



(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: 10 2014 019 999.1

(51) Int Cl.: G02F 1/1343 (2006.01)

(22) Anmelddatag: 26.08.2014

G02F 1/1362 (2006.01)

(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 29.09.2022

H01L 29/78 (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:

2013-177345 28.08.2013 JP
2014-047301 11.03.2014 JP

(62) Teilung aus:

10 2014 216 938.0

(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:

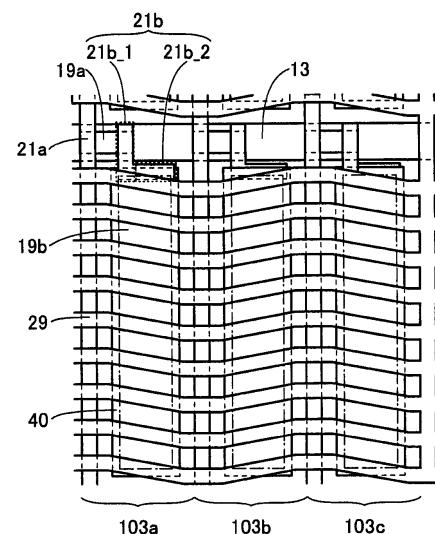
Hatsumi, Ryo, Atsugi-shi, Kanagawa-ken, JP;
Kubota, Daisuke, Atsugi-shi, Kanagawa-ken, JP;
Miyake, Hiroyuki, Atsugi-shi, Kanagawa-ken, JP

(56) Ermittelter Stand der Technik:
siehe Folgeseiten

(54) Bezeichnung: Anzeigevorrichtung

(57) Hauptanspruch: Flüssigkristallanzeigevorrichtung, umfassend:
ein erstes Pixel (103a), wobei das erste Pixel umfasst:
einen ersten Halbleiterfilm (19a), der sich mit einer Abtastleitung (13) überlappt, wobei ein erster Isolierfilm (15, 17) dazwischenliegt;
eine Pixelelektrode (19b), die einen Bereich über und in Kontakt mit dem ersten Isolierfilm (15, 17) umfasst;
einen leitenden Film (21), der elektrisch mit dem ersten Halbleiterfilm (19a) verbunden ist; und
eine erste Signalleitung (21a), die elektrisch mit dem ersten Halbleiterfilm (19a) verbunden ist,
wobei der erste Halbleiterfilm (19a) einen Kanalbildungsbereich eines ersten Transistors (102) umfasst;
ein zweites Pixel (103b), das dem ersten Pixel (103a) benachbart ist, wobei das zweite Pixel (103b) umfasst:
einen zweiten Halbleiterfilm, der sich mit der Abtastleitung (13) überlappt, wobei der erste Isolierfilm (15, 17) dazwischenliegt; und
eine zweite Signalleitung, die elektrisch mit dem zweiten Halbleiterfilm verbunden ist;
einen zweiten Isolierfilm (27) über dem leitenden Film (21), der ersten Signalleitung (21a) und der zweiten Signalleitung; und
eine gemeinsame Elektrode (29), die eine Öffnung und einen Bereich über und in Kontakt mit dem zweiten Isolierfilm (27) umfasst,
wobei die gemeinsame Elektrode (29) einen Bereich umfasst, der sich mit der Pixelelektrode (19b) überlappt, wobei die Öffnung einen ersten Bereich umfasst, der sich in eine erste Richtung erstreckt, und einen zweiten Bereich

umfasst, der mit dem ersten Bereich verbunden ist und sich in eine zweite Richtung erstreckt, die sich in einer Draufsicht mit der ersten Richtung in einem Bereich zwischen der ersten Signalleitung und der zweiten Signalleitung schneidet,
wobei ein gesamter Bereich des ersten Halbleiterfilms (19a) und ein gesamter Bereich des zweiten Halbleiterfilms mit der Abtastleitung (13) überlappen,
wobei der leitende Film (21) einen zweiten Bereich (21b_2) über und in Kontakt mit der Pixelelektrode (19b), und einen ersten ...



(19)



Deutsches
Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2014 019 999 B3** 2022.09.29

(56) Ermittelter Stand der Technik:

US	2009 / 0 244 468	A1
US	2011 / 0 109 861	A1
US	2011 / 0 216 280	A1

Beschreibung

Hintergrund der Erfindung

1. Gebiet der Erfindung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen Gegenstand. Im Besonderen betrifft eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung eine Halbleitervorrichtung, eine Anzeigevorrichtung, eine lichtemittierende Vorrichtung.

2. Beschreibung des Standes der Technik

[0002] In den letzten Jahren werden Flüssigkristalle für verschiedene Vorrichtungen verwendet; im Besonderen wird eine Flüssigkristallanzeigevorrichtung (Flüssigkristallanzeige) mit Eigenschaften von Dünneheit und Leichtigkeit für eine breite Palette von Displays verwendet.

[0003] Als Verfahren zum Anlegen eines elektrischen Feldes an ein Flüssigkristallmolekül, das in einer Flüssigkristallanzeigevorrichtung enthalten ist, können ein Modus mit vertikalem elektrischem Feld und ein Modus mit horizontalem elektrischem Feld angegeben werden. Als Modus mit horizontalem elektrischem Feld eines Flüssigkristallanzeigefeldes gibt es einen In-Plane-Switching- (IPS-) Modus, bei dem eine Pixel-Elektrode und eine gemeinsame Elektrode auf dem gleichen isolierenden Film ausgebildet sind, und einen Streufeldschaltungs- (fringe field switching, FFS-) Modus, bei dem eine Pixel-Elektrode und eine gemeinsame Elektrode einander überlappen, wobei ein isolierender Film dazwischen angeordnet ist.

[0004] Eine Flüssigkristallanzeigevorrichtung im FFS-Modus weist einen schlitzförmigen Öffnungsabschnitt in einer Pixel-Elektrode auf, und die Ausrichtung von Flüssigkristallmolekülen wird gesteuert, indem ein elektrisches Feld, das zwischen der Pixel-Elektrode und einer gemeinsamen Elektrode in dem Öffnungsabschnitt erzeugt wird, an die Flüssigkristallmoleküle angelegt wird.

[0005] Die Flüssigkristallanzeigevorrichtung im FFS-Modus weist ein hohes Öffnungsverhältnis, einen großen Betrachtungswinkel und eine Wirkung zur Verbesserung eines Bildkontrasts auf und wird neuerdings weithin verwendet (siehe Patentdokument 1).

[Referenz]

[Patentdokument]

[0006] Patentdokument 1: Japanische Patentoffenlegungsschrift Nr. 2000-89255

[0007] US 2011/0109861 A1 stellt eine Flüssigkristallanzeigevorrichtung mit Streifenfeldumschaltung und ein Verfahren zur Herstellung derselben bereit. Das Dokument ist auch auf eine FFS-Modus-LCD und ein Verfahren zur Herstellung desselben gerichtet, die in der Lage sind, ein Öffnungsverhältnis zu erhöhen, das Austreten von Licht zu verhindern und eine interne Reflexion zu erhalten.

[0008] US 2011/0216280 A1 stellt eine Flüssigkristall-Anzeigevorrichtung bereit. Ein Flüssigkristall-Anzeigefeld eines Beispiels verwendet eine Form (Verteilung) für eine Vielzahl von Schlitten, die in den Bereichen vorgesehen sind, in denen sich eine gemeinsame Elektrode und Pixelelektroden überlappen. In den Abbildungen erstreckt sich jeder Schlitz über zwei oder mehr Pixelelektroden. Die Streifenstruktur der gemeinsamen Elektrode, die in der Flüssigkristallanzeige des Beispiels vorgesehen ist, ist als eine Inter-Pixel-Streifenstruktur definiert.

[0009] US 2009/0244468 A1 befasst sich mit einer Flüssigkristall-Anzeigevorrichtung. Jede Halbleiterschicht hat einen Source-Bereich und einen Drain-Bereich. Der Sourcebereich ist mit einer Sourceelektrode verbunden, die von einer Datenleitung abzweigt, und der Drainbereich ist mit einer Drainelektrode verbunden, die von einer Kondensatorelektrode abzweigt. Die Halbleiterschicht, die Source-Elektrode und die Drain-Elektrode definieren ein TFT-Element. Eine Abtastleitung ist so angeordnet, dass sie dem Kanal der Halbleiterschicht gegenüberliegt und als Gate-Elektrode des TFT-Elements dient.

Zusammenfassung der Erfindung

[0010] Die Erfindung stellt Flüssigkristallanzeigevorrichtungen gemäß Anspruch 1, Anspruch 3 und Anspruch 5 bereit.

[0011] Eine Aufgabe einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist, eine Anzeigevorrichtung, bei der eine Leitungsverzögerung aufgrund einer parasitären Kapazität verringert wird, bereitzustellen. Eine weitere Aufgabe einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist, eine Anzeigevorrichtung mit geringem Lichtaustritt und ausgezeichnetem Kontrast bereitzustellen. Eine weitere Aufgabe einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist, eine Anzeigevorrichtung, die ein hohes Öffnungsverhältnis aufweist und einen Kondensator mit hoher Kapazität beinhaltet, bereitzustellen. Eine weitere Aufgabe einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist, eine Anzeigevorrichtung mit verringerter Leistungsverbrauch bereitzustellen. Eine weitere Aufgabe einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist, eine Anzeigevorrichtung, die einen Transistor mit ausgezeichneten elektrischen Eigenschaften beinhaltet, bereitzustellen. Eine weitere Aufgabe einer Ausführungsform der vorliegen-

den Erfindung ist, eine neuartige Anzeigevorrichtung bereitzustellen.

[0012] Es sei angemerkt, dass die Beschreibungen dieser Aufgaben dem Vorhandensein weiterer Aufgaben nicht im Wege stehen. Bei einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist es unnötig, alle Aufgaben zu erfüllen. Weitere Aufgaben werden ersichtlich aus der Erläuterung der Beschreibung, der Zeichnungen, der Patentansprüche und dergleichen und können davon abgeleitet werden.

[0013] Eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist eine Anzeigevorrichtung, die beinhaltet: einen Transistor über einer isolierenden Oberfläche; eine Pixel-Elektrode, die mit dem Transistor verbunden ist; eine Signalleitung, die mit dem Transistor verbunden ist; eine Abtastleitung, die mit dem Transistor verbunden ist und die Signalleitung schneidet; und eine gemeinsame Elektrode, die über der Pixel-Elektrode und der Signalleitung angeordnet ist, wobei ein isolierender Film dazwischen angeordnet ist. Die gemeinsame Elektrode weist Streifenbereiche auf, die sich in eine die Signalleitung schneidende Richtung erstrecken.

[0014] Der Transistor beinhaltet eine Gate-Elektrode, die elektrisch mit der Abtastleitung verbunden ist, einen Halbleiterfilm, der die Gate-Elektrode überlappt, einen Gate-Isolierfilm zwischen der Gate-Elektrode und dem Halbleiterfilm, einen ersten leitenden Film, der elektrisch mit der Signalleitung und dem Halbleiterfilm verbunden ist, und einen zweiten leitenden Film, der elektrisch mit der Pixel-Elektrode und dem Halbleiterfilm verbunden ist. Der zweite leitende Film weist einen Bereich parallel zu der Abtastleitung und den Streifenbereichen der gemeinsamen Elektrode auf.

[0015] Eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist eine Anzeigevorrichtung, die über einer isolierenden Oberfläche eine Signalleitung, eine Abtastleitung, einen Transistor, eine Pixel-Elektrode, eine gemeinsame Elektrode und einen Kondensator beinhaltet. Der Transistor beinhaltet eine Gate-Elektrode, die elektrisch mit der Abtastleitung verbunden ist, einen Halbleiterfilm, der die Gate-Elektrode überlappt, einen Gate-Isolierfilm zwischen der Gate-Elektrode und dem Halbleiterfilm, einen ersten leitenden Film, der elektrisch mit der Signalleitung und dem Halbleiterfilm verbunden ist, und einen zweiten leitenden Film, der elektrisch mit der Pixel-Elektrode und dem Halbleiterfilm verbunden ist. Der Kondensator beinhaltet die Pixel-Elektrode, die gemeinsame Elektrode und einen isolierenden Nitridfilm, der zwischen der Pixel-Elektrode und der gemeinsamen Elektrode angeordnet ist. Die gemeinsame Elektrode weist Streifenbereiche auf, die sich in eine die Signalleitung schneidende Richtung erstrecken.

[0016] Der zweite leitende Film weist einen Bereich parallel zu der Abtastleitung und den Streifenbereichen der gemeinsamen Elektrode auf.

[0017] Jeder der Streifenbereiche der gemeinsamen Elektrode kann sich quer über eine Vielzahl von Pixel-Elektroden, die parallel zu der Abtastleitung angeordnet sind, erstrecken.

[0018] Ein Winkel, in dem sich die gemeinsame Elektrode und die Signalleitung schneiden, ist vorzugsweise größer als oder gleich 70° und kleiner als oder gleich 110° .

[0019] Die Pixel-Elektroden sind in einer Matrix angeordnet. Die gemeinsame Elektrode weist einen Bereich auf, der die Abtastleitung schneidet und mit den Streifenbereichen verbunden ist. Der Halbleiterfilm und die Pixel-Elektrode stehen in Kontakt mit dem Gate-Isolierfilm.

[0020] Der Halbleiterfilm und die Pixel-Elektrode enthalten jeweils ein In-Ga-Oxid, ein In-Zn-Oxide oder ein In-M-Zn-Oxid (M stellt Al, Ga, Y, Zr, La, Ce oder Nd dar).

[0021] Der Halbleiterfilm und die Pixel-Elektrode haben jeweils eine mehrschichtige Struktur, die einen ersten Film und einen zweiten Film umfasst. Ein Atomverhältnis von Metallelementen des ersten Films unterscheidet sich von demjenigen des zweiten Films.

[0022] Einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung entsprechend kann eine Anzeigevorrichtung, bei der eine Leitungsverzögerung aufgrund einer parasitären Kapazität verringert wird, bereitgestellt werden. Eine Anzeigevorrichtung mit geringem Lichtaustritt und ausgezeichnetem Kontrast kann bereitgestellt werden. Eine Anzeigevorrichtung, die ein hohes Öffnungsverhältnis aufweist und einen Kondensator mit hoher Kapazität beinhaltet, kann bereitgestellt werden. Eine Anzeigevorrichtung mit verringertem Leistungsverbrauch kann bereitgestellt werden. Eine Anzeigevorrichtung, die einen Transistor mit ausgezeichneten elektrischen Eigenschaften beinhaltet, kann bereitgestellt werden. Eine Anzeigevorrichtung, die ein hohes Öffnungsverhältnis und einen großen Betrachtungswinkel aufweist, kann in weniger Schritten hergestellt werden.

Figurenliste

[0023] In den begleitenden Zeichnungen gilt:

Fig. 1A und **Fig. 1B** sind eine Querschnittsansicht und eine Draufsicht, welche eine Ausführungsform einer Anzeigevorrichtung darstellen;

Fig. 2A bis **Fig. 2D** sind Draufsichten, die Ausführungsformen einer Anzeigevorrichtung darstellen;

Fig. 3A und **Fig. 3B** sind ein Blockschema und ein Schaltplan, welche eine Ausführungsform einer Anzeigevorrichtung darstellen;

Fig. 4 ist eine Draufsicht, die eine Ausführungsform einer Anzeigevorrichtung darstellt;

Fig. 5 ist eine Querschnittsansicht, die eine Ausführungsform eines Transistors darstellt;

Fig. 6A bis **Fig. 6D** sind Querschnittsansichten, die eine Ausführungsform eines Verfahrens zum Herstellen eines Transistors darstellen;

Fig. 7A bis **Fig. 7D** sind Querschnittsansichten, die eine Ausführungsform eines Verfahrens zum Herstellen eines Transistors darstellen;

Fig. 8A bis **Fig. 8C** sind Querschnittsansichten, die eine Ausführungsform eines Verfahrens zum Herstellen eines Transistors darstellen;

Fig. 9A und **Fig. 9B** sind eine Draufsicht und eine Querschnittsansicht, welche eine Ausführungsform einer Anzeigevorrichtung darstellen;

Fig. 10 ist eine Draufsicht, die eine erfindungsgemäße Ausführungsform einer Anzeigevorrichtung darstellt;

Fig. 11 ist eine Draufsicht, die eine Ausführungsform einer Anzeigevorrichtung darstellt;

Fig. 12 ist eine Querschnittsansicht, die eine Ausführungsform eines Transistors darstellt;

Fig. 13A bis **Fig. 13C** sind Querschnittsansichten, die eine Ausführungsform eines Verfahrens zum Herstellen eines Transistors darstellen;

Fig. 14A und **Fig. 14B** sind Querschnittsansichten, die jeweils eine Ausführungsform eines Transistors darstellen;

Fig. 15 stellt ein Anzeigemodul dar;

Fig. 16Abis Fig. 16D sind jeweils eine Außenansicht eines elektronischen Geräts einer Ausführungsform;

Fig. 17A bis **Fig. 17D** sind Draufsichten einer Probe 1 und einer Probe 2 und Diagramme, welche die Verteilung ihrer Lichtdurchlässigkeit zeigen;

Fig. 18A bis **Fig. 18D** sind Draufsichten einer Probe 3 und einer Probe 4 und Diagramme, welche die Verteilung ihrer Lichtdurchlässigkeit zeigen;

Fig. 19 ist eine Draufsicht, die eine Ausführungsform einer Anzeigevorrichtung darstellt;

Fig. 20 ist eine Querschnittsansicht, die eine Ausführungsform eines Transistors darstellt;

Fig. 21 ist eine Querschnittsansicht, die eine Ausführungsform eines Transistors darstellt;

Fig. 22 ist eine Querschnittsansicht, die eine Ausführungsform eines Transistors darstellt;

Fig. 23 ist eine Querschnittsansicht, die eine Ausführungsform eines Transistors darstellt;

Fig. 24 ist eine Draufsicht, die eine Ausführungsform einer Anzeigevorrichtung darstellt;

Fig. 25 ist eine Draufsicht, die eine Ausführungsform einer Anzeigevorrichtung darstellt; und

Fig. 26 ist ein Graph, der eine Temperaturabhängigkeit der Leitfähigkeit zeigt.

Detaillierte Beschreibung der Erfindung

[0024] Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung werden nachstehend unter Bezugnahme auf die Zeichnungen detailliert beschrieben. Es sei angemerkt, dass die vorliegende Erfindung nicht auf die folgende Beschreibung beschränkt ist, und für den Fachmann ist leicht verständlich, dass die Modi und Details auf verschiedene Weisen verändert werden können, ohne vom Gedanken und Schutzbereich der vorliegenden Erfindung abzuweichen. Dementsprechend soll die vorliegende Erfindung nicht als durch die Beschreibung der nachstehenden Ausführungsformen und Beispielen beschränkt angesehen werden. Zusätzlich werden bei den nachstehenden Ausführungsformen und Beispielen gleiche Teile oder Teile mit ähnlichen Funktionen in unterschiedlichen Zeichnungen mit gleichen Bezugszeichen oder gleichen Schraffurmustern bezeichnet, und ihre Beschreibung wird nicht wiederholt.

[0025] Es sei angemerkt, dass in jeder Zeichnung in dieser Beschreibung die Größe, die Dicke eines Films oder der Bereich jeder Komponente in einigen Fällen der Klarheit wegen übertrieben ist. Deshalb sind Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung nicht auf ein solches Größenverhältnis beschränkt.

[0026] Ferner werden Begriffe, wie z. B. „erstes“, „zweites“ und „drittes“, in dieser Beschreibung verwendet, um eine Verwechslung von Komponenten zu vermeiden, und die Begriffe drücken keine numerische Beschränkung für die Komponenten aus. Daher kann beispielsweise der Begriff „erstes“, soweit erforderlich, durch den Begriff „zweites“, „drittes“ oder dergleichen ersetzt werden.

[0027] Wenn beispielsweise die Stromflussrichtung im Schaltungsbetrieb geändert wird, werden Funktionen einer „Source (-Elektrode)“ und einer „Drain (-Elektrode)“ manchmal miteinander vertauscht. Deshalb können die Begriffe „Source (-Elektrode)“ und „Drain (-Elektrode)“ in dieser Beschreibung ver-

wendet werden, um die Drain (-Elektrode) bzw. die Source (-Elektrode) zu bezeichnen.

[0028] Es sei angemerkt, dass eine Spannung einen Unterschied zwischen Potentialen von zwei Punkten bezeichnet und dass ein Potential eine elektrostatische Energie (elektrische potentielle Energie) pro Ladungseinheit (unit charge) an einem gegebenen Punkt in einem elektrostatischen Feld bezeichnet. Es sei angemerkt, dass im Allgemeinen ein Unterschied zwischen einem Potential eines Punktes und einem Bezugspotential (z. B. einem Erdpotential) einfach ein Potential oder eine Spannung genannt wird und dass ein Potential und eine Spannung in vielen Fällen als Synonyme verwendet werden. Deshalb kann, sofern nicht anders festgelegt, in dieser Beschreibung ein Potential auch zu einer Spannung umbenannt werden und eine Spannung kann auch zu einem Potential umbenannt werden.

[0029] Es sei angemerkt, dass der Begriff „elektrisch verbunden“ in dieser Beschreibung und dergleichen den Fall umfasst, in dem Komponenten über ein „Objekt mit einer elektrischen Funktion“ verbunden sind. Es gibt keine besondere Beschränkung hinsichtlich eines „Objekts mit einer elektrischen Funktion“, solange zwischen Komponenten, die über das Objekt verbunden sind, elektrische Signale gesendet und empfangen werden können. Beispiele für ein „Objekt mit einer elektrischen Funktion“ sind ein Schaltelement, wie z. B. ein Transistor, ein Widerstand, eine Spule, ein Kondensator und Elemente mit verschiedenen Funktionen, wie eine Elektrode und eine Leitung.

(Ausführungsform 1)

[0030] Bei dieser Ausführungsform wird eine Anzeigevorrichtung, die eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist, unter Bezugnahme auf Zeichnungen beschrieben.

[0031] **Fig. 1A** ist eine Querschnittsansicht einer FFS-Modus-Flüssigkristallanzeigevorrichtung, und **Fig. 1B** ist eine Draufsicht eines Pixels 10 in einem Anzeigeabschnitt, der in der Flüssigkristallanzeigevorrichtung enthalten ist. **Fig. 1A** entspricht einer Querschnittsansicht entlang der Strich-Punkt-Linie A-B in **Fig. 1B**. In **Fig. 1B** sind ein Substrat 1, ein isolierender Film 3, ein isolierender Film 8, ein isolierender Film 60, ein Substrat 61, ein lichtblockierender Film 62, ein Farbfilm 63, ein isolierender Film 64, ein isolierender Film 65 und eine Flüssigkristallschicht 66 weggelassen.

[0032] Wie in **Fig. 1A** und **Fig. 1B** dargestellt, handelt es sich bei der FFS-Modus-Flüssigkristallanzeigevorrichtung um eine Aktivmatrix-Flüssigkristallanzeigevorrichtung, die einen Transistor 102 und eine

Pixel-Elektrode 7 in jedem Pixel 10 beinhaltet, das in dem Anzeigeabschnitt bereitgestellt ist.

[0033] Wie in **Fig. 1A** dargestellt, beinhaltet die Flüssigkristallanzeigevorrichtung den Transistor 102 über dem Substrat 1, die Pixel-Elektrode 7, die mit dem Transistor 102 verbunden ist, den isolierenden Film 8 in Kontakt mit dem Transistor 102 und der Pixel-Elektrode 7, eine gemeinsame Elektrode 9 in Kontakt mit dem isolierenden Film 8 und den isolierenden Film 60, der in Kontakt mit dem isolierenden Film 8 und der gemeinsamen Elektrode 9 steht und als Ausrichtungsfilm dient.

[0034] Zusätzlich sind der lichtblockierende Film 62 und der Farbfilm 63, welche in Kontakt mit dem Substrat 61 stehen, der isolierende Film 64 in Kontakt mit dem Substrat 61, dem lichtblockierenden Film 62 und dem Farbfilm 63 und der isolierende Film 65, der in Kontakt mit dem isolierenden Film 64 steht und als Ausrichtungsfilm dient, bereitgestellt. Die Flüssigkristallschicht 66 ist zwischen dem isolierenden Film 60 und dem isolierenden Film 65 angeordnet. Es sei angemerkt, dass eine polarisierende Platte außerhalb jedes der Substrate 1 und 61 bereitgestellt ist, obwohl nicht dargestellt.

[0035] Der Transistor 102 kann nach Bedarf ein gestaffelter (staggered) Transistor, ein umgekehrt gestaffelter (inverted staggered) Transistor, ein koplanarer Transistor oder dergleichen sein. Im Falle eines umgekehrt gestaffelten Transistors kann eine kanalgeätzte Struktur (channel-etched structure), eine kanalschützende Struktur (channel protective structure) oder dergleichen angemessen zum Einsatz kommen.

[0036] Der Transistor 102 dieser Ausführungsform ist ein umgekehrt gestaffelter Transistor mit einer kanalgeätzten Struktur. Der Transistor 102 beinhaltet einen als Gate-Elektrode dienenden leitenden Film 2 über dem Substrat 1, den als Gate-Isolierfilm dienen isolierenden Film 3 über dem Substrat 1 und dem leitenden Film 2, einen Halbleiterfilm 4, der den leitenden Film 2 überlappt, wobei der isolierende Film 3 dazwischen angeordnet ist, und einen leitenden Film 5 und einen leitenden Film 6, welche beide in Kontakt mit dem Halbleiterfilm 4 stehen. Der leitende Film 2 dient als Abtastleitung sowie als Gate-Elektrode. Mit anderen Worten: die Gate-Elektrode ist ein Teil der Abtastleitung. Der leitende Film 5 dient als Signalleitung. Die leitenden Filme 5 und 6 dienen als Source-Elektrode und Drain-Elektrode. Mit anderen Worten:

die Source-Elektrode oder die Drain-Elektrode ist ein Teil der Signalleitung. Folglich ist der Transistor 102 elektrisch mit der Abtastleitung und der Signalleitung verbunden. Der leitende Film 2 dient hier als Gate-Elektrode und Abtastleitung; die Gate-Elektrode und die Abtastlei-

tung können jedoch getrennt ausgebildet sein. Der leitende Film 5 dient sowohl als Signalleitung als auch als Source-Elektrode oder Drain-Elektrode, aber die Signalleitung und die Source-Elektrode oder die Drain-Elektrode können getrennt ausgebildet sein.

[0037] Bei dem Transistor 102 kann ein Halbleitermaterial, wie z. B. Silizium, Siliziumgermanium oder ein Oxidhalbleiter, angemessen für den Halbleiterfilm 4 verwendet werden. Der Halbleiterfilm 4 kann nach Bedarf eine amorphe Struktur, eine mikrokristalline Struktur, eine polykristalline Struktur, eine einkristalline Struktur oder dergleichen haben.

[0038] Wie in **Fig. 1B** dargestellt, ist die Pixel-Elektrode 7 in dem Pixel 10 rechteckig geformt. Da es sich bei der Anzeigevorrichtung dieser Ausführungsform um eine Aktivmatrix-Flüssigkristallanzeigevorrichtung handelt, sind die Pixel-Elektroden 7 in einer Matrix platziert. Die Pixel-Elektrode 7 und die gemeinsame Elektrode 9 sind jeweils unter Verwendung eines Films mit einer Lichtdurchlässigkeit ausgebildet.

[0039] Die Form der Pixel-Elektrode 7 ist nicht auf eine rechteckige Form beschränkt und kann verschiedene Formen entsprechend der Form des Pixels 10 sein. Es ist bevorzugt, dass bei dem Pixel 10 die Pixel-Elektrode 7 ausgedehnt in einem Bereich ausgebildet ist, der von dem als Abtastleitung dienenden leitenden Film 2 und dem als Signalleitung dienenden leitenden Film 5 umgeben ist. Dementsprechend kann das Öffnungsverhältnis des Pixels 10 erhöht werden.

[0040] Die gemeinsame Elektrode 9 weist eine Vielzahl von Bereichen (ersten Bereichen) auf, die sich in eine den als Signalleitung dienenden leitenden Film 5 schneidende Richtung erstrecken. Das heißt, dass die gemeinsame Elektrode 9 Streifenbereiche (eine Vielzahl von ersten Bereichen) aufweist, die sich in eine den als Signalleitung dienenden leitenden Film 5 schneidende Richtung erstrecken. Die Streifenbereiche sind mit einem Bereich (zweiten Bereich) verbunden, der sich in eine Richtung parallel oder im Wesentlichen parallel zu dem als Signalleitung dienenden leitenden Film 5 erstreckt. Das heißt, dass die gemeinsame Elektrode 9 die Streifenbereiche (die Vielzahl von ersten Bereichen) und den Verbindungsreich (zweiten Bereich), der mit den Streifenbereichen verbunden ist, aufweist.

[0041] Mit anderen Worten: die gemeinsame Elektrode 9 weist die Vielzahl von Bereichen (ersten Bereichen), die sich in eine Richtung parallel oder im Wesentlichen parallel zu dem als Abtastleitung dienenden leitenden Film 2 erstrecken, über der Pixel-Elektrode 7 auf. Das heißt, dass die gemeinsame Elektrode 9 die Streifenbereiche (die Vielzahl

von ersten Bereichen), die sich in eine Richtung parallel oder im Wesentlichen parallel zu dem als Abtastleitung dienenden leitenden Film 2 erstrecken, aufweist. Die Streifenbereiche sind mit dem Bereich (zweiten Bereich) verbunden, der sich in eine den als Abtastleitung dienenden leitenden Film 2 schneidende Richtung erstreckt.

[0042] Ein Winkel, in dem sich eine Richtung, in die sich die Streifenbereiche (die Vielzahl von ersten Bereichen) der gemeinsamen Elektrode 9 erstrecken, und eine Richtung, in die sich der als Signalleitung dienende leitende Film 5 erstreckt, schneiden, ist vorzugsweise größer als oder gleich 70° und kleiner als oder gleich 110°. Wenn sich die zwei Richtungen in dem Winkel im obigen Bereich schneiden, kann ein Lichtaustritt verringert werden. Da die gemeinsame Elektrode 9 die Streifenbereiche (die Vielzahl von ersten Bereichen) aufweist, statt über der ganzen Oberfläche des Substrats 1 ausgebildet zu sein, kann ferner eine parasitäre Kapazität, die zwischen der gemeinsamen Elektrode 9 und dem als Abtastleitung dienenden leitenden Film 2 und zwischen der gemeinsamen Elektrode 9 und dem als Signalleitung dienenden leitenden Film 5 erzeugt wird, verringert werden.

[0043] Die Streifenbereiche (die Vielzahl von ersten Bereichen) der gemeinsamen Elektrode 9 können jeweils eine lineare Form haben. Alternativ können die Streifenbereiche (die Vielzahl von ersten Bereichen) der gemeinsamen Elektrode 9 jeweils zickzackförmig oder wellenförmig sein. In dem Fall, in dem die Streifenbereiche (die Vielzahl von ersten Bereichen) der gemeinsamen Elektrode 9 jeweils zickzackförmig oder wellenförmig sind, wird eine Mehrdomänenausrichtung (multi-domain alignment) von Flüssigkristallmolekülen erzielt, und folglich kann der Betrachtungswinkel verbessert werden.

[0044] Dank der Streifenform der gemeinsamen Elektrode 9 wird ein parabolisches elektrisches Feld, wie durch gestrichelte Pfeile in **Fig. 1A** dargestellt, zwischen der Pixel-Elektrode 7 und der gemeinsamen Elektrode 9 erzeugt, wenn eine Spannung an die Pixel-Elektrode 7 angelegt wird. Infolgedessen können Flüssigkristallmoleküle, die in der Flüssigkristallschicht 66 enthalten sind, ausgerichtet werden.

[0045] In einem Bereich, in dem die Pixel-Elektrode 7 und die gemeinsame Elektrode 9 einander überlappen, bilden die Pixel-Elektrode 7, der isolierende Film 8 und die gemeinsame Elektrode 9 einen Kondensator. Da die Pixel-Elektrode 7 und die gemeinsame Elektrode 9 jeweils unter Verwendung eines Films mit einer Lichtdurchlässigkeit ausgebildet sind, können das Öffnungsverhältnis und die Kapazität des Kondensators erhöht werden. Außerdem kann dann, wenn der isolierende Film 8, der zwischen

der Pixel-Elektrode 7 und der gemeinsamen Elektrode 9 angeordnet ist, unter Verwendung eines Materials mit einer hohen Dielektrizitätskonstante ausgebildet ist, eine große Menge von Ladungen in dem Kondensator akkumuliert werden. Als Material mit einer hohen Dielektrizitätskonstante kann Siliziumnitrid, Aluminiumoxid, Galliumoxid, Yttriumoxid, Hafniumoxid, Hafniumsilikat (HfSiO_x), Hafniumsilikat, dem Stickstoff zugesetzt ist ($\text{HfSi}_x\text{O}_y\text{N}_z$), Hafniumaluminat, dem Stickstoff zugesetzt ist ($\text{HfAl}_x\text{O}_y\text{N}_z$), oder dergleichen genannt werden.

[0046] Der lichtblockierende Film 62 dient als Schwarzmatrix. Der Farbfilm 63 dient als Farbfilter. In dem Fall, in dem die Flüssigkristallanzeigevorrichtung beispielsweise eine monochrome Anzeigevorrichtung ist, ist der Farbfilm 63 nicht notwendigerweise bereitgestellt.

[0047] Der Farbfilm 63 ist ein Farbfilm, der Licht in einem spezifischen Wellenlängenbereich durchlässt. Beispielsweise kann ein roter (R) Film, der Licht in einem roten Wellenlängenbereich durchlässt, ein grüner (G) Film, der Licht in einem grünen Wellenlängenbereich durchlässt, ein blauer (B) Film, der Licht in einem blauen Wellenlängenbereich durchlässt, oder dergleichen verwendet werden.

[0048] Der lichtblockierende Film 62 weist vorzugsweise eine Funktion zum Blockieren von Licht in einem spezifischen Wellenlängenbereich auf und kann ein Metallfilm, ein organischer isolierender Film, der ein schwarzes Pigment enthält, oder dergleichen sein.

[0049] Der isolierende Film 65 dient als Planarisierungsschicht oder unterdrückt eine Diffusion von Verunreinigungen aus dem Farbfilm 63 zur Seite des Flüssigkristallelements.

[0050] Obwohl nicht dargestellt, ist ein Dichtungsmittel zwischen dem Substrat 1 und dem Substrat 61 angeordnet. Die Flüssigkristallschicht 66 ist von dem Substrat 1, dem Substrat 61 und dem Dichtungsmittel eingeschlossen. Ein Abstandshalter zum Halten der Dicke der Flüssigkristallschicht 66 (auch als Zellenabstand bezeichnet) kann zwischen dem isolierenden Film 60 und dem isolierenden Film 64 angeordnet sein.

[0051] Als nächstes wird ein Verfahren zum Ansteuern der Flüssigkristallanzeigevorrichtung dieser Ausführungsform anhand von **Fig. 2A** bis **Fig. 2D** beschrieben.

[0052] **Fig. 2A** bis **Fig. 2D** sind jeweils eine Draufsicht von Pixeln, die in dem Pixel-Abschnitt der FFS-Modus-Flüssigkristallanzeigevorrichtung enthalten sind. In jeder der **Fig. 2A** bis **Fig. 2D** sind zwei benachbarte Pixel 10a und 10b gezeigt. Sowohl in

Fig. 2A als auch in **Fig. 2B** erstreckt sich die gemeinsame Elektrode 9 in eine Richtung parallel oder im Wesentlichen parallel zu dem als Abtastleitung dienenden leitenden Film 2. Mit anderen Worten: die gemeinsame Elektrode 9 verläuft quer über die Pixel 10a und 10b.

[0053] Sowohl in **Fig. 2A** als auch in **Fig. 2B** sind die Pixel 10a und 10b mit der gemeinsamen Elektrode 9 versehen, die Streifenbereiche aufweist, die sich in eine Richtung erstrecken, die die als Signalleitung dienenden leitenden Filme 5a und 5b schneidet. Sowohl in **Fig. 2C** als auch in **Fig. 2D** sind die Pixel 10a und 10b mit der gemeinsamen Elektrode 9 versehen, die Streifenbereiche aufweist, die sich in eine Richtung erstrecken, die den als Abtastleitung dienenden leitenden Film 2 schneidet. Es wird ein Verfahren zum Ansteuern eines Anzeigeelements in einem Pixel, bei dem eine schwarze Anzeige in einem Anfangszustand durch Anlegen einer Spannung an eine Pixel-Elektrode in eine weiße Anzeige umgeschaltet wird, d. h. ein Verfahren zum Ansteuern eines Anzeigeelements in einem normalerweise schwarzen Modus (normally black mode) beschrieben. Es sei angemerkt, dass ein Anzeigeelement hier die Pixel-Elektrode 7, die gemeinsame Elektrode 9 und ein Flüssigkristallmolekül, das in der Flüssigkristallschicht enthalten ist, ist. Ein Verfahren zum Ansteuern eines Anzeigeelements in einem normalerweise schwarzen Modus wird bei dieser Ausführungsform beschrieben; jedoch kann nach Bedarf auch ein Verfahren zum Ansteuern eines Anzeigeelements in einem normalerweise weißen Modus (normally white mode) verwendet werden.

[0054] Im Falle der schwarzen Anzeige wird eine Spannung, bei der ein Transistor eingeschaltet wird, an eine Abtastleitung angelegt, und 0 V wird an eine Signalleitung und eine gemeinsame Elektrode angelegt. Als Ergebnis wird 0 V an die Pixel-Elektrode angelegt. Mit anderen Worten: kein elektrisches Feld wird zwischen der Pixel-Elektrode und der gemeinsamen Elektrode erzeugt, und daher sprechen Flüssigkristallmoleküle nicht an.

[0055] Im Falle der weißen Anzeige wird eine Spannung, bei der ein Transistor eingeschaltet wird, an eine Abtastleitung angelegt; eine Spannung, bei der Flüssigkristallmoleküle ansprechen, z. B. 6 V, wird an eine Signalleitung angelegt, und 0 V wird an eine gemeinsame Elektrode angelegt. Als Ergebnis wird 6 V an die Pixel-Elektrode angelegt. Mit anderen Worten: ein elektrisches Feld wird zwischen der Pixel-Elektrode und der gemeinsamen Elektrode erzeugt, und daher sprechen die Flüssigkristallmoleküle an.

[0056] Hier wird ein negatives Flüssigkristallmaterial in dieser Beschreibung verwendet. Die Flüssigkristallmoleküle sind in einem Anfangszustand in einer

Richtung senkrecht zu der gemeinsamen Elektrode ausgerichtet. Die Ausrichtung der Flüssigkristallmoleküle in einem Anfangszustand wird als Anfangsausrichtung bezeichnet. Die Flüssigkristallmoleküle drehen sich in einer Ebene parallel zu einem Substrat, wenn eine Spannung zwischen der Pixel-Elektrode und der gemeinsamen Elektrode angelegt wird. Das negative Flüssigkristallmaterial wird bei dieser Ausführungsform verwendet; jedoch kann nach Bedarf auch ein positives Flüssigkristallmaterial verwendet werden.

[0057] Die polarisierende Platte ist außerhalb jedes der Substrate 1 und 61 in **Fig. 1A** bereitgestellt. Ein Polarisator der polarisierenden Platte, die außerhalb des Substrats 1 bereitgestellt ist, und ein Polarisator der polarisierenden Platte, die außerhalb des Substrats 61 bereitgestellt ist, sind derart angeordnet, dass sie sich unter rechtem Winkel schneiden; das heißt, dass sie in einer gekreuzten Nicols-Stellung (crossed Nicols state) angeordnet sind. Deshalb wird dann, wenn die Flüssigkristallmoleküle in einer Richtung parallel zu dem als Abtastleitung dienenden leitenden Film 2 oder den als Signalleitung dienenden leitenden Filmen 5a und 5b ausgerichtet sind, Licht von den polarisierenden Platten absorbiert und Schwarz wird angezeigt. Obgleich die Polarisatoren bei dieser Ausführungsform in einer gekreuzten Nicols-Stellung angeordnet sind, können gegebenenfalls die Polarisatoren in einer parallelen Nicols-Stellung (parallel Nicols state) angeordnet sein.

[0058] In jeder der **Fig. 2A** bis **Fig. 2D** beinhaltet das Pixel 10a den als Abtastleitung dienenden leitenden Film 2, einen Halbleiterfilm 4a, einen als Signalleitung dienenden leitenden Film 5a, einen leitenden Film 6a, eine Pixel-Elektrode 7a und die gemeinsame Elektrode 9, und das Pixel 10b beinhaltet den als Abtastleitung dienenden leitenden Film 2, einen Halbleiterfilm 4b, einen als Signalleitung dienenden leitenden Film 5b, einen leitenden Film 6b, eine Pixel-Elektrode 7b und die gemeinsame Elektrode 9. **Fig. 2A** und **Fig. 2C** stellen jeweils einen Anfangszustand dar, und **Fig. 2B** und **Fig. 2D** stellen jeweils einen Zustand, in dem das Pixel 10b eine weiße Anzeige ausführt, dar.

[0059] Da sich die gemeinsame Elektrode 9, die in den Pixeln 10a und 10b in **Fig. 2C** und **Fig. 2D** enthalten ist, in eine Richtung parallel oder im Wesentlichen parallel zu den als Signalleitungen dienenden leitenden Filmen 5a und 5b erstreckt, sind Flüssigkristallmoleküle L in einem in **Fig. 2C** dargestellten Anfangszustand (bei einer schwarzen Anzeige) in einer Richtung senkrecht zu den als Signalleitungen dienenden leitenden Filmen 5a und 5b ausgerichtet.

[0060] Es wird der Fall, in dem, wie in **Fig. 2D**, das Pixel 10a eine schwarze Anzeige ausführt und das Pixel 10b eine weiße Anzeige ausführt, beschrieben.

An die gemeinsame Elektrode 9 und den als Signalleitung dienenden leitenden Film 5a wird 0 V angelegt. An den als Signalleitung dienenden leitenden Film 5b wird 6 V angelegt. Als Ergebnis wird 6 V an die Pixel-Elektrode 7b in dem Pixel 10b angelegt, ein elektrisches Feld, wie durch Pfeile in **Fig. 2D** dargestellt, wird zwischen der Pixel-Elektrode 7b und der gemeinsamen Elektrode 9 erzeugt, und die Flüssigkristallmoleküle L werden dementsprechend ausgerichtet. Hier drehen sich die Flüssigkristallmoleküle L um 45°.

[0061] Ein Potential der Pixel-Elektrode 7a in dem Pixel 10a ist 0 V und ein Potential des als Signalleitung dienenden leitenden Films 5b, der in der Nähe der Pixel-Elektrode 7a angeordnet ist, ist 6 V. Auch in dem Pixel 10a wird deswegen ein elektrisches Feld, wie durch einen Pfeil in **Fig. 2D** dargestellt, zwischen der Pixel-Elektrode 7a und dem als Signalleitung dienenden leitenden Film 5b erzeugt, und die Flüssigkristallmoleküle L werden dementsprechend ausgerichtet. Als Ergebnis wird die Ausrichtung einiger Flüssigkristallmoleküle L in dem Pixel 10a, bei dem eine schwarze Anzeige ausgeführt werden sollte, verändert, was einen Lichtaustritt verursacht.

[0062] Bei den Pixeln 10a und 10b in **Fig. 2A** und **Fig. 2B** erstreckt sich im Gegensatz dazu die gemeinsame Elektrode 9 in eine Richtung senkrecht zu den als Signalleitungen dienenden leitenden Filmen 5a und 5b; deshalb sind die Flüssigkristallmoleküle L in einem Anfangszustand (bei einer schwarzen Anzeige) in einer Richtung parallel oder im Wesentlichen parallel zu den als Signalleitungen dienenden leitenden Filmen 5a und 5b ausgerichtet.

[0063] Es wird der Fall, in dem, wie in **Fig. 2B**, das Pixel 10a eine schwarze Anzeige ausführt und das Pixel 10b eine weiße Anzeige ausführt, beschrieben. An die gemeinsame Elektrode 9 und den als Signalleitung dienenden leitenden Film 5a wird 0 V angelegt. An den als Signalleitung dienenden leitenden Film 5b wird 6 V angelegt. Als Ergebnis wird 6 V an die Pixel-Elektrode 7b in dem Pixel 10b angelegt, ein elektrisches Feld, wie durch Pfeile in **Fig. 2B** dargestellt, wird zwischen der Pixel-Elektrode 7b und der gemeinsamen Elektrode 9 erzeugt, und die Flüssigkristallmoleküle L werden dementsprechend ausgerichtet. Hier drehen sich die Flüssigkristallmoleküle L um -45°.

[0064] Das Potential der Pixel-Elektrode 7a in dem Pixel 10a ist 0 V und das Potential des als Signalleitung dienenden leitenden Films 5b, der in der Nähe der Pixel-Elektrode 7a angeordnet ist, ist 6 V. Jedoch schneiden sich, da sich die gemeinsame Elektrode 9 und der als Signalleitung dienende leitende Film 5b schneiden, ein erstes elektrisches Feld F1, das zwischen der Pixel-Elektrode 7a und dem als Signalleitung dienenden leitenden Film 5b erzeugt wird, und

eine Hauptachse des Flüssigkristallmoleküls L unter rechtem Winkel. Als Ergebnis spricht das in einem negativen Flüssigkristallmaterial enthaltene Flüssigkristallmolekül L nicht an und daher kann ein Lichtaustritt unterdrückt werden.

[0065] Aus dem oben beschriebenen Grund kann die Anzeigevorrichtung einen ausgezeichneten Kontrast aufweisen, wenn eine gemeinsame Elektrode, die sich in einer eine Signalleitung schneidende Richtung erstreckt, in einer FFS-Modus-Flüssigkristallanzeigevorrichtung bereitgestellt ist.

[0066] Die gemeinsame Elektrode 9 dieser Ausführungsform ist nicht über der ganzen Oberfläche des Substrats ausgebildet. Deshalb kann ein Bereich, in dem die gemeinsame Elektrode 9 die als Signalleitungen dienenden leitenden Filme 5a und 5b überlappt, verringert werden und demzufolge kann eine parasitäre Kapazität, die zwischen der Signalleitung und der gemeinsamen Elektrode 9 erzeugt wird, verringert werden. Als Ergebnis kann eine Leitungsverzögerung bei einer Anzeigevorrichtung, die unter Verwendung eines großen Substrats hergestellt ist, verringert werden.

[0067] Es sei angemerkt, dass die bei dieser Ausführungsform beschriebenen Strukturen, Verfahren und dergleichen angemessen in Kombination mit einer/einem der bei den anderen Ausführungsformen beschriebenen Strukturen, Verfahren und dergleichen verwendet werden können.

(Ausführungsform 2)

[0068] Bei dieser Ausführungsform wird eine Anzeigevorrichtung, die eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist, unter Bezugnahme auf Zeichnungen beschrieben. Bei dieser Ausführungsform wird zusätzlich ein Oxidhalbleiterfilm als Halbleiterfilm, der in einem Transistor enthalten ist, verwendet.

[0069] Eine Anzeigevorrichtung, die in **Fig. 3A** dargestellt ist, beinhaltet einen Pixel-Abschnitt 101; eine Abtastleitungstreiberschaltung 104; eine Signalleitungstreiberschaltung 106; m Abtastleitungen 107, die parallel oder im Wesentlichen parallel zueinander angeordnet sind und deren Potentiale durch die Abtastleitungstreiberschaltung 104 gesteuert werden; und n Signalleitungen 109, die parallel oder im Wesentlichen parallel zueinander angeordnet sind und deren Potentiale durch die Signalleitungstreiberschaltung 106 gesteuert werden. Der Pixel-Abschnitt 101 beinhaltet ferner eine Vielzahl von Pixeln 103, die in einer Matrix angeordnet sind. Ferner sind gemeinsame Leitungen 115, die parallel oder im Wesentlichen parallel zueinander angeordnet sind, entlang den Signalleitungen 109 bereitgestellt. Die Abtastleitungstreiberschaltung 104 und die Signallei-

tungstreiberschaltung 106 werden in einigen Fällen kollektiv als Treiberschaltungsabschnitt bezeichnet.

[0070] Jede Abtastleitung 107 ist elektrisch mit den n Pixeln 103 in der entsprechenden Zeile unter den Pixeln 103, die in m Zeilen und n Spalten in dem Pixel-Abschnitt 101 angeordnet sind, verbunden. Jede Signalleitung 109 ist elektrisch mit den m Pixeln 103 in der entsprechenden Spalte unter den Pixeln 103, die in m Zeilen und n Spalten angeordnet sind, verbunden. Es sei angemerkt, dass m und n jeweils eine Ganzzahl von 1 oder mehr sind. Jede gemeinsame Leitung 115 ist elektrisch mit den m Pixeln 103 in der entsprechenden Spalte unter den Pixeln 103, die in m Zeilen und n Spalten angeordnet sind, verbunden.

[0071] **Fig. 3B** stellt ein Beispiel für eine Schaltungsconfiguration, die für die Pixel 103 in der Anzeigevorrichtung in **Fig. 3A** verwendet werden kann, dar.

[0072] Das Pixel 103 in **Fig. 3B** beinhaltet ein Flüssigkristallelement 121, einen Transistor 102 und einen Kondensator 105.

[0073] Eine eines Paars von Elektroden des Flüssigkristallelements 121 ist mit dem Transistor 102 verbunden, und ihr Potential wird angemessen entsprechend den Spezifikationen des Pixels 103 eingestellt. Die andere des Paars von Elektroden des Flüssigkristallelements 121 ist mit der gemeinsamen Leitung 115 verbunden, und ein gemeinsames Potential wird daran angelegt. Die Ausrichtung von Flüssigkristallmolekülen des Flüssigkristallelements 121 wird entsprechend den Daten, die in den Transistor 102 geschrieben werden, gesteuert.

[0074] Das Flüssigkristallelement 121 ist ein Element, das unter Benutzung einer optischen Modulationsaktion eines Flüssigkristallmoleküls das Durchlassen oder Nichtdurchlassen von Licht steuert. Es sei angemerkt, dass die optische Modulationsaktion des Flüssigkristallmoleküls durch ein elektrisches Feld, das an das Flüssigkristallmolekül angelegt wird (darunter ein horizontales elektrisches Feld, ein vertikales elektrisches Feld und ein schräges elektrisches Feld), gesteuert wird. Beispiele für ein Flüssigkristallmaterial, das für das Flüssigkristallelement 121 verwendet wird, sind ein nematischer Flüssigkristall, ein cholesterischer Flüssigkristall, ein smektischer Flüssigkristall, ein thermotroper Flüssigkristall, ein lyotroper Flüssigkristall, ein ferroelektrischer Flüssigkristall und ein antiferroelektrischer Flüssigkristall.

[0075] Ein Streufeldschaltungs-Modus (FFS-Modus) findet Anwendung als Verfahren zum Ansteuern der Anzeigevorrichtung, die das Flüssigkristallelement 121 beinhaltet.

[0076] Das Flüssigkristallelement kann unter Verwendung einer Flüssigkristall-Zusammensetzung, die ein Flüssigkristallmaterial, das eine blaue Phase zeigt, und ein chirales Material enthält, hergestellt werden. Der Flüssigkristall, der eine blaue Phase zeigt, weist eine kurze Ansprechzeit von 1 Millisekunde oder weniger und optische Isotropie auf; somit ist der Ausrichtungsprozess unnötig und die Abhängigkeit vom Beobachtungswinkel ist klein.

[0077] Bei der Struktur des Pixels 103 in **Fig. 3B** ist eine Source-Elektrode oder eine Drain-Elektrode des Transistors 102 elektrisch mit der Signalleitung 109 verbunden, und die andere ist elektrisch mit der einen des Paars von Elektroden des Flüssigkristallelements 121 verbunden. Eine Gate-Elektrode des Transistors 102 ist elektrisch mit der Abtastleitung 107 verbunden. Der Transistor 102 weist eine Funktion auf, um zu steuern, ob ein Datensignal geschrieben wird, indem er eingeschaltet oder ausgeschaltet wird.

[0078] Bei dem Pixel 103 in **Fig. 3B** ist eine eines Paars von Elektroden des Kondensators 105 mit dem Transistor 102 verbunden. Die andere des Paars von Elektroden des Kondensators 105 ist elektrisch mit der gemeinsamen Leitung 115 verbunden. Das Potential der gemeinsamen Leitung 115 wird angemessen entsprechend den Spezifikationen des Pixels 103 eingestellt. Der Kondensator 105 dient als Speicherkondensator zum Speichern geschriebener Daten. Bei dieser Ausführungsform ist die eine des Paars von Elektroden des Kondensators 105 gleich der einen des Paars von Elektroden des Flüssigkristallelements 121. Die andere des Paars von Elektroden des Kondensators 105 ist gleich der anderen des Paars von Elektroden des Flüssigkristallelements 121.

[0079] Eine konkrete Struktur eines Element-Trägers (element substrate), der in der Anzeigevorrichtung enthalten ist, wird beschrieben. **Fig. 4** ist eine Draufsicht einer Vielzahl von Pixeln 103a, 103b und 103c.

[0080] In **Fig. 4** erstreckt sich ein als Abtastleitung dienender leitender Film 13 in eine Richtung im Wesentlichen senkrecht zu der Signalleitung (in die horizontale Richtung der Zeichnung). Ein als Signalleitung dienender leitender Film 21a erstreckt sich in eine Richtung im Wesentlichen senkrecht zu der Abtastleitung (in die vertikale Richtung der Zeichnung). Es sei angemerkt, dass der als Abtastleitung dienende leitende Film 13 elektrisch mit der Abtastleitungstreiberschaltung 104 verbunden ist (siehe **Fig. 3A**) und dass der als Signalleitung dienende leitende Film 21a elektrisch mit der Signalleitungstreiberschaltung 106 verbunden ist (siehe **Fig. 3A**).

[0081] Der Transistor 102 ist in einem Bereich angeordnet, in dem sich die Abtastleitung und die Signalleitung schneiden. Der Transistor 102 beinhaltet den als Gate-Elektrode dienenden leitenden Film 13; einen Gate-Isolierfilm (nicht in **Fig. 4** dargestellt); einen Oxidhalbleiterfilm 19a, der über dem Gate-Isolierfilm liegt und in dem ein Kanalbereich gebildet wird; und den leitenden Film 21a und einen leitenden Film 21b, welche als Source-Elektrode und Drain-Elektrode dienen. Der leitende Film 13 dient auch als Abtastleitung, und ein den Oxidhalbleiterfilm 19a überlappender Bereich des leitenden Films 13 dient als Gate-Elektrode des Transistors 102. Zudem dient der leitende Film 21a auch als Signalleitung, und ein den Oxidhalbleiterfilm 19a überlappender Bereich des leitenden Films 21a dient als Source-Elektrode oder Drain-Elektrode des Transistors 102. Des Weiteren liegt in der Draufsicht in **Fig. 4** ein Endabschnitt der Abtastleitung auf der Außenseite eines Endabschnitts des Oxidhalbleiterfilms 19a. Also dient die Abtastleitung als lichtblockierender Film zum Blockieren von Licht aus einer Lichtquelle, wie z. B. einer Hintergrundbeleuchtung. Aus diesem Grund wird der Oxidhalbleiterfilm 19a, der in dem Transistor enthalten ist, nicht mit Licht bestrahlt, so dass Schwankungen der elektrischen Eigenschaften des Transistors unterdrückt werden können.

[0082] Der leitende Film 21b ist elektrisch mit der Pixel-Elektrode 19b verbunden. Eine gemeinsame Elektrode 29 ist über der Pixel-Elektrode 19b angeordnet, wobei ein isolierender Film dazwischen angeordnet ist. Ein Öffnungsabschnitt 40, der durch eine Strich-Punkt-Linie dargestellt ist, ist in dem isolierenden Film, der über der Pixel-Elektrode 19b angeordnet ist, bereitgestellt. Die Pixel-Elektrode 19b steht in Kontakt mit einem isolierenden Nitridfilm (nicht in **Fig. 4** dargestellt) in dem Öffnungsabschnitt 40.

[0083] Die gemeinsame Elektrode 29 weist Streifenbereiche (eine Vielzahl von ersten Bereichen) auf, die sich in eine eine Signalleitung schneidende Richtung erstrecken. Die Vielzahl von ersten Bereichen ist mit einem zweiten Bereich verbunden, der sich in eine Richtung parallel oder im Wesentlichen parallel zu einer Signalleitung erstreckt. Folglich liegen die Streifenbereiche (die Vielzahl von ersten Bereichen) der gemeinsamen Elektrode 29 auf dem gleichen Potential.

[0084] Der Kondensator 105 ist in einem Bereich, in dem die Pixel-Elektrode 19b und die gemeinsame Elektrode 29 einander überlappen, ausgebildet. Die Pixel-Elektrode 19b und die gemeinsame Elektrode 29 weisen jeweils eine Lichtdurchlässigkeit auf. Das heißt, dass der Kondensator 105 eine Lichtdurchlässigkeit aufweist.

[0085] Wie in **Fig. 4** dargestellt, handelt es sich bei der bei dieser Ausführungsform beschriebenen Flüssigkristallanzeigevorrichtung um eine FFS-Modus-Flüssigkristallanzeigevorrichtung, die mit der gemeinsamen Elektrode 29 versehen ist, welche die Streifenbereiche aufweist, die sich in eine eine Signalleitung schneidende Richtung erstrecken. Daher kann die Anzeigevorrichtung einen ausgezeichneten Kontrast aufweisen.

[0086] Dank der Lichtdurchlässigkeit des Kondensators 105 kann der Kondensator 105 ausgedehnt (mit einer großen Fläche) in dem Pixel 103 ausgebildet sein. Somit kann eine Anzeigevorrichtung mit einem Kondensator mit hoher Kapazität und mit einem Öffnungsverhältnis, das typischerweise auf 50 % oder mehr, bevorzugt 60 % oder mehr erhöht wird, bereitgestellt werden. Beispielsweise ist bei einer hochauflösenden Anzeigevorrichtung, wie z. B. einer Flüssigkristallanzeigevorrichtung, die Fläche eines Pixels klein und dementsprechend ist auch die Fläche eines Kondensators klein. Aus diesem Grund ist bei der hochauflösenden Anzeigevorrichtung die Menge an Ladungen, die in dem Kondensator akkumuliert werden, klein. Jedoch kann, da der Kondensator 105 dieser Ausführungsform eine Lichtdurchlässigkeit aufweist, eine ausreichende Kapazität in einem Pixel erzielt werden und das Öffnungsverhältnis kann verbessert werden, wenn der Kondensator 105 im Pixel bereitgestellt ist. Typischerweise kann der Kondensator 105 vorteilhaft für eine hochauflösende Anzeigevorrichtung mit einer Pixel-Dichte von 200 Pixel pro Zoll (pixel per inch, ppi) oder mehr, 300 ppi oder mehr oder überdies 500 ppi oder mehr verwendet werden.

[0087] Wenn der Kapazitätswert eines Kondensators einer Flüssigkristallanzeigevorrichtung erhöht wird, kann ein Zeitraum, während dessen die Ausrichtung von Flüssigkristallmolekülen eines Flüssigkristallelements konstant in dem Zustand, in dem ein elektrisches Feld daran angelegt wird, gehalten werden kann, länger gemacht werden. Wenn dieser Zeitraum bei einer ein Standbild anzeigenenden Anzeigevorrichtung länger gemacht werden kann, kann die Häufigkeit des Vorgangs zum nochmaligen Schreiben der Bilddaten verringert werden, was zu einer Verringerung des Leistungsverbrauchs führt. Dank der Struktur dieser Ausführungsform kann ferner das Öffnungsverhältnis auch bei einer hochauflösenden Anzeigevorrichtung verbessert werden, was es ermöglicht, Licht aus einer Lichtquelle, wie z. B. einer Hintergrundbeleuchtung, in effizienter Weise zu nutzen, so dass der Leistungsverbrauch der Anzeigevorrichtung verringert werden kann.

[0088] Es sei angemerkt, dass eine Draufsicht einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung nicht auf **Fig. 4** beschränkt ist. Die Anzeigevorrichtung kann viele verschiedene Strukturen haben. Wie bei-

spielsweise in **Fig. 19** dargestellt, können Verbindungsgebiete der gemeinsamen Elektrode 29 über leitenden Filmen, die als Signalleitungen dienen, ausgebildet sein.

[0089] Als nächstes ist **Fig. 5** eine Querschnittsansicht entlang den Strich-Punkt-Linien A-B und C-D in **Fig. 4**. Der Transistor 102, der in **Fig. 5** gezeigt ist, ist ein kanalgeätzter Transistor. Es sei angemerkt, dass der Transistor 102 in der Längsrichtung des Kanals und der Kondensator 105 in der Querschnittsansicht entlang der Strich-Punkt-Linie A-B dargestellt sind und dass der Transistor 102 in der Querrichtung des Kanals in der Querschnittsansicht entlang der Strich-Punkt-Linie C-D dargestellt ist.

[0090] Der Transistor 102 in **Fig. 5** hat eine Struktur mit einem einzelnen Gate (single-gate structure) und beinhaltet den als Gate-Elektrode dienenden leitenden Film 13 über dem Substrat 11. Der Transistor 102 beinhaltet zusätzlich einen isolierenden Nitridfilm 15, der über dem Substrat 11 und dem als Gate-Elektrode dienenden leitenden Film 13 ausgebildet ist, einen isolierenden Oxidfilm 17, der über dem isolierenden Nitridfilm 15 ausgebildet ist, den Oxidhalbleiterfilm 19a, der den als Gate-Elektrode dienenden leitenden Film 13 überlappt, wobei der isolierende Nitridfilm 15 und der isolierende Oxidfilm 17 dazwischen angeordnet sind, und die als Source-Elektrode und Drain-Elektrode dienenden leitenden Filme 21a und 21b, die in Kontakt mit dem Oxidhalbleiterfilm 19a stehen. Darüber hinaus ist ein isolierender Oxidfilm 23 über dem isolierenden Oxidfilm 17, dem Oxidhalbleiterfilm 19a und den als Source-Elektrode und Drain-Elektrode dienenden leitenden Filmen 21a und 21b ausgebildet, und ein isolierender Oxidfilm 25 ist über dem isolierenden Oxidfilm 23 ausgebildet. Ein isolierender Nitridfilm 27 ist über dem isolierenden Oxidfilm 23, dem isolierenden Oxidfilm 25 und dem leitenden Film 21b ausgebildet. Die Pixel-Elektrode 19b ist über dem isolierenden Oxidfilm 17 ausgebildet. Die Pixel-Elektrode 19b ist mit einem der als Source-Elektrode und Drain-Elektrode dienenden leitenden Filme 21a und 21b, hier mit dem leitenden Film 21b verbunden. Die gemeinsame Elektrode 29 ist über dem isolierenden Nitridfilm 27 ausgebildet.

[0091] Ein Bereich, in dem die Pixel-Elektrode 19b, der isolierende Nitridfilm 27 und die gemeinsame Elektrode 29 einander überlappen, dient als der Kondensator 105.

[0092] Es sei angemerkt, dass eine Querschnittsansicht einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung nicht auf **Fig. 5** beschränkt ist. Die Anzeigevorrichtung kann viele verschiedene Strukturen haben. Beispielsweise kann die Pixel-Elektrode 19b einen Schlitz aufweisen. Die Pixel-Elektrode 19b kann eine kammförmige Form haben. Ein Beispiel für

eine Querschnittsansicht in diesem Fall ist in **Fig. 20** gezeigt. Alternativ kann ein isolierender Film 26b über dem isolierenden Nitridfilm 27 bereitgestellt sein, wie in **Fig. 21** dargestellt. Zum Beispiel kann ein organischer Harzfilm als der isolierende Film 26b bereitgestellt sein. Somit kann der isolierende Film 26b eine ebene Oberfläche aufweisen. Mit anderen Worten: der isolierende Film 26b kann beispielsweise als Planarisierungsfilm dienen. Alternativ kann ein Kondensator 105b derart ausgebildet sein, dass die gemeinsame Elektrode 29 und der leitende Film 21b einander überlappen. Beispiele für eine Querschnittsansicht in diesem Fall sind in **Fig. 22** und **Fig. 23** gezeigt.

[0093] Eine Struktur der Anzeigevorrichtung wird nachstehend ausführlich beschrieben.

[0094] Es gibt keine besondere Beschränkung hinsichtlich der Eigenschaft eines Materials und dergleichen des Substrats 11, solange das Material eine Wärmebeständigkeit aufweist, die genug ist, um zumindest einer späteren Wärmebehandlung standzuhalten. Beispielsweise kann ein Glassubstrat, ein Keramiksubstrat, ein Quarzsubstrat oder ein Saphirsubstrat als das Substrat 11 verwendet werden. Alternativ kann ein einkristallines Halbleitersubstrat oder ein polykristallines Halbleitersubstrat aus Silizium, Siliziumkarbid oder dergleichen, ein Verbund-Halbleitersubstrat aus Siliziumgermanium oder dergleichen, ein SOI- (silicon on insulator, Silizium auf Isolator) Substrat oder dergleichen als das Substrat 11 verwendet werden. Darüber hinaus kann ein beliebiges dieser Substrate, das weiter mit einem Halbleiterelement versehen ist, als das Substrat 11 verwendet werden. In dem Fall, in dem ein Glassubstrat als das Substrat 11 verwendet wird, kann ein Glassubstrat mit einer der folgenden Größen verwendet werden: die sechste Generation (1500 mm × 1850 mm), die siebte Generation (1870 mm × 2200 mm), die achte Generation (2200 mm × 2400 mm), die neunte Generation (2400 mm × 2800 mm) und die zehnte Generation (2950 mm × 3400 mm). Folglich kann eine große Anzeigevorrichtung hergestellt werden.

[0095] Alternativ kann ein flexibles Substrat als das Substrat 11 verwendet werden, und der Transistor 102 kann direkt auf dem flexiblen Substrat angeordnet werden. Alternativ kann eine Trennschicht zwischen dem Substrat 11 und dem Transistor 102 angeordnet werden. Die Trennschicht kann verwendet werden, wenn ein Teil oder die gesamte Anzeigevorrichtung über der Trennschicht von dem Substrat 11 getrennt und auf ein weiteres Substrat übergeführt wird. In einem solchen Fall kann der Transistor 102 auch auf ein Substrat mit niedriger Wärmebeständigkeit oder ein flexibles Substrat übergeführt werden.

[0096] Der als Gate-Elektrode dienende leitende Film 13 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 diese Metallelemente in einer beliebigen Kombination enthält; oder dergleichen ausgebildet sein. Ferner kann/können ein oder mehrere Metallelemente, die aus Mangan und Zirconium ausgewählt werden, verwendet werden. Der als Gate-Elektrode dienende leitende Film 13 kann eine einschichtige Struktur oder eine Stapelstruktur aus zwei oder mehr Schichten haben. Zum Beispiel können eine einschichtige Struktur eines Silizium enthaltenden Aluminiumfilms, eine zweischichtige Struktur, bei der ein Aluminiumfilm über einem Titanfilm gestapelt ist, eine zweischichtige Struktur, bei der ein Titanfilm über einem Titannitridfilm gestapelt ist, eine zweischichtige Struktur, bei der ein Wolframfilm über einem Titannitridfilm gestapelt ist, eine zweischichtige Struktur, bei der ein Wolframfilm über einem Tantalnitridfilm oder einem Wolframnitridfilm gestapelt ist, eine zweischichtige Struktur, bei der ein Kupferfilm über einem Titanfilm gestapelt ist, eine dreischichtige Struktur, bei der ein Titanfilm, ein Aluminiumfilm und ein Titanfilm in dieser Reihenfolge gestapelt sind, und dergleichen angegeben werden. Alternativ kann ein Legierungsfilm oder ein Nitridfilm, der Aluminium und ein oder mehrere Elemente enthält, die aus Titan, Tantal, Wolfram, Molybdän, Chrom, Neodym und Scandium ausgewählt werden, verwendet werden.

[0097] Der als Gate-Elektrode dienende leitende Film 13 kann auch unter Verwendung eines lichtdurchlässigen leitenden Materials, wie z. B. Indiumzinnoxid, Indiumoxid, das Wolframoxid enthält, Indiumzinkoxid, das Wolframoxid enthält, Indiumoxid, das Titanoxid enthält, Indiumzinnoxid, das Titanoxid enthält, Indiumzinkoxid oder Indiumzinnoxid, dem Siliziumoxid zugesetzt ist, ausgebildet sein. Es ist auch möglich, eine Stapelstruktur zu verwenden, die unter Verwendung des obigen lichtdurchlässigen leitenden Materials und des obigen Metallelements ausgebildet ist.

[0098] Der isolierende Nitridfilm 15 kann ein isolierender Nitridfilm sein, den Sauerstoff kaum durchsetzt. Außerdem kann ein isolierender Nitridfilm, den Sauerstoff, Wasserstoff und Wasser kaum durchsetzen, verwendet werden. Als isolierender Nitridfilm, den Sauerstoff kaum durchsetzt, und als isolierender Nitridfilm, den Sauerstoff, Wasserstoff und Wasser kaum durchsetzen, wird ein Siliziumnitridfilm, ein Siliziumnitridoxidfilm, ein Aluminiumnitridfilm, ein Aluminiumnitridoxidfilm oder dergleichen genannt. Anstatt des isolierenden Nitridfilms, den Sauerstoff kaum durchsetzt, und des isolierenden Nitridfilms, den Sauerstoff, Wasserstoff und Wasser

kaum durchsetzen, kann ein isolierender Oxidfilm verwendet werden, wie beispielsweise ein Aluminiumoxidfilm, ein Aluminiumoxynitridfilm, ein Galliumoxidfilm, ein Galliumoxynitridfilm, ein Yttriumoxidfilm, ein Yttriumoxynitridfilm, ein Hafniumoxidfilm oder ein Hafniumoxynitridfilm.

[0099] Die Dicke des isolierenden Nitridfilms 15 ist bevorzugt größer als oder gleich 5 nm und kleiner als oder gleich 100 nm, stärker bevorzugt größer als oder gleich 20 nm und kleiner als oder gleich 80 nm.

[0100] Der isolierende Oxidfilm 17 kann in einer einschichtigen Struktur oder einer Stapelstruktur beispielsweise unter Verwendung eines oder mehrerer von einem Siliziumoxidfilm, einem Siliziumoxynitridfilm, einem Siliziumnitridoxidfilm, einem Aluminiumoxidfilm, einem Hafniumoxidfilm, einem Galliumoxidfilm, einem Metalloxidfilm auf Ga-Zn-Basis und einem Siliziumnitridfilm ausgebildet sein.

[0101] Der isolierende Oxidfilm 17 kann auch unter Verwendung eines Materials mit einer hohen relativen Dielektrizitätskonstante, wie z. B. Hafniumsilikat (HfSiO_x), Hafniumsilikat, dem Stickstoff zugesetzt ist ($\text{HfSi}_x\text{O}_y\text{N}_z$), Hafniumaluminat, dem Stickstoff zugesetzt ist ($\text{HfAl}_x\text{O}_y\text{N}_z$), Hafniumoxid oder Yttriumoxid, ausgebildet sein, so dass der Gate-Leckstrom des Transistors verringert werden kann.

[0102] Die Dicke des isolierenden Oxidfilms 17 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.

[0103] Der Oxidhalbleiterfilm 19a ist typischerweise unter Verwendung von In-Ga-Oxid, In-Zn-Oxid oder In-M-Zn-Oxid (M stellt Al, Ga, Y, Zr, La, Ce oder Nd dar) ausgebildet.

[0104] In dem Fall, in dem der Oxidhalbleiterfilm 19a ein In-M-Zn-Oxidfilm ist, sind die In- und M-Anteile vorzugsweise wie folgt, wobei vorausgesetzt wird, dass die Summe von In und M 100 Atom-% ist: der Atomprozentsatz von In ist höher als 25 Atom-% und der Atomprozentsatz von M ist niedriger als 75 Atom-%, oder stärker bevorzugt ist der Atomprozentsatz von In höher als 34 Atom-% und der Atomprozentsatz von M ist niedriger als 66 Atom-%.

[0105] Die Energielücke des Oxidhalbleiterfilms 19a ist 2 eV oder mehr, bevorzugt 2,5 eV oder mehr, stärker bevorzugt 3 eV oder mehr. Der Sperrstrom (off-state current) des Transistors 102 kann verringert werden, indem ein Oxidhalbleiter mit einer solchen großen Energiebandlücke verwendet wird.

[0106] Die Dicke des Oxidhalbleiterfilms 19a ist größer als oder gleich 3 nm und kleiner als oder gleich 200 nm, bevorzugt größer als oder gleich 3 nm und kleiner als oder gleich 100 nm, stärker bevorzugt größer als oder gleich 3 nm und kleiner als oder gleich 50 nm.

[0107] In dem Fall, in dem der Oxidhalbleiterfilm 19a ein In-M-Zn-Oxidfilm ist (M stellt Al, Ga, Y, Zr, La, Ce oder Nd dar), ist bevorzugt, dass das Atomverhältnis von Metallelementen eines Sputtertargets, das zum Ausbilden des In-M-Zn-Oxidfilms verwendet wird, $\text{In} \geq \text{M}$ und $\text{Zn} \geq \text{M}$ erfüllt. Als Atomverhältnis von Metallelementen eines derartigen Sputtertargets sind $\text{In:M:Zn} = 1:1:1$, $\text{In:M:Zn} = 1:1:1,2$ und $\text{In:M:Zn} = 3:1:2$ bevorzugt. Es sei angemerkt, dass der Anteil jedes Metallelements im Atomverhältnis des auszubildenden Oxidhalbleiterfilms 19a innerhalb einer Fehlerspanne von $\pm 40\%$ des Anteils im obigen Atomverhältnis des Sputtertargets schwankt.

[0108] Als der Oxidhalbleiterfilm 19a wird ein Oxidhalbleiterfilm mit niedriger Ladungsträgerdichte verwendet. Zum Beispiel wird ein Oxidhalbleiterfilm, dessen Ladungsträgerdichte $1 \times 10^{17} / \text{cm}^3$ oder niedriger, bevorzugt $1 \times 10^{15} / \text{cm}^3$ oder niedriger, stärker bevorzugt $1 \times 10^{13} / \text{cm}^3$ oder niedriger, noch stärker bevorzugt $1 \times 10^{11} / \text{cm}^3$ oder niedriger ist, als der Oxidhalbleiterfilm 19a verwendet.

[0109] Es sei angemerkt, dass ein Material mit einer geeigneten Zusammensetzung je nach erforderlichen Halbleitereigenschaften und elektrischen Eigenschaften (z. B. Feldeffektbeweglichkeit und Schwellenspannung) eines Transistors verwendet werden kann, ohne auf die oben beschriebenen Zusammensetzungen und Materialien beschränkt zu sein. Um erforderliche Halbleitereigenschaften eines Transistors zu erhalten, ist ferner zu bevorzugen, dass die Ladungsträgerdichte, die Verunreinigungskonzentration, die Defektdichte, das Atomverhältnis eines Metallelements zu Sauerstoff, der Atomabstand, die Dichte und dergleichen des Oxidhalbleiterfilms 19a auf geeignete Werte eingestellt werden.

[0110] Es sei angemerkt, dass es bevorzugt ist, als der Oxidhalbleiterfilm 19a einen Oxidhalbleiterfilm zu verwenden, in dem die Verunreinigungskonzentration niedrig ist und die Dichte der Defektzustände (defect states) niedrig ist, in welchem Falle der Transistor ausgezeichnetere elektrische Eigenschaften aufweisen kann. Hierbei wird der Zustand, in dem die Verunreinigungskonzentration niedrig ist und die Dichte der Defektzustände niedrig ist (die Menge der Sauerstofffehlstellen klein ist), als „hochrein intrinsisch“ oder „im Wesentlichen hochrein intrinsisch“ bezeichnet. Ein hochreiner intrinsischer oder im Wesentlichen hochreiner intrinsischer Oxidhalbleiter weist nur geringe Ladungsträgererzeugungsquellen

auf und weist deshalb in einigen Fällen eine niedrige Ladungsträgerdichte auf. Daher hat ein Transistor, bei dem ein Kanalbereich in dem Oxidhalbleiterfilm gebildet wird, selten eine negative Schwellenspannung (er verhält sich kaum „normalerweise eingeschaltet“ (normally on)). Ein hochreiner intrinsischer oder im Wesentlichen hochreiner intrinsischer Oxidhalbleiterfilm weist in einigen Fällen eine niedrige Dichte der Defektzustände und also nur geringe Einfangstellen für Ladungsträger auf. Des Weiteren weist der hochreine intrinsische oder im Wesentlichen hochreine intrinsische Oxidhalbleiterfilm einen sehr niedrigen Sperrstrom auf. Auch wenn ein Bauelement eine Kanalbreite von $1 \times 10^6 \mu\text{m}$ und eine Kanallänge (L) von $10 \mu\text{m}$ aufweist, kann der Sperrstrom bei einer Spannung (Drain-Spannung) zwischen einer Source-Elektrode und einer Drain-Elektrode von 1 V bis zu 10 V niedriger als oder gleich der Messgrenze eines Halbleiterparameteranalysators, d. h. niedriger als oder gleich $1 \times 10^{-13} \text{ A}$ sein. Deshalb weist der Transistor, bei dem ein Kanalbereich in dem Oxidhalbleiterfilm gebildet wird, in einigen Fällen geringe Schwankungen der elektrischen Eigenschaften und hohe Zuverlässigkeit auf. Als Beispiele für die Verunreinigungen werden Wasserstoff, Stickstoff, Alkalimetall, Erdalkalimetall und dergleichen angegeben.

[0111] Wasserstoff, der in dem Oxidhalbleiterfilm enthalten ist, reagiert mit Sauerstoff, der an ein Metallatom gebunden ist, zu Wasser, und zudem wird eine Sauerstofffehlstelle in einem Gitter, von dem Sauerstoff freigegeben wird (oder in einem Bereich, von dem Sauerstoff freigegeben wird) gebildet. Infolge des Eindringens von Wasserstoff in die Sauerstofffehlstelle wird in einigen Fällen ein Elektron, das als Ladungsträger dient, erzeugt. Unter Umständen verursacht ferner eine Bindung eines Teils von Wasserstoff mit Sauerstoff, der an ein Metallelement gebunden ist, eine Erzeugung eines Elektrons, das als Ladungsträger dient. Daher ist wahrscheinlich, dass sich ein Transistor, der einen Wasserstoff enthaltenden Oxidhalbleiter enthält, „normalerweise eingeschaltet“ verhält.

[0112] Folglich ist bevorzugt, dass Wasserstoff sowie die Sauerstofffehlstellen in dem Oxidhalbleiterfilm 19a so weit wie möglich verringert werden. Bei dem Oxidhalbleiterfilm 19a wird insbesondere die Wasserstoffkonzentration, gemessen durch Sekundärionen-Massenspektrometrie (SIMS), auf niedriger als oder gleich $5 \times 10^{19} \text{ Atome/cm}^3$, bevorzugt niedriger als oder gleich $1 \times 10^{19} \text{ Atome/cm}^3$, stärker bevorzugt niedriger als oder gleich $5 \times 10^{18} \text{ Atome/cm}^3$, noch stärker bevorzugt niedriger als oder gleich $1 \times 10^{18} \text{ Atome/cm}^3$, sogar stärker bevorzugt niedriger als oder gleich $5 \times 10^{17} \text{ Atome/cm}^3$, weiter stärker bevorzugt niedriger als oder gleich $1 \times 10^{16} \text{ Atome/cm}^3$ eingestellt.

[0113] Wenn Silizium oder Kohlenstoff, das/der eines der Elemente der Gruppe 14 ist, in dem Oxidhalbleiterfilm 19a enthalten ist, werden Sauerstofffehlstellen in dem Oxidhalbleiterfilm 19a vermehrt, und der Oxidhalbleiterfilm 19a wird zu einem n-Typ-Film. Deshalb wird die Silizium- oder Kohlenstoffkonzentration (die Konzentration wird durch SIMS gemessen) des Oxidhalbleiterfilms 19a auf niedriger als oder gleich $2 \times 10^{18} \text{ Atome/cm}^3$, bevorzugt niedriger als oder gleich $2 \times 10^{17} \text{ Atome/cm}^3$ eingestellt.

[0114] Die Alkalimetall- oder Erdalkalimetallkonzentration in dem Oxidhalbleiterfilm 19a, gemessen durch SIMS, wird auf niedriger als oder gleich $1 \times 10^{18} \text{ Atome/cm}^3$, bevorzugt niedriger als oder gleich $2 \times 10^{16} \text{ Atome/cm}^3$ eingestellt. Alkalimetall und Erdalkalimetall könnten Ladungsträger erzeugen, wenn sie an einen Oxidhalbleiter gebunden werden, in welchem Falle der Sperrstrom des Transistors ansteigen könnte. Deshalb ist es zu bevorzugen, die Alkalimetall- oder Erdalkalimetallkonzentration in dem Oxidhalbleiterfilm 19a zu verringern.

[0115] Ferner hat der Oxidhalbleiterfilm 19a dann, wenn er Stickstoff enthält, durch Erzeugung von Elektronen, die als Ladungsträger dienen, und durch Erhöhung der Ladungsträgerdichte leicht eine n-Typ-Leitfähigkeit. Folglich ist wahrscheinlich, dass sich ein Transistor, der einen Stickstoff enthaltenden Oxidhalbleiter enthält, „normalerweise eingeschaltet“ verhält. Aus diesem Grund wird Stickstoff in dem Oxidhalbleiterfilm vorzugsweise so weit wie möglich verringert; die Stickstoffkonzentration, gemessen durch SIMS, wird vorzugsweise z. B. auf niedriger als oder gleich $5 \times 10^{18} \text{ Atome/cm}^3$ eingestellt.

[0116] Der Oxidhalbleiterfilm 19a kann beispielsweise eine nicht-einkristalline Struktur haben. Die nicht-einkristalline Struktur umfasst beispielsweise einen kristallinen Oxidhalbleiter mit Ausrichtung bezüglich der c-Achse (c-axis aligned crystalline oxide semiconductor, CAAC-OS), der später beschrieben wird, eine polykristalline Struktur, eine mikrokristalline Struktur, die später beschrieben wird, oder eine amorphe Struktur. Unter den nicht-einkristallinen Strukturen weist die amorphe Struktur die höchste Dichte der Defektzustände auf, während CAAC-OS die niedrigste Dichte der Defektzustände aufweist.

[0117] Der Oxidhalbleiterfilm 19a kann beispielsweise eine amorphe Struktur haben. Ein Oxidhalbleiterfilm mit einer amorphen Struktur weist beispielsweise eine ungeordnete Atomanordnung und keine kristalline Komponente auf.

[0118] Es sei angemerkt, dass der Oxidhalbleiterfilm 19a ein Mischfilm, der zwei oder mehr des Folgenden aufweist, sein kann: einen Bereich mit einer amorphen Struktur, einen Bereich mit einer mikro-

kristallinen Struktur, einen Bereich mit einer polykristallinen Struktur, einen CAAC-OS-Bereich und einen Bereich mit einer einkristallinen Struktur. Der Mischfilm hat in einigen Fällen eine einschichtige Struktur, die beispielsweise zwei oder mehr von einem Bereich mit einer amorphen Struktur, einem Bereich mit einer mikrokristallinen Struktur, einem Bereich mit einer polykristallinen Struktur, einem CAAC-OS-Bereich und einem Bereich mit einer einkristallinen Struktur aufweist. Des Weiteren hat der Mischfilm in einigen Fällen eine Stapelschicht-Struktur aus zwei oder mehr von einem Bereich mit einer amorphen Struktur, einem Bereich mit einer mikrokristallinen Struktur, einem Bereich mit einer polykristallinen Struktur, einem CAAC-OS-Bereich und einem Bereich mit einer einkristallinen Struktur.

[0119] Die Pixel-Elektrode 19b wird durch Verarbeiten eines Oxidhalbleiterfilms, der gleichzeitig mit dem Oxidhalbleiterfilm 19a ausgebildet wird, ausgebildet. Daher enthält die Pixel-Elektrode 19b ein Metallelement, das demjenigen in dem Oxidhalbleiterfilm 19a ähnlich ist. Des Weiteren hat die Pixel-Elektrode 19b eine Kristallstruktur, die ähnlich oder unterschiedlich von derjenigen des Oxidhalbleiterfilms 19a ist. Durch Zusetzen von Verunreinigungen oder Sauerstofffehlstellen zu dem Oxidhalbleiterfilm, der gleichzeitig mit dem Oxidhalbleiterfilm 19a ausgebildet wird, weist der Oxidhalbleiterfilm eine Leitfähigkeit auf und dient daher als die Pixel-Elektrode 19b. Ein Beispiel für die Verunreinigungen, die in dem Oxidhalbleiterfilm enthalten sind, ist Wasserstoff. Anstatt von Wasserstoff kann Bor, Phosphor, Zinn, Antimon, ein Edelgas-Element, ein Alkalimetall, ein Erdalkalimetall oder dergleichen als Verunreinigung enthalten sein. Alternativ wird die Pixel-Elektrode 19b gleichzeitig mit dem Oxidhalbleiterfilm 19a ausgebildet, und ihre Leitfähigkeit ist erhöht, indem sie Sauerstofffehlstellen, die durch Plasmaschäden oder dergleichen erzeugt werden, aufweist. Alternativ wird die Pixel-Elektrode 19b gleichzeitig mit dem Oxidhalbleiterfilm 19a ausgebildet, und ihre Leitfähigkeit ist erhöht, indem sie Verunreinigungen und Sauerstofffehlstellen, die durch Plasmaschäden oder dergleichen erzeugt werden, aufweist.

[0120] Sowohl der Oxidhalbleiterfilm 19a als auch die Pixel-Elektrode 19b sind über dem isolierenden Oxidfilm 17 ausgebildet, aber sie weisen unterschiedliche Verunreinigungskonzentrationen auf. Die Pixel-Elektrode 19b weist insbesondere eine höhere Verunreinigungskonzentration auf als der Oxidhalbleiterfilm 19a. Die Konzentration von Wasserstoff, der in dem Oxidhalbleiterfilm 19a enthalten ist, ist beispielsweise niedriger als oder gleich 5×10^{19} Atome/cm³, bevorzugt niedriger als oder gleich 1×10^{19} Atome/cm³, stärker bevorzugt niedriger als oder gleich 5×10^{18} Atome/cm³, noch stärker bevorzugt niedriger als oder gleich 1×10^{18} Atome/cm³, sogar stärker bevorzugt niedriger als oder gleich 5

$\times 10^{17}$ Atome/cm³, weiter stärker bevorzugt niedriger als oder gleich 1×10^{16} Atome/cm³. Die Konzentration von Wasserstoff, der in der Pixel-Elektrode 19b enthalten ist, ist höher als oder gleich 8×10^{19} Atome/cm³, bevorzugt höher als oder gleich 1×10^{20} Atome/cm³, stärker bevorzugt höher als oder gleich 5×10^{20} Atome/cm³. Die Konzentration von Wasserstoff, der in der Pixel-Elektrode 19b enthalten ist, ist größer als oder gleich dem Zweifachen, bevorzugt größer als oder gleich dem Zehnfachen der Wasserstoffkonzentration in dem Oxidhalbleiterfilm 19a.

[0121] Wenn der Oxidhalbleiterfilm, der gleichzeitig mit dem Oxidhalbleiterfilm 19a ausgebildet wird, einem Plasma ausgesetzt wird, wird der Oxidhalbleiterfilm beschädigt und Sauerstofffehlstellen können erzeugt werden. Wenn beispielsweise ein Film durch ein Plasma-CVD-Verfahren oder ein Sputterverfahren über dem Oxidhalbleiterfilm ausgebildet wird, wird der Oxidhalbleiterfilm einem Plasma ausgesetzt und Sauerstofffehlstellen werden erzeugt. Alternativ werden Sauerstofffehlstellen erzeugt, wenn bei einer Ätzbehandlung zum Ausbilden des isolierenden Oxidfilms 23 und des isolierenden Oxidfilms 25 der Oxidhalbleiterfilm einem Plasma ausgesetzt wird. Alternativ werden Sauerstofffehlstellen erzeugt, wenn der Oxidhalbleiterfilm einem Plasma eines Gasgemisches aus Wasserstoff und Wasserstoff, einem Wasserstoffplasma, einem Edelgasplasma, einem Ammoniakplasma oder dergleichen ausgesetzt wird. Als Ergebnis wird die Leitfähigkeit des Oxidhalbleiterfilms erhöht, so dass der Oxidhalbleiterfilm als die Pixel-Elektrode 19b dient.

[0122] Mit anderen Worten: die Pixel-Elektrode 19b ist unter Verwendung eines Oxidhalbleiterfilms mit hoher Leitfähigkeit ausgebildet. Man kann auch sagen, dass die Pixel-Elektrode 19b unter Verwendung eines Metalloxidfilms mit hoher Leitfähigkeit ausgebildet ist.

[0123] In dem Fall, in dem ein Siliziumnitridfilm als der isolierende Nitridfilm 27 verwendet wird, enthält der Siliziumnitridfilm Wasserstoff. Wenn Wasserstoff von dem isolierenden Nitridfilm 27 in den Oxidhalbleiterfilm, der gleichzeitig mit dem Oxidhalbleiterfilm 19a ausgebildet wird, diffundiert, wird Wasserstoff an Sauerstoff gebunden und Elektronen, die als Ladungsträger dienen, werden in dem Oxidhalbleiterfilm erzeugt. Wenn der Siliziumnitridfilm durch ein Plasma-CVD-Verfahren oder ein Sputterverfahren ausgebildet wird, wird der Oxidhalbleiterfilm einem Plasma ausgesetzt und Sauerstofffehlstellen werden in dem Oxidhalbleiterfilm erzeugt. Wenn Wasserstoff, der in dem Siliziumnitridfilm enthalten ist, in die Sauerstofffehlstellen eindringt, werden als Ladungsträger dienende Elektronen erzeugt. Als Ergebnis wird die Leitfähigkeit des Oxidhalbleiterfilms erhöht, so dass der Oxidhalbleiterfilm als die Pixel-Elektrode 19b dient.

[0124] Wenn einem Oxidhalbleiter, der Sauerstofffehlstellen aufweist, Wasserstoff zugesetzt wird, dringt Wasserstoff in Sauerstofffehlstellen ein und bildet ein Donatorniveau in der Nähe des Leitungsbandes. Als Ergebnis wird die Leitfähigkeit des Oxidhalbleiters erhöht, so dass der Oxidhalbleiter zu einem Leiter wird. Ein Oxidhalbleiter, der zu einem Leiter geworden ist, kann als Oxidleiter bezeichnet werden. Mit anderen Worten: die Pixel-Elektrode 19b ist unter Verwendung eines Oxidleiterfilms ausgebildet. Oxidhalbleiter weisen im Allgemeinen eine Durchlässigkeit für sichtbares Licht auf, da ihre Energielücke groß ist. Ein Oxidleiter ist ein Oxidhalbleiter mit einem Donatorniveau in der Nähe des Leitungsbandes. Demzufolge ist der Einfluss von Absorption wegen des Donatorniveaus gering, und ein Oxidleiter weist eine Durchlässigkeit für sichtbares Licht auf, die mit derjenigen eines Oxidhalbleiters vergleichbar ist.

[0125] Die Pixel-Elektrode 19b weist einen niedrigeren spezifischen Widerstand auf als der Oxidhalbleiterfilm 19a. Der spezifische Widerstand der Pixel-Elektrode 19b ist vorzugsweise größer als oder gleich dem 1×10^{-8} -Fachen und kleiner als das 1×10^{-1} -Fache des spezifischen Widerstandes des Oxidhalbleiterfilms 19a. Der spezifische Widerstand der Pixel-Elektrode 19b ist typischerweise höher als oder gleich $1 \times 10^{-3} \Omega\text{cm}$ und niedriger als $1 \times 10^4 \Omega\text{cm}$, bevorzugt höher als oder gleich $1 \times 10^{-3} \Omega\text{cm}$ und niedriger als $1 \times 10^{-1} \Omega\text{cm}$.

[0126] Die als Source-Elektrode und Drain-Elektrode dienenden leitenden Filme 21a und 21b sind jeweils in einer einschichtigen Struktur oder einer Stapschicht-Struktur ausgebildet, die ein Metall, wie z. B. Aluminium, Titan, Chrom, Nickel, Kupfer, Yttrium, Zirconium, Molybdän, Silber, Tantal oder Wolfram, oder eine Legierung, die eines dieser Metalle als ihre Hauptkomponente enthält, enthält. Beispielsweise können eine einschichtige Struktur eines Silizium enthaltenden Aluminiumfilms, eine zweischichtige Struktur, bei der ein Aluminiumfilm über einem Titanfilm gestapelt ist, eine zweischichtige Struktur, bei der ein Aluminiumfilm über einem Wolframfilm gestapelt ist, eine zweischichtige Struktur, bei der ein Kupferfilm über einem Kupfer-Magnesium-Aluminium-Legierungsfilm gestapelt ist, eine zweischichtige Struktur, bei der ein Kupferfilm über einem Titanfilm gestapelt ist, eine zweischichtige Struktur, bei der ein Kupferfilm über einem Wolframfilm gestapelt ist, eine dreischichtige Struktur, bei der ein Titanfilm oder ein Titannitridfilm, ein Aluminiumfilm oder ein Kupferfilm und ein Titanfilm oder ein Titannitridfilm in dieser Reihenfolge gestapelt sind, eine dreischichtige Struktur, bei der ein Molybdänfilm oder ein Molybdänitridfilm, ein Aluminiumfilm oder ein Kupferfilm und ein Molybdänfilm oder ein Molybdänitridfilm in dieser Reihenfolge gestapelt sind, und dergleichen angegeben werden. Es sei ange-

merkt, dass ein durchsichtiges leitendes Material, das Indiumoxid, Zinnoxid oder Zinkoxid enthält, verwendet werden kann.

[0127] Als der isolierende Oxidfilm 23 oder der isolierende Oxidfilm 25 wird vorzugsweise ein isolierender Oxidfilm, der mehr Sauerstoff enthält als die stöchiometrische Zusammensetzung, verwendet. Als der isolierende Oxidfilm 23 ist hier ein isolierender Oxidfilm, den Sauerstoff durchsetzt, ausgebildet, und als der isolierende Oxidfilm 25 ist ein isolierender Oxidfilm, der mehr Sauerstoff enthält als die stöchiometrische Zusammensetzung, ausgebildet.

[0128] Der isolierende Oxidfilm 23 ist ein isolierender Oxidfilm, den Sauerstoff durchsetzt. Deshalb kann sich Sauerstoff, der aus dem isolierenden Oxidfilm 25, der über dem isolierenden Oxidfilm 23 angeordnet ist, abgegeben wird, durch den isolierenden Oxidfilm 23 in den Oxidhalbleiterfilm 19a bewegen. Überdies dient der isolierende Oxidfilm 23 auch als Film, der einen Schaden an dem Oxidhalbleiterfilm 19a zu dem Zeitpunkt, zu dem der isolierende Oxidfilm 25 später ausgebildet wird, erleichtert.

[0129] Ein Siliziumoxidfilm, ein Siliziumoxynitridfilm oder dergleichen mit einer Dicke von größer als oder gleich 5 nm und kleiner als oder gleich 150 nm, bevorzugt größer als oder gleich 5 nm und kleiner als oder gleich 50 nm kann als der isolierende Oxidfilm 23 verwendet werden. Es sei angemerkt, dass in dieser Beschreibung „Siliziumoxynitridfilm“ einen Film, der Sauerstoff mit einem Anteil enthält, der höher ist als der Stickstoffanteil, bezeichnet und dass „Siliziumnitridoxidfilm“ einen Film, der Stickstoff mit einem Anteil enthält, der höher ist als der Sauerstoffanteil, bezeichnet.

[0130] Es ist ferner bevorzugt, dass die Menge der Defekte in dem isolierenden Oxidfilm 23 klein ist und dass typischerweise einer Elektronenspinresonanz-(ESR-) Messung zufolge die Spin-Dichte (spin density) eines Signals, das bei $g = 2,001$ erscheint, niedriger als oder gleich $3 \times 10^{17} \text{ Spins/cm}^3$ ist. Das Signal, das bei $g = 2,001$ erscheint, stammt aus offenen Bindungen von Silizium. Das liegt daran, dass dann, wenn die Dichte der Defekte in dem isolierenden Oxidfilm 23 hoch ist, Sauerstoff an die Defekte gebunden wird und die Menge an Sauerstoff, der durch den isolierenden Oxidfilm 23 hindurch tritt, abnimmt.

[0131] Es ist ferner bevorzugt, dass die Menge der Defekte an der Grenzfläche zwischen dem isolierenden Oxidfilm 23 und dem Oxidhalbleiterfilm 19a klein ist und dass typischerweise einer ESR-Messung zufolge die Spin-Dichte eines Signals, das wegen einer Sauerstofffehlstelle in dem Oxidhalbleiterfilm 19a bei $g = 1,93$ erscheint, niedriger als oder gleich

1×10^{17} Spins/cm³, stärker bevorzugt niedriger als oder gleich der unteren Nachweigrenze ist.

[0132] Es sei angemerkt, dass bei dem isolierenden Oxidfilm 23 in einigen Fällen der gesamte Sauerstoff, der von außen in den isolierenden Oxidfilm 23 eindringt, aus dem isolierenden Oxidfilm 23 nach außen übertragen wird. In anderen Fällen verbleibt etwas Sauerstoff, der von außen in den isolierenden Oxidfilm 23 eindringt, in dem isolierenden Oxidfilm 23. Überdies findet in einigen Fällen die Bewegung von Sauerstoff bei dem isolierenden Oxidfilm 23 derart statt, dass Sauerstoff von außen in den isolierenden Oxidfilm 23 eindringt und dass Sauerstoff, der in dem isolierenden Oxidfilm 23 enthalten ist, aus dem isolierenden Oxidfilm 23 nach außen übertragen wird.

[0133] Der isolierende Oxidfilm 25 ist in Kontakt mit dem isolierenden Oxidfilm 23 ausgebildet. Der isolierende Oxidfilm 25 ist unter Verwendung eines isolierenden Oxidfilms, der Sauerstoff mit einem höheren Anteil enthält als die stöchiometrische Zusammensetzung, ausgebildet. Ein Teil von Sauerstoff wird durch Erwärmen aus dem isolierenden Oxidfilm, der Sauerstoff mit einem höheren Anteil enthält als die stöchiometrische Zusammensetzung, abgegeben. Der isolierende Oxidfilm, der Sauerstoff mit einem höheren Anteil enthält als die stöchiometrische Zusammensetzung, ist ein isolierender Oxidfilm, bei dem die Menge an abgegebenem Sauerstoff, umgerechnet in Sauerstoffatome, größer als oder gleich $1,0 \times 10^{18}$ Atome/cm³, bevorzugt größer als oder gleich $3,0 \times 10^{20}$ Atome/cm³ bei einer TDS-Analyse ist. Es sei angemerkt, dass die Temperatur der Filmoberfläche bei der TDS-Analyse vorzugsweise höher als oder gleich 100 °C und niedriger als oder gleich 700 °C oder höher als oder gleich 100 °C und niedriger als oder gleich 500 °C ist.

[0134] Ein Siliziumoxidfilm, ein Siliziumoxynitridfilm oder dergleichen mit einer Dicke von größer als oder gleich 30 nm und kleiner als oder gleich 500 nm, bevorzugt größer als oder gleich 50 nm und kleiner als oder gleich 400 nm kann als der isolierende Oxidfilm 25 verwendet werden.

[0135] Es ist bevorzugt, dass die Menge der Defekte in dem isolierenden Oxidfilm 25 klein ist und dass typischerweise einer ESR-Messung zufolge die Spin-Dichte eines Signals, das bei $g = 2,001$ erscheint, niedriger als $1,5 \times 10^{18}$ Spins/cm³, stärker bevorzugt niedriger als oder gleich 1×10^{18} Spins/cm³ ist. Es sei angemerkt, dass der isolierende Oxidfilm 25 derart angeordnet ist, dass er weiter entfernt von dem Oxidhalbleiterfilm 19a liegt als der isolierende Oxidfilm 23. Somit kann der isolierende Oxidfilm 25 eine höhere Defektdichte aufweisen als der isolierende Oxidfilm 23.

[0136] Ähnlich wie der isolierende Nitridfilm 15 kann der isolierende Nitridfilm 27 ein isolierender Nitridfilm sein, den Sauerstoff kaum durchsetzt. Außerdem kann ein isolierender Nitridfilm, den Sauerstoff, Wasserstoff und Wasser kaum durchsetzen, verwendet werden.

[0137] Der isolierende Nitridfilm 27 ist unter Verwendung eines Siliziumnitridfilms, eines Siliziumnitridoxidfilms, eines Aluminiumnitridfilms oder dergleichen mit einer Dicke von größer als oder gleich 50 nm und kleiner als oder gleich 300 nm, bevorzugt größer als oder gleich 100 nm und kleiner als oder gleich 200 nm ausgebildet.

[0138] In dem Fall, in dem der isolierende Oxidfilm, der Sauerstoff mit einem höheren Anteil enthält als die stöchiometrische Zusammensetzung, in dem isolierenden Oxidfilm 23 oder dem isolierenden Oxidfilm 25 enthalten ist, kann ein Teil des in dem isolierenden Oxidfilm 23 oder dem isolierenden Oxidfilm 25 enthaltenen Sauerstoffs auf den Oxidhalbleiterfilm 19a übertragen werden, so dass die Menge an Sauerstofffehlstellen in dem Oxidhalbleiterfilm 19a verringert werden kann.

[0139] Die Schwellenspannung eines Transistors, bei dem ein Oxidhalbleiterfilm mit Sauerstofffehlstellen verwendet wird, verschiebt sich leicht negativ, und ein solcher Transistor neigt dazu, sich „normalerweise eingeschaltet“ zu verhalten. Das liegt daran, dass Ladungen wegen der Sauerstofffehlstellen in dem Oxidhalbleiterfilm erzeugt werden und dadurch der Widerstand abnimmt. Der Transistor mit „normalerweise eingeschaltet“-Eigenschaften verursacht verschiedene Probleme: beispielsweise wird im Betrieb wahrscheinlich eine Störung verursacht und außer Betrieb nimmt der Leistungsverbrauch zu. Darüber hinaus liegt ein Problem darin, dass der Betrag der Veränderung der elektrischen Eigenschaften, typischerweise der Schwellenspannung, des Transistors durch eine Veränderung im Laufe der Zeit oder einen Stresstest erhöht wird.

[0140] Bei dem Transistor 102 dieser Ausführungsform enthält jedoch der isolierende Oxidfilm 23 oder der isolierende Oxidfilm 25, welche über dem Oxidhalbleiterfilm 19a angeordnet sind, Sauerstoff mit einem höheren Anteil als die stöchiometrische Zusammensetzung. Als Ergebnis bewegt sich der in dem isolierenden Oxidfilm 23 oder dem isolierenden Oxidfilm 25 enthaltene Sauerstoff in effizienter Weise in den Oxidhalbleiterfilm 19a, so dass die Menge an Sauerstofffehlstellen in dem Oxidhalbleiterfilm 19a verringert werden kann. Demzufolge wird ein Transistor mit „normalerweise ausgeschaltet“-Eigenschaften erhalten. Ferner kann der Betrag der Veränderung der elektrischen Eigenschaften, typischerweise der Schwellenspannung, des Tran-

sistors im Lauf der Zeit oder durch einen Stresstest verringert werden.

[0141] Die gemeinsame Elektrode 29 ist unter Verwendung eines lichtdurchlässigen leitenden Films ausgebildet. Als lichtdurchlässiger leitender Film werden ein Wolframoxid enthaltender Indiumoxidfilm, ein Wolframoxid enthaltender Indiumzinkoxidfilm, ein Titanoxid enthaltender Indiumoxidfilm, ein Titanoxid enthaltender Indiumzinnoxidfilm, ein Indiumzinnoxid- (indium tin oxide; nachstehend als ITO bezeichnet) Film, ein Indiumzinkoxidfilm, ein Indiumzinnoxidfilm, dem Siliziumoxid zugesetzt ist, und dergleichen angegeben.

[0142] Die gemeinsame Elektrode 29 weist die Streifenbereiche auf, die sich in eine den als Signalleitung dienenden leitenden Film 21a schneidende Richtung erstrecken. Folglich kann eine ungewollte Ausrichtung von Flüssigkristallmolekülen in der Nähe der Pixel-Elektrode 19b und des leitenden Films 21a verhindert werden, und daher kann ein Lichtaustritt unterdrückt werden. Als Ergebnis kann eine Anzeigevorrichtung mit ausgezeichnetem Kontrast hergestellt werden.

[0143] Auf einem Element-Träger der bei dieser Ausführungsform beschriebenen Anzeigevorrichtung wird die Pixel-Elektrode gleichzeitig mit dem Oxidhalbleiterfilm des Transistors ausgebildet. Die Pixel-Elektrode dient auch als eine Elektrode des Kondensators. Die gemeinsame Elektrode dient auch als die andere Elektrode des Kondensators. Deshalb ist ein Schritt zum Ausbilden eines weiteren leitenden Films nicht nötig, um den Kondensator herzustellen, und die Anzahl der Schritte zum Herstellen der Anzeigevorrichtung kann verringert werden. Der Kondensator weist eine Lichtdurchlässigkeit auf. Als Ergebnis kann die Fläche, die von dem Kondensator belegt wird, vergrößert werden und das Öffnungsverhältnis eines Pixels kann erhöht werden.

[0144] Als nächstes wird ein Verfahren zum Herstellen des Transistors 102 und des Kondensators 105 in **Fig. 5** anhand von **Fig. 6A bis Fig. 6D, Fig. 7A bis Fig. 7D** sowie **Fig. 8A bis Fig. 8C** beschrieben.

[0145] Wie in **Fig. 6A** dargestellt, wird ein leitender Film 12, der zu dem leitenden Film 13 wird, über dem Substrat 11 ausgebildet. Der leitende Film 12 wird durch ein Sputterverfahren, ein chemisches Gasphasenabscheidungs-(chemical vapor deposition, CVD-) Verfahren, wie z. B. ein metallorganisches chemisches Gasphasenabscheidungs- (metal organic chemical vapor deposition, MOCVD-) Verfahren, ein chemisches Metall-Gasphasenabscheidungs- (metal chemical vapor deposition) Verfahren, ein Atomlagenabscheidungs- (atomic layer deposition, ALD-) Verfahren oder ein plasmageschütztes chemisches Gasphasenabscheidungs- (plasma-enhanced

chemical vapor deposition, PECVD-) Verfahren, ein Verdampfungsverfahren, ein gepulstes Laserstrahlabscheidungs- (pulsed laser deposition, PLD-) Verfahren oder dergleichen ausgebildet. Wenn ein metallorganisches chemisches Gasphasenabscheidungs- (MOCVD-) Verfahren, ein chemisches Metall-Gasphasenabscheidungsverfahren oder ein Atomlagenabscheidungs-(ALD-) Verfahren zum Einsatz kommt, wird der leitende Film durch Plasma weniger beschädigt.

[0146] Hier wird ein Glassubstrat als das Substrat 11 verwendet. Als der leitende Film 12 wird ferner ein 100 nm dicker Wolframfilm durch ein Sputterverfahren ausgebildet.

[0147] Eine Maske wird dann durch einen Photolithographieprozess unter Verwendung einer ersten Photomaske über dem leitenden Film 12 ausgebildet. Als nächstes wird, wie in **Fig. 6B** dargestellt, ein Teil des leitenden Films 12 unter Verwendung der Maske geätzt, um den als Gate-Elektrode dienenden leitenden Film 13 auszubilden. Danach wird die Maske entfernt.

[0148] Es sei angemerkt, dass der als Gate-Elektrode dienende leitende Film 13 statt des obigen Bildungsverfahrens durch ein elektrolytisches Plattierungsverfahren (electrolytic plating method), ein Druckverfahren, ein Tintenstrahlverfahren oder dergleichen ausgebildet werden kann.

[0149] Hierbei wird der Wolframfilm durch Trockenätzen geätzt, um den als Gate-Elektrode dienenden leitenden Film 13 auszubilden.

[0150] Als nächstes werden, wie in **Fig. 6C** dargestellt, der isolierende Nitridfilm 15 und ein isolierender Oxidfilm 16, der später zu dem isolierenden Oxidfilm 17 wird, über dem als Gate-Elektrode dienenden leitenden Film 13 ausgebildet. Anschließend wird ein Oxidhalbleiterfilm 18, der später zu dem Oxidhalbleiterfilm 19a und der Pixel-Elektrode 19b wird, über dem isolierenden Oxidfilm 16 ausgebildet.

[0151] Der isolierende Nitridfilm 15 und der isolierende Oxidfilm 16 werden jeweils durch ein Sputterverfahren, ein chemisches Gasphasenabscheidungs-(CVD-) Verfahren, wie z. B. ein metallorganisches chemisches Gasphasenabscheidungs- (MOCVD-) Verfahren, ein chemisches Metall-Gasphasenabscheidungsverfahren, ein Atomlagenabscheidungs- (ALD-) Verfahren oder ein plasmageschütztes chemisches Gasphasenabscheidungs-(PECVD-) Verfahren, ein Verdampfungsverfahren, ein gepulstes Laserstrahlabscheidungs- (PLD-) Verfahren, ein Beschichtungsverfahren, ein Druckverfahren oder dergleichen ausgebildet. Wenn ein metallorganisches chemisches Gasphasenabscheidungs-

(MOCVD-) Verfahren, ein chemisches Metall-Gasphasenabscheidungsverfahren oder ein Atomlagenabscheidungs-(ALD-) Verfahren zum Einsatz kommt, werden der isolierende Nitridfilm 15 und der isolierende Oxidfilm 16 durch Plasma weniger beschädigt. Wenn ein Atomlagenabscheidungs-(ALD-) Verfahren zum Einsatz kommt, kann die Abdeckung des isolierenden Nitridfilms 15 und des isolierenden Oxidfilms 16 erhöht werden.

[0152] Als der isolierende Nitridfilm 15 wird hier ein 300 nm dicker Siliziumnitridfilm durch ein Plasma-CVD-Verfahren, bei dem Silan, Stickstoff und Ammoniak als Quellengas verwendet werden, ausgebildet.

[0153] In dem Fall, in dem ein Siliziumoxidfilm, ein Siliziumoxynitridfilm oder ein Siliziumnitridoxidfilm als der isolierende Oxidfilm 16 ausgebildet wird, werden vorzugsweise ein Silizium enthaltendes Abscheidungsgas und ein Oxidationsgas als Quellengas verwendet. Typische Beispiele für das Silizium enthaltende Abscheidungsgas umfassen Silan, Disilan, Trisilan und Silanfluorid. Als Beispiele für das Oxidationsgas können Sauerstoff, Ozon, Distickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid angegeben werden.

[0154] Außerdem kann in dem Fall, in dem ein Galliumoxidfilm als der isolierende Oxidfilm 16 ausgebildet wird, ein MOCVD-Verfahren verwendet werden.

[0155] Als der isolierende Oxidfilm 16 wird hier ein 50 nm dicker Siliziumoxynitridfilm durch ein Plasma-CVD-Verfahren, bei dem Silan und Distickstoffmonoxid als Quellengas verwendet werden, ausgebildet.

[0156] Der Oxidhalbleiterfilm 18 kann durch ein Sputterverfahren, ein chemisches Gasphasenabscheidungs- (CVD-) Verfahren, wie z. B. ein metallorganisches chemisches Gasphasenabscheidungs- (MOCVD-) Verfahren, ein Atomlagenabscheidungs- (ALD-) Verfahren oder ein plasmageschütztes chemisches Gasphasenabscheidungs- (PECVD-) Verfahren, ein gepulstes Laserstrahlabscheidungsverfahren, ein Laserabtragungsverfahren, ein Beschichtungsverfahren oder dergleichen ausgebildet werden. Wenn ein metallorganisches chemisches Gasphasenabscheidungs- (MOCVD-) Verfahren oder ein Atomlagenabscheidungs- (ALD-) Verfahren zum Einsatz kommt, wird der Oxidhalbleiterfilm 18 durch Plasma weniger beschädigt und der isolierende Oxidfilm 16 wird weniger beschädigt. Wenn ein Atomlagenabscheidungs- (ALD-) Verfahren zum Einsatz kommt, kann die Abdeckung des Oxidhalbleiterfilms 18 erhöht werden.

[0157] In dem Fall, in dem der Oxidhalbleiterfilm durch ein Sputterverfahren ausgebildet wird, kann eine HF-Leistungsversorgungsvorrichtung, eine Wechselspannungsversorgungsvorrichtung, eine

Gleichspannungsversorgungsvorrichtung oder der gleichen angemessen als Leistungsversorgungsvorrichtung zum Erzeugen von Plasma verwendet werden.

[0158] Als Sputtergas wird angemessen ein Edelgas (typischerweise Argon), ein Sauerstoffgas oder ein Gasgemisch aus einem Edelgas und Sauerstoff verwendet. Im Falle der Verwendung des Gasgemisches aus einem Edelgas und Sauerstoff wird vorzugsweise der Anteil an Sauerstoff in Bezug auf ein Edelgas erhöht.

[0159] Zusätzlich kann ein Target angemessen gemäß der Zusammensetzung des auszubildenden Oxidhalbleiterfilms gewählt werden.

[0160] Um einen hochreinen intrinsischen oder im Wesentlichen hochreinen intrinsischen Oxidhalbleiterfilm zu erhalten, wird abgesehen von der Hochvakuumevakuierung der Kammer auch eine Erhöhung der Reinheit eines Sputtergases benötigt. Als Sauerstoffgas oder Argongas, das als ein Sputtergas verwendet wird, wird ein Gas, das derart hoch gereinigt worden ist, dass es einen Taupunkt von -40 °C oder niedriger, bevorzugt -80 °C oder niedriger, stärker bevorzugt -100 °C oder niedriger, noch stärker bevorzugt -120 °C oder niedriger aufweist, verwendet, wodurch ein Eindringen von Feuchtigkeit oder der gleichen in den Oxidhalbleiterfilm möglichst verhindert werden kann.

[0161] Als Oxidhalbleiterfilm wird hier ein 35 nm dicker In-Ga-Zn-Oxidfilm durch ein Sputterverfahren unter Verwendung eines In-Ga-Zn-Oxidtargets (In: Ga:Zn = 1:1:1) ausgebildet.

[0162] Anschließend wird, nachdem eine Maske durch einen Photolithographieprozess unter Verwendung einer zweiten Photomaske über dem Oxidhalbleiterfilm 18 ausgebildet worden ist, der Oxidhalbleiterfilm unter Verwendung der Maske teilweise geätzt. Auf diese Weise werden der Oxidhalbleiterfilm 19a und ein Oxidhalbleiterfilm 19c ausgebildet, welche einer Elementisolation (element isolation) unterzogen worden sind, wie in **Fig. 6D** dargestellt. Danach wird die Maske entfernt.

[0163] Dabei werden die Oxidhalbleiterfilme 19a und 19c ausgebildet, indem eine Maske über dem Oxidhalbleiterfilm 18 ausgebildet wird und ein Teil des Oxidhalbleiterfilms 18 durch ein Nassätzverfahren selektiv geätzt wird.

[0164] Als nächstes wird, wie in **Fig. 7A** dargestellt, ein leitender Film 20, der später zu den leitenden Filmen 21a und 21b wird, ausgebildet.

[0165] Der leitende Film 20 kann angemessen durch ein Verfahren, das demjenigen des leitenden Films 12 ähnlich ist, ausgebildet werden.

[0166] Hier werden ein 50 nm dicker Wolframfilm und ein 300 nm dicker Kupferfilm nacheinander durch ein Sputterverfahren gestapelt.

[0167] Als nächstes wird eine Maske durch einen Photolithographieprozess unter Verwendung einer dritten Photomaske über dem leitenden Film 20 ausgebildet. Der leitende Film 20 wird dann unter Verwendung der Maske geätzt, so dass die als Source-Elektrode und Drain-Elektrode dienenden leitenden Filme 21a und 21b ausgebildet werden, wie in **Fig. 7B** dargestellt. Danach wird die Maske entfernt.

[0168] Eine Maske wird hier durch einen Photolithographieprozess über dem Kupferfilm ausgebildet. Dann werden der Wolframfilm und der Kupferfilm unter Verwendung der Maske geätzt, so dass die leitenden Filme 21a und 21b ausgebildet werden. Es sei angemerkt, dass der Kupferfilm durch ein Nasätzverfahren geätzt wird. Als nächstes wird der Wolframfilm durch ein Trockenätzverfahren mittels SF₆ geätzt, wodurch ein Fluorid an der Oberfläche des Kupferfilms gebildet wird. Das Fluorid verringert eine Diffusion von Kupferelementen aus dem Kupferfilm, und somit kann die Kupferkonzentration in dem Oxidhalbleiterfilm 19a verringert werden.

[0169] Als nächstes werden, wie in **Fig. 7C** dargestellt, ein isolierender Oxidfilm 22, der später zu dem isolierenden Oxidfilm 23 wird, und ein isolierender Oxidfilm 24, der später zu dem isolierenden Oxidfilm 25 wird, über den Oxidhalbleiterfilmen 19a und 19c und den leitenden Filmen 21a und 21b ausgebildet. Der isolierende Oxidfilm 22 und der isolierende Oxidfilm 24 können jeweils angemessen durch ein Verfahren, das demjenigen des isolierenden Nitridfilms 15 und des isolierenden Oxidfilms 16 ähnlich ist, ausgebildet werden.

[0170] Es sei angemerkt, dass bevorzugt ist, dass, nachdem der isolierende Oxidfilm 22 ausgebildet worden ist, der isolierende Oxidfilm 24 sukzessive ausgebildet wird, ohne der Luft ausgesetzt zu sein. Nachdem der isolierende Oxidfilm 22 ausgebildet worden ist, wird der isolierende Oxidfilm 24 sukzessive ausgebildet, ohne der Luft ausgesetzt zu sein, indem wenigstens eines von Durchflussmenge eines Quellengases, Druck, Hochfrequenzleistung und Substrattemperatur reguliert wird. Dadurch kann die Konzentration von Verunreinigungen, die auf die atmosphärische Komponente zurückzuführen sind, an der Grenzfläche zwischen dem isolierenden Oxidfilm 22 und dem isolierenden Oxidfilm 24 verringert werden, und Sauerstoff in dem isolierenden Oxidfilm 24 kann sich in den Oxidhalbleiterfilm 19a bewegen. Demzufolge kann die Menge an Sauer-

stofffehlstellen in dem Oxidhalbleiterfilm 19a verringert werden.

[0171] Als der isolierende Oxidfilm 22 kann ein Siliziumoxidfilm oder ein Siliziumoxynitridfilm unter den folgenden Bedingungen ausgebildet werden: das Substrat, das in einer evakuierten Behandlungskammer einer Plasma-CVD-Vorrichtung platziert ist, wird bei einer Temperatur von höher als oder gleich 280 °C und niedriger als oder gleich 400 °C gehalten; der Druck ist mit Einbringen eines Quellengases in die Behandlungskammer höher als oder gleich 20 Pa und niedriger als oder gleich 250 Pa, bevorzugt höher als oder gleich 100 Pa und niedriger als oder gleich 250 Pa; und eine Hochfrequenzleistung wird einer Elektrode in der Behandlungskammer zugeführt.

[0172] Ein Silizium enthaltendes Abscheidungsgas und ein Oxidationsgas werden vorzugsweise als Quellengas des isolierenden Oxidfilms 22 verwendet. Typische Beispiele für das Silizium enthaltende Abscheidungsgas umfassen Silan, Disilan, Trisilan und Silanfluorid. Als Beispiele für das Oxidationsgas können Sauerstoff, Ozon, Distickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid angegeben werden.

[0173] Unter den obigen Bedingungen kann ein isolierender Oxidfilm, den Sauerstoff durchsetzt, als der isolierende Oxidfilm 22 ausgebildet werden. Außerdem kann das Vorhandensein des isolierenden Oxidfilms 22 Schäden an dem Oxidhalbleiterfilm 19a in einem Schritt zum Ausbilden des später ausgebildeten isolierenden Oxidfilms 25 verringern.

[0174] Unter den obigen Filmbildungsbedingungen verstärkt sich die Bindungsstärke zwischen Silizium und Sauerstoff im obigen Bereich der Substrattemperatur. Folglich kann als der isolierende Oxidfilm 22 ein dichter und harter isolierender Oxidfilm, den Sauerstoff durchsetzt, ausgebildet werden, typischerweise ein Siliziumoxidfilm oder ein Siliziumoxynitridfilm, der eine Ätzgeschwindigkeit von niedriger als oder gleich 10 nm/Min., bevorzugt niedriger als oder gleich 8 nm/Min. aufweist, wenn ein Ätzen bei 25 °C unter Verwendung von 0,5 Gew.-% Flusssäure durchgeführt wird.

[0175] Der isolierende Oxidfilm 22 wird ausgebildet, während eine Erwärmung durchgeführt wird; dadurch kann Wasserstoff, Wasser oder dergleichen, der/das in dem Oxidhalbleiterfilm 19a enthalten ist, in diesem Schritt abgegeben werden. Der in dem Oxidhalbleiterfilm 19a enthaltene Wasserstoff wird mit einem Sauerstoffradikal, das in Plasma gebildet wird, zu Wasser gebunden. Da das Substrat in dem Schritt zum Ausbilden des isolierenden Oxidfilms 22 erwärmt wird, wird Wasser, das durch Bindung zwischen Sauerstoff und Wasserstoff gebildet wird, aus dem Oxidhalbleiterfilm abgegeben. Das

heißt, dass die Menge an Wasser und Wasserstoff, welche in dem Oxidhalbleiterfilm 19a enthalten sind, verringert werden kann, wenn der isolierende Oxidfilm 22 durch ein Plasma-CVD-Verfahren ausgebildet wird.

[0176] Außerdem kann die Zeit der Erwärmung in einem Zustand, in dem der Oxidhalbleiterfilm 19a freigelegt ist, verkürzt werden, da eine Erwärmung in einem Schritt zum Ausbilden des isolierenden Oxidfilms 22 durchgeführt wird. Daher kann die Menge an Sauerstoff, der durch eine Wärmebehandlung aus dem Oxidhalbleiterfilm abgegeben wird, verringert werden. Das heißt, dass die Menge an Sauerstofffehlstellen in dem Oxidhalbleiterfilm verringert werden kann.

[0177] Es sei angemerkt, dass dann, wenn das Verhältnis der Menge des Oxidationsgases zu der Menge des Silizium enthaltenden Abscheidungsgases 100 oder höher ist, der Wasserstoffgehalt in dem isolierenden Oxidfilm 22 verringert werden kann. Folglich kann die Menge an Wasserstoff, der in den Oxidhalbleiterfilm 19a eindringt, verringert werden; somit kann die negative Verschiebung der Schwellenspannung des Transistors verhindert werden.

[0178] Als der isolierende Oxidfilm 22 wird hier ein 50 nm dicker Siliziumoxynitridfilm durch ein Plasma-CVD-Verfahren ausgebildet, bei dem Silan mit einer Durchflussmenge von 30 sccm und Distickstoffmonoxid mit einer Durchflussmenge von 4000 sccm als Quellengas verwendet werden, bei dem der Druck in der Behandlungskammer 200 Pa ist, bei dem die Substrattemperatur 220 °C ist und bei dem eine Hochfrequenzleistung von 150 W unter Verwendung einer 27,12 MHz-Hochfrequenzleistungsquelle zu parallelen Plattenelektroden (parallel-plate electrodes) zugeführt wird. Unter den obigen Bedingungen kann ein Siliziumoxynitridfilm, den Sauerstoff durchsetzt, ausgebildet werden.

[0179] Als der isolierende Oxidfilm 24 wird ein Siliziumoxidfilm oder ein Siliziumoxynitridfilm unter den folgenden Bedingungen ausgebildet: das Substrat, das in einer evakuierten Behandlungskammer der Plasma-CVD-Vorrichtung platziert ist, wird bei einer Temperatur von höher als oder gleich 180 °C und niedriger als oder gleich 280 °C, bevorzugt höher als oder gleich 200 °C und niedriger als oder gleich 240 °C gehalten; der Druck ist mit Einbringen eines Quellengases in die Behandlungskammer höher als oder gleich 100 Pa und niedriger als oder gleich 250 Pa, bevorzugt höher als oder gleich 100 Pa und niedriger als oder gleich 200 Pa; und eine Hochfrequenzleistung von höher als oder gleich 0,17 W/cm² und niedriger als oder gleich 0,5 W/cm², bevorzugt höher als oder gleich 0,25 W/cm² und niedriger als

oder gleich 0,35 W/cm² wird einer Elektrode in der Behandlungskammer zugeführt.

[0180] Ein Silizium enthaltendes Abscheidungsgas und ein Oxidationsgas werden vorzugsweise als Quellengas des isolierenden Oxidfilms 24 verwendet. Typische Beispiele für das Silizium enthaltende Abscheidungsgas umfassen Silan, Disilan, Trisilan und Silanfluorid. Als Beispiele für das Oxidationsgas können Sauerstoff, Ozon, Distickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid angegeben werden.

[0181] Als Bedingungen zum Ausbilden des isolierenden Oxidfilms 24 wird die Hochfrequenzleistung mit der obigen Leistungsdichte zu der Behandlungskammer unter dem obigen Druck zugeführt, wodurch die Effizienz des Zerfalls des Quellengases in Plasma erhöht wird, Sauerstoffradikale vermehrt werden und die Oxidation des Quellengases gefördert wird. Somit wird der Sauerstoffgehalt in dem isolierenden Oxidfilm 24 höher als derjenige in der stöchiometrischen Zusammensetzung. Andererseits ist in dem Film, der bei einer Substrattemperatur im oberen Temperaturbereich ausgebildet wird, die Bindung zwischen Silizium und Sauerstoff schwach, und deswegen wird ein Teil von Sauerstoff in dem Film durch eine Wärmebehandlung in einem späteren Schritt abgegeben. Deshalb ist es möglich, einen isolierenden Oxidfilm auszubilden, der Sauerstoff mit einem höheren Anteil enthält als die stöchiometrische Zusammensetzung und aus dem ein Teil des Sauerstoffs durch Erwärmung abgegeben wird. Des Weiteren ist der isolierende Oxidfilm 22 über dem Oxidhalbleiterfilm 19a angeordnet. In dem Schritt zum Ausbilden des isolierenden Oxidfilms 24 dient daher der isolierende Oxidfilm 22 als Schutzfilm des Oxidhalbleiterfilms 19a. Folglich kann der isolierende Oxidfilm 24 mittels der Hochfrequenzleistung mit einer hohen Leistungsdichte ausgebildet werden, während Schäden an dem Oxidhalbleiterfilm 19a verringert werden.

[0182] Als der isolierende Oxidfilm 24 wird hier ein 400 nm dicker Siliziumoxynitridfilm durch ein Plasma-CVD-Verfahren ausgebildet, bei dem Silan mit einer Durchflussmenge von 200 sccm und Distickstoffmonoxid mit einer Durchflussmenge von 4000 sccm als Quellengas verwendet werden, bei dem der Druck in der Behandlungskammer 200 Pa ist, bei dem die Substrattemperatur 220 °C ist und bei dem eine Hochfrequenzleistung von 1500 W unter Verwendung einer 27,12 MHz-Hochfrequenzleistungsquelle zu den parallelen Plattenelektroden zugeführt wird. Es sei angemerkt, dass es sich bei der Plasma-CVD-Vorrichtung um eine Parallel-Platten- (parallel-plate) Plasma-CVD-Vorrichtung handelt, bei der die Elektrodenfläche 6000 cm² ist und bei der die Leistung pro Flächeneinheit (Leistungsdichte), in welche die zugeführte Leistung umgerechnet ist, 0,25 W/cm² ist.

[0183] Beim Ausbilden der als Source-Elektrode und Drain-Elektrode dienenden leitenden Filme 21a und 21b wird außerdem der Oxidhalbleiterfilm 19a durch Ätzen des leitenden Films beschädigt, so dass Sauerstofffehlstellen auf der Rückkanalseite des Oxidhalbleiterfilms 19a (der Seite des Oxidhalbleiterfilms 19a, die der dem als Gate-Elektrode dienenden leitenden Film 13 zugewandten Seite entgegengesetzt liegt) erzeugt werden. Unter Verwendung des isolierenden Oxidfilms, der Sauerstoff mit einem höheren Anteil enthält als die stöchiometrische Zusammensetzung, als der isolierende Oxidfilm 24 können jedoch die auf der Rückkanalseite erzeugten Sauerstofffehlstellen durch eine Wärmebehandlung repariert werden. Dadurch können Defekte in dem Oxidhalbleiterfilm 19a verringert werden, und somit kann die Zuverlässigkeit des Transistors 102 verbessert werden.

[0184] Eine Maske wird dann durch einen Photolithographieprozess unter Verwendung einer vierten Photomaske über dem isolierenden Oxidfilm 24 ausgebildet. Als nächstes werden, wie in **Fig. 7D** dargestellt, ein Teil des isolierenden Oxidfilms 22 und ein Teil des isolierenden Oxidfilms 24 unter Verwendung der Maske geätzt, um den isolierenden Oxidfilm 23 und den isolierenden Oxidfilm 25, welche den Öffnungsabschnitt 40 aufweisen, auszubilden. Danach wird die Maske entfernt.

[0185] In diesem Prozess werden die isolierenden Oxidfilme 22 und 24 vorzugsweise durch ein Trockenätzverfahren geätzt. Als Ergebnis wird der Oxidhalbleiterfilm 19c einem Plasma in der Ätzbehandlung ausgesetzt; folglich kann die Menge an Sauerstofffehlstellen in dem Oxidhalbleiterfilm 19c erhöht werden.

[0186] Als nächstes wird eine Wärmebehandlung durchgeführt. Die Wärmebehandlung wird typischerweise bei einer Temperatur von höher als oder gleich 150 °C und niedriger als oder gleich 400 °C, bevorzugt höher als oder gleich 300 °C und niedriger als oder gleich 400 °C, stärker bevorzugt höher als oder gleich 320 °C und niedriger als oder gleich 370 °C durchgeführt.

[0187] Ein Elektroofen, eine RTA-Vorrichtung oder dergleichen kann für die Wärmebehandlung verwendet werden. Unter Verwendung einer RTA-Vorrichtung kann die Wärmebehandlung auch bei einer Temperatur, die höher als oder gleich der unteren Entspannungsgrenze des Substrats ist, durchgeführt werden, wenn die Erwärmungszeit kurz ist. Deshalb kann die Zeit für die Wärmebehandlung verkürzt werden.

[0188] Die Wärmebehandlung kann in einer Atmosphäre von Stickstoff, Sauerstoff, ultratrockener Luft (Luft, in welcher der Wassergehalt 20 ppm oder weni-

ger, bevorzugt 1 ppm oder weniger, stärker bevorzugt 10 ppb oder weniger ist) oder einem Edelgas (Argon, Helium oder dergleichen) durchgeführt werden. Die Atmosphäre von Stickstoff, Sauerstoff, ultratrockener Luft oder einem Edelgas enthält vorzugsweise keinen Wasserstoff, kein Wasser oder dergleichen.

[0189] Durch die Wärmebehandlung kann sich ein Teil von Sauerstoff, der in dem isolierenden Oxidfilm 25 enthalten ist, in den Oxidhalbleiterfilm 19a bewegen, so dass die Menge an Sauerstofffehlstellen in dem Oxidhalbleiterfilm 19a verringert werden kann.

[0190] In dem Fall, in dem Wasser, Wasserstoff oder dergleichen in dem isolierenden Oxidfilm 23 und dem isolierenden Oxidfilm 25 enthalten ist und der isolierende Nitridfilm 26 eine Sperreigenschaft gegen Wasser, Wasserstoff oder dergleichen aufweist, bewegt sich Wasser, Wasserstoff oder dergleichen von dem isolierenden Oxidfilm 23 und dem isolierenden Oxidfilm 25 in den Oxidhalbleiterfilm 19a, wenn später der isolierende Nitridfilm 26 ausgebildet wird und eine Wärmebehandlung durchgeführt wird; folglich werden Defekte in dem Oxidhalbleiterfilm 19a erzeugt. Jedoch kann durch die Erwärmung Wasser, Wasserstoff oder dergleichen aus dem isolierenden Oxidfilm 23 und dem isolierenden Oxidfilm 25 abgegeben werden; somit können Schwankungen der elektrischen Eigenschaften des Transistors 102 verringert werden, und eine Veränderung der Schwellenspannung kann verhindert werden.

[0191] Es sei angemerkt, dass sich dann, wenn der isolierende Oxidfilm 24 unter Erwärmung über dem isolierenden Oxidfilm 22 ausgebildet wird, Sauerstoff in den Oxidhalbleiterfilm 19a bewegen kann, um die Menge an Sauerstofffehlstellen in dem Oxidhalbleiterfilm 19a zu verringern. Deshalb muss die Wärmebehandlung nicht unbedingt durchgeführt werden.

[0192] Die Wärmebehandlung kann nach dem Ausbilden der isolierenden Oxidfilme 22 und 24 durchgeführt werden. Jedoch wird die Wärmebehandlung vorzugsweise nach dem Ausbilden der isolierenden Oxidfilme 23 und 25 durchgeführt, weil ein Film mit höherer Leitfähigkeit derart ausgebildet werden kann, dass sich kein Sauerstoff in den Oxidhalbleiterfilm 19c bewegt und dass Sauerstoff aus dem freigelegten Oxidhalbleiterfilm 19c abgegeben wird und dann Sauerstofffehlstellen erzeugt werden.

[0193] Die Wärmebehandlung wird hier eine Stunde lang bei 350 °C in einer Atmosphäre von Stickstoff und Sauerstoff durchgeführt.

[0194] Wie in **Fig. 8A** dargestellt, wird dann der isolierende Nitridfilm 26 ausgebildet.

[0195] Der isolierende Nitridfilm 26 kann angemesen durch ein Verfahren, das demjenigen des isolierenden Nitridfilms 15 und des isolierenden Oxidfilms 16 ähnlich ist, ausgebildet werden. Indem der isolierende Nitridfilm 26 durch ein Sputterverfahren, ein CVD-Verfahren oder dergleichen ausgebildet wird, wird der Oxidhalbleiterfilm 19c einem Plasma ausgesetzt; folglich kann die Menge an Sauerstofffehlstellen in dem Oxidhalbleiterfilm 19c erhöht werden.

[0196] Der Oxidhalbleiterfilm 19c weist eine verbesserte Leitfähigkeit auf und dient als die Pixel-Elektrode 19b. Wenn ein Siliziumnitridfilm durch ein Plasma-CVD-Verfahren als der isolierende Nitridfilm 26 ausgebildet wird, diffundiert Wasserstoff, der in dem Siliziumnitridfilm enthalten ist, in den Oxidhalbleiterfilm 19c; folglich kann die Leitfähigkeit der Pixel-Elektrode 19b verstärkt werden.

[0197] In dem Fall, in dem ein Siliziumnitridfilm durch ein Plasma-CVD-Verfahren als der isolierende Nitridfilm 26 ausgebildet wird, wird das Substrat, das in der evakuierten Behandlungskammer der Plasma-CVD-Vorrichtung platziert ist, bevorzugt bei einer Temperatur von höher als oder gleich 300 °C und niedriger als oder gleich 400 °C, stärker bevorzugt höher als oder gleich 320 °C und niedriger als oder gleich 370 °C gehalten, so dass ein dichter Siliziumnitridfilm ausgebildet werden kann.

[0198] In dem Fall, in dem ein Siliziumnitridfilm ausgebildet wird, wird vorzugsweise ein Abscheidungsgas, das Silizium, Stickstoff und Ammoniak enthält, als Quellengas verwendet. Als Quellengas wird eine kleine Menge von Ammoniak im Vergleich zu der Menge an Stickstoff verwendet, wodurch sich Ammoniak im Plasma dissoziiert und aktivierte Spezies erzeugt werden. Die aktivierte Spezies spalten eine Bindung zwischen Silizium und Wasserstoff, welche in einem Silizium enthaltenden Abscheidungsgas enthalten sind, und eine Dreifachbindung zwischen Stickstoffmolekülen. Als Ergebnis kann ein dichter Siliziumnitridfilm ausgebildet werden, der nur geringe Defekte aufweist, in dem Bindungen zwischen Silizium und Stickstoff gefördert werden und in dem die Anzahl der Bindungen zwischen Silizium und Wasserstoff klein ist. Andererseits werden dann, wenn in dem Quellengas die Menge an Ammoniak größer ist als die Menge an Stickstoff, die Spaltung eines Silizium enthaltenden Abscheidungsgases und die Spaltung von Stickstoff nicht gefördert, so dass ein undichter bzw. grober Siliziumnitridfilm ausgebildet wird, in dem Bindungen zwischen Silizium und Wasserstoff verbleiben und Defekte zugenommen haben. Bei dem Quellengas wird deshalb das Verhältnis der Stickstoff-Durchflussmenge zur Ammoniak-Durchflussmenge bevorzugt auf größer als oder gleich 5 und kleiner als oder gleich 50, stärker bevorzugt größer als oder gleich 10 und kleiner als oder gleich 50 eingestellt.

[0199] Als der isolierende Nitridfilm 26 wird hier ein 50 nm dicker Siliziumnitridfilm durch ein Plasma-CVD-Verfahren in der Behandlungskammer einer Plasma-CVD-Vorrichtung ausgebildet, wobei Silan mit einer Durchflussmenge von 50 sccm, Stickstoff mit einer Durchflussmenge von 5000 sccm und Ammoniak mit einer Durchflussmenge von 100 sccm als Quellengas verwendet werden, der Druck in der Behandlungskammer 100 Pa ist, die Substrattemperatur 350 °C ist und eine Hochfrequenzleistung von 1000 W mittels einer Hochfrequenzleistungsversorgung von 27,12 MHz zu parallelen Plattenelektroden zugeführt wird. Es sei angemerkt, dass es sich bei der Plasma-CVD-Vorrichtung um eine Parallel-Platten-Plasma-CVD-Vorrichtung handelt, bei der die Elektrodenfläche 6000 cm² ist und bei der die Leistung pro Flächeneinheit (Leistungsdichte), in welche die zugeführte Leistung umgerechnet ist, 1,7 × 10⁻¹ W cm⁻² ist.

[0200] Als nächstes kann eine Wärmebehandlung durchgeführt werden. Die Wärmebehandlung wird typischerweise bei einer Temperatur von höher als oder gleich 150 °C und niedriger als oder gleich 400 °C, bevorzugt höher als oder gleich 300 °C und niedriger als oder gleich 400 °C, stärker bevorzugt höher als oder gleich 320 °C und niedriger als oder gleich 370 °C durchgeführt. Als Ergebnis kann die negative Verschiebung der Schwellenspannung verringert werden. Überdies kann der Betrag der Veränderung der Schwellenspannung verringert werden.

[0201] Als nächstes wird, obwohl nicht dargestellt, eine Maske durch einen Photolithographieprozess unter Verwendung einer fünften Photomaske über dem isolierenden Nitridfilm 26 ausgebildet, und der isolierende Nitridfilm 26 wird unter Verwendung der Maske geätzt. Auf diese Weise wird ein leitender Film, der gleichzeitig mit den leitenden Filmen 21a und 21b ausgebildet wird, freigelegt und der isolierende Nitridfilm 27 wird ausgebildet. Der leitende Film wird mit der gemeinsamen Elektrode 29, die später ausgebildet wird, verbunden.

[0202] Als nächstes wird, wie in **Fig. 8B** dargestellt, ein leitender Film 28, der später zu der gemeinsamen Elektrode 29 wird, über dem isolierenden Nitridfilm 27 ausgebildet.

[0203] Der leitende Film 28 wird durch ein Sputterverfahren, ein CVD-Verfahren, ein Verdampfungsverfahren oder dergleichen ausgebildet.

[0204] Eine Maske wird dann durch einen Photolithographieprozess unter Verwendung einer sechsten Photomaske über dem leitenden Film 28 ausgebildet. Als nächstes wird, wie in **Fig. 8C** dargestellt, ein Teil des leitenden Films 28 unter Verwendung der Maske geätzt, um die gemeinsame Elektrode 29 auszubilden. Obwohl nicht dargestellt, wird die

gemeinsame Elektrode 29 an einen Verbindungsanschluss, der gleichzeitig mit dem leitenden Film 13 ausgebildet wird, oder an einen Verbindungsanschluss, der gleichzeitig mit den leitenden Filmen 21a und 21b ausgebildet wird, angeschlossen. Danach wird die Maske entfernt.

[0205] Durch den vorstehenden Prozess wird der Transistor 102 hergestellt, wobei auch der Kondensator 105 hergestellt werden kann.

[0206] Der Element-Träger der Anzeigevorrichtung dieser Ausführungsform ist mit einer gemeinsamen Elektrode versehen, die Streifenbereiche aufweist, die sich in eine eine Signalleitung schneidende Richtung erstrecken. Deshalb kann die Anzeigevorrichtung einen ausgezeichneten Kontrast aufweisen.

[0207] Auf dem Element-Träger der Anzeigevorrichtung dieser Ausführungsform wird die Pixel-Elektrode gleichzeitig mit dem Oxidhalbleiterfilm des Transistors ausgebildet; daher können der Transistor 102 und der Kondensator 105 unter Verwendung von sechs Photomasken hergestellt werden. Die Pixel-Elektrode dient als eine Elektrode des Kondensators. Die gemeinsame Elektrode dient als die andere Elektrode des Kondensators. Deshalb ist ein Schritt zum Ausbilden eines weiteren leitenden Films nicht nötig, um den Kondensator herzustellen, und die Anzahl der Schritte zum Herstellen der Anzeigevorrichtung kann verringert werden. Der Kondensator weist eine Lichtdurchlässigkeit auf. Als Ergebnis kann die Fläche, die von dem Kondensator belegt wird, vergrößert werden und das Öffnungsverhältnis eines Pixels kann erhöht werden.

[0208] Es sei angemerkt, dass die bei dieser Ausführungsform beschriebenen Strukturen, Verfahren und dergleichen angemessen in Kombination mit einer/einem der bei den anderen Ausführungsformen beschriebenen Strukturen, Verfahren und dergleichen verwendet werden können.

<Modifikationsbeispiel 1 >

[0209] Es wird eine Struktur, bei der eine gemeinsame Leitung, die mit der gemeinsamen Elektrode verbunden ist, in der bei der Ausführungsform 1 beschriebenen Anzeigevorrichtung bereitgestellt ist, anhand von **Fig. 9A** und **Fig. 9B** beschrieben.

[0210] **Fig. 9A** ist eine Draufsicht, welche die in einer Anzeigevorrichtung enthaltenen Pixel 103a, 103b und 103c darstellt, und **Fig. 9B** ist eine Querschnittsansicht entlang den Strich-Punkt-Linien A-B und C-D in **Fig. 9A**.

[0211] Wie in **Fig. 9A** dargestellt, ist eine gemeinsame Leitung 21c, die sich in eine Richtung parallel oder im Wesentlichen parallel zu dem als Signallei-

tung dienenden leitenden Film 21a erstreckt, ausgebildet. Zum leichteren Verständnis der Struktur der gemeinsamen Elektrode 29 ist die gemeinsame Elektrode 29 in **Fig. 9A** schraffiert, um ihre Form zu veranschaulichen. Die gemeinsame Elektrode 29 weist eine Vielzahl von ersten Bereichen, die mit den nach schräg links unten verlaufenden Linien schraffiert sind, und einen zweiten Bereich auf, der mit den nach schräg rechts unten verlaufenden Linien schraffiert ist. Die Vielzahl der ersten Bereiche ist eine Vielzahl von Streifenbereichen. Der zweite Bereich erstreckt sich in eine Richtung parallel oder im Wesentlichen parallel zu dem als Signalleitung dienenden leitenden Film 21a. Der zweite Bereich kann als Verbindungsreich bezeichnet werden, der mit der Vielzahl von ersten Bereichen (Streifenbereichen) verbunden ist. Die gemeinsame Leitung 21c überlappt den Verbindungsreich (zweiten Bereich) der gemeinsamen Elektrode 29.

[0212] Die gemeinsame Leitung 21c kann für jedes Pixel bereitgestellt sein. Alternativ kann die gemeinsame Leitung 21c für alle Vielzahl von Pixeln bereitgestellt sein. Wie in **Fig. 9A** dargestellt, ist beispielsweise eine gemeinsame Leitung 21c für alle drei Pixel bereitgestellt, so dass die Fläche, die von der gemeinsamen Leitung in der Anzeigevorrichtung belegt wird, verringert werden kann. Als Ergebnis können die Fläche des Pixels und das Öffnungsverhältnis des Pixels erhöht werden.

[0213] In einem Bereich, in dem die Pixel-Elektrode 19b und die gemeinsame Elektrode 29 einander überlappen, ist weniger wahrscheinlich, dass ein Flüssigkristallmolekül durch ein elektrisches Feld, das zwischen der Pixel-Elektrode 19b und dem Verbindungsreich (zweiten Bereich) der gemeinsamen Elektrode 29 erzeugt wird, angetrieben wird. Deshalb wird die Fläche eines die Pixel-Elektrode 19b überlappenden Bereichs des Verbindungsreichs der gemeinsamen Elektrode 29 verringert, so dass ein Bereich, in dem ein Flüssigkristallmolekül angetrieben wird, vergrößert werden kann, was zu einer Erhöhung des Öffnungsverhältnisses führt. Zum Beispiel ist, wie in **Fig. 9A** dargestellt, der Verbindungsreich der gemeinsamen Elektrode 29 derart angeordnet, dass er die Pixel-Elektrode 19b nicht überlappt, wodurch die Fläche eines Bereichs, in dem die Pixel-Elektrode 19b und die gemeinsame Elektrode 29 einander überlappen, verkleinert werden kann und daher das Öffnungsverhältnis des Pixels erhöht werden kann.

[0214] In **Fig. 9A** ist die einzelne gemeinsame Leitung 21c für drei Pixel 103a, 103b und 103c bereitgestellt; jedoch kann eine gemeinsame Leitung für alle zwei Pixel bereitgestellt sein. Alternativ kann eine gemeinsame Leitung für alle vier oder mehr Pixel bereitgestellt sein.

[0215] Wie in **Fig. 9B** dargestellt, kann die gemeinsame Leitung 21c gleichzeitig mit dem als Signalleitung dienenden leitenden Film 21a ausgebildet werden. Die gemeinsame Elektrode 29 ist in einem Öffnungsabschnitt 42, der in dem isolierenden Oxidfilm 23, dem isolierenden Oxidfilm 25 und dem isolierenden Nitridfilm 27 ausgebildet ist, mit der gemeinsamen Leitung 21c verbunden.

[0216] Da ein Material des leitenden Films 21a einen spezifischen Widerstand, der niedriger ist als derjenige der gemeinsamen Elektrode 29, aufweist, kann der Widerstand der gemeinsamen Elektrode 29 und der gemeinsamen Leitung 21c verringert werden.

[0217] Es sei angemerkt, dass die bei dieser Ausführungsform beschriebenen Strukturen, Verfahren und dergleichen angemessen in Kombination mit einer/einem der bei den anderen Ausführungsformen beschriebenen Strukturen, Verfahren und dergleichen verwendet werden können.

(Ausführungsform 3)

[0218] Bei dieser erfindungsgemäßen Ausführungsform werden eine Anzeigevorrichtung, die sich von der Anzeigevorrichtung der Ausführungsform 2 unterscheidet, und ein Herstellungsverfahren dafür unter Bezugnahme auf eine Zeichnung beschrieben. Diese Ausführungsform unterscheidet sich von der Ausführungsform 2 darin, dass ein in einer hochauflösenden Anzeigevorrichtung enthaltener Transistor eine Source-Elektrode und eine Drain-Elektrode, welche zur Verringerung eines Lichtaustritts geeignet sind, beinhaltet. Es sei angemerkt, dass die Beschreibung der gleichen Strukturen wie die Ausführungsform 2 weggelassen wird.

[0219] **Fig. 10** ist eine Draufsicht einer Anzeigevorrichtung, die bei dieser Ausführungsform beschrieben wird. In der Draufsicht hat der leitende Film 21b, der als Source-Elektrode oder Drain-Elektrode dient, eine L-Form. Mit anderen Worten: der leitende Film 21b hat in der Draufsicht eine Form, bei der ein Bereich 21b_1, der sich in eine Richtung senkrecht zu dem als Abtastleitung dienenden leitenden Film 13 erstreckt, und ein Bereich 21b_2, der sich in eine Richtung parallel oder im Wesentlichen parallel zu dem leitenden Film 13 erstreckt, miteinander verbunden sind. Der Bereich 21b_2 überlappt in der Draufsicht eine(n) oder mehrere von dem leitenden Film 13, der Pixel-Elektrode 19b und der gemeinsamen Elektrode 29. Alternativ weist der leitende Film 21b den Bereich 21b_2 auf, der sich in eine Richtung parallel oder im Wesentlichen parallel zu dem leitenden Film 13 erstreckt, und der Bereich 21b_2 ist in der Draufsicht zwischen dem leitenden Film 13 und der Pixel-Elektrode 19b oder der gemeinsamen Elektrode 29 platziert.

[0220] Da die Fläche des Pixels in einer hochauflösenden Anzeigevorrichtung verkleinert ist, ist der Abstand zwischen der gemeinsamen Elektrode 29 und dem als Abtastleitung dienenden leitenden Film 13 verringert. Wenn bei einem Pixel, das eine schwarze Anzeige ausführt, eine Spannung, bei der ein Transistor eingeschaltet wird, an den als Abtastleitung dienenden leitenden Film 13 angelegt wird, wird ein elektrisches Feld zwischen der Pixel-Elektrode 19b und dem als Abtastleitung dienenden leitenden Film 13 erzeugt. Als Ergebnis dreht sich ein Flüssigkristallmolekül in eine ungewollte Richtung, was einen Lichtaustritt verursacht.

[0221] Bei dem Transistor, der in der Anzeigevorrichtung dieser Ausführungsform enthalten ist, weist jedoch der als Source-Elektrode oder Drain-Elektrode dienende leitende Film 21b den Bereich 21b_2, der eine(n) oder mehrere von dem leitenden Film 13, der Pixel-Elektrode 19b und der gemeinsamen Elektrode 29 überlappt, oder den Bereich 21b_2 auf, der in der Draufsicht zwischen dem leitenden Film 13 und der Pixel-Elektrode 19b oder der gemeinsamen Elektrode 29 platziert ist. Der Bereich 21b_2 blockiert folglich das elektrische Feld des als Abtastleitung dienenden leitenden Films 13, und ein elektrisches Feld, das zwischen dem leitenden Film 13 und der Pixel-Elektrode 19b erzeugt wird, kann unterdrückt werden, was zu einer Verringerung des Lichtaustritts führt.

[0222] Es sei angemerkt, dass die bei dieser Ausführungsform beschriebenen Strukturen, Verfahren und dergleichen angemessen in Kombination mit einer/einem der bei den anderen Ausführungsformen beschriebenen Strukturen, Verfahren und dergleichen verwendet werden können.

(Ausführungsform 4)

[0223] Bei dieser Ausführungsform werden eine Anzeigevorrichtung, die sich von den Anzeigevorrichtungen der Ausführungsformen 2 und 3 unterscheidet, und ein Herstellungsverfahren dafür unter Bezugnahme auf Zeichnungen beschrieben. Diese Ausführungsform unterscheidet sich von der Ausführungsform 2 darin, dass eine hochauflösende Anzeigevorrichtung eine gemeinsame Elektrode, die zur Verringerung eines Lichtaustritts geeignet ist, beinhaltet. Es sei angemerkt, dass die Beschreibung der gleichen Strukturen wie die Ausführungsform 2 weggelassen wird.

[0224] **Fig. 11** ist eine Draufsicht einer Anzeigevorrichtung, die bei dieser Ausführungsform beschrieben wird. Eine gemeinsame Elektrode 29a weist Streifenbereiche 29a_1, die sich in eine den als Signalleitung dienenden leitenden Film 21a schneidende Richtung erstrecken, und einen Bereich 29a_2 auf, der mit den Streifenbereichen verbunden

ist und den als Abtastleitung dienenden leitenden Film 13 überlappt.

[0225] Da die Fläche eines Pixels in einer hochauflösenden Anzeigevorrichtung verkleinert ist, ist der Abstand zwischen der Pixel-Elektrode 19b und dem als Abtastleitung dienenden leitenden Film 13 verringert. Wenn eine Spannung an den als Abtastleitung dienenden leitenden Film 13 angelegt wird, wird ein elektrisches Feld zwischen dem leitenden Film 13 und der Pixel-Elektrode 19b erzeugt. Als Ergebnis dreht sich ein Flüssigkristallmolekül in eine ungewollte Richtung, was einen Lichtaustritt verursacht.

[0226] Jedoch beinhaltet die bei dieser Ausführungsform beschriebene Anzeigevorrichtung die gemeinsame Elektrode 29a, die den Bereich 29a_2 aufweist, der den als Abtastleitung dienenden leitenden Film 13 schneidet. Es kann deshalb verhindert werden, dass ein elektrisches Feld zwischen der gemeinsamen Elektrode 29a und dem als Abtastleitung dienenden leitenden Film 13 erzeugt wird, was zu einer Verringerung des Lichtaustritts führt.

[0227] Es sei angemerkt, dass eine Draufsicht einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung nicht auf **Fig. 11** beschränkt ist. Die Anzeigevorrichtung kann viele verschiedene Strukturen haben. Wie beispielsweise in **Fig. 24** oder **Fig. 25** dargestellt, kann die gemeinsame Elektrode 29a einen Bereich, der einen Teil des als Abtastleitung dienenden leitenden Films 13 überlappt, aufweisen. Ein Kanalbereich, der in dem Oxidhalbleiterfilm 19a des Transistors gebildet wird, überlappt die gemeinsame Elektrode 29a nicht. Deshalb wird kein elektrisches Feld der gemeinsamen Elektrode 29a an den Kanalbereich angelegt, was zu einer Verringerung des Leckstroms des Transistors führt. Die gemeinsame Elektrode 29a in **Fig. 25** weist ferner einen Bereich auf, der den als Abtastleitung dienenden leitenden Film 13 und den als Signalleitung dienenden leitenden Film 21a überlappt. Daher können elektrische Felder des leitenden Films 13 und des leitenden Films 21a von der gemeinsamen Elektrode 29a blockiert werden, so dass eine Ausrichtungsunordnung von Flüssigkristallmolekülen verringert werden kann.

[0228] Es sei angemerkt, dass die bei dieser Ausführungsform beschriebenen Strukturen, Verfahren und dergleichen angemessen in Kombination mit einer/einem der bei den anderen Ausführungsformen beschriebenen Strukturen, Verfahren und dergleichen verwendet werden können.

(Ausführungsform 5)

[0229] Bei dieser Ausführungsform werden eine Anzeigevorrichtung, die sich von der Anzeigevorrichtung der Ausführungsform 2 unterscheidet, und ein Herstellungsverfahren dafür unter Bezugnahme auf

Zeichnungen beschrieben. Die Anzeigevorrichtung dieser Ausführungsform unterscheidet sich von derjenigen der Ausführungsform 2 darin, dass der Transistor eine Struktur hat, bei der ein Oxidhalbleiterfilm zwischen verschiedenen Gate-Elektroden angeordnet ist, nämlich eine Doppel-Gate-Struktur (dual-gate structure). Es sei angemerkt, dass die Beschreibung der gleichen Strukturen wie die Ausführungsform 2 weggelassen wird.

[0230] Eine konkrete Struktur eines Element-Trägers, der in der Anzeigevorrichtung enthalten ist, wird beschrieben. Der Element-Träger dieser Ausführungsform unterscheidet sich von demjenigen der Ausführungsform 2 darin, dass ein leitender Film 29b, der als Gate-Elektrode dient und ganz oder teilweise jeweils den als Gate-Elektrode dienenden leitenden Film 13, den Oxidhalbleiterfilm 19a, die leitenden Filme 21a und 21b und den isolierenden Oxidfilm 25 überlappt, bereitgestellt ist, wie in **Fig. 12** gezeigt. Der als Gate-Elektrode dienende leitende Film 29b ist in Öffnungsabschnitten 41a und 41b mit dem als Gate-Elektrode dienenden leitenden Film 13 verbunden.

[0231] Ein Transistor 102a, der in **Fig. 12** gezeigt ist, ist ein kanalgeätzter Transistor. Es sei angemerkt, dass eine Querschnittsansicht entlang der Linie A-B den Transistor 102a in der Längsrichtung des Kanals und einen Kondensator 105a zeigt und dass eine Querschnittsansicht entlang der Linie C-D den Transistor 102a in der Querrichtung des Kanals und einen Verbindungsabschnitt zwischen dem als Gate-Elektrode dienenden leitenden Film 13 und dem als Gate-Elektrode dienenden leitenden Film 29b zeigt.

[0232] Der Transistor 102a in **Fig. 12** hat eine Doppel-Gate-Struktur und beinhaltet den als Gate-Elektrode dienenden leitenden Film 13 über dem Substrat 11. Der Transistor 102a beinhaltet zusätzlich den isolierenden Nitridfilm 15, der über dem Substrat 11 und dem als Gate-Elektrode dienenden leitenden Film 13 ausgebildet ist, den isolierenden Oxidfilm 17, der über dem isolierenden Nitridfilm 15 ausgebildet ist, den Oxidhalbleiterfilm 19a, der den als Gate-Elektrode dienenden leitenden Film 13 überlappt, wobei der isolierende Nitridfilm 15 und der isolierende Oxidfilm 17 dazwischen angeordnet sind, und die als Source-Elektrode und Drain-Elektrode dienenden leitenden Filme 21a und 21b, die in Kontakt mit dem Oxidhalbleiterfilm 19a stehen. Darüber hinaus ist der isolierende Oxidfilm 23 über dem isolierenden Oxidfilm 17, dem Oxidhalbleiterfilm 19a und den als Source-Elektrode und Drain-Elektrode dienenden leitenden Filmen 21a und 21b ausgebildet, und der isolierende Oxidfilm 25 ist über dem isolierenden Oxidfilm 23 ausgebildet. Der isolierende Nitridfilm 27 ist über dem isolierenden Nitridfilm 15, dem isolierenden Oxidfilm 23, dem isolierenden Oxidfilm 25 und dem leitenden Film 21b ausgebildet. Die Pixel-

Elektrode 19b ist über dem isolierenden Oxidfilm 17 ausgebildet. Die Pixel-Elektrode 19b ist mit einem der als Source-Elektrode und Drain-Elektrode dienenden leitenden Filme 21a und 21b, hier mit dem leitenden Film 21b verbunden. Die gemeinsame Elektrode 29 und der als Gate-Elektrode dienende leitende Film 29b sind über dem isolierenden Nitridfilm 27 ausgebildet.

[0233] Wie in der Querschnittsansicht entlang der Linie C-D dargestellt, ist der als Gate-Elektrode dienende leitende Film 29b in den Öffnungsabschnitten 41a und 41b, die in dem isolierenden Nitridfilm 15 und dem isolierenden Nitridfilm 27 bereitgestellt sind, mit dem als Gate-Elektrode dienenden leitenden Film 13 verbunden. Das heißt, dass der als Gate-Elektrode dienende leitende Film 13 und der als Gate-Elektrode dienende leitende Film 29b das gleiche Potential aufweisen.

[0234] Auf diese Weise können durch Anlegen einer Spannung mit gleichem Potential an jede Gate-Elektrode des Transistors 102a Schwankungen der Anfangseigenschaften verringert werden, und eine Verschlechterung des Transistors 102a nach dem -GBT-Stress-Test und eine Veränderung der steigenden Spannung eines Durchlassstroms (on-state current) bei verschiedenen Drain-Spannungen können unterdrückt werden. Zudem ist ein Bereich, in dem Ladungsträger in dem Oxidhalbleiterfilm 19a fließen, in der Dickenrichtung des Films vergrößert, so dass die Menge der übertragenen Ladungsträger vermehrt wird. Als Ergebnis werden der Durchlassstrom und die Feldeffektbeweglichkeit des Transistors 102a erhöht. Typischerweise beträgt die Feldeffektbeweglichkeit größer als oder gleich $20 \text{ cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$.

[0235] Über dem Transistor 102a dieser Ausführungsform sind die isolierenden Oxidfilme 23 und 25, die einer Elementisolation (element isolation) unterzogen worden sind, ausgebildet. Die isolierenden Oxidfilme 23 und 25 überlappen den Oxidhalbleiterfilm 19a. In der Querschnittsansicht in der Querrichtung des Kanals liegen Endabschnitte der isolierenden Oxidfilme 23 und 25 auf einer Außenseite des Oxidhalbleiterfilms 19a. In der Querrichtung des Kanals in **Fig. 12** ist ferner der als Gate-Elektrode dienende leitende Film 29b einer Seitenfläche des Oxidhalbleiterfilms 19a zugewandt, wobei die isolierenden Oxidfilme 23 und 25 dazwischen angeordnet sind.

[0236] Ein Endabschnitt, der durch Ätzen oder der gleichen des Oxidhalbleiterfilms bearbeitet wird, wobei Defekte durch Schäden infolge der Bearbeitung erzeugt werden, wird auch verunreinigt, beispielsweise indem sich eine Verunreinigung daran heftet. Der Endabschnitt des Oxidhalbleiterfilms wird daher durch Anlegen einer mechanischen Spannung, wie z. B. eines elektrischen Feldes, leicht

aktiviert, wodurch der Endabschnitt leicht einen n-Typ (einen niedrigen Widerstand) aufweist. Folglich weist der Endabschnitt des Oxidhalbleiterfilms 19a, der den als Gate-Elektrode dienenden leitenden Film 13 überlappt, leicht den n-Typ auf. Wenn der den n-Typ aufweisende Endabschnitt zwischen den als Source-Elektrode und Drain-Elektrode dienenden leitenden Filmen 21a und 21b angeordnet ist, dient der den n-Typ ausweisende Bereich als Ladungsträgerpfad, was einen parasitären Kanal zur Folge hat. Jedoch wird dann, wenn, wie in der Querschnittsansicht entlang der Linie C-D dargestellt, in der Querrichtung des Kanals der als Gate-Elektrode dienende leitende Film 29b einer Seitenfläche des Oxidhalbleiterfilms 19a zugewandt ist, wobei die isolierenden Oxidfilme 23 und 25 dazwischen angeordnet sind, dank des elektrischen Feldes des als Gate-Elektrode dienenden leitenden Films 29b eine Erzeugung eines parasitären Kanals an der Seitenfläche des Oxidhalbleiterfilms 19a oder in einem Bereich, der die Seitenfläche und die Nachbarschaft der Seitenfläche umfasst, unterdrückt. Als Ergebnis wird ein Transistor mit ausgezeichneten elektrischen Eigenschaften, wie z. B. einem starken Anstieg des Drain-Stroms bei der Schwellenspannung, erhalten.

[0237] Die gemeinsame Elektrode weist die Streifenbereiche auf, die sich in eine eine Signalleitung schneidende Richtung erstrecken. Folglich kann eine ungewollte Ausrichtung von Flüssigkristallmolekülen in der Nähe der Pixel-Elektrode 19b und des leitenden Films 21a verhindert werden, und daher kann ein Lichtaustritt unterdrückt werden. Als Ergebnis kann eine Anzeigevorrichtung mit ausgezeichnetem Kontrast hergestellt werden.

[0238] Bei dem Kondensator 105a wird die Pixel-Elektrode 19b gleichzeitig mit dem Oxidhalbleiterfilm 19a ausgebildet, und ihre Leitfähigkeit ist erhöht, indem sie eine Verunreinigung enthält. Alternativ wird die Pixel-Elektrode 19b gleichzeitig mit dem Oxidhalbleiterfilm 19a ausgebildet, und ihre Leitfähigkeit ist erhöht, indem sie Sauerstofffehlstellen, die durch Plasmaschäden oder dergleichen erzeugt werden, aufweist. Alternativ wird die Pixel-Elektrode 19b gleichzeitig mit dem Oxidhalbleiterfilm 19a ausgebildet, und ihre Leitfähigkeit ist erhöht, indem sie Verunreinigungen und Sauerstofffehlstellen, die durch Plasmaschäden oder dergleichen erzeugt werden, aufweist.

[0239] Auf dem Element-Träger der Anzeigevorrichtung dieser Ausführungsform wird die Pixel-Elektrode gleichzeitig mit dem Oxidhalbleiterfilm des Transistors ausgebildet. Die Pixel-Elektrode dient als eine Elektrode des Kondensators. Die gemeinsame Elektrode dient als die andere Elektrode des Kondensators. Deshalb ist ein Schritt zum Ausbilden eines weiteren leitenden Films nicht nötig, um den Kondensator herzustellen, und die Anzahl der

Schritte zum Herstellen der Anzeigevorrichtung kann verringert werden. Der Kondensator weist eine Lichtdurchlässigkeit auf. Als Ergebnis kann die Fläche, die von dem Kondensator belegt wird, vergrößert werden und das Öffnungsverhältnis eines Pixels kann erhöht werden.

[0240] Details des Transistors 102a werden nachstehend beschrieben. Es sei angemerkt, dass die Beschreibung der Komponenten mit den gleichen Bezugszeichen wie der Komponenten der Ausführungsform 2 weggelassen wird.

[0241] Der als Gate-Elektrode dienende leitende Film 29b kann unter Verwendung eines Materials, das demjenigen der gemeinsamen Elektrode 29 der Ausführungsform 2 ähnlich ist, ausgebildet sein.

[0242] Als nächstes wird ein Verfahren zum Herstellen des Transistors 102a und des Kondensators 105a in **Fig. 12** anhand von **Fig. 6A** bis **Fig. 6D**, **Fig. 7A** bis **Fig. 7D**, **Fig. 8A** sowie **Fig. 13A** bis **Fig. 13C** beschrieben.

[0243] Wie bei der Ausführungsform 2 werden durch die Schritte in **Fig. 6A** bis **Fig. 6D**, **Fig. 7A** bis **Fig. 7D** sowie **Fig. 8A** der als Gate-Elektrode dienende leitende Film 13, der isolierende Nitridfilm 15, der isolierende Oxidfilm 16, der Oxidhalbleiterfilm 19a, die Pixel-Elektrode 19b, die als Source-Elektrode und Drain-Elektrode dienenden leitenden Filme 21a und 21b, der isolierende Oxidfilm 22, der isolierende Oxidfilm 24 und der isolierende Nitridfilm 26 über dem Substrat 11 ausgebildet. In diesen Schritten werden die Photolithographieprozesse unter Verwendung der ersten bis vierten Photomasken durchgeführt.

[0244] Als nächstes wird eine Maske durch einen Photolithographieprozess unter Verwendung einer fünften Photomasse über dem isolierenden Nitridfilm 26 ausgebildet, und dann wird ein Teil des isolierenden Nitridfilms 26 unter Verwendung der Maske geätzt. Auf diese Weise wird der isolierende Nitridfilm 27 mit den Öffnungsabschnitten 41a und 41b ausgebildet, wie in **Fig. 13A** dargestellt.

[0245] Als nächstes wird, wie in **Fig. 13B** dargestellt, der leitende Film 28, der zu der gemeinsamen Elektrode 29 und dem als Gate-Elektrode dienenden leitenden Film 29b wird, über dem als Gate-Elektrode dienenden leitenden Film 13, dem leitenden Film 21b und dem isolierenden Nitridfilm 27 ausgebildet.

[0246] Eine Maske wird dann durch einen Photolithographieprozess unter Verwendung einer sechsten Photomasse über dem leitenden Film 28 ausgebildet. Als nächstes wird, wie in **Fig. 13C** dargestellt, ein Teil des leitenden Films 28 unter Verwendung der Maske geätzt, um die gemeinsame Elektrode

29 und den als Gate-Elektrode dienenden leitenden Film 29b auszubilden. Danach wird die Maske entfernt.

[0247] Durch den vorstehenden Prozess wird der Transistor 102a hergestellt, wobei auch der Kondensator 105a hergestellt werden kann.

[0248] Bei dem bei dieser Ausführungsform beschriebenen Transistor wird, da in der Querrichtung des Kanals die als Gate-Elektrode dienende gemeinsame Elektrode 29 einer Seitenfläche des Oxidhalbleiterfilms 19a zugewandt ist, wobei die isolierenden Oxidfilme 23 und 25 dazwischen angeordnet sind, dank des elektrischen Feldes des als Gate-Elektrode dienenden leitenden Films 29b eine Erzeugung eines parasitären Kanals an der Seitenfläche des Oxidhalbleiterfilms 19a oder in einem Bereich, der die Seitenfläche und die Nachbarschaft der Seitenfläche umfasst, unterdrückt. Als Ergebnis wird ein Transistor mit ausgezeichneten elektrischen Eigenschaften, wie z. B. einem starken Anstieg des Drain-Stroms bei der Schwellenspannung, erhalten.

[0249] Der Element-Träger der Anzeigevorrichtung dieser Ausführungsform ist mit einer gemeinsamen Elektrode versehen, die Streifenbereiche aufweist, die sich in eine eine Signalleitung schneidende Richtung erstrecken. Deshalb kann die Anzeigevorrichtung einen ausgezeichneten Kontrast aufweisen.

[0250] Auf dem Element-Träger der Anzeigevorrichtung dieser Ausführungsform wird die Pixel-Elektrode gleichzeitig mit dem Oxidhalbleiterfilm des Transistors ausgebildet. Die Pixel-Elektrode dient als eine Elektrode des Kondensators. Die gemeinsame Elektrode dient als die andere Elektrode des Kondensators. Deshalb ist ein Schritt zum Ausbilden eines weiteren leitenden Films nicht nötig, um den Kondensator herzustellen, und die Anzahl der Schritte zum Herstellen der Anzeigevorrichtung kann verringert werden. Der Kondensator weist eine Lichtdurchlässigkeit auf. Als Ergebnis kann die Fläche, die von dem Kondensator belegt wird, vergrößert werden und das Öffnungsverhältnis eines Pixels kann erhöht werden.

[0251] Es sei angemerkt, dass die bei dieser Ausführungsform beschriebenen Strukturen, Verfahren und dergleichen angemessen in Kombination mit einer/einem der bei den anderen Ausführungsformen beschriebenen Strukturen, Verfahren und dergleichen verwendet werden können.

(Ausführungsform 6)

[0252] Für die als Source-Elektrode und Drain-Elektrode dienenden leitenden Filme 21a und 21b, die in jedem der bei den Ausführungsformen 2 bis 5 beschriebenen Transistoren bereitgestellt sind, kann

ein leitendes Material, das leicht an Sauerstoff gebunden wird, verwendet werden, wie beispielsweise Wolfram, Titan, Aluminium, Kupfer, Molybdän, Chrom, Tantal oder eine Legierung davon. Deshalb werden Sauerstoff, der in dem Oxidhalbleiterfilm 19a enthalten ist, und das leitende Material, das in den als Source-Elektrode und Drain-Elektrode dienenden leitenden Filmen 21a und 21b enthalten ist, aneinander gebunden, so dass ein Bereich mit Sauerstofffehlstellen in dem Oxidhalbleiterfilm 19a gebildet wird. Außerdem wird in einigen Fällen ein Teil der Bestandteile des leitenden Materials, das die als Source-Elektrode und Drain-Elektrode dienenden leitenden Filme 21a und 21b bildet, in den Oxidhalbleiterfilm 19a gemischt. Folglich werden niederohmige Bereiche in der Nähe der in Kontakt mit den als Source-Elektrode und Drain-Elektrode dienenden leitenden Filmen 21a und 21b stehenden Bereiche des Oxidhalbleiterfilms 19a gebildet. Die niederohmigen Bereiche werden zwischen dem isolierenden Oxidfilm 17 und den als Source-Elektrode und Drain-Elektrode dienenden leitenden Filmen 21a und 21b derart gebildet, dass sie in Kontakt mit den als Source-Elektrode und Drain-Elektrode dienenden leitenden Filmen 21a und 21b stehen. Da die niederohmigen Bereiche eine hohe Leitfähigkeit aufweisen, kann der Kontaktwiderstand zwischen dem Oxidhalbleiterfilm 19a und den als Source-Elektrode und Drain-Elektrode dienenden leitenden Filmen 21a und 21b verringert werden, und daher kann der Durchlassstrom des Transistors erhöht werden.

[0253] Darüber hinaus können die als Source-Elektrode und Drain-Elektrode dienenden leitenden Filme 21a und 21b jeweils eine Stapschicht-Struktur aus dem leitenden Material, das leicht an Sauerstoff gebunden wird, und einem leitenden Material, das nicht leicht an Sauerstoff gebunden wird, wie z. B. Titanitrid, Tantalnitrid oder Ruthenium, haben. Bei einer derartigen Stapschicht-Struktur kann eine Oxidation der als Source-Elektrode und Drain-Elektrode dienenden leitenden Filme 21a und 21b an der Grenzfläche zwischen dem isolierenden Oxidfilm 23 und den als Source-Elektrode und Drain-Elektrode dienenden leitenden Filmen 21a und 21b verhindert werden, so dass ein Anstieg des Widerstandes der als Source-Elektrode und Drain-Elektrode dienenden leitenden Filme 21a und 21b verhindert werden kann.

[0254] Es sei angemerkt, dass die bei dieser Ausführungsform beschriebenen Strukturen, Verfahren und dergleichen angemessen in Kombination mit einer/einem der bei den anderen Ausführungsformen beschriebenen Strukturen, Verfahren und dergleichen verwendet werden können.

(Ausführungsform 7)

[0255] Bei dieser Ausführungsform wird eine Anzeigevorrichtung mit einem Transistor, bei dem die

Menge der Defekte in einem Oxidhalbleiterfilm im Vergleich zu den Ausführungsformen 2 bis 5 weiter verringert werden kann, unter Bezugnahme auf Zeichnungen beschrieben. Der bei dieser Ausführungsform beschriebene Transistor unterscheidet sich von jedem der Transistoren der Ausführungsformen 2 bis 5 darin, dass ein mehrschichtiger Film, der eine Vielzahl von Oxidhalbleiterfilmen umfasst, bereitgestellt ist. Hier werden Details unter Verwendung des Transistors der Ausführungsform 2 beschrieben.

[0256] **Fig. 14A** und **Fig. 14B** stellen jeweils eine Querschnittsansicht eines Element-Trägers, der in einer Anzeigevorrichtung enthalten ist, dar. **Fig. 14A** und **Fig. 14B** sind Querschnittsansichten entlang den Linien A-B und C-D in **Fig. 4**.

[0257] Ein Transistor 102b in **Fig. 14A** beinhaltet einen mehrschichtigen Film 37a, der den als Gate-Elektrode dienenden leitenden Film 13 überlappt, wobei der isolierende Nitridfilm 15 und der isolierende Oxidfilm 17 dazwischen angeordnet sind, und die als Source-Elektrode und Drain-Elektrode dienenden leitenden Filme 21a und 21b in Kontakt mit dem mehrschichtigen Film 37a. Der isolierende Oxidfilm 23, der isolierende Oxidfilm 25 und der isolierende Nitridfilm 27 sind über dem isolierenden Nitridfilm 15, dem isolierenden Oxidfilm 17, dem mehrschichtigen Film 37a und den als Source-Elektrode und Drain-Elektrode dienenden leitenden Filmen 21a und 21b ausgebildet.

[0258] Der Kondensator 105b in **Fig. 14A** beinhaltet einen mehrschichtigen Film 37b, der über dem isolierenden Oxidfilm 17 ausgebildet ist, den isolierenden Nitridfilm 27 in Kontakt mit dem mehrschichtigen Film 37b und die gemeinsame Elektrode 29 in Kontakt mit dem isolierenden Nitridfilm 27. Der mehrschichtige Film 37b umfasst einen Oxidhalbleiterfilm 19f und einen Oxidhalbleiterfilm 39b. Mit anderen Worten, hat der mehrschichtige Film 37b eine zweischichtige Struktur. Der mehrschichtige Film 37b dient als Pixel-Elektrode.

[0259] Bei dem bei dieser Ausführungsform beschriebenen Transistor 102b umfasst der mehrschichtige Film 37a den Oxidhalbleiterfilm 19a und einen Oxidhalbleiterfilm 39a. Das heißt, dass der mehrschichtige Film 37a eine zweischichtige Struktur hat. Ein Teil des Oxidhalbleiterfilms 19a dient als Kanalbereich. Ferner ist der isolierende Oxidfilm 23 in Kontakt mit dem Oxidhalbleiterfilm 39a ausgebildet, und der isolierende Oxidfilm 25 ist in Kontakt mit dem isolierenden Oxidfilm 23 ausgebildet. Das heißt, dass der Oxidhalbleiterfilm 39a zwischen dem Oxidhalbleiterfilm 19a und dem isolierenden Oxidfilm 23 angeordnet ist.

[0260] Der Oxidhalbleiterfilm 39a ist ein Oxidfilm, der ein oder mehrere Elemente, die den Oxidhalbleiterfilm 19a bilden, enthält. Es ist daher unwahrscheinlich, dass eine Grenzflächenstreuung an der Grenzfläche zwischen den Oxidhalbleiterfilmen 19a und 39a auftritt. Folglich kann der Transistor eine hohe Feldeffektbeweglichkeit aufweisen, da die Bewegung von Ladungsträgern an der Grenzfläche nicht behindert wird.

[0261] Der Oxidhalbleiterfilm 39a ist typischerweise ein In-Ga-Oxidfilm, ein In-Zn-Oxidfilm oder ein In-M-Zn-Oxidfilm (M stellt Al, Ga, Y, Zr, La, Ce oder Nd dar). Die tiefste Energie des Leitungsbandes des Oxidhalbleiterfilms 39a liegt näher am Vakuumniveau als diejenige des Oxidhalbleiterfilms 19a, und der Unterschied zwischen der tiefsten Energie des Leitungsbandes des Oxidhalbleiterfilms 39a und der tiefsten Energie des Leitungsbandes des Oxidhalbleiterfilms 19a ist typischerweise von 0,05 eV oder mehr, 0,07 eV oder mehr, 0,1 eV oder mehr oder 0,15 eV oder mehr bis 2 eV oder weniger, 1 eV oder weniger, 0,5 eV oder weniger oder 0,4 eV oder weniger. Das heißt, dass der Unterschied zwischen der Elektronenaffinität des Oxidhalbleiterfilms 39a und der Elektronenaffinität des Oxidhalbleiterfilms 19a von 0,05 eV oder mehr, 0,07 eV oder mehr, 0,1 eV oder mehr oder 0,15 eV oder mehr bis 2 eV oder weniger, 1 eV oder weniger, 0,5 eV oder weniger oder 0,4 eV oder weniger ist.

[0262] Der Oxidhalbleiterfilm 39a enthält vorzugsweise In, da die Ladungsträgerbeweglichkeit (Elektronenbeweglichkeit) erhöht werden kann.

[0263] Wenn der Oxidhalbleiterfilm 39a Al, Ga, Y, Zr, La, Ce oder Nd enthält, wobei dessen Menge im Atomverhältnis größer ist als die Menge an In im Atomverhältnis, kann eine der folgenden Wirkungen erzielt werden: (1) die Energielücke des Oxidhalbleiterfilms 39a wird vergrößert; (2) die Elektronenaffinität des Oxidhalbleiterfilms 39a wird verringert; (3) eine Streuung von Verunreinigungen von außen wird verringert; (4) eine Isoliereigenschaft erhöht sich im Vergleich zu dem Oxidhalbleiterfilm 19a; und (5) Sauerstofffehlstellen werden weniger wahrscheinlich erzeugt, da Al, Ga, Y, Zr, La, Ce und Nd Metallelemente sind, die stark an Sauerstoff gebunden werden.

[0264] In dem Fall, in dem der Oxidhalbleiterfilm 39a ein In-M-Zn-Oxidfilm ist, sind die In- und M-Anteile vorzugsweise wie folgt, wobei vorausgesetzt wird, dass die Summe von In und M 100 Atom-% ist: der Atomprozentsatz von In ist niedriger als 50 Atom-% und der Atomprozentsatz von M ist höher als oder gleich 50 Atom-%, oder stärker bevorzugt ist der Atomprozentsatz von In niedriger als 25 Atom-% und der Atomprozentsatz von M ist höher als oder gleich 75 Atom-%.

[0265] Des Weiteren ist in dem Fall, in dem jeder der Oxidhalbleiterfilme 19a und 39a ein In-M-Zn-Oxidfilm ist (M stellt Al, Ga, Y, Zr, La, Ce oder Nd dar), der Anteil an M-Atomen (M stellt Al, Ga, Y, Zr, La, Ce oder Nd dar) in dem Oxidhalbleiterfilm 39a höher als derjenige in dem Oxidhalbleiterfilm 19a. Als typisches Beispiel ist der M-Anteil in dem Oxidhalbleiterfilm 39a 1,5- oder mehrfach, bevorzugt doppelt oder mehrfach, stärker bevorzugt dre- oder mehrfach so hoch wie derjenige in dem Oxidhalbleiterfilm 19a.

[0266] Des Weiteren ist in dem Fall, in dem jeder der Oxidhalbleiterfilme 19a und 39a ein In-M-Zn-Oxidfilm ist (M stellt Al, Ga, Y, Zr, La, Ce oder Nd dar), y_1/x_1 höher als y_2/x_2 und y_1/x_1 ist bevorzugt 1,5- oder mehrfach, stärker bevorzugt doppelt oder mehrfach, noch stärker bevorzugt dre- oder mehrfach so hoch wie y_2/x_2 , wobei $In:M:Zn = x_1:y_1:z_1$ [Atomverhältnis] für den Oxidhalbleiterfilm 39a gilt und $In:M:Zn = x_2:y_2:z_2$ [Atomverhältnis] für den Oxidhalbleiterfilm 19a gilt.

[0267] In dem Fall, in dem der Oxidhalbleiterfilm 19a ein In-M-Zn-Oxidfilm ist (M stellt Al, Ga, Y, Zr, La, Ce oder Nd dar) und ein Target mit dem Atomverhältnis der Metallelemente $In:M:Zn = x_1:y_1:z_1$ für die Ausbildung des Oxidhalbleiterfilms 19a verwendet wird, ist x_1/y_1 bevorzugt größer als oder gleich 1/3 und kleiner als oder gleich 6, stärker bevorzugt größer als oder gleich 1 und kleiner als oder gleich 6, und z_1/y_1 ist bevorzugt größer als oder gleich 1/3 und kleiner als oder gleich 6, stärker bevorzugt größer als oder gleich 1 und kleiner als oder gleich 6. Es sei angemerkt, dass dann, wenn z_1/y_1 größer als oder gleich 1 und kleiner als oder gleich 6 ist, ein CAAC-OS-Film leicht als der Oxidhalbleiterfilm 19a ausgebildet wird. Typische Beispiele für das Atomverhältnis der Metallelemente des Targets sind $In:M:Zn = 1:1:1$, $In:M:Zn = 1:1:1,2$ und $In:M:Zn = 3:1:2$.

[0268] In dem Fall, in dem der Oxidhalbleiterfilm 39a ein In-M-Zn-Oxidfilm ist (M stellt Al, Ga, Y, Zr, La, Ce oder Nd dar) und ein Target mit dem Atomverhältnis der Metallelemente $In:M:Zn = x_2:y_2:z_2$ für die Ausbildung des Oxidhalbleiterfilms 39a verwendet wird, ist x_2/y_2 bevorzugt kleiner als x_1/y_1 , und z_2/y_2 ist bevorzugt größer als oder gleich 1/3 und kleiner als oder gleich 6, stärker bevorzugt größer als oder gleich 1 und kleiner als oder gleich 6. Es sei angemerkt, dass dann, wenn z_2/y_2 größer als oder gleich 1 und kleiner als oder gleich 6 ist, ein CAAC-OS-Film leicht als der Oxidhalbleiterfilm 39a ausgebildet wird. Typische Beispiele für das Atomverhältnis der Metallelemente des Targets sind $In:M:Zn = 1:3:2$, $In:M:Zn = 1:3:4$, $In:M:Zn = 1:3:6$, $In:M:Zn = 1:3:8$, $In:M:Zn = 1:4:4$, $In:M:Zn = 1:4:5$ und $In:M:Zn = 1:6:8$.

[0269] Es sei angemerkt, dass der Anteil jedes Metallelements im Atomverhältnis jedes der Oxidhalbleiterfilme 19a und 39a innerhalb einer Fehler-

spanne von $\pm 40\%$ des Anteils im obigen Atomverhältnis schwankt.

[0270] Der Oxidhalbleiterfilm 39a dient auch als Film, der später zum Zeitpunkt, zu dem der isolierende Oxidfilm 25 ausgebildet wird, Schäden an dem Oxidhalbleiterfilm 19a erleichtert.

[0271] Die Dicke des Oxidhalbleiterfilms 39a ist größer als oder gleich 3 nm und kleiner als oder gleich 100 nm, bevorzugt größer als oder gleich 3 nm und kleiner als oder gleich 50 nm.

[0272] Der Oxidhalbleiterfilm 39a kann beispielsweise eine nicht-einkristalline Struktur haben, ähnlich wie der Oxidhalbleiterfilm 19a. Die nicht-einkristalline Struktur umfasst beispielsweise einen kristallinen Oxidhalbleiter mit Ausrichtung bezüglich der c-Achse (c-axis aligned crystalline oxide semiconductor, CAAC-OS), der später beschrieben wird, eine polykristalline Struktur, eine mikrokristalline Struktur, die später beschrieben wird, oder eine amorphe Struktur.

[0273] Der Oxidhalbleiterfilm 39a kann beispielsweise eine amorphe Struktur haben. Die Oxidhalbleiterfilme mit der amorphen Struktur weisen jeweils beispielsweise eine ungeordnete Atomanordnung und keine kristalline Komponente auf.

[0274] Es sei angemerkt, dass die Oxidhalbleiterfilme 19a und 39a jeweils ein Mischfilm, der zwei oder mehr des Folgenden aufweist, sein können: einen Bereich mit einer amorphen Struktur, einen Bereich mit einer mikrokristallinen Struktur, einen Bereich mit einer polykristallinen Struktur, einen CAAC-OS-Bereich und einen Bereich mit einer einkristallinen Struktur. Der Mischfilm hat in einigen Fällen eine einschichtige Struktur, die beispielsweise zwei oder mehr von einem Bereich mit einer amorphen Struktur, einem Bereich mit einer mikrokristallinen Struktur, einem Bereich mit einer polykristallinen Struktur, einem CAAC-OS-Bereich und einem Bereich mit einer einkristallinen Struktur aufweist. Des Weiteren hat der Mischfilm in einigen Fällen eine Stapschicht-Struktur, bei der zwei oder mehr der folgenden Bereiche gestapelt sind: ein Bereich mit einer amorphen Struktur, ein Bereich mit einer mikrokristallinen Struktur, ein Bereich mit einer polykristallinen Struktur, ein CAAC-OS-Bereich und ein Bereich mit einer einkristallinen Struktur.

[0275] Hier ist der Oxidhalbleiterfilm 39a zwischen dem Oxidhalbleiterfilm 19a und dem isolierenden Oxidfilm 23 angeordnet. Deshalb ist selbst dann, wenn Einfangstellen für Ladungsträger von Verunreinigungen und Defekten zwischen dem Oxidhalbleiterfilm 39a und dem isolierenden Oxidfilm 23 gebildet werden, weniger wahrscheinlich, dass die in dem Oxidhalbleiterfilm 19a fließenden Elektronen von

den Einfangstellen für Ladungsträger eingefangen werden, da es einen Abstand zwischen dem Oxidhalbleiterfilm 19a und den Einfangstellen für Ladungsträger gibt. Folglich können die Menge an Durchlassstrom und die Feldeffektbeweglichkeit des Transistors erhöht werden. Wenn die Elektronen von den Einfangstellen für Ladungsträger eingefangen werden, werden die Elektronen zu negativen festen Ladungen. Dementsprechend schwankt eine Schwellenspannung des Transistors. Mit dem Abstand zwischen dem Oxidhalbleiterfilm 19a und den Einfangstellen für Ladungsträger kann jedoch der Elektroneneinfang von den Einfangstellen für Ladungsträger verringert werden, und somit können Schwankungen der Schwellenspannung verringert werden.

[0276] Verunreinigungen von außen können durch den Oxidhalbleiterfilm 39a blockiert werden, und dementsprechend kann die Menge an Verunreinigungen, die von außen auf den Oxidhalbleiterfilm 19a übertragen werden, verringert werden. Darüber hinaus ist weniger wahrscheinlich, dass eine Sauerstofffehlstelle in dem Oxidhalbleiterfilm 39a gebildet wird. Folglich können die Verunreinigungskonzentration und die Menge an Sauerstofffehlstellen in dem Oxidhalbleiterfilm 19a verringert werden.

[0277] Es sei angemerkt, dass die Oxidhalbleiterfilme 19a und 39a nicht durch einfaches Stapeln jedes Films ausgebildet werden, sondern derart ausgebildet werden, dass ein stetiger Übergang (hier insbesondere eine Struktur, bei der sich die tiefste Energie des Leitungsbandes stetig zwischen den Filmen verändert) gebildet wird. Mit anderen Worten: eine Stapschicht-Struktur wird bereitgestellt, bei der keine Verunreinigung, die einen Defektzustand (defect state), wie z. B. ein Einfangzentrum (trap center) oder ein Rekombinationszentrum (recombination center) bildet, an jeder Grenzfläche existiert. Wenn eine Verunreinigung zwischen den gestapelten Oxidhalbleiterfilmen 19a und 39a existiert, wird eine Stetigkeit des Energiebandes beschädigt, und der Ladungsträger wird an der Grenzfläche eingefangen oder rekombiniert und verschwindet danach.

[0278] Um einen derartigen stetigen Übergang zu bilden, ist es nötig, unter Verwendung einer Abscheidungsvorrichtung (Sputtervorrichtung) mit mehreren Kammern einschließlich einer Schleusenkammer Filme ununterbrochen auszubilden, ohne dass sie der Luft ausgesetzt sind. Jede Kammer der Sputtervorrichtung wird vorzugsweise mittels einer Adsorptionsvakumpumpe, wie z. B. einer Kryopumpe, derart evakuiert, dass die Kammer in einen Hochvakuumzustand (auf etwa 5×10^{-7} Pa bis 1×10^{-4} Pa) gebracht wird, um Wasser oder dergleichen, das als Verunreinigung gegen den Oxidhalbleiterfilm dient, so weit wie möglich zu entfernen. Alternativ werden vorzugsweise eine Turbomolekularpumpe

und eine Kältefalle kombiniert, um einen Rückfluss eines Gases, besonders eines Kohlenstoff oder Wasserstoff enthaltenden Gases aus einem Abgasystem in die Kammer zu verhindern.

[0279] Ähnlich wie bei einem Transistor 102c in **Fig. 14B**, kann statt des mehrschichtigen Films 37a ein mehrschichtiger Film 38a bereitgestellt sein.

[0280] Zusätzlich kann, ähnlich wie bei einem Kondensator 105c in **Fig. 14B**, statt des mehrschichtigen Films 37b ein mehrschichtiger Film 38b bereitgestellt sein.

[0281] Der mehrschichtige Film 38a umfasst einen Oxidhalbleiterfilm 49a, den Oxidhalbleiterfilm 19a und den Oxidhalbleiterfilm 39a. Das heißt, dass der mehrschichtige Film 38a eine dreischichtige Struktur hat. Der Oxidhalbleiterfilm 19a dient ferner als Kanalbereich.

[0282] Der Oxidhalbleiterfilm 49a kann angemessen unter Verwendung eines Materials und eines Bildungsverfahrens, welche denjenigen des Oxidhalbleiterfilms 39a ähnlich sind, ausgebildet werden.

[0283] Der mehrschichtige Film 38b umfasst einen Oxidhalbleiterfilm 49b, den Oxidhalbleiterfilm 19f und den Oxidhalbleiterfilm 39b. Mit anderen Worten, hat der mehrschichtige Film 38b eine dreischichtige Struktur. Der mehrschichtige Film 38b dient als Pixel-Elektrode.

[0284] Der Oxidhalbleiterfilm 19f kann angemessen unter Verwendung eines Materials und eines Bildungsverfahrens, welche denjenigen der Pixel-Elektrode 19b ähnlich sind, ausgebildet werden. Der Oxidhalbleiterfilm 49b kann angemessen unter Verwendung eines Materials und eines Bildungsverfahrens, welche denjenigen des Oxidhalbleiterfilms 39b ähnlich sind, ausgebildet werden.

[0285] Darüber hinaus stehen der isolierende Oxidfilm 17 und der Oxidhalbleiterfilm 49a miteinander in Kontakt. Das heißt, dass der Oxidhalbleiterfilm 49a zwischen dem isolierenden Oxidfilm 17 und dem Oxidhalbleiterfilm 19a angeordnet ist.

[0286] Der mehrschichtige Film 38a und der isolierende Oxidfilm 23 stehen miteinander in Kontakt. Zudem stehen der Oxidhalbleiterfilm 39a und der isolierende Oxidfilm 23 miteinander in Kontakt. Das heißt, dass der Oxidhalbleiterfilm 39a zwischen dem Oxidhalbleiterfilm 19a und dem isolierenden Oxidfilm 23 angeordnet ist.

[0287] Es ist bevorzugt, dass die Dicke des Oxidhalbleiterfilms 49a kleiner ist als diejenige des Oxidhalbleiterfilms 19a. Wenn die Dicke des Oxidhalbleiterfilms 49a größer als oder gleich 1 nm und kleiner

als oder gleich 5 nm, bevorzugt größer als oder gleich 1 nm und kleiner als oder gleich 3 nm ist, kann der Betrag der Veränderung der Schwellenspannung des Transistors verringert werden.

[0288] Bei dem bei dieser Ausführungsform beschriebenen Transistor ist der Oxidhalbleiterfilm 39a zwischen dem Oxidhalbleiterfilm 19a und dem isolierenden Oxidfilm 23 angeordnet. Deshalb ist selbst dann, wenn Einfangstellen für Ladungsträger von Verunreinigungen und Defekten zwischen dem Oxidhalbleiterfilm 39a und dem isolierenden Oxidfilm 23 gebildet werden, weniger wahrscheinlich, dass die in dem Oxidhalbleiterfilm 19a fließenden Elektronen von den Einfangstellen für Ladungsträger eingefangen werden, da es einen Abstand zwischen dem Oxidhalbleiterfilm 19a und den Einfangstellen für Ladungsträger gibt. Folglich können die Menge an Durchlassstrom und die Feldeffektbeweglichkeit des Transistors erhöht werden. Wenn die Elektronen von den Einfangstellen für Ladungsträger eingefangen werden, werden die Elektronen zu negativen festen Ladungen. Dementsprechend verändert sich eine Schwellenspannung des Transistors. Mit dem Abstand zwischen dem Oxidhalbleiterfilm 19a und den Einfangstellen für Ladungsträger kann jedoch der Elektroneneinfang von den Einfangstellen für Ladungsträger verringert werden, und somit kann eine Veränderung der Schwellenspannung verringert werden.

[0289] Verunreinigungen von außen können durch den Oxidhalbleiterfilm 39a blockiert werden, und dementsprechend kann die Menge an Verunreinigungen, die von außen auf den Oxidhalbleiterfilm 19a übertragen werden, verringert werden. Darüber hinaus ist weniger wahrscheinlich, dass eine Sauerstofffehlstelle in dem Oxidhalbleiterfilm 39a gebildet wird. Folglich können die Verunreinigungskonzentration und die Menge an Sauerstofffehlstellen in dem Oxidhalbleiterfilm 19a verringert werden.

[0290] Des Weiteren ist der Oxidfilm 49a zwischen dem isolierenden Oxidfilm 17 und dem Oxidhalbleiterfilm 19a angeordnet, und der Oxidhalbleiterfilm 39a ist zwischen dem Oxidhalbleiterfilm 19a und dem isolierenden Oxidfilm 23 angeordnet. Es ist daher möglich, die Silizium- oder Kohlenstoffkonzentration in der Nähe der Grenzfläche zwischen dem Oxidhalbleiterfilm 49a und dem Oxidhalbleiterfilm 19a, die Silizium- oder Kohlenstoffkonzentration in dem Oxidhalbleiterfilm 19a oder die Silizium- oder Kohlenstoffkonzentration in der Nähe der Grenzfläche zwischen dem Oxidhalbleiterfilm 39a und dem Oxidhalbleiterfilm 19a zu verringern. Folglich beträgt bei dem mehrschichtigen Film 38a der Absorptionskoeffizient, abgeleitet durch eine konstante Photostrom-Methode (constant photocurrent method), niedriger als $1 \times 10^{-3} / \text{cm}$, bevorzugt niedriger als 1

$\times 10^{-4}$ /cm, und deshalb ist die Dichte der lokalisier-ten Niveaus sehr niedrig.

[0291] Der Transistor 102c mit einer derartigen Struktur weist sehr geringe Defekte in dem mehrschichtigen Film 38a auf; daher können die elektrischen Eigenschaften des Transistors verbessert werden, und typischerweise kann der Durchlassstrom erhöht werden und die Feldeffektbeweglichkeit kann verbessert werden. Überdies ist bei einem BT-Stresstest und einem BT-Photostresstest, welche Beispiele für einen Stresstest sind, der Betrag der Veränderung der Schwellenspannung klein, und daher ist die Zuverlässigkeit hoch.

[0292] Es sei angemerkt, dass die bei dieser Ausführungsform beschriebenen Strukturen, Verfahren und dergleichen angemessen in Kombination mit einer/einem der bei den anderen Ausführungsformen beschriebenen Strukturen, Verfahren und dergleichen verwendet werden können.

(Ausführungsform 8)

[0293] Bei dieser Ausführungsform wird eine Ausführungsform beschrieben, die auf einen Oxidhalbleiterfilm in dem Transistor, der in der bei der vorstehenden Ausführungsform beschriebenen Anzeigevorrichtung enthalten ist, angewendet werden kann.

[0294] Der Oxidhalbleiterfilm kann einen oder mehrere des Folgenden enthalten: einen Oxidhalbleiter mit einer einkristallinen Struktur (nachstehend als einkristalliner Oxidhalbleiter bezeichnet); einen Oxidhalbleiter mit einer polykristallinen Struktur (nachstehend als polykristalliner Oxidhalbleiter bezeichnet); einen Oxidhalbleiter mit einer mikrokristallinen Struktur (nachstehend als mikrokristalliner Oxidhalbleiter bezeichnet); und einen Oxidhalbleiter mit einer amorphen Struktur (nachstehend als amorpher Oxidhalbleiter bezeichnet). Der Oxidhalbleiterfilm kann ferner einen CAAC-OS enthalten. Außerdem kann der Oxidhalbleiterfilm einen amorphen Oxidhalbleiter und einen Oxidhalbleiter mit einem Kristallkorn enthalten. Im Folgenden werden ein CAAC-OS und ein mikrokristalliner Oxidhalbleiter als typische Beispiele beschrieben.

<CAAC-OS>

[0295] Der CAAC-OS-Film ist einer von Oxidhalbleiterfilmen mit einer Vielzahl von Kristallbereichen. Die Kristallbereiche in dem CAAC-OS-Film weisen jeweils eine Ausrichtung bezüglich der c-Achse auf. In einem Flächen-TEM-Bild (plan TEM image) ist die Fläche der Kristallbereiche in dem CAAC-OS-Film größer als oder gleich 2500 nm^2 , bevorzugt größer als oder gleich $5 \mu\text{m}^2$, stärker bevorzugt größer als oder gleich $1000 \mu\text{m}^2$. Des Weiteren ist in einem

Querschnitts-TEM-Bild (cross-sectional TEM image) der CAAC-OS-Film ein Dünnfilm, der physikalische Eigenschaften, die denjenigen eines Einkristalls ähnlich sind, aufweist, wenn der Anteil der Kristallbereiche höher als oder gleich 50 %, bevorzugt höher als oder gleich 80 %, stärker bevorzugt höher als oder gleich 95 % des CAAC-OS-Films beträgt.

[0296] Es ist schwer, in einem Transmissionselektronenmikroskop- (TEM-) Bild des CAAC-OS-Films eine deutliche Grenze zwischen Kristallbereichen, das heißt eine Korngrenze, zu beobachten. Folglich ist weniger wahrscheinlich, dass in dem CAAC-OS-Film eine Verringerung der Elektronenbeweglichkeit wegen der Korngrenze auftritt.

[0297] Nach dem TEM-Bild des CAAC-OS-Films, der in einer Richtung im Wesentlichen parallel zu einer Probenoberfläche beobachtet wird (Querschnitts-TEM-Bild), sind Metallatome auf eine geschichtete Weise in den Kristallbereichen angeordnet. Jede Metallatomlage weist eine Gestalt auf, die eine Unebenheit einer Oberfläche, über welcher der CAAC-OS-Film ausgebildet ist (eine Oberfläche, über welcher der CAAC-OS-Film ausgebildet ist, wird nachstehend als Bildungsfläche bezeichnet), oder eine Unebenheit einer nach oben weisenden Oberfläche des CAAC-OS-Films widergespiegelt, und jede Metallatomlage ist parallel zu der Bildungsfläche oder der nach oben weisenden Oberfläche des CAAC-OS-Films angeordnet. In dieser Beschreibung bedeutet ein Begriff „parallel“, dass der Winkel, der zwischen zwei geraden Linien gebildet ist, größer als oder gleich -10° und kleiner als oder gleich 10° ist, und daher umfasst der Begriff auch den Fall, in dem der Winkel größer als oder gleich -5° und kleiner als oder gleich 5° ist. Zusätzlich bedeutet ein Begriff „senkrecht“, dass der Winkel, der zwischen zwei geraden Linien gebildet ist, größer als oder gleich 80° und kleiner als oder gleich 100° ist, und daher umfasst der Begriff den Fall, in dem der Winkel größer als oder gleich 85° und kleiner als oder gleich 95° ist.

[0298] Andererseits sind nach dem TEM-Bild des CAAC-OS-Films, der in einer Richtung im Wesentlichen senkrecht zur Probenoberfläche beobachtet wird (Flächen-TEM-Bild), Metallatome in einer dreieckigen oder hexagonalen Konfiguration in den Kristallbereichen angeordnet. Zwischen unterschiedlichen Kristallbereichen gibt es jedoch keine Regelmäßigkeit der Anordnung der Metallatome.

[0299] Es sei angemerkt, dass in einem Elektronenbeugungsbild (electron diffraction pattern) des CAAC-OS-Films Punkte (Leuchtpunkte) mit Ausrichtung gezeigt werden.

[0300] Aus den Ergebnissen des Querschnitts-TEM-Bildes und des Flächen-TEM-Bildes findet

man eine Ausrichtung in den Kristallbereichen in dem CAAC-OS-Film.

[0301] Ein CAAC-OS-Film wird einer Strukturanalyse mittels einer Röntgenbeugungs- (X-ray diffraction, XRD-) Vorrichtung unterzogen. Wenn der CAAC-OS-Film durch ein Out-of-Plane-Verfahren (out-of-plane method) analysiert wird, erscheint ein Peak oft bei einem Beugungswinkel (2θ) von zirka 31° . Dieser Peak stammt aus der $(00x)$ -Ebene (x ist eine ganze Zahl) des In-Ga-Zn-Oxid-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 im Wesentlichen senkrecht zu der Bildungsoberfläche oder der nach oben weisenden Oberfläche des CAAC-OS-Films ausgerichtet sind.

[0302] Andererseits erscheint dann, wenn der CAAC-OS-Film durch ein In-Plane-Verfahren (in-plane method) analysiert wird, bei dem ein Röntgenstrahl in eine Probe in einer Richtung im Wesentlichen senkrecht zur c-Achse eintritt, oft ein Peak bei 2θ von zirka 56° . Dieser Peak stammt aus der (110) -Ebene des In-Ga-Zn-Oxid-Kristalls. Hier wird die Analyse (ϕ -Scan) unter Bedingungen durchgeführt, wobei die Probe um einen Normalenvektor einer Probenoberfläche als Achse (ϕ -Achse) gedreht wird, wobei 2θ auf zirka 56° festgelegt wird. In dem Fall, in dem die Probe ein einkristalliner Oxidhalbleiterfilm aus In-Ga-Zn-Oxid ist, erscheinen sechs Peaks. Die sechs Peaks stammen aus Kristallebenen, die der (110) -Ebene entsprechen. Dagegen wird im Falle eines CAAC-OS-Films ein Peak nicht deutlich beobachtet, auch wenn ein ϕ -Scan durchgeführt wird, wobei 2θ auf zirka 56° festgelegt wird.

[0303] Nach den obigen Ergebnissen sind in dem CAAC-OS-Film mit Ausrichtung bezüglich der c-Achse die c-Achsen in einer Richtung parallel zu einem Normalenvektor einer Bildungsoberfläche oder einem Normalenvektor einer nach oben weisenden Oberfläche ausgerichtet, während die Richtungen der a-Achsen und b-Achsen zwischen Kristallbereichen verschieden sind. Jede Metallatomlage, die im Querschnitts-TEM-Bild als auf eine geschichtete Weise angeordnet beobachtet wird, entspricht daher einer Ebene parallel zur a-b-Ebene des Kristalls.

[0304] Es sei angemerkt, dass der Kristall gleichzeitig mit einer Abscheidung des CAAC-OS-Films gebildet wird oder durch eine Kristallisierungsbehandlung, wie z. B. eine Wärmebehandlung, gebildet wird. Wie oben beschrieben worden ist, ist die c-Achse des Kristalls in einer Richtung parallel zu einem Normalenvektor der Bildungsoberfläche oder einem Normalenvektor der nach oben weisenden Oberfläche des CAAC-OS-Films ausgerichtet. 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 Bildungsoberfläche oder einem Normalenvektor einer nach oben weisenden Oberfläche des CAAC-OS-Films sein.

[0305] Des Weiteren 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 Nachbarschaft der nach oben weisenden Oberfläche des Films an beginnt, der Grad der Kristallinität in der Nähe der nach oben weisenden Oberfläche unter Umständen höher als derjenige in der Nähe der Bildungsoberfläche. Ferner wird dann, wenn dem CAAC-OS-Film eine Verunreinigung zugesetzt wird, die Kristallinität in einem Bereich, dem die Verunreinigung zugesetzt wird, geändert, und der Grad der Kristallinität in dem CAAC-OS-Film variiert in Abhängigkeit vom Ort.

[0306] Es sei angemerkt, dass dann, wenn der CAAC-OS-Film durch ein Out-of-Plane-Verfahren 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 Kristallbereich ohne Ausrichtung bezüglich der c-Achse in einem Teil des CAAC-OS-Films enthalten ist. Es ist bevorzugt, dass in dem CAAC-OS-Film ein Peak bei 2θ von zirka 31° erscheint und kein Peak bei 2θ von zirka 36° erscheint.

[0307] Der CAAC-OS-Film ist ein Oxidhalbleiterfilm mit einer niedrigen Verunreinigungskonzentration. Die Verunreinigung ist ein Element, das verschieden von den Hauptkomponenten des Oxidhalbleiterfilms ist, wie z. B. Wasserstoff, Kohlenstoff, Silizium oder ein Übergangsmetallelement. Im Besonderen stört ein Element, das höhere Bindungsstärke an Sauerstoff aufweist als ein in dem Oxidhalbleiterfilm enthaltenes Metallelement, wie z. B. Silizium, die Atomanordnung des Oxidhalbleiterfilms, indem es Sauerstoff von dem Oxidhalbleiterfilm entzieht, und reduziert die Kristallinität. Außerdem hat ein Schwermetall, wie z. B. Eisen oder Nickel, Argon, Kohlenstoffdioxid oder dergleichen einen großen Atomradius (oder molekularen Radius) und stört daher die Atomanordnung des Oxidhalbleiterfilms und reduziert die Kristallinität, wenn es in dem Oxidhalbleiterfilm enthalten ist. Es sei angemerkt, dass die Verunreinigung, die in dem Oxidhalbleiterfilm enthalten ist, als Einfangstelle für Ladungsträger oder als Ladungsträgererzeugungsquelle dienen könnte.

[0308] Der CAAC-OS-Film ist ein Oxidhalbleiterfilm mit einer niedrigen Dichte der Defektzustände. In einigen Fällen dienen Sauerstofffehlstellen in dem Oxidhalbleiterfilm als Einfangstellen für Ladungsträger.

ger oder als Ladungsträgererzeugungsquellen, wenn Wasserstoff darin eingefangen wird.

[0309] Der Zustand, in dem die Verunreinigungskonzentration und die Dichte der Defektzustände niedrig sind (die Menge an Sauerstofffehlstellen klein ist), wird als „hochreiner intrinsischer“ oder „im Wesentlichen hochreiner intrinsischer“ Zustand bezeichnet. Ein hochreiner intrinsischer oder im Wesentlichen hochreiner intrinsischer Oxidhalbleiterfilm weist nur geringe Ladungsträgererzeugungsquellen auf und kann deshalb eine niedrige Ladungsträgerdichte aufweisen. Daher hat ein Transistor, der den Oxidhalbleiterfilm beinhaltet, selten eine negative Schwellenspannung (er verhält sich kaum „normalerweise eingeschaltet“ (normally on)). Der hochreine intrinsische oder im Wesentlichen hochreine intrinsische Oxidhalbleiterfilm weist nur geringe Einfangstellen für Ladungsträger auf. Deshalb weist der Transistor, der den Oxidhalbleiterfilm beinhaltet, geringe Schwankungen der elektrischen Eigenschaften und hohe Zuverlässigkeit auf. Elektrische Ladungen, die von den Einfangstellen für Ladungsträger in dem Oxidhalbleiterfilm eingefangen werden, brauchen lange Zeit, bis sie freigegeben werden, und könnten sich wie feste elektrische Ladungen verhalten. Daher weist in einigen Fällen der Transistor, der den Oxidhalbleiterfilm mit einer hohen Verunreinigungskonzentration und einer hohen Dichte der Defektzustände beinhaltet, instabile elektrische Eigenschaften auf.

[0310] Unter Verwendung des CAAC-OS-Films für einen Transistor sind Schwankungen der elektrischen Eigenschaften des Transistors, die auf eine Bestrahlung mit sichtbarem Licht oder UV-Licht zurückzuführen sind, gering.

<Mikrokristalliner Oxidhalbleiter>

[0311] In einem Bild, das mit dem TEM aufgenommen wird, kann man in einigen Fällen keinen deutlichen Kristallbereich in dem mikrokristallinen Oxidhalbleiterfilm finden. In den meisten Fällen ist ein Kristallbereich 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 Oxidhalbleiterfilm, der einen Nanokristall (nanocrystal, nc) enthält, der 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 ist, wird insbesondere als mikrokristalliner Oxidhalbleiter- (nc-OS-) Film bezeichnet. In einem Bild, das mit TEM aufgenommen wird, kann man in einigen Fällen keine deutliche Kristallkorngrenze in dem nc-OS-Film finden.

[0312] In dem nc-OS-Film weist ein mikroskopischer Bereich (z. B. ein Bereich mit einer Größe von größer als oder gleich 1 nm und kleiner als oder gleich 10 nm, im Besonderen ein Bereich mit einer Größe von größer als oder gleich 1 nm und kleiner als oder gleich 3 nm) eine regelmäßige Atomordnung auf. Es sei angemerkt, dass es keine Regelmäßigkeit der Kristallorientierung zwischen unterschiedlichen Kristallbereichen in dem nc-OS-Film gibt. Daher wird die Orientierung des ganzen Films nicht beobachtet. Deshalb kann man in einigen Fällen in Abhängigkeit von einem Analyseverfahren den nc-OS-Film von einem amorphen Oxidhalbleiterfilm nicht unterscheiden. Wenn beispielsweise der nc-OS-Film einer Strukturanalyse durch ein Out-of-Plane-Verfahren mittels einer XRD-Vorrichtung unterzogen wird, wobei ein Röntgenstrahl mit einem größeren Durchmesser als ein Kristallbereich verwendet wird, erscheint kein Peak, der eine Kristallebene zeigt. Ferner wird ein Halo-Muster (halo pattern) in einem Feinbereichs- (selected-area) Elektronenbeugungsbild des nc-OS-Films gezeigt, welches unter Verwendung eines Elektronenstrahls mit einem Probendurchmesser, der größer ist als der Durchmesser eines Kristallbereichs (z. B. größer als oder gleich 50 nm), aufgenommen wird. Indessen werden Punkte in einem Nanostrahl-Elektronenbeugungsbild des nc-OS-Films gezeigt, welches unter Verwendung eines Elektronenstrahls mit einem Probendurchmesser (z. B. größer als oder gleich 1 nm und kleiner als oder gleich 30 nm), der nahe oder kleiner als der Durchmesser eines Kristallbereichs ist, aufgenommen wird. In einem Nanostrahl-Elektronenbeugungsbild des nc-OS-Films werden ferner in einigen Fällen Bereiche mit hoher Leuchtdichte in Kreisform (Ringform) beobachtet. Auch in einem Nanostrahl-Elektronenbeugungsbild des nc-OS-Films wird in einigen Fällen eine Vielzahl von Punkten in einem ringförmigen Bereich gezeigt.

[0313] Der nc-OS-Film ist ein Oxidhalbleiterfilm, der eine höhere Regelmäßigkeit aufweist als ein amorpher Oxidhalbleiterfilm. Deshalb weist der nc-OS-Film eine niedrigere Dichte der Defektzustände auf als ein amorpher Oxidhalbleiterfilm. Es sei angemerkt, dass es keine Regelmäßigkeit der Kristallorientierung zwischen unterschiedlichen Kristallbereichen in dem nc-OS-Film gibt; daher weist der nc-OS-Film eine höhere Dichte der Defektzustände auf als der CAAC-OS-Film.

<Oxidhalbleiterfilm und Oxidleiterfilm>

[0314] Als nächstes werden die Temperaturabhängigkeit der Leitfähigkeit eines Films aus einem Oxidhalbleiter (nachstehend als Oxidhalbleiterfilm (OS) bezeichnet) und diejenige eines Films aus einem Oxidleiter (oxide conductor) (nachstehend als Oxidleiterfilm (OC) bezeichnet), der für die Pixel-Elektrode 19b verwendet werden kann, anhand von

Fig. 26 beschrieben. In **Fig. 26** stellen die horizontalen Achsen die Messtemperatur dar (die untere horizontale Achse stellt $1/T$ dar und die obere horizontale Achse stellt T dar), und die vertikale Achse stellt die Leitfähigkeit ($1/p$) dar. Messergebnisse des Oxidhalbleiterfilms (OS) werden durch Dreiecke dargestellt, und Messergebnisse des Oxidleiterfilms (OC) werden durch Kreise dargestellt.

[0315] Es sei angemerkt, dass eine Probe, die den Oxidhalbleiterfilm (OS) beinhaltet, hergestellt wurde, indem ein 35 nm dicker In-Ga-Zn-Oxidfilm durch ein Sputterverfahren unter Verwendung eines Sputtertargets mit einem Atomverhältnis $\text{In:Ga:Zn} = 1:1:1,2$ über einem Glassubstrat ausgebildet wurde, ein 20 nm dicker In-Ga-Zn-Oxidfilm durch ein Sputterverfahren unter Verwendung eines Sputtertargets mit einem Atomverhältnis $\text{In:Ga:Zn} = 1:4:5$ über dem 35 nm dicken In-Ga-Zn-Oxidfilm ausgebildet wurde, eine Wärmebehandlung in einer 450°C -Stickstoffatmosphäre und dann eine Wärmebehandlung in einer 450°C -Atmosphäre eines Gasgemisches aus Stickstoff und Sauerstoff durchgeführt wurden und ein Siliziumoxynitridfilm durch ein Plasma-CVD-Verfahren über den Oxidfilmen ausgebildet wurde.

[0316] Eine Probe, die den Oxidleiterfilm (OC) beinhaltet, wurde hergestellt, indem ein 100 nm dicker In-Ga-Zn-Oxidfilm durch ein Sputterverfahren unter Verwendung eines Sputtertargets mit einem Atomverhältnis $\text{In:Ga:Zn} = 1:1:1$ über einem Glassubstrat ausgebildet wurde, eine Wärmebehandlung in einer 450°C -Stickstoffatmosphäre und dann eine Wärmebehandlung in einer 450°C -Atmosphäre eines Gasgemisches aus Stickstoff und Sauerstoff durchgeführt wurden und ein Siliziumnitridfilm durch ein Plasma-CVD-Verfahren über dem Oxidfilm ausgebildet wurde.

[0317] Wie aus **Fig. 26** ersichtlich ist, ist die Temperaturabhängigkeit der Leitfähigkeit des Oxidleiterfilms (OC) niedriger als die Temperaturabhängigkeit der Leitfähigkeit des Oxidhalbleiterfilms (OS). Der Schwankungsbereich der Leitfähigkeit des Oxidleiterfilms (OC) bei Temperaturen von 80 K bis 290 K ist typischerweise mehr als -20 % bis weniger als +20 %. Alternativ ist der Schwankungsbereich der Leitfähigkeit bei Temperaturen von 150 K bis 250 K mehr als -10 % bis weniger als +10 %. Mit anderen Worten: der Oxidleiter ist ein entarteter Halbleiter und es wird angedeutet, dass das Minimum des Leitungsbandes mit dem Fermi-Niveau übereinstimmt oder im Wesentlichen übereinstimmt. Deshalb kann der Oxidleiterfilm (OC) für einen Widerstand, eine Leitung, eine Elektrode, eine Pixel-Elektrode, eine gemeinsame Elektrode oder dergleichen verwendet werden.

[0318] Es sei angemerkt, dass die bei dieser Ausführungsform beschriebenen Strukturen, Verfahren

und dergleichen angemessen in Kombination mit einer/einem der bei den anderen Ausführungsformen beschriebenen Strukturen, Verfahren und dergleichen verwendet werden können.

(Ausführungsform 9)

[0319] Beim Verfahren zum Herstellen eines der bei den vorstehenden Ausführungsformen beschriebenen Transistoren kann nach dem Ausbilden der als Source-Elektrode und Drain-Elektrode dienenden leitenden Filme 21a und 21b der Oxidhalbleiterfilm 19a einem Plasma, das in einer Oxidationsatmosphäre erzeugt wird, ausgesetzt werden, so dass dem Oxidhalbleiterfilm 19a Sauerstoff zugeführt werden kann. Atmosphären von Sauerstoff, Ozon, Distickstoffmonoxid, Stickstoffdioxid und dergleichen können als Beispiele für Oxidationsatmosphären angegeben werden. Zusätzlich wird bei der Plasmabehandlung bevorzugt, dass der Oxidhalbleiterfilm 19a einem Plasma ausgesetzt wird, das erzeugt wird, ohne dass eine Vorspannung an die Seite des Substrats 11 angelegt wird. Folglich kann der Oxidhalbleiterfilm 19a mit Sauerstoff versorgt werden, ohne beschädigt zu werden; folglich kann die Menge an Sauerstofffehlstellen in dem Oxidhalbleiterfilm 19a verringert werden. Darüber hinaus können Verunreinigungen, z. B. Halogen wie Fluor oder Chlor, welche infolge der Ätzbehandlung an einer Oberfläche des Oxidhalbleiterfilms 19a verbleiben, entfernt werden. Die Plasmabehandlung wird vorzugsweise durchgeführt, während eine Erwärmung bei einer Temperatur von höher als oder gleich 300°C durchgeführt wird. Sauerstoff in dem Plasma wird mit Wasserstoff, der in dem Oxidhalbleiterfilm 19a enthalten ist, zu Wasser gebunden. Da das Substrat erwärmt wird, wird das Wasser aus dem Oxidhalbleiterfilm 19a abgegeben. Folglich kann die Menge an Wasserstoff und Wasser in dem Oxidhalbleiterfilm 19a verringert werden.

[0320] Es sei angemerkt, dass die bei dieser Ausführungsform beschriebenen Strukturen, Verfahren und dergleichen angemessen in Kombination mit einer/einem der bei den anderen Ausführungsformen beschriebenen Strukturen, Verfahren und dergleichen verwendet werden können.

(Ausführungsform 10)

[0321] Bei dieser Ausführungsform werden Strukturbeispiele für elektronische Geräte, bei denen jeweils eine Anzeigevorrichtung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung verwendet wird, beschrieben. Bei dieser Ausführungsform wird zusätzlich ein Anzeigemodul, bei dem eine Anzeigevorrichtung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung verwendet wird, anhand von **Fig. 15** beschrieben.

[0322] Bei einem Anzeigemodul 8000 in **Fig. 15** sind ein Touchscreen 8004, der mit einer FPC 8003 verbunden ist, ein Anzeigefeld 8006, das mit einer FPC 8005 verbunden ist, eine Hintergrundbeleuchtungseinheit 8007, ein Rahmen 8009, eine gedruckte Leiterplatte 8010 und eine Batterie 8011 zwischen einem oberen Deckel 8001 und einem unteren Deckel 8002 angeordnet. Es sei angemerkt, dass in einigen Fällen die Hintergrundbeleuchtungseinheit 8007, die Batterie 8011, der Touchscreen 8004 und dergleichen nicht bereitgestellt sind.

[0323] Die Anzeigevorrichtung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann beispielsweise für das Anzeigefeld 8006 verwendet werden.

[0324] Die Formen und Größen des oberen Deckels 8001 und des unteren Deckels 8002 können angemessen entsprechend den Größen des Touchscreens 8004 und des Anzeigefeldes 8006 geändert werden.

[0325] Der Touchscreen 8004 kann ein resistiver Touchscreen oder ein kapazitiver Touchscreen sein und derart ausgebildet sein, dass er das Anzeigefeld 8006 überlappt. Ein Gegensubstrat (Dichtungssubstrat) des Anzeigefeldes 8006 kann eine Touchscreen-Funktion aufweisen. Ein Fotosensor kann in jedem Pixel des Anzeigefeldes 8006 bereitgestellt sein, um einen optischen Touchscreen auszubilden. Eine Elektrode für einen Berührungssensor kann in jedem Pixel des Anzeigefeldes 8006 bereitgestellt sein, so dass ein kapazitiver Touchscreen erhalten wird.

[0326] Die Hintergrundbeleuchtungseinheit 8007 beinhaltet eine Lichtquelle 8008. Die Lichtquelle 8008 kann an einem Endabschnitt der Hintergrundbeleuchtungseinheit 8007 angeordnet sein, wobei eine Lichtstreu Scheibe verwendet werden kann.

[0327] Der Rahmen 8009 schützt das Anzeigefeld 8006 und dient als elektromagnetischer Schild zum Blockieren von elektromagnetischen Wellen, die durch den Betrieb der gedruckten Leiterplatte 8010 erzeugt werden. Der Rahmen 8009 kann als Abstrahlplatte dienen.

[0328] Die gedruckte Leiterplatte 8010 ist mit einer Leistungsversorgungsschaltung und einer Signalverarbeitungsschaltung zum Ausgeben eines Videosignals und eines Taktsignals versehen. Als Leistungsquelle zum Zuführen von Leistung zu der Leistungsversorgungsschaltung kann eine externe gewerbliche Leistungsquelle oder eine Leistungsquelle, bei der die getrennt bereitgestellte Batterie 8011 verwendet wird, verwendet werden. Die Batterie 8011 kann im Falle der Verwendung einer gewerblichen Leistungsquelle weggelassen werden.

[0329] Das Anzeigemodul 8000 kann zusätzlich mit einem Teil, wie z. B. einer polarisierenden Platte, einer Retardationsplatte oder einer Prismenfolie, versehen sein.

[0330] **Fig. 16A** bis **Fig. 16D** sind jeweils eine Außenansicht eines elektronischen Geräts, das eine Anzeigevorrichtung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung beinhaltet.

[0331] Beispiele für elektronische Geräte sind ein Fernsehgerät (auch als Fernseher oder Fernsehempfänger bezeichnet), ein Monitor eines Computers oder dergleichen, eine Kamera, wie z. B. eine Digitalkamera oder eine Digitalvideokamera, ein digitaler Fotorahmen, ein Mobiltelefon (auch als Handy oder Mobiltelefongerät bezeichnet), eine tragbare Spielkonsole, ein tragbares Informationsendgerät, eine Audiowiedergabevorrichtung, ein großer Spielautomat, wie z. B. ein Flipperautomat, und dergleichen.

[0332] **Fig. 16A** stellt ein tragbares Informationsendgerät dar, das einen Hauptteil 1001, ein Gehäuse 1002, Anzeigeabschnitte 1003a und 1003b und dergleichen umfasst. Der Anzeigeabschnitt 1003b ist ein Touchscreen. Durch Berühren eines Tastaturknopfes 1004, der auf dem Anzeigeabschnitt 1003b angezeigt wird, kann ein Bildschirm bedient und Text eingegeben werden. Selbstverständlich kann auch der Anzeigeabschnitt 1003a ein Touchscreen sein. Ein Flüssigkristall-Anzeigefeld oder ein organisches lichtemittierendes Anzeigefeld wird unter Verwendung eines der bei den vorstehenden Ausführungsformen beschriebenen Transistoren als Schaltelement hergestellt und für den Anzeigeabschnitt 1003a oder 1003b verwendet, wodurch ein hochzuverlässiges tragbares Informationsendgerät bereitgestellt werden kann.

[0333] Das tragbare Informationsendgerät in **Fig. 16A** kann eine Funktion zum Anzeigen verschiedener Arten von Daten (z. B. eines Standbildes, eines bewegten Bildes und eines Textbildes), eine Funktion zum Anzeigen eines Kalenders, eines Datums, der Zeit oder dergleichen auf dem Anzeigeabschnitt, eine Funktion zum Bedienen oder Bearbeiten von Daten, die auf dem Anzeigeabschnitt angezeigt werden, eine Funktion zum Steuern der Verarbeitung mit verschiedenen Arten von Software (Programmen) und dergleichen aufweisen. Ferner kann ein externer Verbindungsanschluss (ein Ohrhöreranschluss, ein USB-Anschluss oder dergleichen), ein Aufzeichnungsmedium-Steckplatz und dergleichen auf der hinteren Oberfläche oder der Seitenfläche des Gehäuses bereitgestellt sein.

[0334] Das in **Fig. 16A** dargestellte tragbare Informationsendgerät kann Daten drahtlos senden und empfangen. Über drahtlose Kommunikation können

gewünschte Buch-Daten oder dergleichen erworben und von einem E-Book-Server heruntergeladen werden.

[0335] **Fig. 16B** stellt ein tragbares Musikabspielgerät dar, das in einem Hauptteil 1021 einen Anzeigeabschnitt 1023, einen Befestigungsabschnitt 1022, mit dem das tragbare Musikabspielgerät am Ohr getragen werden kann, einen Lautsprecher, einen Bedienungsknopf 1024, einen externen Speicherschlitz 1025 und dergleichen umfasst. Ein Flüssigkristall-Anzeigefeld oder ein organisches lichtemittierendes Anzeigefeld wird unter Verwendung eines der bei den vorstehenden Ausführungsformen beschriebenen Transistoren als Schaltelement hergestellt und für den Anzeigeabschnitt 1023 verwendet, wodurch ein hochzuverlässiges tragbares Musikabspielgerät bereitgestellt werden kann.

[0336] Wenn ferner das tragbare Musikabspielgerät in **Fig. 16B** eine Antenne, ein Mikrofon oder eine drahtlose Kommunikationsfunktion aufweist und zusammen mit einem Mobiltelefon verwendet wird, kann ein Benutzer drahtlos ohne Benutzung der Hände telefonieren, während er ein Fahrzeug oder dergleichen fährt.

[0337] **Fig. 16C** stellt ein Mobiltelefon dar, das zwei Gehäuse, d. h. ein Gehäuse 1030 und ein Gehäuse 1031, umfasst. Das Gehäuse 1031 umfasst ein Anzeigefeld 1032, einen Lautsprecher 1033, ein Mikrofon 1034, eine Zeigervorrichtung 1036, eine Kameralinse 1037, einen externen Verbindungsanschluss 1038 und dergleichen. Das Gehäuse 1030 ist mit einer Solarzelle 1040 zum Aufladen des Mobiltelefons, einem externen Speicherschlitz 1041 und dergleichen versehen. Ferner ist eine Antenne in dem Gehäuse 1031 eingebaut. Einer der bei den vorstehenden Ausführungsformen beschriebenen Transistoren wird für das Anzeigefeld 1032 verwendet, wodurch ein hochzuverlässiges Mobiltelefon bereitgestellt werden kann.

[0338] Ferner umfasst das Anzeigefeld 1032 einen Touchscreen. Eine Vielzahl von Bedienungstasten 1035, die als Bilder angezeigt werden, wird durch Punktlinien in **Fig. 16C** dargestellt. Es sei angemerkt, dass eine Boost-Schaltung, mit der eine von der Solarzelle 1040 ausgegebene Spannung in für jede Schaltung ausreichender Weise hochgesetzt wird, ebenfalls enthalten ist.

[0339] Bei dem Anzeigefeld 1032 wird die Richtung der Anzeige in geeigneter Weise abhängig von dem Anwendungsmodus geändert. Ferner ist das Mobiltelefon mit der Kameralinse 1037 auf der gleichen Oberfläche wie das Anzeigefeld 1032 versehen, und somit kann das Mobiltelefon als Videotelefon verwendet werden. Der Lautsprecher 1033 und das Mikrofon 1034 können für Videofonanrufe, Aufzeich-

nen und Abspielen von Tönen und dergleichen sowie für Sprachanrufe verwendet werden. Die Gehäuse 1030 und 1031 können sich ferner durch Gleiten von einem Zustand, in dem sie wie in **Fig. 16C** dargestellt entfaltet sind, in einen Zustand, in dem eines das andere überlappt, verschieben. Daher kann die Größe des Mobiltelefons verringert werden, wodurch das Mobiltelefon geeignet ist, um herumgetragen zu werden.

[0340] Der externe Verbindungsanschluss 1038 kann mit einem AC-Adapter und verschiedenen Kabeln, wie z. B. einem USB-Kabel, verbunden werden, wodurch ein Aufladen und eine Datenkommunikation mit einem Personal-Computer oder dergleichen möglich sind. Ferner kann durch Einschieben eines Aufzeichnungsmediums in den externen Speicherschlitz 1041 eine große Menge an Daten gespeichert und transportiert werden.

[0341] Zusätzlich zu den obigen Funktionen kann ferner eine Infrarotkommunikationsfunktion, eine Fernsehempfangsfunktion oder dergleichen bereitgestellt sein.

[0342] **Fig. 16D** stellt ein Beispiel für ein Fernsehgerät dar. Bei einem Fernsehgerät 1050 ist ein Anzeigeabschnitt 1053 in einem Gehäuse 1051 eingebaut. Bilder können auf dem Anzeigeabschnitt 1053 angezeigt werden. Darüber hinaus ist eine CPU in einem Fuß 1055 zum Tragen des Gehäuses 1051 eingebaut. Einer der bei den vorstehenden Ausführungsformen beschriebenen Transistoren wird für den Anzeigeabschnitt 1053 und die CPU verwendet, wodurch das Fernsehgerät 1050 hohe Zuverlässigkeit aufweisen kann.

[0343] Das Fernsehgerät 1050 kann mit einem Bedienungsschalter des Gehäuses 1051 oder mit einer separaten Fernbedienung bedient werden. Des Weiteren kann die Fernbedienung mit einem Anzeigeabschnitt zum Anzeigen von Daten, die von der Fernbedienung ausgegeben werden, versehen sein.

[0344] Es sei angemerkt, dass das Fernsehgerät 1050 mit einem Empfänger, einem Modem und dergleichen versehen ist. Mit dem Empfänger kann eine allgemeine Fernsehsendung empfangen werden. Des Weiteren kann dann, wenn das Fernsehgerät über das Modem drahtgebunden oder drahtlos mit einem Kommunikationsnetzwerk verbunden ist, eine unidirektionale (von einem Sender zu einem Empfänger) oder eine bidirektionale (zwischen einem Sender und einem Empfänger oder zwischen Empfängern) Informationskommunikation durchgeführt werden.

[0345] Ferner ist das Fernsehgerät 1050 mit einem externen Verbindungsanschluss 1054, einem Spei-

chermedium-Aufzeichnungs- und Wiedergabeabschnitt 1052 und einem externen Speicherschlitz versehen. Der externe Verbindungsanschluss 1054 kann mit diversen Arten von Kabeln, wie z. B. einem USB-Kabel, verbunden werden, und eine Datenkommunikation mit einem Personal-Computer oder dergleichen ist möglich. Ein Plattenspeichermedium wird in den Speichermedium-Aufzeichnungs- und Wiedergabeabschnitt 1052 eingeschoben, und es können ein Auslesen von Daten, die in dem Speichermedium gespeichert sind, und ein Schreiben von Daten in das Speichermedium durchgeführt werden. Ferner kann ein Bild, ein Video oder dergleichen, das als Daten in einem externen Speicher 1056, der in dem externen Speicherschlitz eingeschoben ist, gespeichert ist, auf dem Anzeigebereich 1053 angezeigt werden.

[0346] Des Weiteren kann in dem Fall, in dem der Leckstrom im ausgeschalteten Zustand (off-state leakage current, Sperrstrom) des bei den vorstehenden Ausführungsformen beschriebenen Transistors sehr gering ist, das Fernsehgerät 1050 hohe Zuverlässigkeit und ausreichend verringerten Leistungsverbrauch aufweisen, wenn der Transistor für den externen Speicher 1056 oder die CPU verwendet wird.

[0347] Diese Ausführungsform kann angemessen mit einer der anderen Ausführungsformen, die in dieser Beschreibung offenbart sind, kombiniert werden.

[Beispiel 1]

[0348] In diesem Beispiel wurde die Verteilung der Lichtdurchlässigkeit eines Pixels, das in einer Flüssigkristallanzeigevorrichtung nach einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung enthalten war, durch Berechnung ermittelt.

[0349] Zuerst werden die in diesem Beispiel verwendeten Proben beschrieben.

[0350] **Fig. 17A** ist eine Draufsicht einer Probe 1, die ein Vergleichsbeispiel ist. Die Fläche eines Pixels in der Probe 1 weist eine Abtastleitung 201 und eine gemeinsame Leitung 203, welche sich in horizontale Richtung erstrecken, eine Signalleitung 205, die sich in vertikale Richtung (eine Richtung senkrecht zu der Abtastleitung und der gemeinsamen Leitung) erstreckt, und einen Bereich auf, der von diesen Leitungen umgeben ist. Ein Pixel ist 84 µm lang und 28 µm breit.

[0351] Die Probe 1 beinhaltet eine gemeinsame Elektrode 207, die innerhalb eines Bereichs, der von den oben genannten Leitungen und einer Signalleitung eines horizontal benachbarten Pixels umgeben ist, platziert und elektrisch mit der gemeinsamen Leitung 203 verbunden ist, und eine kammförmige

Pixel-Elektrode 209, die über der gemeinsamen Elektrode 207 platziert ist. Zähne der Pixel-Elektrode 209 erstrecken sich in eine die Signalleitung 205 schneidende Richtung. Bei der Probe 1 ist das Pixel mit einem Transistor versehen, der beinhaltet: eine Gate-Elektrode, die elektrisch mit der Abtastleitung 201 verbunden ist; einen Halbleiterfilm 211, der die Gate-Elektrode überlappt, wobei ein Gate-Isolierfilm dazwischen angeordnet ist, und der durch den gleichen Prozess wie die gemeinsame Elektrode 207 ausgebildet wird; eine Source-Elektrode, die elektrisch mit dem Halbleiterfilm 211 und der Signalleitung 205 verbunden ist; und eine Drain-Elektrode 213, die elektrisch mit dem Halbleiterfilm 211 und der Pixel-Elektrode 209 verbunden ist.

[0352] **Fig. 17B** ist eine Draufsicht einer Probe 2, die eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist. Die Fläche eines Pixels in der Probe 2 weist eine Abtastleitung 221, die sich in horizontale Richtung erstreckt, eine Signalleitung 225, die sich in vertikale Richtung erstreckt, und einen Bereich auf, der von diesen Leitungen umgeben ist. Ein Pixel ist 84 µm lang und 28 µm breit.

[0353] Die Probe 2 beinhaltet eine Pixel-Elektrode 229, die innerhalb eines Bereichs platziert ist, der von den oben genannten Leitungen, einer Signalleitung eines horizontal benachbarten Pixels und einer Abtastleitung eines vertikal benachbarten Pixels umgeben ist, und eine gemeinsame Elektrode 227, die über der Pixel-Elektrode 229 platziert ist. Die gemeinsame Elektrode 227 weist Streifenbereiche auf, die sich in eine die Signalleitung 225 schneidende Richtung erstrecken. Bei der Probe 2 ist das Pixel mit einem Transistor versehen, der beinhaltet: eine Gate-Elektrode, die elektrisch mit der Abtastleitung 221 verbunden ist; einen Halbleiterfilm 231, der die Gate-Elektrode überlappt, wobei ein Gate-Isolierfilm dazwischen angeordnet ist, und der durch den gleichen Prozess wie die Pixel-Elektrode 229 ausgebildet wird; eine Source-Elektrode, die elektrisch mit dem Halbleiterfilm 231 und der Signalleitung 225 verbunden ist; und eine Drain-Elektrode 233, die elektrisch mit dem Halbleiterfilm 231 und der Pixel-Elektrode 229 verbunden ist. Bezuglich der Querschnittsform des Transistors kann man auf den Transistor 102, der bei der Ausführungsform 2 beschrieben worden ist und in **Fig. 5** dargestellt ist, Bezug nehmen.

[0354] Die Probe 1 und die Probe 2 wurden auf die vorstehende Weise hergestellt. Die Lichtdurchlässigkeit von Flüssigkristallen in den Pixeln der Probe 1 und der Probe 2 kann durch ein horizontales elektrisches Feld, das zwischen der Pixel-Elektrode und der gemeinsamen Elektrode angelegt wird, gesteuert werden.

[0355] Als nächstes wurde die Lichtdurchlässigkeit der Probe 1 und der Probe 2 berechnet. Das Berechnen wurde unter Verwendung von LCDMaster 3D (von SHINTECH, Inc. hergestellt) in einem FEM-Static-Modus durchgeführt. Beim Berechnen war die Größe 84 μm lang, 28 μm breit und 4 μm tief (hoch), und es handelte sich bei der Randbedingung um eine periodische Randbedingung. Bei jeder der Proben 1 und 2 war die Gate-Elektrode 200 nm dick, der Gate-Isolierfilm war 400 nm dick, die Signalleitung war 300 nm dick und ein isolierender Zwischenschichtfilm war 500 nm dick. Bei der Probe 1 war die gemeinsame Elektrode 0 nm dick, ein isolierender Nitridfilm zwischen der gemeinsamen Elektrode und der Pixel-Elektrode war 100 nm dick und die Pixel-Elektrode war 100 nm dick. Bei der Probe 2 war die Pixel-Elektrode 0 nm dick, ein isolierender Nitridfilm zwischen der Pixel-Elektrode und der gemeinsamen Elektrode war 100 nm dick und die gemeinsame Elektrode war 100 nm dick. Die Reibrichtung (rubbing direction) des Flüssigkristalls war 85°, der Verdrehwinkel war 0°, und der Neigungswinkel (pretilt angle) war 3°. Es sei angemerkt, dass die gemeinsame Elektrode der Probe 1 und die Pixel-Elektrode der Probe 2 jeweils 0 nm dick waren, damit die Rechenlast reduziert werden konnte. Es wurde die Verteilung der Lichtdurchlässigkeit in dem Fall ermittelt, in dem unter den obigen Bedingungen -9V an die Abtastleitung angelegt wurde, 0 V an die gemeinsame Leitung angelegt wurde und 6 V an die Signalleitung und die Pixel-Elektrode angelegt wurde.

[0356] Die Verteilung der Lichtdurchlässigkeit wird durch Graustufen dargestellt; ein weißerer Bereich weist eine höhere Lichtdurchlässigkeit auf. **Fig. 17C** zeigt die Verteilung der Lichtdurchlässigkeit der Probe 1, und **Fig. 17D** zeigt die Verteilung der Lichtdurchlässigkeit der Probe 2.

[0357] Es wird herausgefunden, dass Bereiche mit hoher Lichtdurchlässigkeit in der Probe 1 und der Probe 2 gebildet wurden. Im Besonderen wurde ein Bereich mit hoher Lichtdurchlässigkeit in einer großen Fläche des Pixels in der Probe 2 gebildet. Das liegt daran, dass die gemeinsame Elektrode der Probe 2 keinen Bereich, der sich in eine Richtung parallel zu der Signalleitung erstreckt, aufweist und dass bei der Probe 2 ein elektrisches Feld zwischen der Pixel-Elektrode und der gemeinsamen Elektrode in einem breiteren Bereich erzeugt wird als bei der Probe 1.

[0358] Die Probe 2 weist deshalb eine wirksame Struktur für eine Flüssigkristallanzeigevorrichtung mit niedrigem Leistungsverbrauch auf.

[0359] In diesem Beispiel wurde ein Lichtaustritt in einem schwarzen Anzegebereich, der auftrat, wenn Weiß und Schwarz in benachbarten Pixeln in einer Flüssigkristallanzeigevorrichtung nach einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung angezeigt wurden, durch Berechnung ermittelt.

[0360] Zuerst werden die in diesem Beispiel verwendeten Proben beschrieben.

[0361] **Fig. 18A** ist eine Draufsicht einer Probe 3. Die Fläche eines Pixels der Probe 3 weist eine Abtastleitung 241, die sich in horizontale Richtung erstreckt, eine Signalleitung 243, die sich in vertikale Richtung erstreckt, und einen Bereich auf, der von diesen Leitungen umgeben ist. Die Fläche der zwei horizontal benachbarten Pixel ist 49,5 μm lang und 30 μm breit.

[0362] Die Probe 3 beinhaltet eine Pixel-Elektrode 249, die innerhalb eines Bereichs platziert ist, der von den obigen Leitungen, einer Signalleitung eines horizontal benachbarten Pixels und einer Abtastleitung eines vertikal benachbarten Pixels umgeben ist, und eine gemeinsame Elektrode 247, die über der Pixel-Elektrode 249 platziert ist. Die gemeinsame Elektrode 247 weist Streifenbereiche auf, die sich in eine die Signalleitung 243 schneidende Richtung erstrecken. Bei der Probe 3 ist das Pixel mit einem Transistor versehen, der beinhaltet: eine Gate-Elektrode, die elektrisch mit der Abtastleitung 241 verbunden ist; einen Halbleiterfilm 251, der die Gate-Elektrode überlappt, wobei ein Gate-Isolierfilm dazwischen angeordnet ist, und der durch den gleichen Prozess wie die Pixel-Elektrode 249 ausgebildet wird; eine Source-Elektrode, die elektrisch mit dem Halbleiterfilm 251 und der Signalleitung 243 verbunden ist; und eine Drain-Elektrode 253, die elektrisch mit dem Halbleiterfilm 251 und der Pixel-Elektrode verbunden ist. Bezuglich der Querschnittsform des Transistors kann man auf den Transistor 102, der bei der Ausführungsform 2 beschrieben worden ist und in **Fig. 5** dargestellt ist, Bezug nehmen.

[0363] **Fig. 18B** ist eine Draufsicht einer Probe 4. Die Probe 4 hat eine Struktur, die abgesehen von den Formen der Drain-Elektrode und der gemeinsamen Elektrode ähnlich der Struktur der Probe 3 ist. Insbesondere hat bei der Probe 4 eine Drain-Elektrode 263 eine L-Form und überlappt einen Endabschnitt der Pixel-Elektrode 249. Daher wird der Einfluss eines elektrischen Feldes, das zwischen der Abtastleitung 241 und der Pixel-Elektrode 249 erzeugt wird, verringert. Darüber hinaus ist eine gemeinsame Elektrode 267 quer über die Abtastleitung 241 mit einem vertikal benachbarten Pixel verbunden, wodurch der Einfluss eines elektrischen Fel-

des, das zwischen der Abtastleitung 241 und der Pixel-Elektrode 249 erzeugt wird, verringert wird.

[0364] Die Probe 3 und die Probe 4 wurden auf die vorstehende Weise hergestellt. Die Lichtdurchlässigkeit von Flüssigkristallelementen in den Pixeln der Probe 3 und der Probe 4 kann durch ein horizontales elektrisches Feld, das zwischen der Pixel-Elektrode und der gemeinsamen Elektrode angelegt wird, gesteuert werden.

[0365] Als nächstes wurde die Lichtdurchlässigkeit der Probe 3 und der Probe 4 berechnet. Das Berechnen wurde unter Verwendung von LCDMaster 3D (von SHINTECH, Inc. hergestellt) in einem FEM-Static-Modus durchgeführt. Beim Berechnen war die Größe 49,5 µm lang, 30 µm breit und 4 µm tief (hoch), und es handelte sich bei der Randbedingung um eine periodische Randbedingung. Bei jeder der Proben 3 und 4 war die Gate-Elektrode 200 nm dick, der Gate-Isolierfilm war 400 nm dick, die Pixel-Elektrode war 0 nm dick, die Signalleitung war 300 nm dick, ein isolierender Zwischenschichtfilm war 500 nm dick und die gemeinsame Elektrode war 100 nm dick. Ein isolierender Nitridfilm zwischen der Pixel-Elektrode und der gemeinsamen Elektrode war 100 nm dick. Die Reibrichtung des Flüssigkristalls war 90°, der Verdrehwinkel war 0°, und der Neigungswinkel war 3°. Es sei angemerkt, dass die Pixel-Elektrode 0 nm dick war, damit die Rechenlast reduziert werden konnte. Es wurde die Verteilung der Lichtdurchlässigkeit in dem Fall ermittelt, in dem unter den obigen Bedingungen -9 V an die Abtastleitung angelegt wurde, 0 V an die gemeinsame Leitung angelegt wurde, 6 V an die Signalleitung und die Pixel-Elektrode des linken Pixels angelegt wurde und 0 V an die Signalleitung und die Pixel-Elektrode des rechten Pixels angelegt wurde.

[0366] Die Verteilung der Lichtdurchlässigkeit wird durch Graustufen dargestellt; ein weißer Bereich weist eine höhere Lichtdurchlässigkeit auf. **Fig. 18C** zeigt die Verteilung der Lichtdurchlässigkeit der Probe 3, und **Fig. 18D** zeigt die Verteilung der Lichtdurchlässigkeit der Probe 4.

[0367] Bei jeder der Proben 3 und 4 wurden eine weiße Anzeige und eine schwarze Anzeige auf dem linken Pixel bzw. auf dem rechten Pixel beobachtet. Bei der schwarzen Anzeige der Probe 3 wurde ein Bereich mit hoher Lichtdurchlässigkeit (Lichtaustritt) teilweise beobachtet. Bei der schwarzen Anzeige der Probe 4 wurde im Gegensatz dazu kein Bereich mit hoher Lichtdurchlässigkeit im ganzen Pixel beobachtet. Da bei der Probe 4 die Drain-Elektrode 263 eine L-Form hat und den Endabschnitt der Pixel-Elektrode 249 überlappt, ist bei der Probe 4 weniger wahrscheinlich als bei der Probe 3, dass ein elektrisches Feld zwischen der Abtastleitung und der Pixel-Elektrode

rode erzeugt wird, und ein Lichtaustritt bei einer schwarzen Anzeige wird verringert.

[0368] Die Probe 4 weist daher eine wirksame Struktur für eine Flüssigkristallanzeigevorrichtung mit hohem Kontrast auf.

[0369] Diese Anmeldung basiert auf der japanischen Patentanmeldung mit der Seriennr. 2013-177345, eingereicht beim japanischen Patentamt am 28. August 2013, und der japanischen Patentanmeldung mit der Seriennr. 2014-047301, eingereicht beim japanischen Patentamt am 11. März 2014, deren gesamter Inhalt hiermit zum Gegenstand der vorliegenden Offenlegung gemacht ist.

Patentansprüche

1. Flüssigkristallanzeigevorrichtung, umfassend: ein erstes Pixel (103a), wobei das erste Pixel umfasst:
 - einen ersten Halbleiterfilm (19a), der sich mit einer Abtastleitung (13) überlappt, wobei ein erster Isolierfilm (15, 17) dazwischenliegt;
 - eine Pixelelektrode (19b), die einen Bereich über und in Kontakt mit dem ersten Isolierfilm (15, 17) umfasst;
 - einen leitenden Film (21), der elektrisch mit dem ersten Halbleiterfilm (19a) verbunden ist; und
 - eine erste Signalleitung (21a), die elektrisch mit dem ersten Halbleiterfilm (19a) verbunden ist, wobei der erste Halbleiterfilm (19a) einen Kanalbildungsbereich eines ersten Transistors (102) umfasst;
 - ein zweites Pixel (103b), das dem ersten Pixel (103a) benachbart ist, wobei das zweite Pixel (103b) umfasst:
 - einen zweiten Halbleiterfilm, der sich mit der Abtastleitung (13) überlappt, wobei der erste Isolierfilm (15, 17) dazwischenliegt; und
 - eine zweite Signalleitung, die elektrisch mit dem zweiten Halbleiterfilm verbunden ist;
 - einen zweiten Isolierfilm (27) über dem leitenden Film (21), der ersten Signalleitung (21a) und der zweiten Signalleitung; und
 - eine gemeinsame Elektrode (29), die eine Öffnung und einen Bereich über und in Kontakt mit dem zweiten Isolierfilm (27) umfasst, wobei die gemeinsame Elektrode (29) einen Bereich umfasst, der sich mit der Pixelelektrode (19b) überlappt,
 - wobei die Öffnung einen ersten Bereich umfasst, der sich in eine erste Richtung erstreckt, und einen zweiten Bereich umfasst, der mit dem ersten Bereich verbunden ist und sich in eine zweite Richtung erstreckt, die sich in einer Draufsicht mit der ersten Richtung in einem Bereich zwischen der ersten Signalleitung und der zweiten Signalleitung schneidet,

wobei ein gesamter Bereich des ersten Halbleiterfilms (19a) und ein gesamter Bereich des zweiten Halbleiterfilms mit der Abtastleitung (13) überlappten,

wobei der leitende Film (21) einen zweiten Bereich (21b_2) über und in Kontakt mit der Pixelelektrode (19b), und einen ersten Bereich (21b_1) mit einem ersten Teilbereich über und in Kontakt mit dem ersten Halbleiterfilm (19a) und einem zweiten Teilbereich zwischen dem ersten Teilbereich und dem zweiten Bereich umfasst,

wobei sich der zweite Bereich (21b_2) des leitenden Films (21) in eine dritte Richtung parallel oder im Wesentlichen parallel zu der Abtastleitung (13) erstreckt, und

wobei sich der zweite Teilbereich des ersten Bereichs des leitenden Films (21) in eine vierte Richtung erstreckt, die sich mit der dritten Richtung schneidet.

2. Flüssigkristallanzeigevorrichtung nach Anspruch 1,

wobei die gemeinsame Elektrode (29) einen Bereich umfasst, der sich mit der Abtastleitung (13) überlappt, wobei der leitende Film (21) dazwischenliegt, und

wobei sich die gemeinsame Elektrode (29) nicht mit dem Kanalbildungsbereich überlappt.

3. Flüssigkristallanzeigevorrichtung, umfassend: ein erstes Pixel (103a), wobei das erste Pixel umfasst

einen ersten Halbleiterfilm (19a), der sich mit einer Abtastleitung (13) überlappt, wobei ein erster Isolierfilm (15, 17) dazwischenliegt;

eine Pixelelektrode (19b), die einen Bereich über und in Kontakt mit dem ersten Isolierfilm (15, 17) umfasst;

einen leitenden Film (21), der elektrisch mit dem ersten Halbleiterfilm (19a) verbunden ist; und eine erste Signalleitung (21a), die elektrisch mit dem ersten Halbleiterfilm (19a) verbunden ist,

wobei der erste Halbleiterfilm (19a) einen Kanalbildungsbereich eines ersten Transistors (102) umfasst;

ein zweites Pixel (103b), das dem ersten Pixel (103a) benachbart ist, wobei das zweite Pixel umfasst:

einen zweiten Halbleiterfilm, der sich mit der Abtastleitung (13) überlappt, wobei der erste Isolierfilm (15, 17) dazwischenliegt; und

eine zweite Signalleitung, die elektrisch mit dem zweiten Halbleiterfilm verbunden ist;

einen zweiten Isolierfilm (27) über dem leitenden Film (21), der ersten Signalleitung (21a) und der zweiten Signalleitung; und

eine gemeinsame Elektrode (29), die eine Öffnung und einen Bereich über und in Kontakt mit dem zweiten Isolierfilm (27) umfasst,

wobei die gemeinsame Elektrode (29) einen Bereich

umfasst, der sich mit der Pixelelektrode (19b) überlappt,

wobei die Öffnung eine Form hat, die in einer Draufsicht einen Biegungsteil in einem Bereich zwischen der ersten Signalleitung (21a) und der zweiten Signalleitung aufweist,

wobei ein gesamter Bereich des ersten Halbleiterfilms (19a) und ein gesamter Bereich des zweiten Halbleiterfilms mit der Abtastleitung (13) überlappten,

wobei der leitende Film (21) einen zweiten Bereich (21b_2) über und in Kontakt mit der Pixelelektrode (19b), und einen ersten Bereich (21b_1) mit einem ersten Teilbereich über und in Kontakt mit dem ersten Halbleiterfilm (19a) und einem zweiten Teilbereich zwischen dem ersten Teilbereich und dem zweiten Bereich umfasst,

wobei sich der zweite Bereich (21b_2) des leitenden Films (21) in eine dritte Richtung parallel oder im Wesentlichen parallel zu der Abtastleitung (13) erstreckt, und

wobei sich der zweite Teilbereich des ersten Bereichs des leitenden Films (21) in eine vierte Richtung erstreckt, die sich mit der dritten Richtung schneidet.

4. Flüssigkristallanzeigevorrichtung nach Anspruch 3,

wobei die gemeinsame Elektrode (29) einen Bereich umfasst, der sich mit der Abtastleitung (13) überlappt, wobei der leitende Film (21) dazwischenliegt, und

wobei sich die gemeinsame Elektrode (29) nicht mit dem Kanalbildungsbereich überlappt.

5. Flüssigkristallanzeigevorrichtung, umfassend: ein erstes Pixel (103a), wobei das erste Pixel umfasst:

einen ersten Halbleiterfilm (19a), der sich mit einer Abtastleitung (13) überlappt, wobei ein erster Isolierfilm (15, 17) dazwischenliegt;

eine Pixelelektrode (19b), die einen Bereich über und in Kontakt mit dem ersten Isolierfilm (15, 17) umfasst;

einen leitenden Film (21), der elektrisch mit dem ersten Halbleiterfilm (19a) verbunden ist; und eine erste Signalleitung (21a), die elektrisch mit dem ersten Halbleiterfilm (19a) verbunden ist,

wobei der erste Halbleiterfilm (19a) einen Kanalbildungsbereich eines ersten Transistors (102) umfasst;

ein zweites Pixel (103b), das dem ersten Pixel (103a) benachbart ist, wobei das zweite Pixel umfasst:

einen zweiten Halbleiterfilm, der sich mit der Abtastleitung (13) überlappt, wobei der erste Isolierfilm (15, 17) dazwischenliegt; und

eine zweite Signalleitung, die elektrisch mit dem zweiten Halbleiterfilm verbunden ist;

einen zweiten Isolierfilm (27) über dem leitenden

Film (21), der ersten Signalleitung (21a) und der zweiten Signalleitung; und eine gemeinsame Elektrode (29), die eine Öffnung und einen Bereich über und in Kontakt mit dem zweiten Isolierfilm (27) umfasst, wobei die gemeinsame Elektrode (29) einen Bereich umfasst, der sich mit der Pixelelektrode (19b) überlappt, wobei die Öffnung einen ersten Bereich, der sich in eine erste Richtung erstreckt, und einen zweiten Bereich umfasst, der sich in eine zweite Richtung erstreckt, die sich mit der ersten Richtung schneidet, wobei die Öffnung einen Abschnitt umfasst, in dem der erste Bereich mit dem zweiten Bereich in einem Bereich verbunden ist, der in einer Draufsicht zwischen der ersten Signalleitung und der zweiten Signalleitung liegt, wobei ein gesamter Bereich des ersten Halbleiterfilms (19a) und ein gesamter Bereich des zweiten Halbleiterfilms mit der Abtastleitung (13) überlappen, wobei der leitende Film (21) einen zweiten Bereich (21b_2) über und in Kontakt mit der Pixelelektrode (19b), und einen ersten Bereich (21b_1) mit einem ersten Teilbereich über und in Kontakt mit dem ersten Halbleiterfilm (19a) und einem zweiten Teilbereich zwischen dem ersten Teilbereich und dem zweiten Bereich umfasst, wobei sich der zweite Bereich (21b_2) des leitenden Films (21) in eine dritte Richtung parallel oder im Wesentlichen parallel zu der Abtastleitung (13) erstreckt, und wobei sich der zweite Teilbereich des ersten Bereichs des leitenden Films (21) in eine vierte Richtung erstreckt, die sich mit der dritten Richtung schneidet.

6. Flüssigkristallanzeigevorrichtung nach Anspruch 5, wobei die gemeinsame Elektrode (29) einen Bereich umfasst, der sich mit der Abtastleitung (13) überlappt, wobei der leitende Film (21) dazwischenliegt, und wobei sich die gemeinsame Elektrode (29) nicht mit dem Kanalbildungsbereich überlappt.

Es folgen 26 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1A

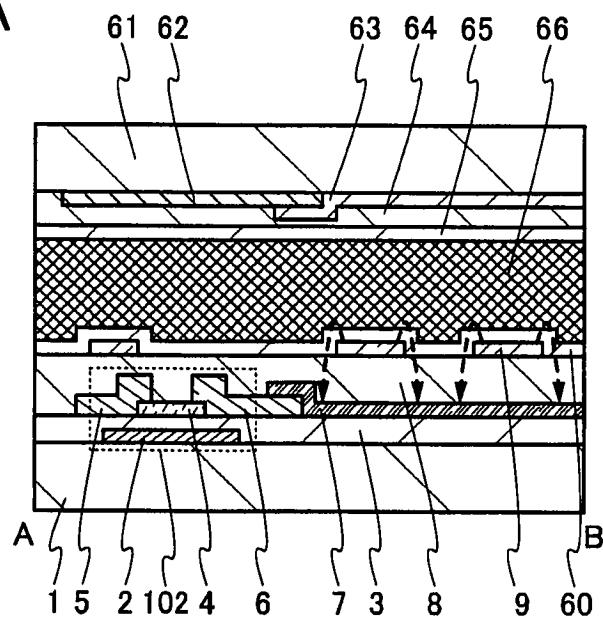


FIG. 1B

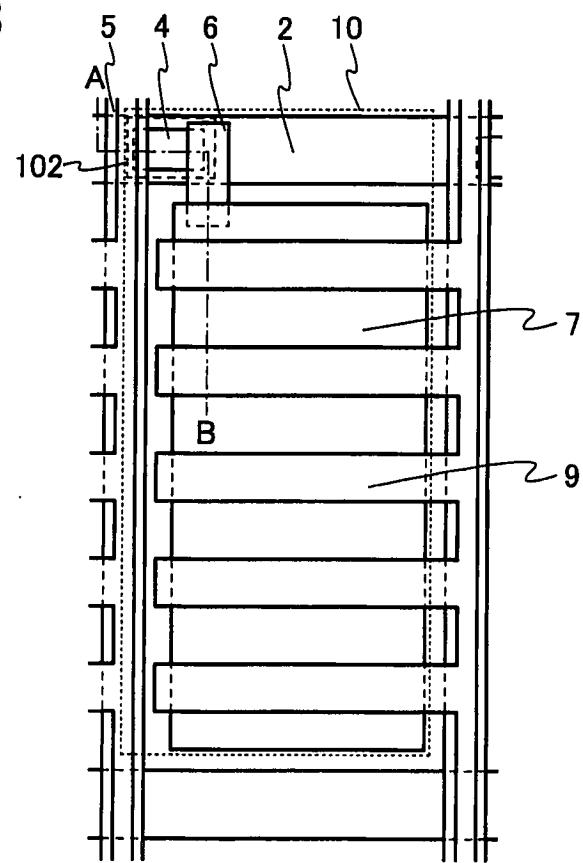


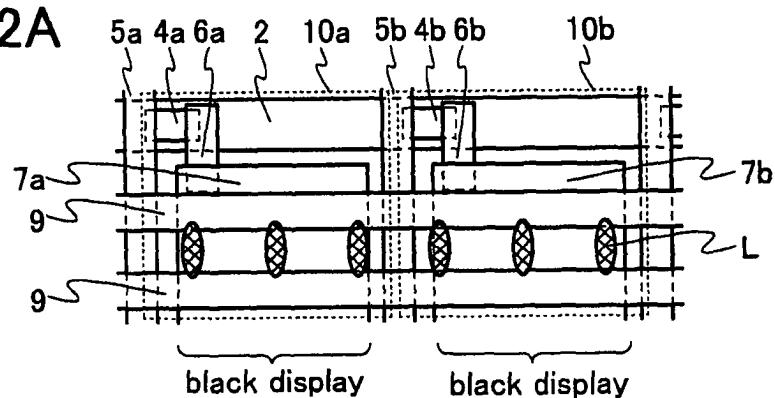
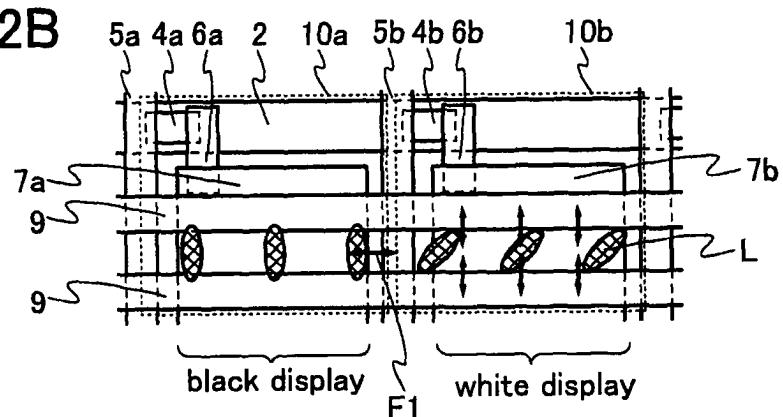
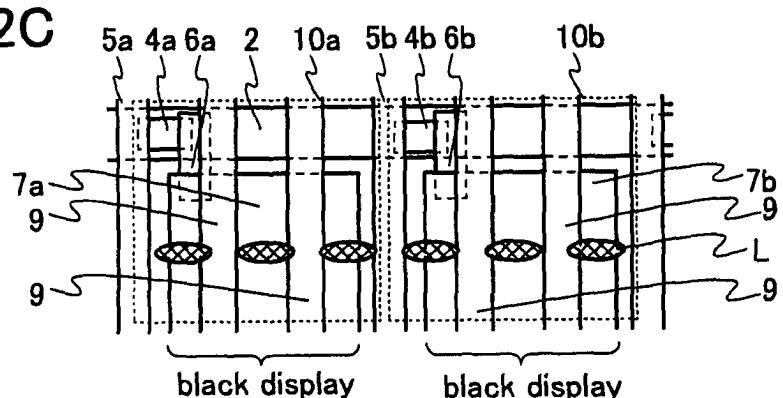
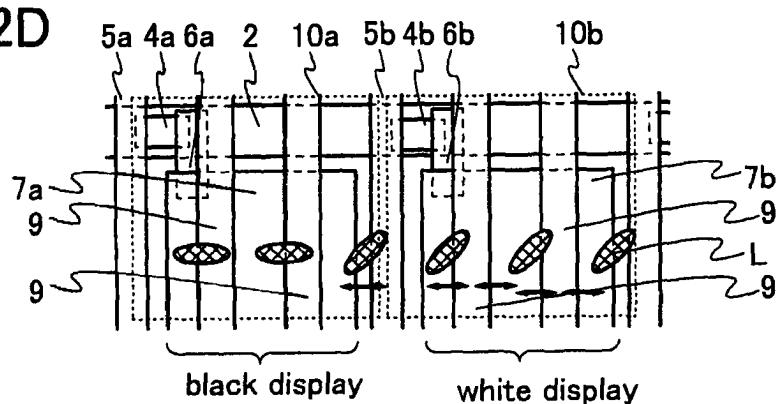
FIG. 2A**FIG. 2B****FIG. 2C****FIG. 2D**

FIG. 3A

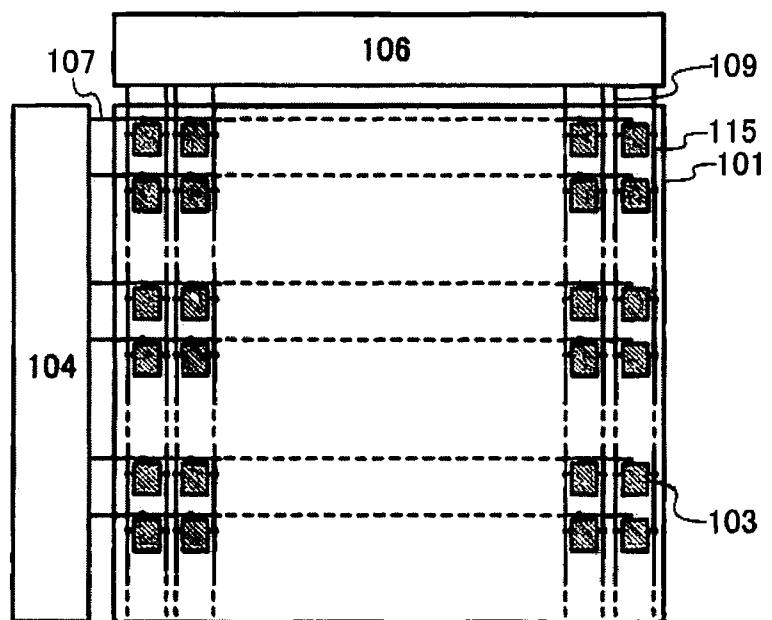


FIG. 3B

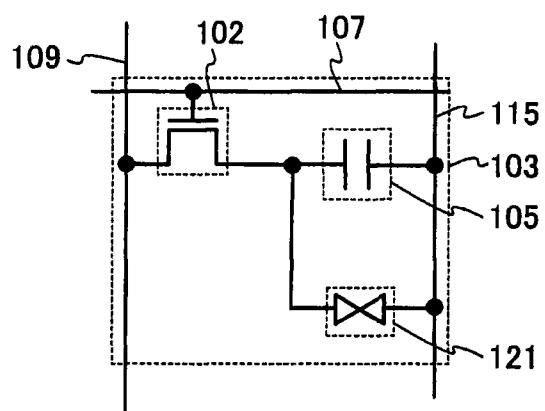


FIG. 4

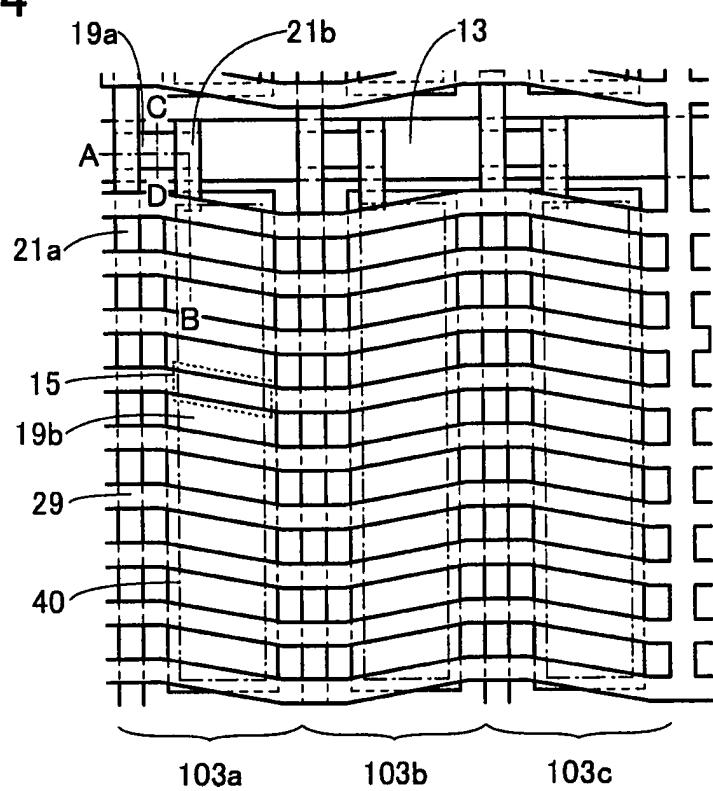
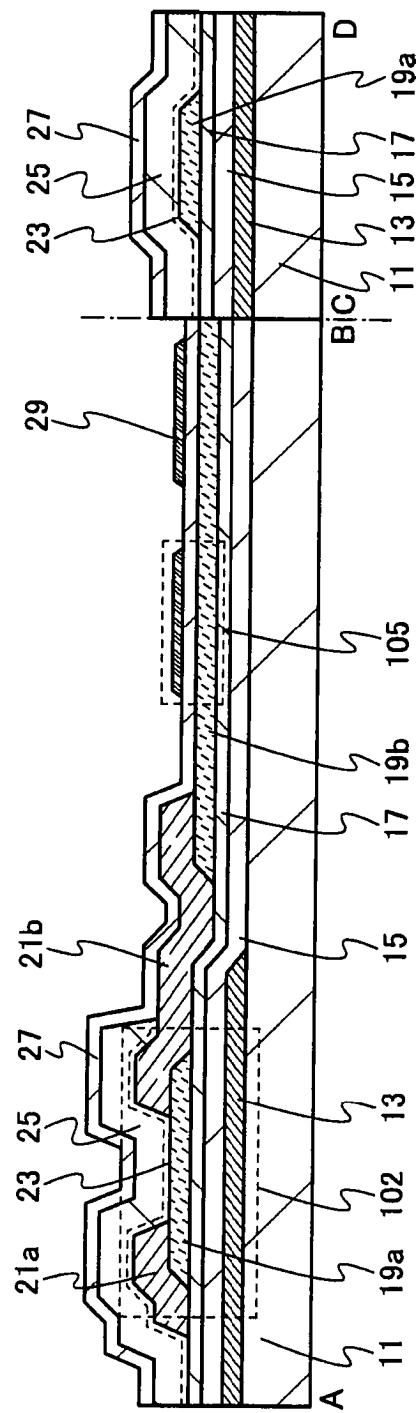


FIG. 5



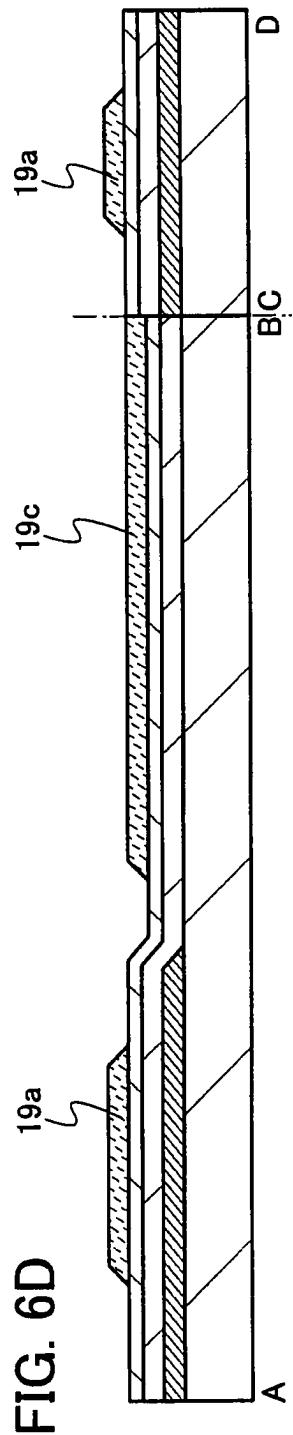
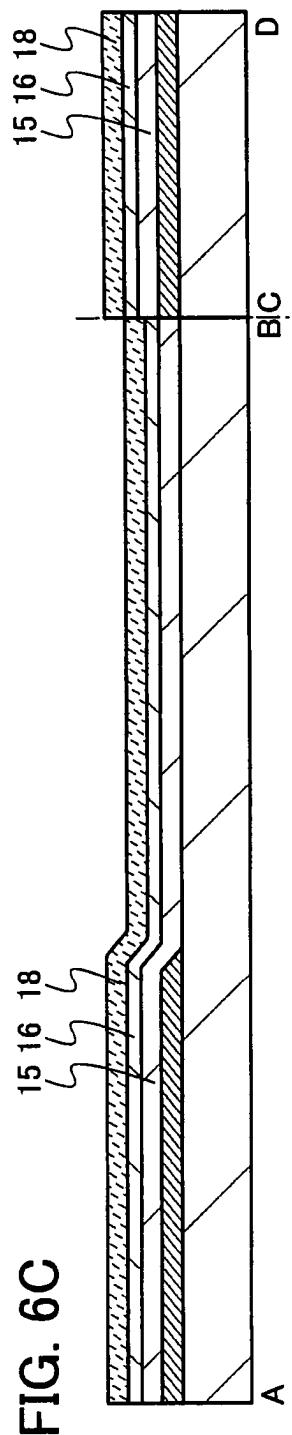
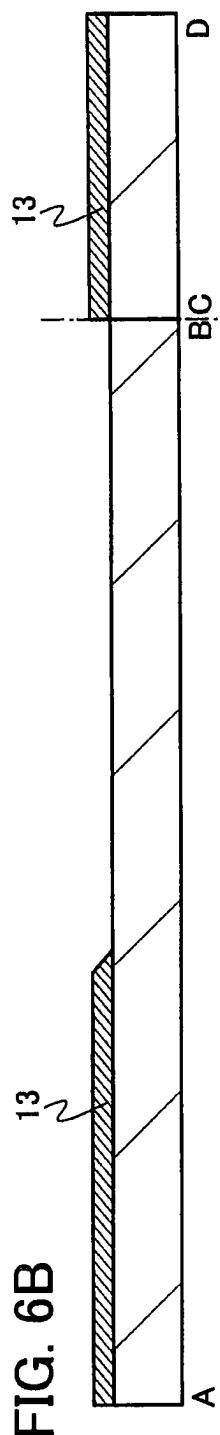
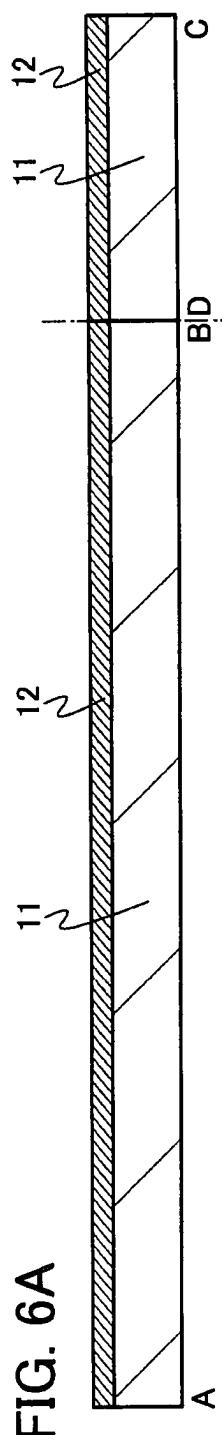


FIG. 7A

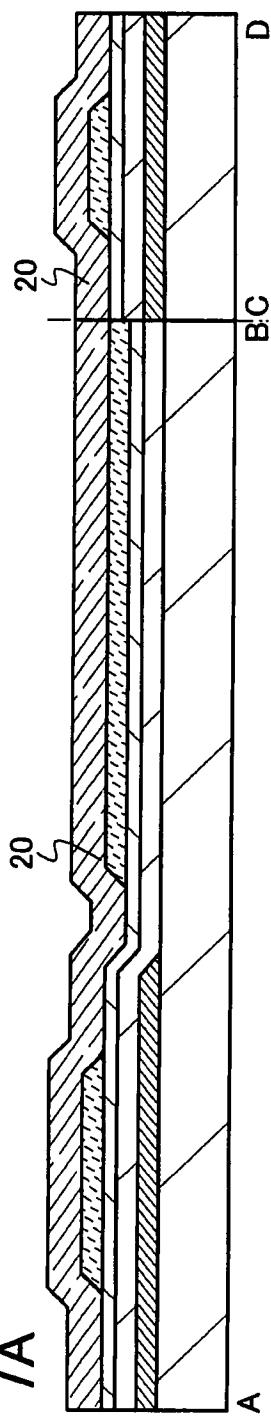


FIG. 7B
21a

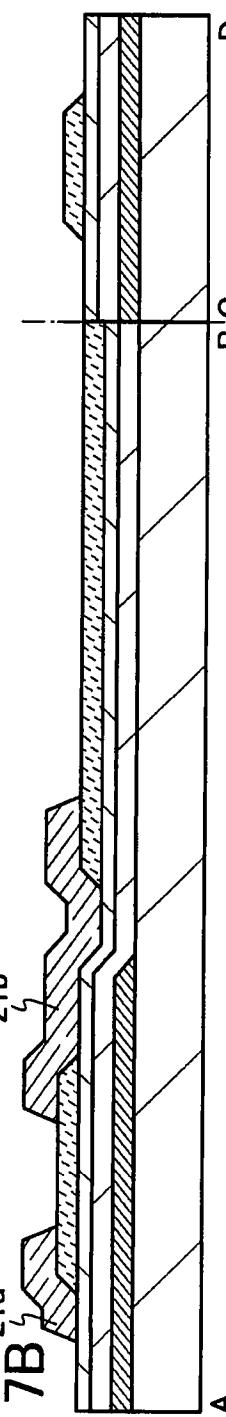


FIG. 7C
22 24

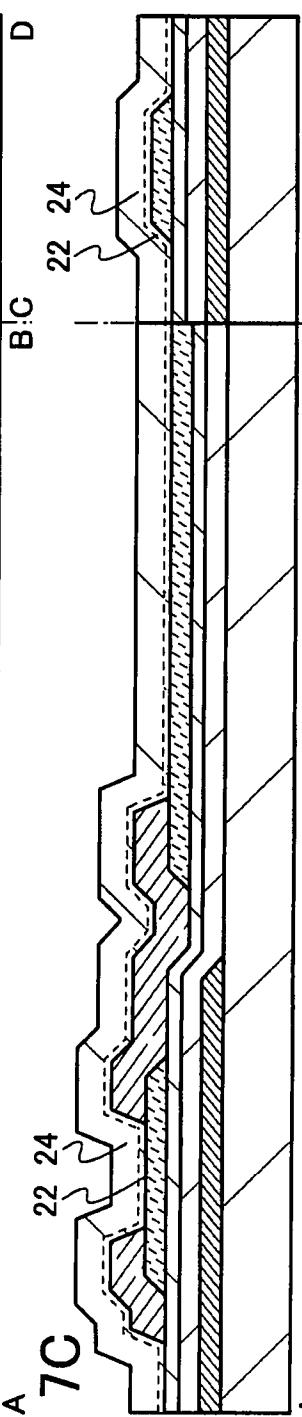
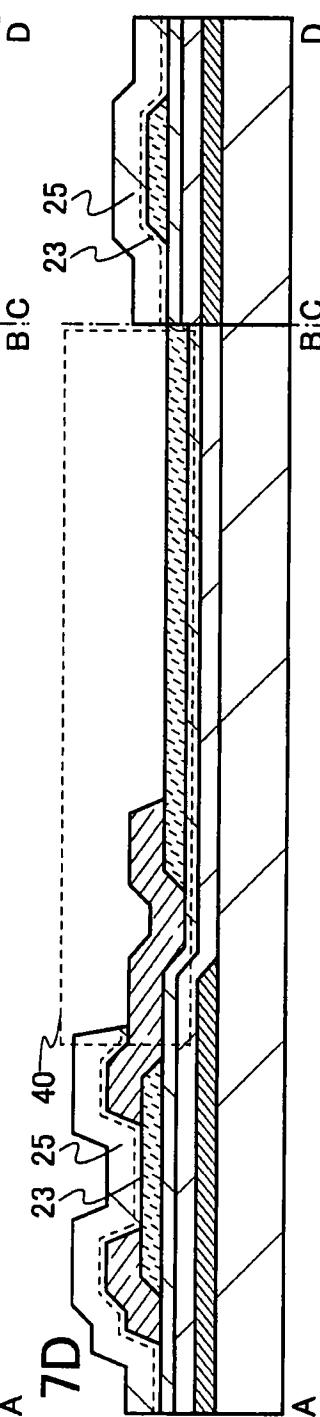


FIG. 7D
23 25 40



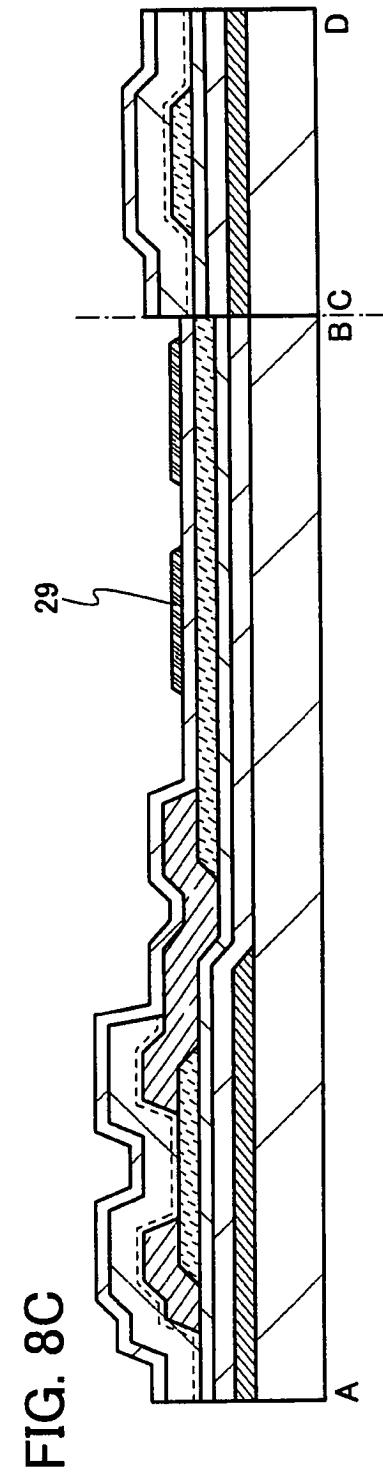
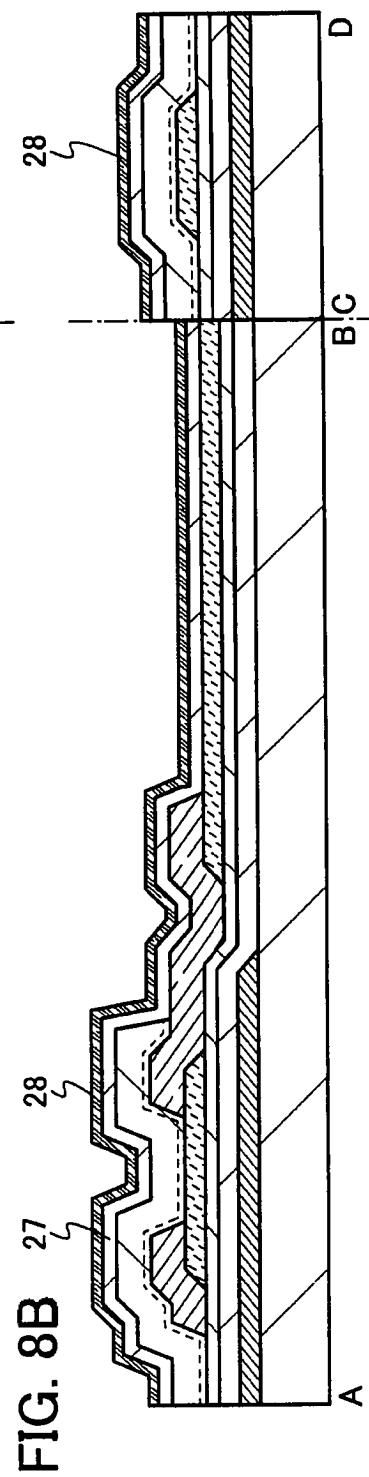
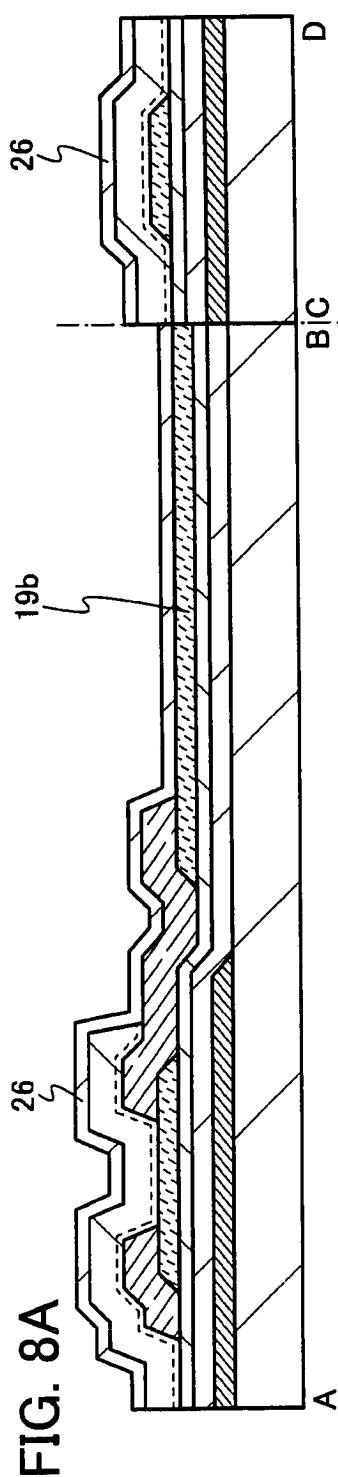


FIG. 9A

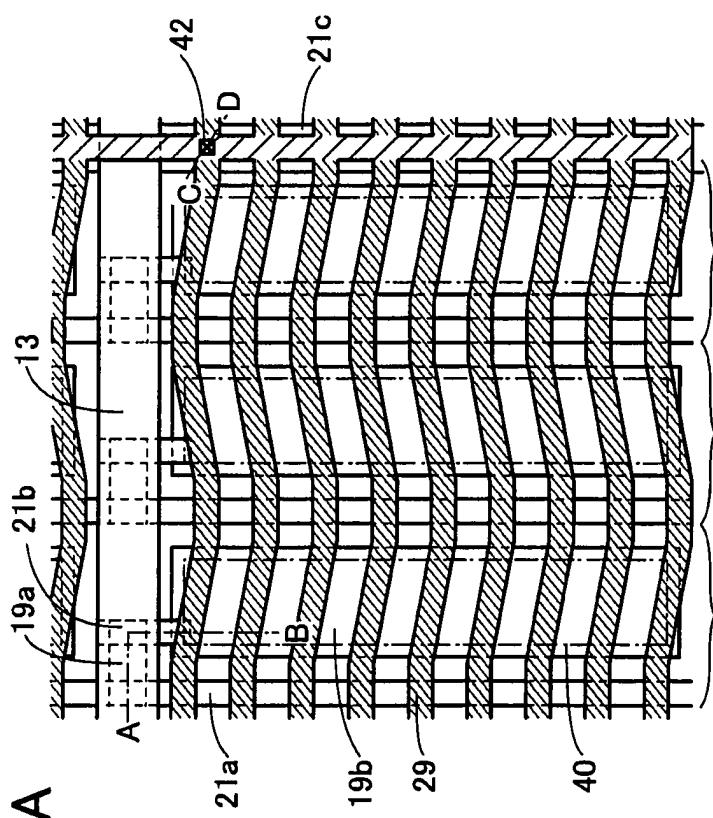


FIG. 9B

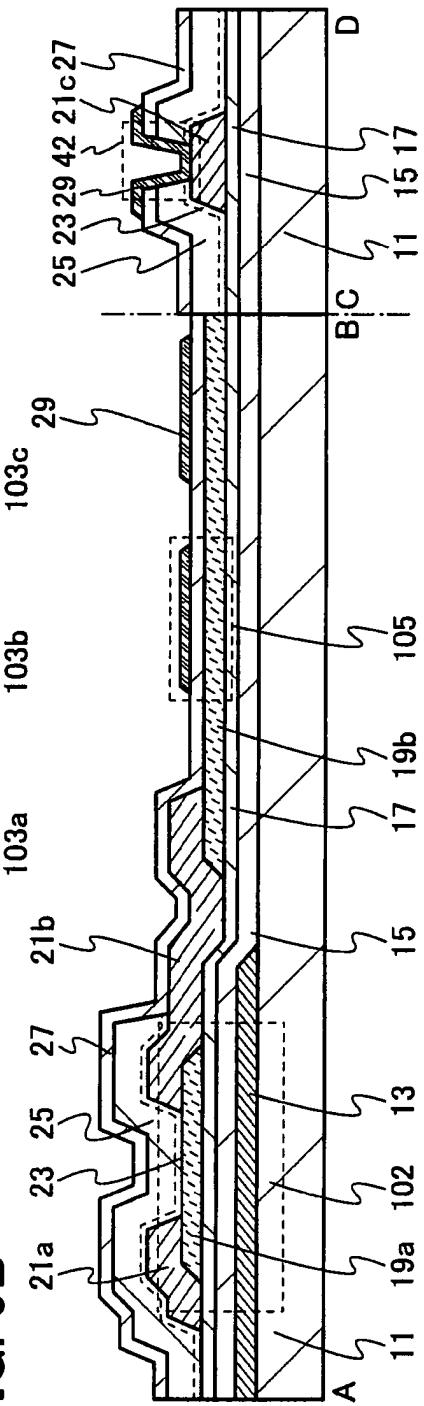


FIG. 10

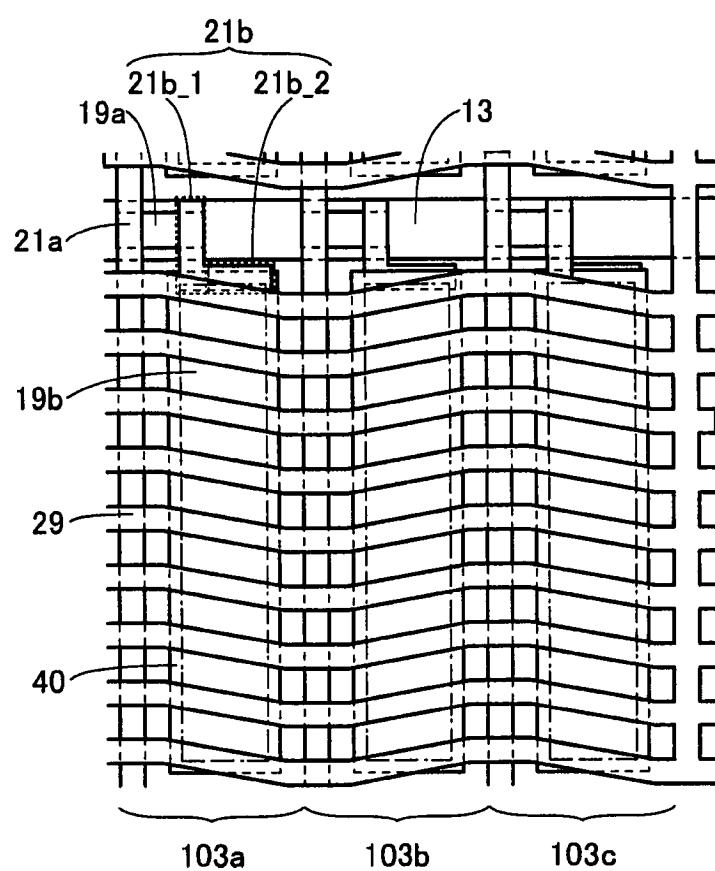


FIG. 11

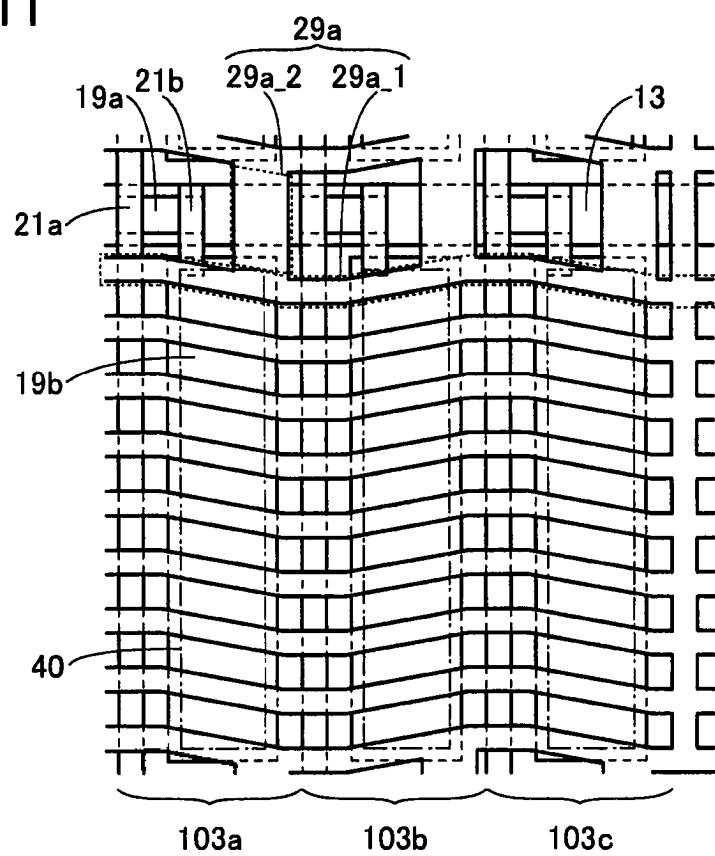
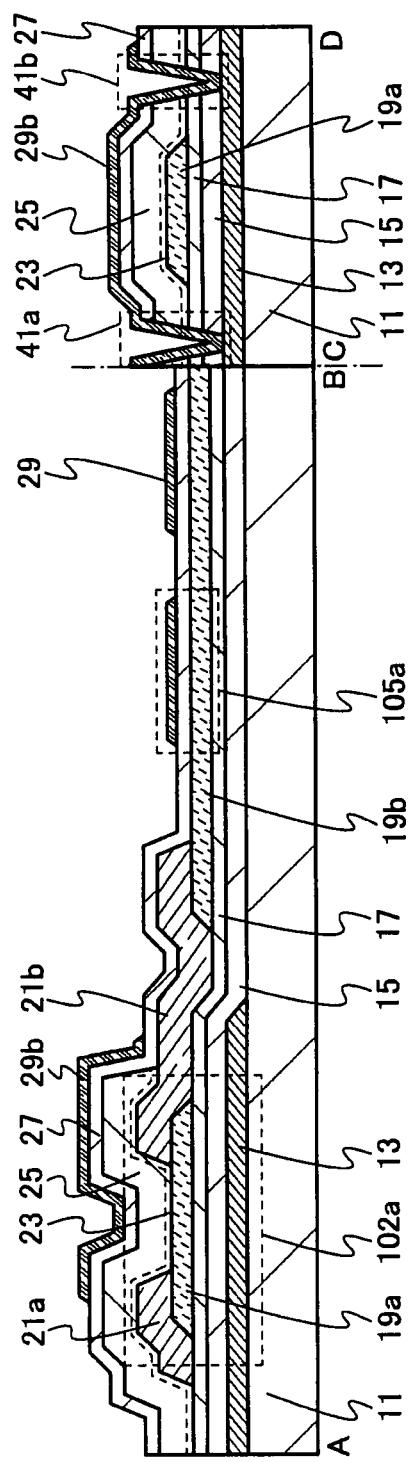


FIG. 12



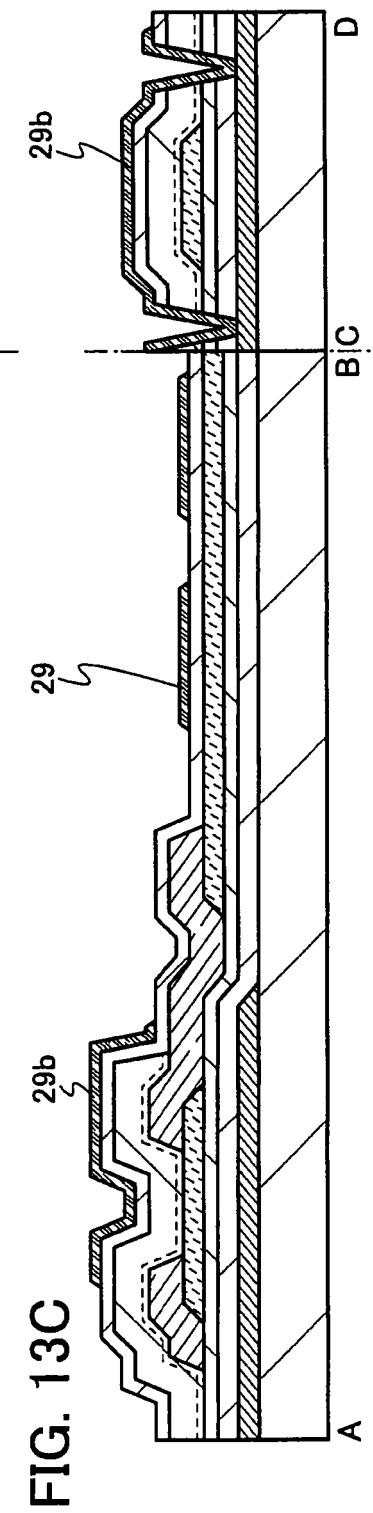
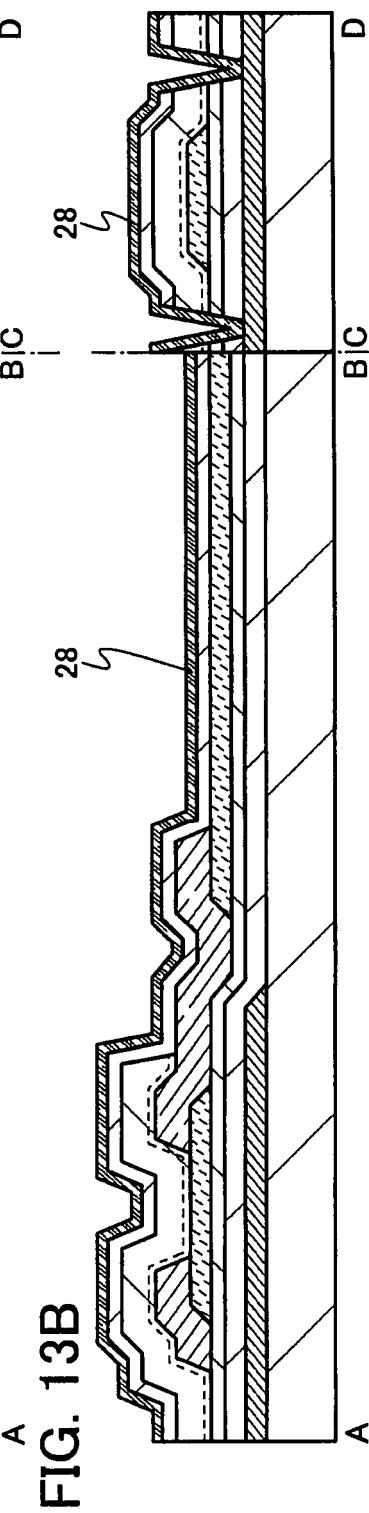
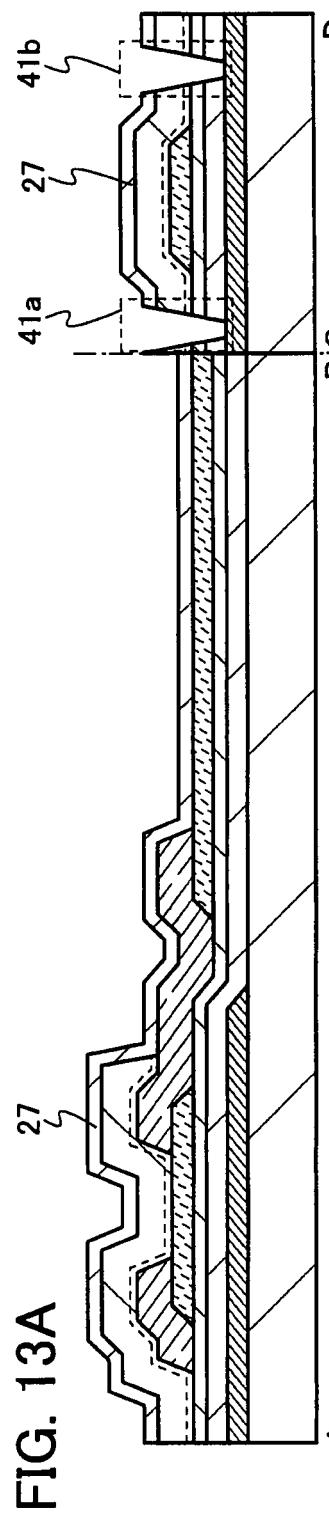


FIG. 14A

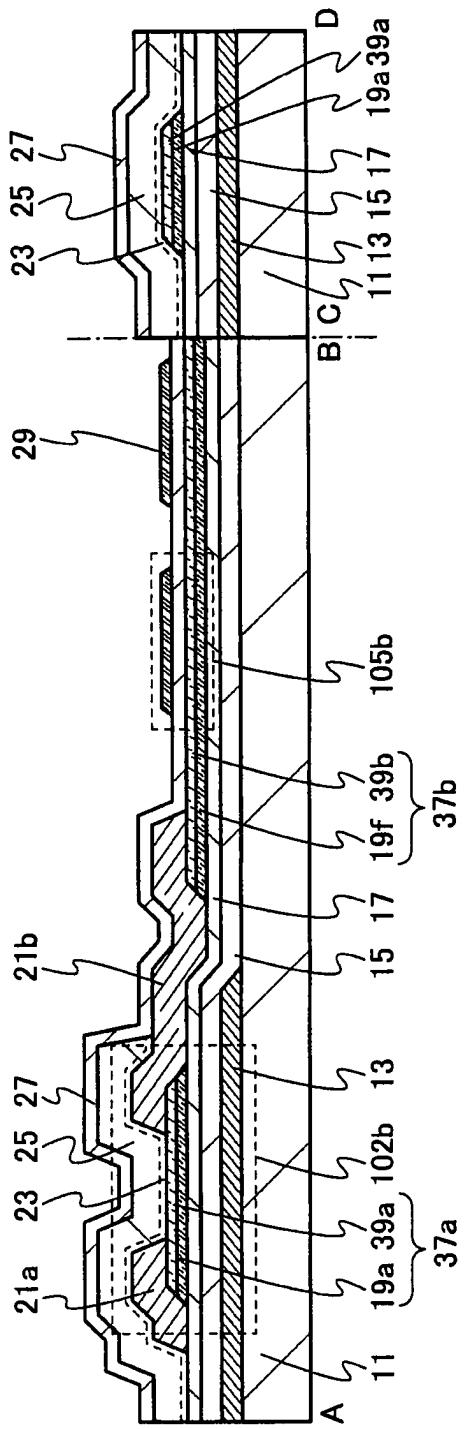


FIG. 14B

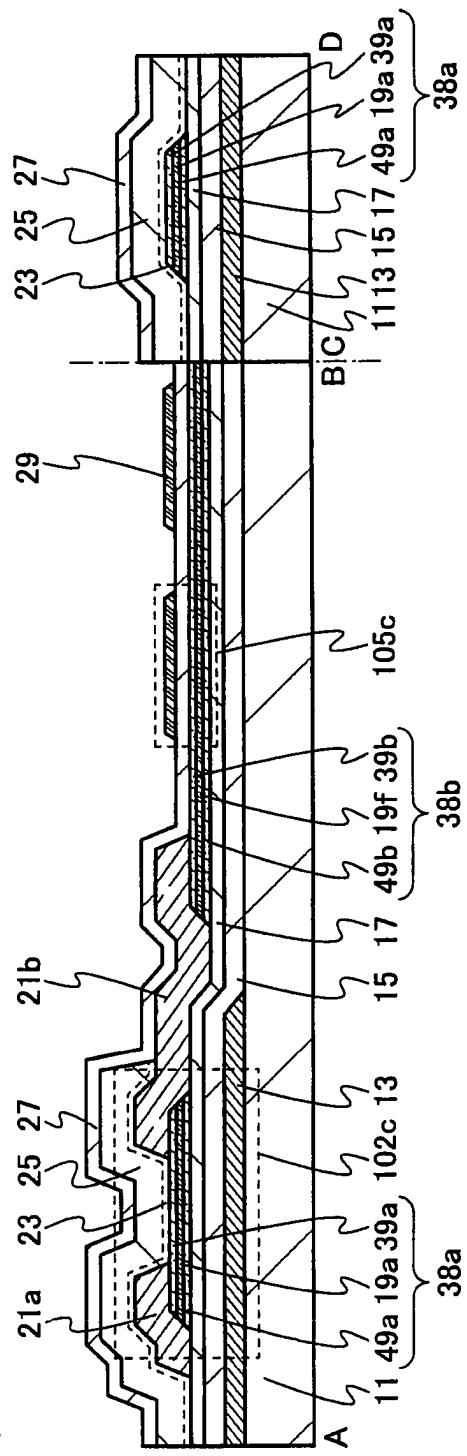


FIG. 15

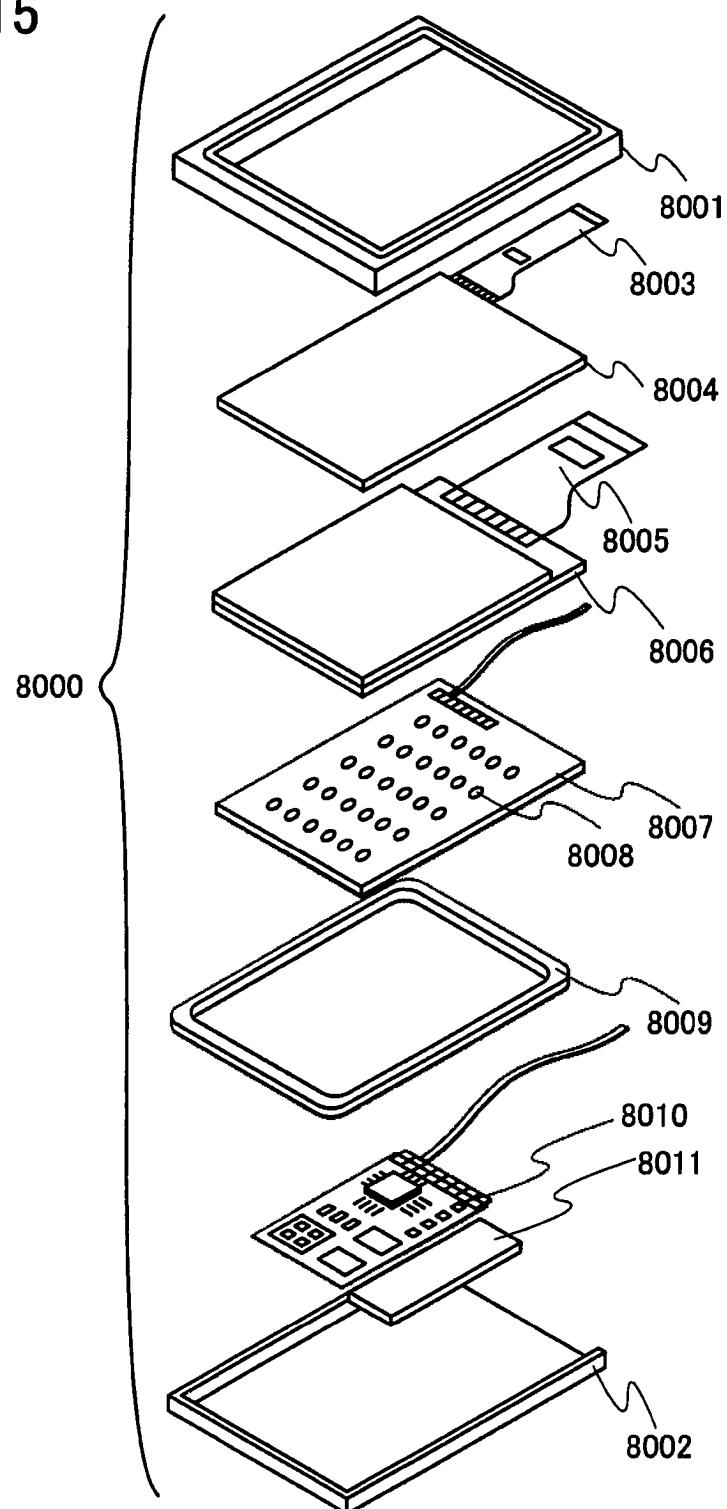


FIG. 16A

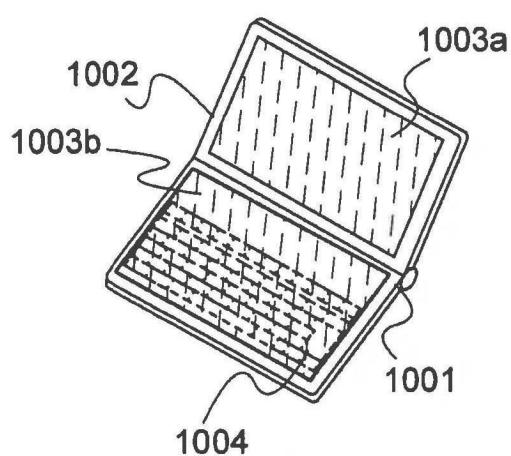


FIG. 16B

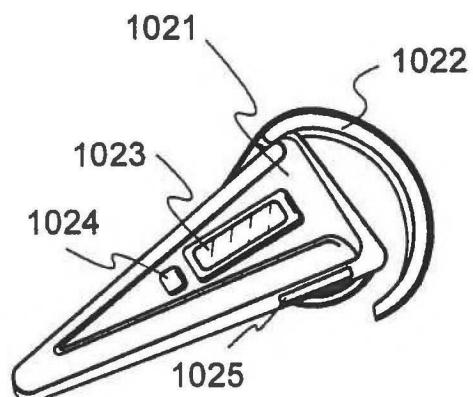


FIG. 16C

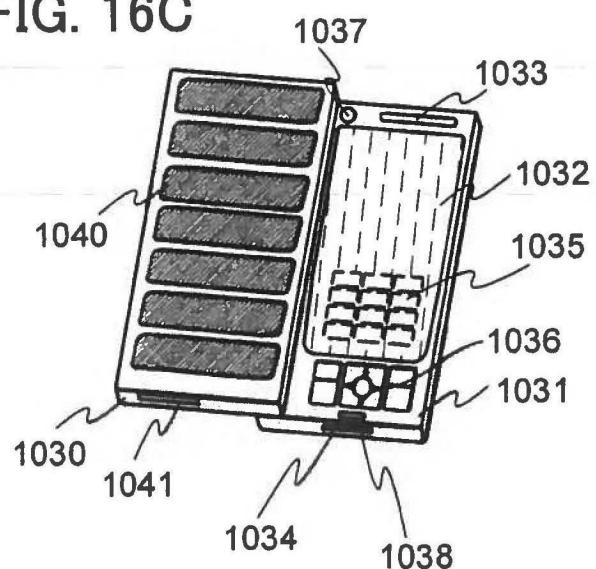


FIG. 16D

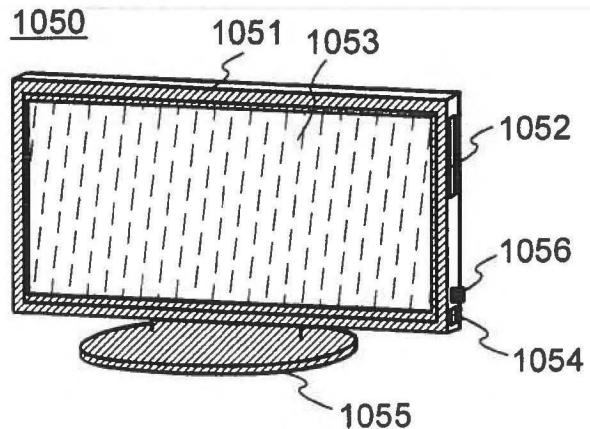


FIG. 17A

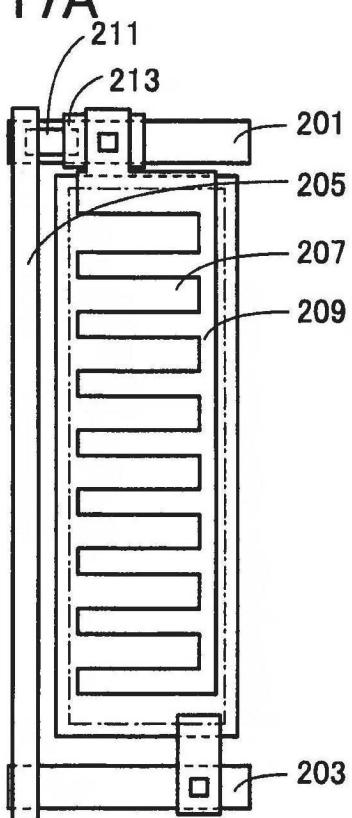


FIG. 17B

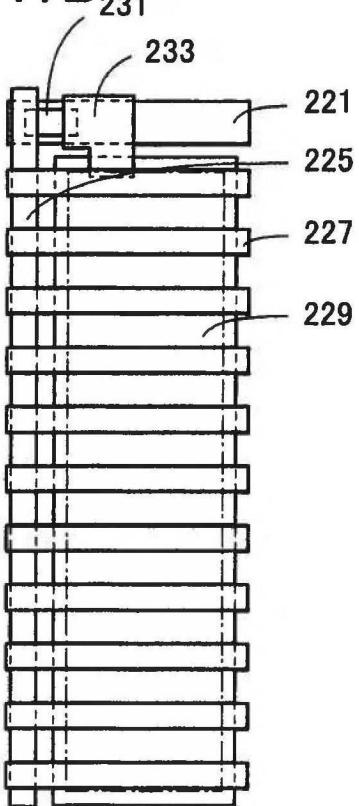


FIG. 17C

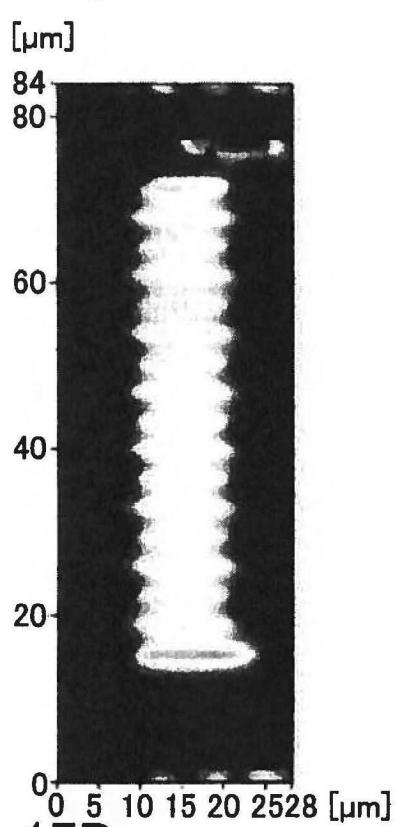


FIG. 17D

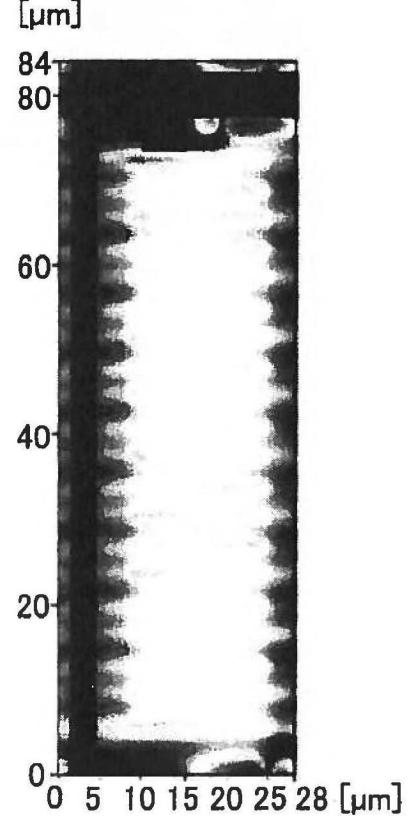


FIG. 18A

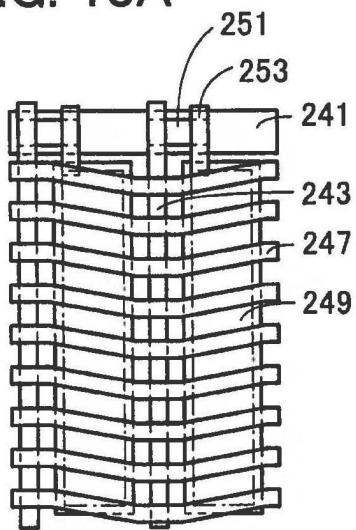


FIG. 18C

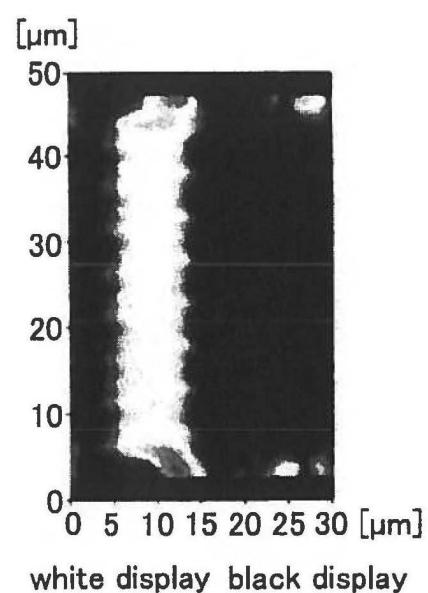


FIG. 18B

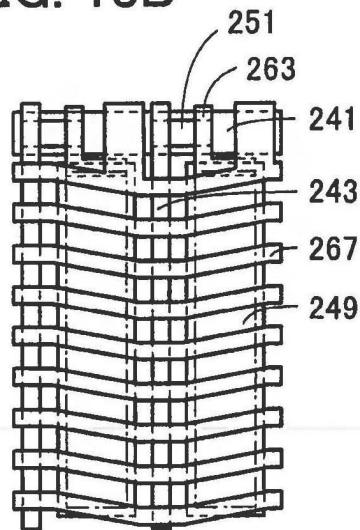


FIG. 18D

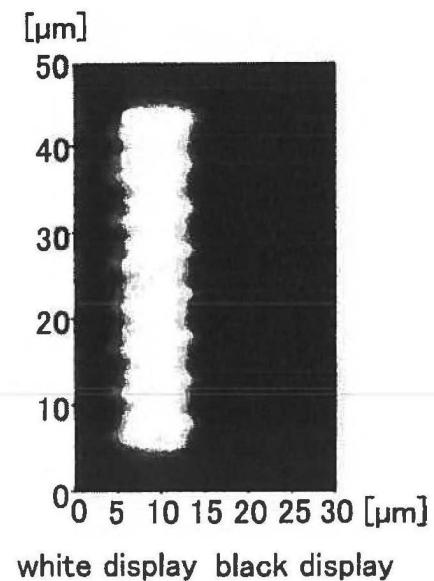


FIG. 19

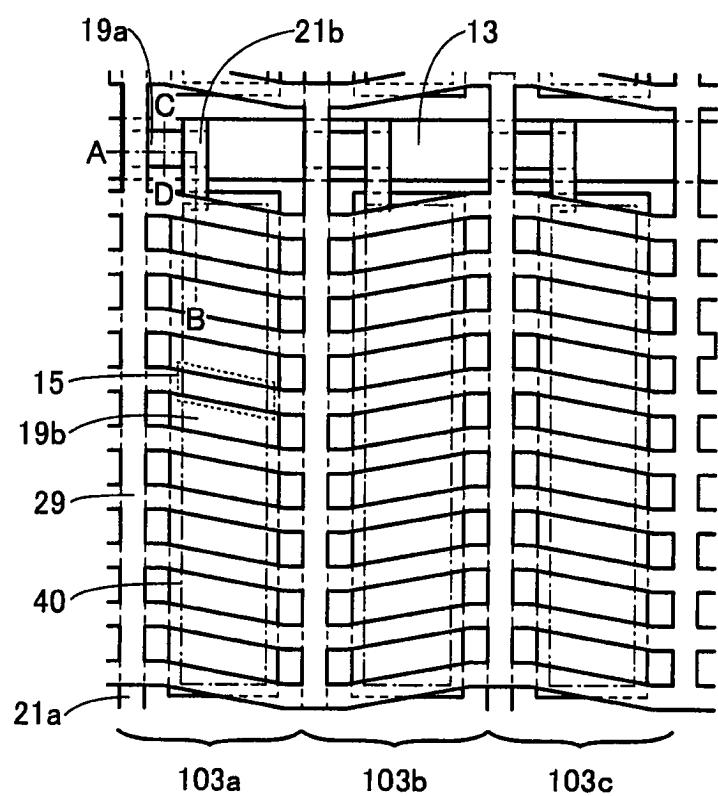


FIG. 20

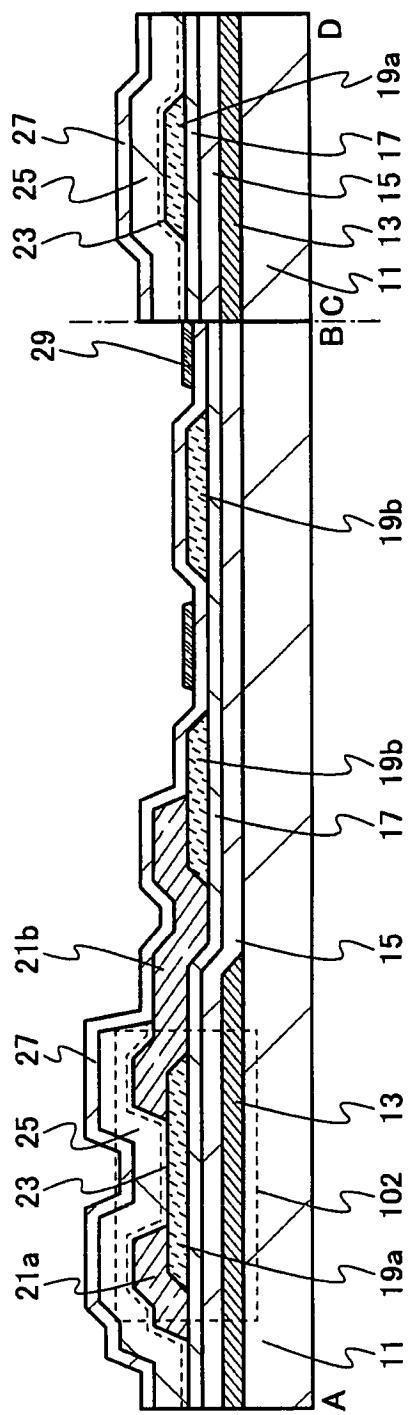


FIG. 21

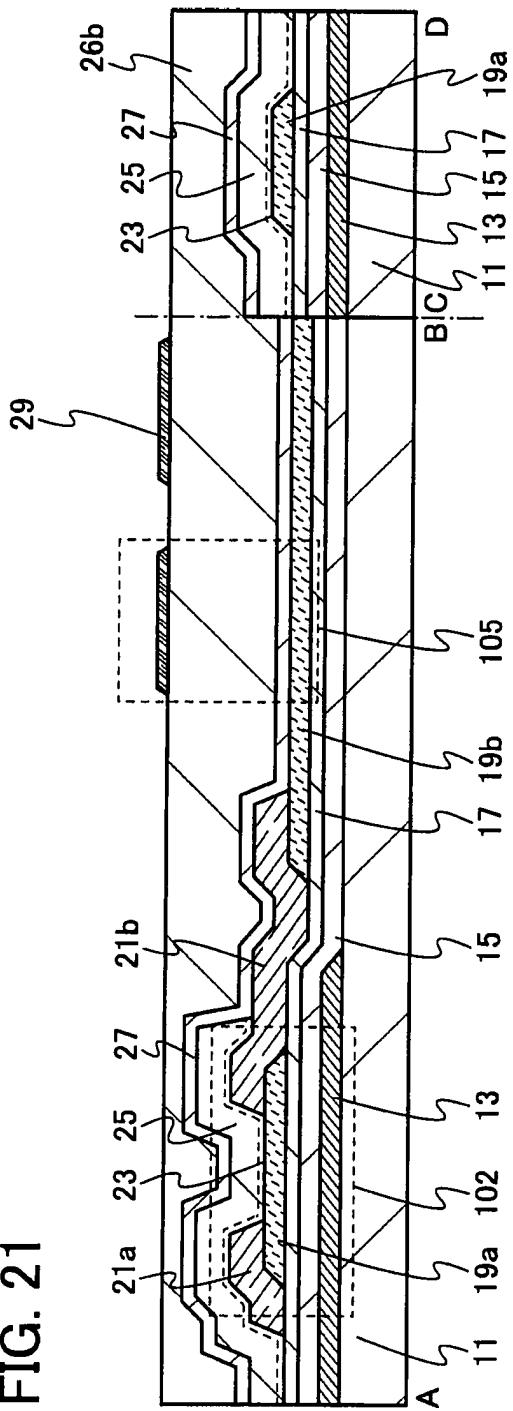


FIG. 22

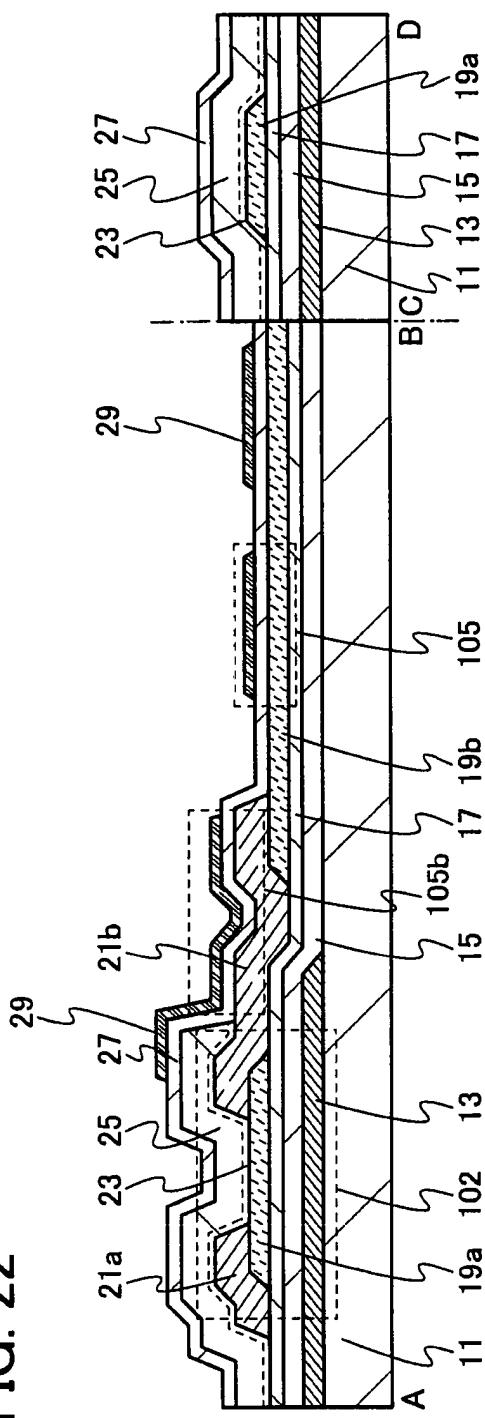


FIG. 23

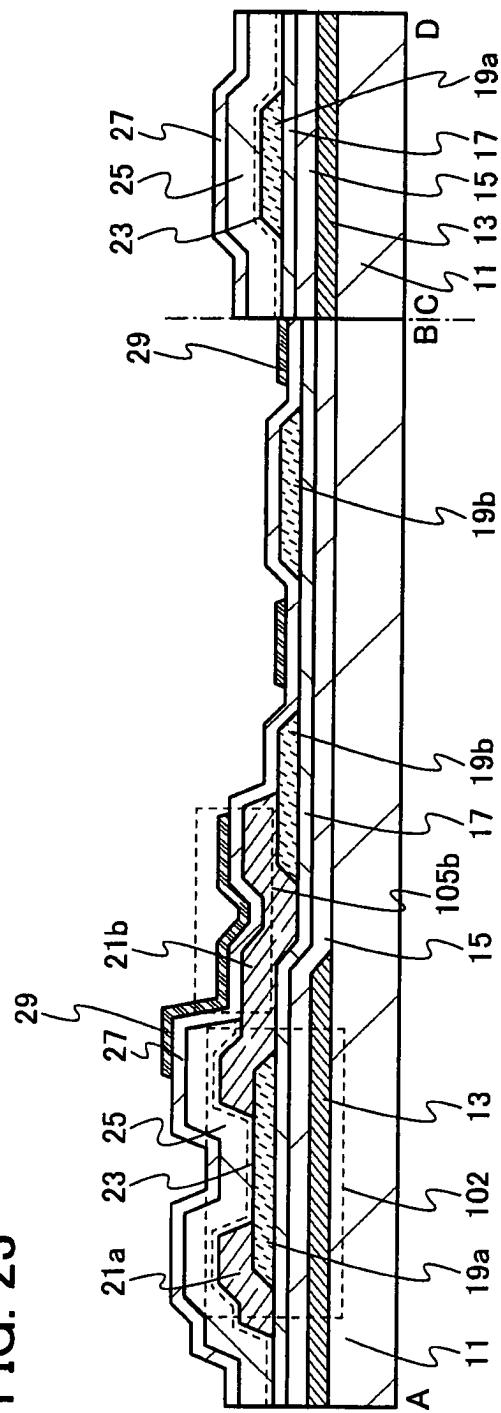


FIG. 24

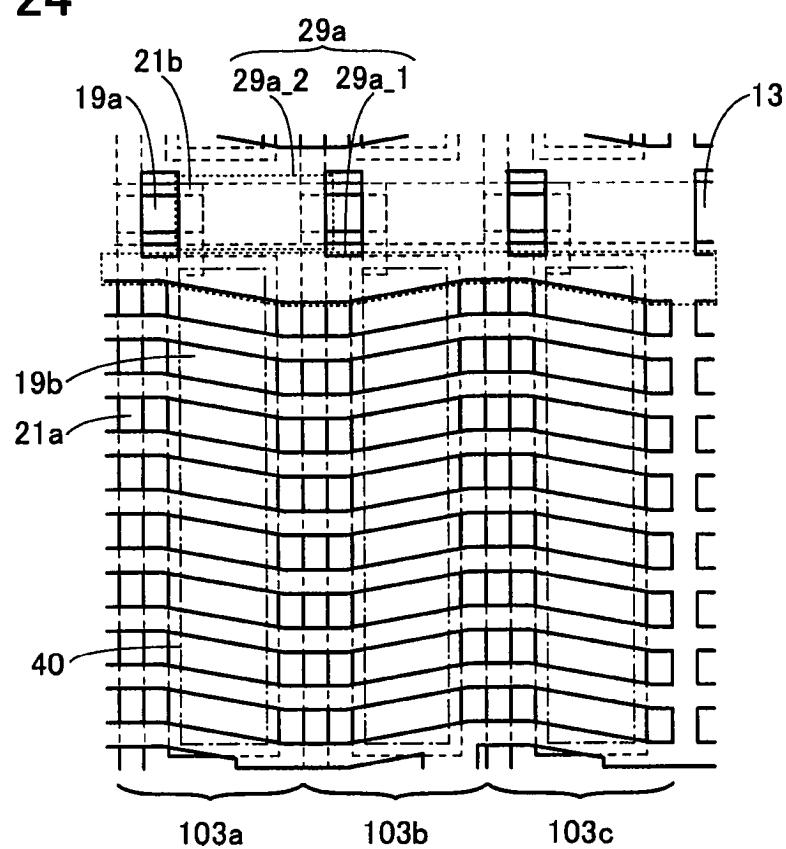


FIG. 25

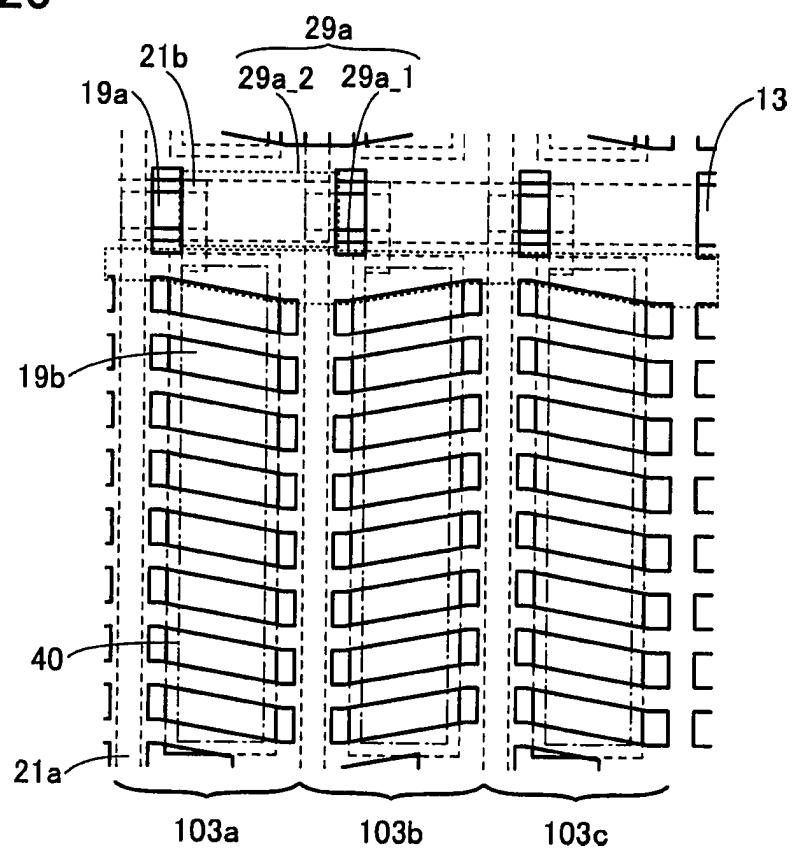


FIG. 26

