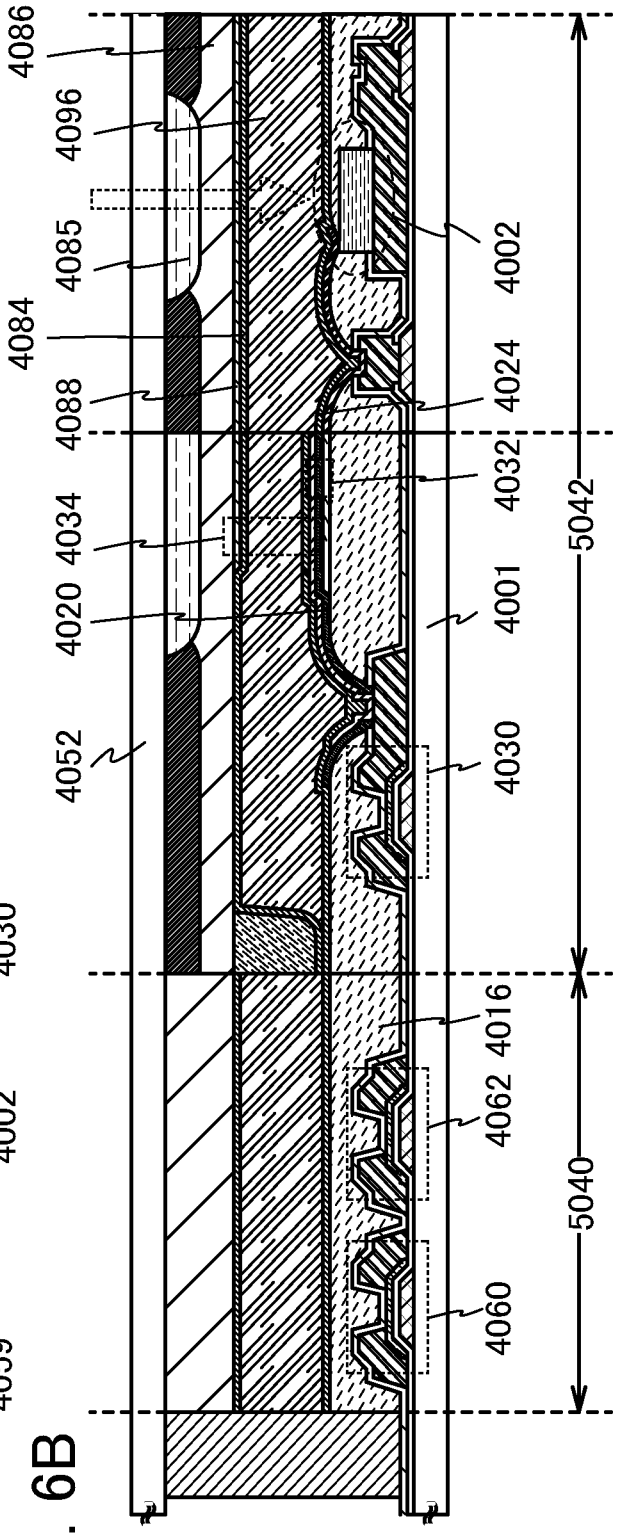

4086
4096
4085
4084
4088
4034
4020
4052
4002
4024
4032
4001
4030
5042
4016
4062
4060
5040

FIG. 7A

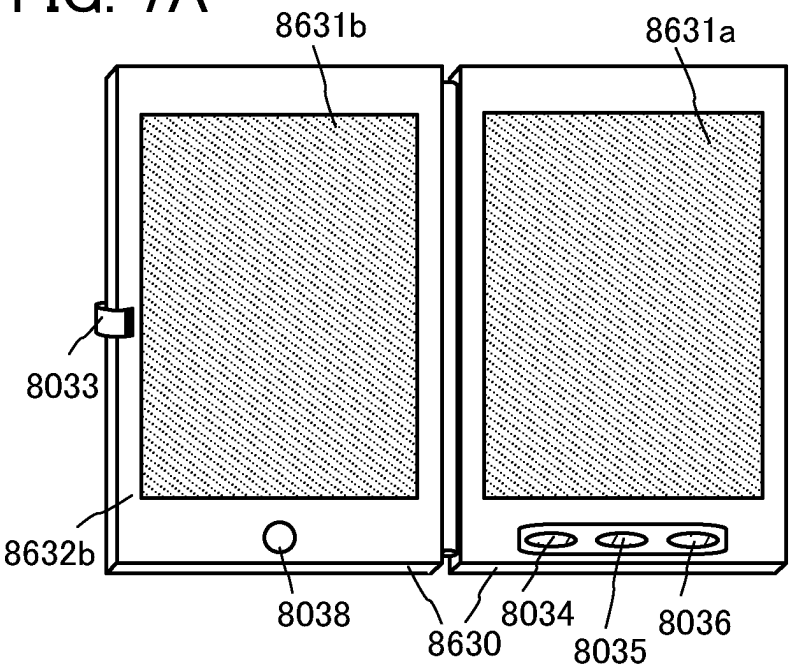


FIG. 7B

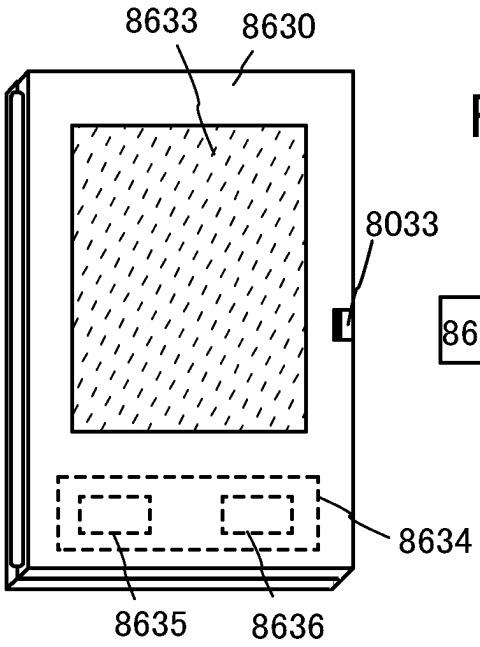


FIG. 7C

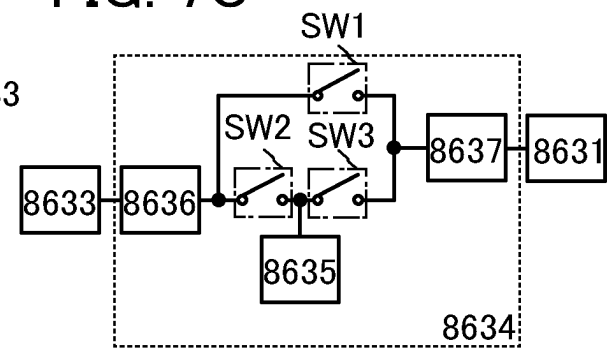


FIG. 8A

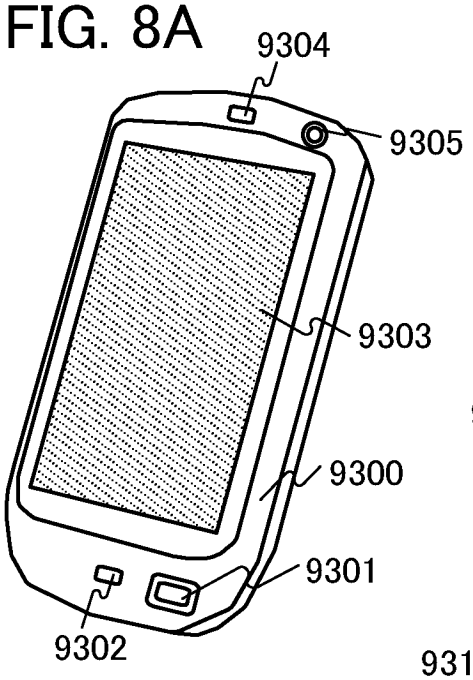


FIG. 8B

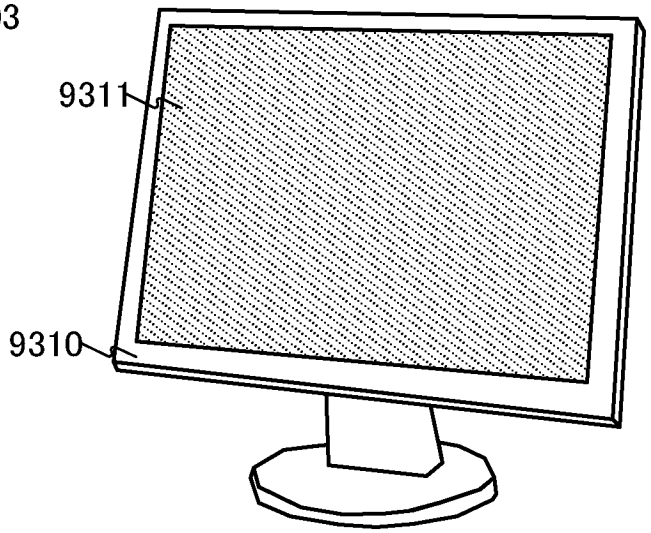


FIG. 8C

