



(10) **DE 10 2017 216 169 B4** 2024.05.02

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2017 216 169.8**  
(22) Anmeldetag: **13.09.2017**  
(43) Offenlegungstag: **15.03.2018**  
(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **02.05.2024**

(51) Int Cl.: **G02B 30/30** (2020.01)  
**G09F 9/30** (2006.01)  
**H04N 13/31** (2018.01)  
**G02B 30/00** (2020.01)

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:  
**2016-179155**      **14.09.2016**      **JP**

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

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

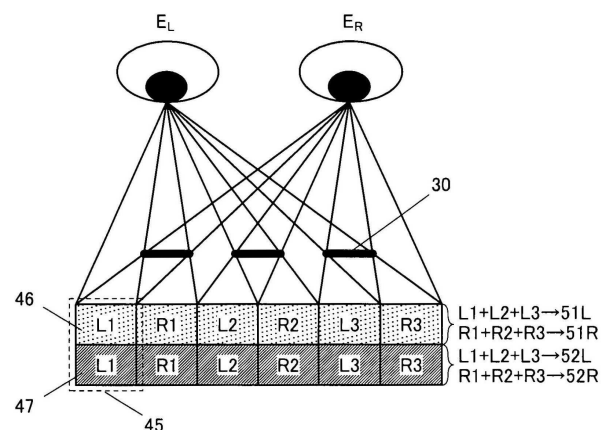
(72) Erfinder:  
**Suzuki, Akio, Atsugi-shi, Kanagawa-ken, JP;  
Kusumoto, Naoto, Atsugi-shi, Kanagawa-ken, JP**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

|           |                         |           |
|-----------|-------------------------|-----------|
| <b>DE</b> | <b>10 2005 058 586</b>  | <b>A1</b> |
| <b>DE</b> | <b>10 2008 017 051</b>  | <b>A1</b> |
| <b>DE</b> | <b>602 12 398</b>       | <b>T2</b> |
| <b>US</b> | <b>2012 / 0 026 112</b> | <b>A1</b> |

(54) Bezeichnung: **Anzeigesystem und elektronische Vorrichtung**

(57) Hauptanspruch: Anzeigesystem (10), das umfasst:  
ein Anzeigefeld (300), das dazu konfiguriert ist, ein erstes Bild, ein zweites Bild, ein drittes Bild und ein viertes Bild anzuzeigen,  
wobei das erste Bild das dritte Bild überlappt,  
wobei das zweite Bild das vierte Bild überlappt,  
wobei das erste Bild und das dritte Bild entweder von dem rechten oder von dem linken Auge wahrgenommen werden und das zweite Bild und das vierte Bild von dem anderen von dem rechten und linken Auge wahrgenommen werden, so dass ein zusammengesetztes Bild aus dem ersten Bild, dem zweiten Bild und dem dritten Bild und dem vierten Bild stereoskopisch wahrnehmbar ist,  
wobei die Leuchtdichte des ersten Bildes höher ist als die Leuchtdichte des dritten Bildes, und  
wobei die Leuchtdichte des zweiten Bildes höher ist als die Leuchtdichte des vierten Bildes.



**Beschreibung****[Referenz]****Hintergrund der Erfindung****[Patentdokument]****1. Gebiet der Erfindung**

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft einen Gegenstand, ein Verfahren oder ein Herstellungsverfahren. Die vorliegende Erfindung betrifft einen Prozess, eine Maschine, ein Erzeugnis oder eine Zusammensetzung. Eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung betrifft insbesondere eine Halbleitervorrichtung, eine lichtemittierende Vorrichtung, eine Anzeigevorrichtung, eine elektronische Vorrichtung, eine Beleuchtungsvorrichtung, ein Betriebsverfahren dafür oder ein Herstellungsverfahren dafür. Im Besonderen betrifft eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung eine Anzeigevorrichtung (Anzeigefeld), die ein Bild auf einer gekrümmten Oberfläche anzeigen kann. Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung betrifft eine elektronische Vorrichtung, eine lichtemittierende Vorrichtung oder eine Beleuchtungsvorrichtung, welche eine Anzeigevorrichtung beinhaltet, die ein Bild auf einer gekrümmten Oberfläche anzeigen kann, oder ein Herstellungsverfahren dafür.

**[0002]** In dieser Beschreibung und dergleichen ist mit einer Halbleitervorrichtung im Allgemeinen eine Vorrichtung gemeint, die unter Nutzung von Halbleitereigenschaften arbeiten kann. Ein Transistor, eine Halbleiterschaltung, eine arithmetische Vorrichtung, eine Speichervorrichtung und dergleichen sind jeweils eine Ausführungsform der Halbleitervorrichtung. Eine lichtemittierende Vorrichtung, eine Anzeigevorrichtung, eine Beleuchtungsvorrichtung und eine elektronische Vorrichtung können jeweils eine Halbleitervorrichtung beinhalten.

**2. Beschreibung des Standes der Technik**

**[0003]** Die zunehmende Verwendung von elektronischen Vorrichtungen, wie z. B. Smartphones und Tablet-PCs, bietet in jüngster Zeit mehr und mehr Gelegenheiten für Datenkommunikation im Freien. Außerdem sind auf dem Gebiet der Anzeigevorrichtungen, die in Informationsendgeräten enthalten sind, konkurrierende Techniken zum Verringern des Stromverbrauchs entwickelt worden, um eine langfristige Benutzung mit einer begrenzten Batteriekapazität zu erzielen. Zum Beispiel offenbart Patentdokument 1 eine Flüssigkristallanzeigevorrichtung mit geringem Stromverbrauch, bei der ein Transistor, der einen Oxidhalbleiter enthält und einen niedrigen Sperrstrom aufweist, für ein Pixel verwendet wird, um ein Bildsignal für eine lange Zeit zu halten.

**[0004]** Patentdokument 1: JP 2011 - 141 522 A

**[0005]** DE 10 2005 058 586 A1 veröffentlicht eine Wiedergabevorrichtung mit einer Rückprojektionswand zur autostereoskopischen Wiedergabe von dreidimensionalen Darstellungen.

**[0006]** DE 10 2008 017 051 A1 publiziert eine Bedieneinrichtung für eine Klimaanlage eines Fahrzeugs.

**[0007]** DE 602 12 398 T2 veröffentlicht optische Schaltprozesse und -einrichtungen. US 2012 / 0 026 112 A1 publiziert ein stereographisches Bildanzeigegerät mit Berührungsfunktion.

**Zusammenfassung der Erfindung**

**[0008]** Es wird von einer elektronischen Vorrichtung, die eine Anzeigevorrichtung beinhaltet, erwartet, dass sie ein hochauflösendes Bild anzeigen kann. Es wird auch von ihr erwartet, dass sie ein stereoskopisches Bild, das mit bloßem Auge wahrgenommen werden kann, anzeigen kann.

**[0009]** In dem Fall, in dem ein zusammengesetztes Bild aus einer Vielzahl von Bildern angezeigt wird, wird eine sogenannte erweiterte Realität- (augmented reality, AR-) Technologie verwendet. Die AR-Technologie ermöglicht, dass zusätzliche Informationen auf einem Teil eines Objekts angezeigt werden.

**[0010]** Durch die AR-Technologie werden Daten über ein aufgenommenes Bild und Computergrafik-(CG-) Daten, die mit einer Software erzeugt werden, kombiniert, und das zusammengesetzte Bild kann auf einer Anzeigevorrichtung angezeigt werden.

**[0011]** Mehrere Arten von Bildern können auf einer elektronischen Vorrichtung angezeigt werden, bei der die AR-Technologie mit der 3D-Anzeigetechnologie kombiniert wird, die ermöglicht, dass ein stereoskopisches Bild mit bloßem Auge wahrgenommen werden kann.

**[0012]** Angesichts der vorstehenden Beschreibung ist eine Aufgabe einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, ein Anzeigesystem bereitzustellen, das dazu geeignet ist, ein stereoskopisches Bild anzuzeigen, das mit bloßem Auge wahrgenommen werden kann. Eine weitere Aufgabe ist, ein Anzeigesystem bereitzustellen, das dazu geeignet ist, ein zusammengesetztes Bild aus einer Vielzahl von Bildern anzuzeigen. Eine weitere Aufgabe ist, ein Anzeigesystem mit geringem Stromverbrauch bereitzustellen. Eine weitere Aufgabe ist, ein neuartiges Anzeigesystem bereitzustellen. Eine weitere

Aufgabe ist, eine elektronische Vorrichtung bereitzustellen, die das Anzeigesystem beinhaltet. Eine weitere Aufgabe ist, eine neuartige elektronische Vorrichtung bereitzustellen.

**[0013]** Es sei angemerkt, dass die Beschreibung dieser Aufgaben das Vorhandensein weiterer Aufgaben nicht berührt. Eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung muss nicht notwendigerweise alle Aufgaben erfüllen. Weitere Aufgaben werden aus der Erläuterung der Beschreibung und dergleichen ersichtlich und können daraus abgeleitet werden.

**[0014]** Eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung betrifft ein Anzeigesystem mit einer Anzeigevorrichtung, die eine Funktion zum Emittieren von sichtbarem Licht und eine Funktion zum Reflektieren von sichtbarem Licht aufweist. Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung betrifft eine elektronische Vorrichtung, die das Anzeigesystem beinhaltet.

**[0015]** Eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist ein Anzeigesystem, das ein Anzeigefeld beinhaltet, das ein erstes Bild, ein zweites Bild, ein drittes Bild und ein viertes Bild anzeigen kann. Das erste Bild weist einen Bereich auf, der das dritte Bild überlappt. Das zweite Bild weist einen Bereich auf, der das vierte Bild überlappt. Das erste Bild und das dritte Bild werden entweder von dem rechten oder von dem linken Auge wahrgenommen, und das zweite Bild und das vierte Bild werden von dem anderen von dem rechten und linken Auge wahrgenommen, so dass ein zusammengesetztes Bild aus den ersten bis vierten Bildern stereoskopisch wahrnehmbar ist.

**[0016]** Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist ein Anzeigesystem, das ein Anzeigefeld beinhaltet, das ein erstes Pixel, ein zweites Pixel und eine Abschirmschicht beinhaltet und ein erstes Bild, ein zweites Bild, ein drittes Bild und ein viertes Bild anzeigen kann. Das erste Pixel ist dem zweiten Pixel benachbart. Das erste Pixel beinhaltet ein erstes Anzeigeelement und ein drittes Anzeigeelement. Das zweite Pixel beinhaltet ein zweites Anzeigeelement und ein viertes Anzeigeelement. Das erste Anzeigeelement ist dazu konfiguriert, einen Teil des ersten Bildes anzuzeigen. Das zweite Anzeigeelement ist dazu konfiguriert, einen Teil des zweiten Bildes anzuzeigen. Das dritte Anzeigeelement ist dazu konfiguriert, einen Teil des dritten Bildes anzuzeigen. Das vierte Anzeigeelement ist dazu konfiguriert, einen Teil des vierten Bildes anzuzeigen. Die Abschirmschicht ist von dem ersten Pixel und dem zweiten Pixel getrennt. Die Abschirmschicht weist beim Betrachten aus einem ersten Winkel einen Bereich auf, der das erste Pixel überlappt. Die Abschirmschicht weist beim Betrachten aus einem zweiten Winkel einen Bereich auf, der das

zweite Pixel überlappt. Das erste Bild weist einen Bereich auf, der das dritte Bild überlappt. Das zweite Bild weist einen Bereich auf, der das vierte Bild überlappt. Das erste Pixel wird entweder von dem rechten oder von dem linken Auge wahrgenommen, und das zweite Pixel wird von dem anderen von dem rechten und linken Auge wahrgenommen, so dass ein zusammengesetztes Bild aus den ersten bis vierten Bildern stereoskopisch wahrnehmbar ist.

**[0017]** Die folgende Konfiguration wird bevorzugt: Das erste bis vierte Bild sind einander ähnlich; das erste Bild weist einen Bereich auf, der zwar das dritte Bild überlappt, jedoch nicht mit diesem ausgerichtet ist; und das zweite Bild weist einen Bereich auf, der zwar das vierte Bild überlappt, jedoch nicht mit diesem ausgerichtet ist.

**[0018]** Die folgende Konfiguration wird bevorzugt: In einem Bereich, in dem das erste Bild angezeigt wird und es das dritte Bild nicht überlappt, zeigt das dritte Anzeigeelement Schwarz an; in einem Bereich, in dem das dritte Bild angezeigt wird und es das erste Bild nicht überlappt, zeigt das erste Anzeigeelement Schwarz an; in einem Bereich, in dem das zweite Bild angezeigt wird und es das vierte Bild nicht überlappt, zeigt das vierte Anzeigeelement Schwarz an; und in einem Bereich, in dem das vierte Bild angezeigt wird und es das zweite Bild nicht überlappt, zeigt das zweite Anzeigeelement Schwarz an.

**[0019]** Das erste Anzeigeelement und das zweite Anzeigeelement können jeweils eine Funktion zum Reflektieren von sichtbarem Licht aufweisen, und das dritte Anzeigeelement und das vierte Anzeigeelement können jeweils eine Funktion zum Emittieren von sichtbarem Licht aufweisen.

**[0020]** Vorzugsweise sind die ersten bis vierten Anzeigeelemente jeweils elektrisch mit einem Transistor verbunden, der ein Metalloxid in einer Halbleiterschicht enthält, in der ein Kanal gebildet wird.

**[0021]** In dieser Beschreibung kann die Anzeigevorrichtung die folgenden Module in ihrer Kategorie umfassen: ein Modul, bei dem ein Verbinder, wie z. B. eine flexible gedruckte Schaltung (flexible printed circuit, FPC) oder ein Tape Carrier Package (TCP), an einem Anzeigeelement befestigt ist; ein Modul mit einem TCP, dessen Ende mit einer gedruckten Leiterplatte versehen ist; und ein Modul mit einem integrierten Schaltkreis (integrated circuit, IC), der durch ein Chip-On-Glass- (COG-) Verfahren direkt über einem Substrat montiert wird, über dem ein Anzeigeelement ausgebildet ist.

**[0022]** Einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung entsprechend kann ein Anzeigesystem bereitgestellt werden, das dazu geeignet ist, ein stereoskopisches Bild anzuzeigen, das mit bloßem

Auge wahrgenommen werden kann. Des Weiteren kann ein Anzeigesystem bereitgestellt werden, das dazu geeignet ist, ein zusammengesetztes Bild aus einer Vielzahl von Bildern anzuzeigen. Des Weiteren kann ein Anzeigesystem mit geringem Stromverbrauch bereitgestellt werden. Des Weiteren kann ein neuartiges Anzeigesystem bereitgestellt werden. Des Weiteren kann eine elektronische Vorrichtung bereitgestellt werden, die das Anzeigesystem beinhaltet. Des Weiteren kann eine neuartige elektronische Vorrichtung bereitgestellt werden.

**[0023]** Es sei angemerkt, dass die Beschreibung dieser Wirkungen das Vorhandensein weiterer Wirkungen nicht berührt. Eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung muss nicht notwendigerweise alle Wirkungen aufweisen. Weitere Wirkungen werden aus der Erläuterung der Beschreibung, den Zeichnungen, den Patentansprüchen und dergleichen ersichtlich und können daraus abgeleitet werden.

#### Kurze Beschreibung der Zeichnungen

**Fig. 1** stellt ein Anzeigefeld dar.

**Fig. 2A** und **Fig. 2B** stellen ein 3D-Anzeigeverfahren mit Parallaxenbarriere dar.

**Fig. 3A**, **Fig. 3B1** bis **Fig. 3B3** und **Fig. 3C1** bis **Fig. 3C3** stellen ein Depth-Fused-3D-Anzeigeverfahren dar.

**Fig. 4A1**, **Fig. 4A2**, **Fig. 4B1** und **Fig. 4B2** stellen ein Prinzip eines Depth-Fused-3D-Anzeigeverfahrens dar, das ermöglicht, dass ein stereoskopisches Bild wahrgenommen werden kann.

**Fig. 5** stellt ein 3D-Anzeigeverfahren mit Parallaxenbarriere dar.

**Fig. 6** stellt ein 3D-Anzeigebild dar.

**Fig. 7A** bis **Fig. 7C** stellen ein Verfahren zum Erzeugen eines 3D-Anzeigebildes dar.

**Fig. 8A** bis **Fig. 8C** stellen ein Verfahren zum Erzeugen eines 3D-Anzeigebildes dar.

**Fig. 9** ist ein Blockdiagramm, das ein Anzeigesystem darstellt.

**Fig. 10A** bis **Fig. 10C** stellen einen Idle-Stop-Betrieb dar.

**Fig. 11** stellt eine Pixeleinheit dar.

**Fig. 12A** bis **Fig. 12C** stellen jeweils eine Pixeleinheit dar.

**Fig. 13A** stellt eine Schaltung einer Anzeigevorrichtung dar, und **Fig. 13B1** und **Fig. 13B2** sind Draufsichten auf Pixel.

**Fig. 14** stellt eine Schaltung einer Anzeigevorrichtung dar.

**Fig. 15A** stellt eine Schaltung einer Anzeigevorrichtung dar, und **Fig. 15B** ist eine Draufsicht auf ein Pixel.

**Fig. 16** stellt eine Struktur einer Anzeigevorrichtung dar.

**Fig. 17** stellt eine Struktur einer Anzeigevorrichtung dar.

**Fig. 18** stellt eine Struktur einer Anzeigevorrichtung dar.

**Fig. 19** stellt eine Struktur einer Anzeigevorrichtung dar.

**Fig. 20A** bis **Fig. 20F** stellen elektronische Vorrichtungen dar.

#### Detaillierte Beschreibung der Erfindung

**[0024]** Ausführungsformen werden unter Bezugnahme auf die Zeichnungen detailliert beschrieben. Es sei angemerkt, dass die vorliegende Erfindung nicht auf die nachfolgende Beschreibung beschränkt ist und dass sich einem Fachmann ohne Weiteres erschließt, dass Modi und Details auf verschiedene Weise modifiziert werden können, ohne vom Erfindungsgedanken und Schutzbereich der vorliegenden Erfindung abzuweichen. Dementsprechend sollte die vorliegende Erfindung nicht als auf die Beschreibung der nachstehenden Ausführungsformen beschränkt angesehen werden.

**[0025]** Bei den Strukturen der im Folgenden beschriebenen Erfindung sind gleiche Abschnitte oder Abschnitte mit ähnlichen Funktionen in unterschiedlichen Zeichnungen durch gleiche Bezugszeichen gekennzeichnet, und ihre wiederholte Beschreibung wird weggelassen. Zudem wird gleiche Schraffur für Abschnitte mit ähnlichen Funktionen verwendet, und in einigen Fällen sind diese Abschnitte nicht gesondert durch Bezugszeichen gekennzeichnet.

**[0026]** In jeder Zeichnung, auf die in dieser Beschreibung verwiesen wird, ist die Größe, die Schichtdicke oder der Bereich jeder Komponente in einigen Fällen der Klarheit wegen übertrieben dargestellt. Deshalb sind Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung nicht auf ein derartiges Größenverhältnis beschränkt.

**[0027]** In dieser Beschreibung und dergleichen werden Ordnungszahlen, wie z. B. „erstes“ und „zweites“, verwendet, um eine Verwechslung zwischen Komponenten zu vermeiden, und sie schränken die Komponenten zahlenmäßig nicht ein.

(Ausführungsform 1)

**[0028]** Bei dieser Ausführungsform wird ein Anzeigesystem, das eine Ausführungsform der vorliegen-

den Erfindung ist und ermöglicht, dass ein stereoskopisches Bild mit bloßem Auge wahrgenommen werden kann, unter Bezugnahme auf Zeichnungen beschrieben.

**[0029]** Bei einem Anzeigefeld einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung sind ein erstes Anzeigeelement und ein zweites Anzeigeelement in einer Pixeleinheit bereitgestellt; deshalb kann eine Vielzahl von Bildern derart angezeigt werden, dass sie einander überlappen. Ein derartiges Anzeigeverfahren ermöglicht eine Kombination von einem 3D-Anzeigeverfahren mit Parallaxenbarriere und einem Depth-Fused-3D-Anzeigeverfahren. Folglich kann ein stereoskopisches Bild angezeigt werden.

**[0030]** Eine Anzeigevorrichtung, die für das Anzeigesystem einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung verwendet wird, beinhaltet ein Anzeigefeld, das ein erstes Bild, ein zweites Bild, ein drittes Bild und ein viertes Bild anzeigen kann. Das erste Bild und das dritte Bild werden derart angezeigt, dass sie einander überlappen. Das zweite Bild und das vierte Bild werden derart angezeigt, dass sie einander überlappen.

**[0031]** Über eine Parallaxenbarriere hinweg nimmt ein Betrachter das erste Bild und das dritte Bild entweder mit dem rechten oder mit dem linken Auge sowie das zweite Bild und das vierte Bild mit dem anderen von dem rechten und linken Auge wahr, so dass der Betrachter ein zusammengesetztes Bild aus den ersten bis vierten Bildern stereoskopisch wahrnehmen kann.

**[0032]** Fig. 1 stellt ein Pixelarray 40 und einige Abschirmschichten 30 dar, welche in dem Anzeigefeld einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung enthalten sind. Das Pixelarray 40 beinhaltet eine Vielzahl von Pixeleinheiten 45, die in einer Matrix angeordnet sind. Die Pixeleinheit 45 beinhaltet ein Pixel 46 und ein Pixel 47.

**[0033]** Hier beinhaltet das Pixel 46 ein erstes Anzeigeelement, und das Pixel 47 beinhaltet ein zweites Anzeigeelement. Beispielsweise kann ein reflektierendes Flüssigkristallelement als erstes Anzeigeelement verwendet werden. Beispielsweise kann ein lichtemittierendes Element als zweites Anzeigeelement verwendet werden.

**[0034]** Je höher die Intensität des Außenlichts ist, desto höher ist die Sichtbarkeit eines reflektierenden Flüssigkristallelementes. Zusätzlich ist der Stromverbrauch gering, da keine Hintergrundbeleuchtung verwendet wird. Es handelt sich bei einem lichtemittierenden Element um ein Anzeigeelement, das eine hohe Sichtbarkeit in einer Umgebung mit einer relativ niedrigen Beleuchtungsstärke (z. B. in der Nacht im Freien oder bei einer Innenraumbeleuchtung im

Innenraum) aufweist. Das heißt, dass das reflektierende Flüssigkristallelement in einer Umgebung mit hoher Beleuchtungsstärke und das lichtemittierende Element in einer Umgebung mit niedriger Beleuchtungsstärke angesteuert werden, wodurch ein Anzeigefeld erhalten werden kann, das unabhängig von der Umgebungsbeleuchtungsstärke einen geringen Stromverbrauch und eine hohe Sichtbarkeit aufweist.

**[0035]** Überdies können unterschiedliche Bildsignale in das Pixel 46 und das Pixel 47 in derselben Pixeleinheit 45 eingegeben werden. Deshalb kann das Anzeigefeld eine Anzeige durchführen, die fein genug für eine 3D-Anzeige ist.

**[0036]** Die Abschirmschichten 30 sind bandförmige Schichten zum Blockieren von sichtbarem Licht und können als Parallaxenbarriere dienen. Die Abschirmschichten 30 sind in Abständen A in horizontaler Richtung des Anzeigefeldes (in der Richtung, in der sich die Augen des Menschen befinden) angeordnet. Es kann sich bei dem Abstand A beispielsweise um die horizontale Länge eines Pixels handeln. Ferner ist jede der Abschirmschichten 30 mit einem Abstand B von den Pixeleinheiten 45 bereitgestellt. Es kann sich bei dem Abstand B beispielsweise um die Länge eines Bereichs handeln, in dem eine Abschirmschicht 30 beim Betrachten aus einer bestimmten Richtung alle Pixeleinheiten 45 in einer bestimmten Spalte überlappt.

**[0037]** Fig. 2A stellt ein 3D-Anzeigeverfahren mit Parallaxenbarriere dar. Bei dem 3D-Anzeigeverfahren mit Parallaxenbarriere sind ein Bild 21 für das linke Auge und ein Bild 22 für das rechte Auge notwendig. Bilder L1 bis L3 werden ausgebildet, indem das Bild 21 für das linke Auge in mehrere Stücke unterteilt wird, und Bilder R1 bis R3 werden ausgebildet, indem das Bild 22 für das rechte Auge in mehrere Stücke unterteilt wird. Dann werden diese Bilder abwechselnd angeordnet, um ein Bild 23 auszubilden.

**[0038]** Wie in Fig. 2B dargestellt, sieht der Betrachter das Bild 23 über die Parallaxenbarriere (über Bereiche zwischen den Abschirmschichten 30) hinweg; das linke Auge  $E_L$  nimmt das Bild für das linke Auge, d. h. die Bilder L1 bis L3, wahr, und das rechte Auge  $E_R$  nimmt das Bild für das rechte Auge, d. h. die Bilder L1 bis L3, wahr. Daher kann der Betrachter das Bild 23 als 3D-Bild erkennen.

**[0039]** Fig. 3A, Fig. 3B1 bis Fig. 3B3 und Fig. 3C1 bis Fig. 3C3 stellen ein Beispiel dar, bei dem das Anzeigefeld einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung verwendet wird, um eine Anzeige durch ein Depth-Fused-3D-Anzeigeverfahren durchzuführen. Es sei angemerkt, dass bei einem herkömmlichen Depth-Fused-3D-Anzeigeverfahren zwei Anzeigefelder benötigt werden. Eines der zwei

Anzeigefelder ist in einem Abstand hinter dem anderen angeordnet, und ähnliche Bilder werden auf den Anzeigefeldern angezeigt. Daher nehmen beide Augen des Betrachters einen Bereich, in dem die Bilder einander überlappen, und einen Bereich wahr, in dem die Bilder einander nicht überlappen; folglich kann das zusammengesetzte Bild aus den zwei Bildern stereoskopisch wahrgenommen werden.

**[0040]** Im Gegensatz dazu ermöglicht bei dem Verfahren einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ein einzelnes Anzeigefeld, dass ein stereoskopisches Bild auf eine ähnliche Weise wie vorstehend beschrieben wahrgenommen werden kann. Somit kann die Größe der Anzeigevorrichtung verringert werden.

**[0041]** Ein Bild 20, das in **Fig. 3A** dargestellt ist, ist ein 2D-Bild. Tatsächlich wird das Bild 20 erhalten, indem ein Bild eines säulenförmigen oder kugelförmigen Objekts, d. h. eines Objekts mit Tiefe, aufgenommen wird.

**[0042]** Ein Bild 51L, das in **Fig. 3B1** dargestellt ist, entspricht dem oben genannten ersten Bild, und ein Bild 51R, das in **Fig. 3C1** dargestellt ist, entspricht dem oben genannten zweiten Bild. Das Bild 51L und das Bild 51R können gleich dem Bild 20 sein.

**[0043]** Hier handelt es sich bei dem Bild 51 L um ein Bild für das linke Auge und bei dem Bild 51 R um ein Bild für das rechte Auge. Über die oben beschriebene Parallaxenbarriere hinweg können das Bild für das linke Auge und das Bild für das rechte Auge vom jeweiligen Auge wahrgenommen werden.

**[0044]** Ein Bild 52L, das in **Fig. 3B2** dargestellt ist, entspricht dem oben genannten dritten Bild, und ein Bild 52R, das in **Fig. 3C2** dargestellt ist, entspricht dem oben genannten vierten Bild. Das Bild 51L und das Bild 52L weisen im Wesentlichen die gleiche Größe und ähnliche Formen auf. Wie in **Fig. 3B3** dargestellt, werden das Bild 51L und das Bild 52L derart angezeigt, dass sie einander teilweise überlappen. Das Bild 51 R und das Bild 52R weisen im Wesentlichen die gleiche Größe und ähnliche Formen auf. Wie in **Fig. 3C3** dargestellt, werden das Bild 51R und das Bild 52R derart angezeigt, dass sie einander teilweise überlappen.

**[0045]** Dabei werden, wie in **Fig. 3B3** dargestellt, das Bild 51L und das Bild 52L derart angezeigt, dass sie zwar einander überlappen, jedoch nicht horizontal miteinander ausgerichtet sind. Wie in **Fig. 3C3** dargestellt, werden das Bild 51 R und das Bild 52R derart angezeigt, dass sie zwar einander überlappen, jedoch nicht horizontal miteinander ausgerichtet sind.

**[0046]** Hier wird davon ausgegangen, dass es sich bei dem Bild 51 L und dem Bild 51 R um Vorderansichten des Objekts und bei dem Bild 52L und dem Bild 52R um Ansichten des Objekts von hinten handelt. Das Bild 51L und das Bild 51R sind vor dem Bild 52L und dem Bild 52R derart angeordnet, dass sie beim Betrachten von vorne das Bild 52L und das Bild 52R ohne Ausrichtungsfehler überlappen. Wenn das Bild 51L und das Bild 52L von einem Auge von vorne gesehen werden, kann nur das Bild 51L wahrgenommen werden, da das Bild 51L das gesamte Bild 52L überlappt. Jedoch kann dann, wenn die Betrachtung von schräg links aus (von der Position des linken Auges aus) erfolgt, ein Teil des Bildes 52L auf der linken Seite des Bildes 51 L gesehen werden. Deshalb wird das Bild 52L, das das Bild für das linke Auge ist, an einer Position angezeigt, die von der Position des Bildes 51 L aus nach links verschoben ist. Auf ähnliche Weise wird das Bild 52R, das das Bild für das rechte Auge ist, an einer Position angezeigt, die von der Position des Bildes 51R aus nach rechts verschoben ist.

**[0047]** Das Bild 51L und das Bild 51 R werden durch eines der Pixel 46 und 47 angezeigt. Das Bild 52L und das Bild 52R werden durch das andere der Pixel 46 und 47 angezeigt. Demzufolge können das Bild 51L und das Bild 52L derart angezeigt werden, dass sie einander teilweise überlappen. Auf ähnliche Weise können das Bild 51R und das Bild 52R derart angezeigt werden, dass sie einander teilweise überlappen. Bei dieser Ausführungsform werden das Bild 51 L und das Bild 51R durch das Pixel 46 angezeigt, und das Bild 52L und das Bild 52R werden durch das Pixel 47 angezeigt.

**[0048]** Des Weiteren weist das Bild 51L vorzugsweise eine höhere Leuchtdichte auf als das Bild 52L. Auf ähnliche Weise weist das Bild 51R vorzugsweise eine höhere Leuchtdichte auf als das Bild 52R. Auf diese Weise wird die Leuchtdichte der vorderen Bilder relativ zu der Leuchtdichte der Bilder von hinten erhöht, wodurch es dem Betrachter so vorkommen kann, als ob das Objekt näher liegt.

**[0049]** Ein derartiges Anzeigeverfahren ermöglicht, dass der Betrachter eine stereoskopische Anzeige wahrnimmt, indem er die Bilder in **Fig. 3B3** mit dem linken Auge und die Bilder in **Fig. 3C3** mit dem rechten Auge sieht.

**[0050]** Als Nächstes wird ein prinzipieller Grund, warum ein stereoskopisches Bild auf die vorstehende Weise wahrgenommen werden kann, ausführlich beschrieben.

**[0051]** **Fig. 4A1** und **Fig. 4B1** stellen eine Weise dar, wie die Bilder in **Fig. 3B3** und **Fig. 3C3** von dem rechten und linken Auge wahrgenommen werden. In dem Fall, in dem das Bild 51L, das Bild 52L, das Bild 51R

und das Bild 52R auf die anhand von **Fig. 2A** beschriebene Weise unterteilt werden, weisen die Bilder die in **Fig. 5** dargestellten Konfigurationen auf.

**[0052]** **Fig. 4A1** stellt ausgehend von oben Informationen über die Positionen, an denen das Bild 51L und das Bild 52L angezeigt werden, Informationen in der Tiefenrichtung des Bildes 51L und des Bildes 52L entlang der Linie P1-P2 sowie die Positionsinformationen des linken Auges  $E_L$  dar. In der Zeichnung stellt die Höhe in den Informationen in der Tiefenrichtung die Leuchtdichte des Bildes dar; je größer die Höhe ist, desto höher ist die Leuchtdichte.

**[0053]** Wie oben erwähnt, werden das Bild 51L und das Bild 52L durch das Pixel 46 bzw. das Pixel 47 angezeigt. Der Abstand in der Tiefenrichtung zwischen dem Pixel 46 und dem Pixel 47, welche derart ausgebildet sind, dass sie einander in der Pixeleinheit 45 teilweise überlappen, beträgt höchstens einige Mikrometer. Deshalb können das Bild 51L und das Bild 52L im Wesentlichen als auf derselben Ebene angezeigt angesehen werden. Jedoch ist in der nachfolgenden Beschreibung das Bild 51L, das durch das Pixel 46 angezeigt wird, vorne (näher an dem linken Auge  $E_L$ ) angeordnet, und das Bild 52L, das durch das Pixel 47 angezeigt wird, ist dahinter (weiter von dem linken Auge  $E_L$  entfernt) angeordnet.

**[0054]** Wie in **Fig. 4A1** dargestellt, nimmt das linke Auge  $E_L$  einen Bereich e, in dem das Bild 51L und das Bild 52L einander überlappen, einen Bereich f, der ein Endabschnitt des Bildes 51L ist, und einen Bereich g wahr, der ein Endabschnitt des Bildes 52L ist. In horizontaler Richtung weisen der Bereich f und der Bereich g jeweils vorzugsweise eine Breite auf, die der Länge von 1 oder mehr und 100 oder weniger Pixeln, bevorzugter 2 oder mehr und 50 oder weniger Pixeln, noch bevorzugter 4 oder mehr und 25 oder weniger Pixeln entspricht. Wenn die Breiten des Bereichs f und des Bereichs g wie oben eingestellt werden, kann der Betrachter die Bilder stereoskopisch wahrnehmen. Es sei angemerkt, dass optimale Werte von der Auflösung des Anzeigefeldes sowie von der Sehkraft und der Spektralempfindlichkeit des Betrachters abhängen; deshalb sind vorzugsweise die Breiten des Bereichs f und des Bereichs g des Anzeigefeldes steuerbar, so dass der Betrachter mit der Anzeige wohlfühlen kann.

**[0055]** Der Bereich e weist die höchste Leuchtdichte auf, der Bereich f weist die zweithöchste Leuchtdichte auf, und der Bereich g weist die niedrigste Leuchtdichte auf. In dem Bereich f zeigt, während das Pixel 46 das Bild 51L anzeigt, das Pixel 47, das in derselben Pixeleinheit 45 wie das Pixel 46 bereitgestellt ist, ein schwarzes Bild 52LB an. In dem Bereich g zeigt, während das Pixel 47 das Bild 52L anzeigt, das Pixel 46, das in derselben Pixeleinheit 45 wie das Pixel 47 bereitgestellt ist, ein schwarzes

Bild 51LB an. Auf diese Weise wird verhindert, dass der Bereich f und der Bereich g andere Bilder überlappen.

**[0056]** Außerhalb des Bereichs f und des Bereichs g kann eines der Pixel 46 und 47 ein Hintergrundbild oder dergleichen anzeigen. In diesem Fall zeigt das andere der Pixel 46 und 47 ein schwarzes Bild an. Alternativ können das Pixel 46 und das Pixel 47 jeweils ein Hintergrundbild oder dergleichen anzeigen.

**[0057]** Der obere Teil von **Fig. 4A2** stellt schematisch Leuchtdichteinformationen des Bereichs e, des Bereichs f und des Bereichs g dar, die einer Retina 60L des linken Auges  $E_L$  zur Verfügung gestellt werden. Es sei angemerkt, dass in Wirklichkeit Informationen in der Nähe der Endabschnitte beispielsweise auf- bzw. abgerundet oder gemittelt und der Retina 60L des linken Auges  $E_L$  zur Verfügung gestellt werden, wie im unteren Teil der Zeichnung dargestellt. Deshalb sind auf der Retina 60L Endabschnitte (Positionen, an denen sich die Leuchtdichte stark verändert) des Bildes, das durch die Überlappung des Bildes 51L und des Bildes 52L gebildet wird, von denjenigen in der obigen schematischen Ansicht leicht nach links verschoben.

**[0058]** Auf ähnliche Weise nimmt, wie in **Fig. 4B1** dargestellt, das rechte Auge  $E_R$  ein Bild wahr, das durch die Überlappung des Bildes 51R und des Bildes 52R gebildet wird. Wie im unteren Teil von **Fig. 4B2** dargestellt, sind auf einer Retina 60R des rechten Auges  $E_R$  Endabschnitte des Bildes, das durch die Überlappung des Bildes 51R und des Bildes 52R gebildet wird, im Gegensatz zu den Endabschnitten des Bildes, das auf die Retina 60L übertragen wird, leicht nach rechts verschoben.

**[0059]** Auf diese Weise nehmen das rechte und das linke Auge Bilder wahr, deren Endabschnitte in unterschiedliche Richtungen verschoben sind; folglich kann der Betrachter ein stereoskopisches Bild sehen.

**[0060]** Als Nächstes wird ein konkretes Beispiel beschrieben, bei dem ein 3D-Bild angezeigt wird. **Fig. 6** zeigt ein Beispiel, bei dem ein Teil eines Bildes dreidimensional angezeigt wird. Es handelt sich bei einem Bild 56 um ein zusammengesetztes Bild aus einem Hintergrundbild 57 (einem Bild, das ein Haus, den Himmel, eine Wolke und dergleichen aufweist) und einem Pflanzenbild 58. Die Zeichnung stellt den Zustand dar, der tatsächlich von dem Betrachter wahrgenommen wird.

**[0061]** Bei einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird ein 2D-Bild verarbeitet und durch ein Depth-Fused-3D-Anzeigeverfahren angezeigt; deshalb wird ein dreidimensional anzuzeigendes Bild

vorzugsweise im Voraus spezifiziert. Beispielsweise kann es sich bei dem dreidimensional anzuzeigenden Objekt um ein CG-Bild handeln, das für die AR-Technologie verwendet wird. In dem Bild 56 handelt es sich bei dem Pflanzenbild 58 um das dreidimensional anzuzeigende Objekt.

**[0062]** Ein Verfahren zum Erzeugen des Bildes 56 wird anhand von **Fig. 7A** bis **Fig. 7C** und **Fig. 8A** bis **Fig. 8C** beschrieben. Es sei angemerkt, dass es sich bei einem Bild, das nachstehend beschrieben wird, beispielsweise um ein Bild, das im Voraus auf einem Aufzeichnungsmedium aufgezeichnet worden ist, ein Bild, das durch Datenkommunikation erhalten wird, oder ein Bild handeln kann, das mit einer Kamera vor Ort aufgenommen wird.

**[0063]** Zuerst wird das Hintergrundbild 57 erhalten, das in **Fig. 7A** dargestellt ist. Alternativ können, wie in **Fig. 7B** dargestellt, ein Bild 57L für das linke Auge und ein Bild 57R für das rechte Auge als Hintergrundbilder erhalten werden. Da bei einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung eine Parallaxenbarriere verwendet wird, kann auch das Hintergrundbild unter Verwendung der Hintergrundbilder für das rechte und das linke Auge dreidimensional angezeigt werden.

**[0064]** Als Nächstes wird das dreidimensional anzuzeigende Bild 21 erhalten und verarbeitet, um ein Bild 61L, ein Bild 62L, ein Bild 61R und ein Bild 62R auszubilden (siehe **Fig. 7C**). Es sei angemerkt, dass das Bild 21, das Bild 61L, das Bild 62L, das Bild 61R und das Bild 62R dem Bild 20, dem Bild 51L, dem Bild 52L, dem Bild 51R bzw. dem Bild 52R entsprechen, welche in **Fig. 3A**, **Fig. 3B1** bis **Fig. 3B3** und **Fig. 3C1** bis **Fig. 3C3** dargestellt sind.

**[0065]** Anschließend werden, wie in **Fig. 8A** dargestellt, das Hintergrundbild 57, das Bild 61L und ein Bild 61LB kombiniert, um ein Bild 56L1 für das linke Auge auszubilden. Das Bild 61LB ist hier ein schwarzes Bild, das in einem Bereich, der das Bild 62L überlappt und das Bild 61L nicht überlappt, angezeigt wird und dem in **Fig. 4A1** dargestellten Bild 51LB entspricht. Des Weiteren werden das Hintergrundbild 57, das Bild 61R und ein Bild 61RB kombiniert, um ein Bild 56R1 für das rechte Auge auszubilden. Das Bild 61RB ist ein schwarzes Bild, das in einem Bereich angezeigt wird, der das Bild 62R überlappt und das Bild 61R nicht überlappt.

**[0066]** Des Weiteren werden, wie in **Fig. 8B** dargestellt, das Bild 62L und ein Bild 62LB kombiniert, um ein Bild 56L2 für das linke Auge auszubilden. Das Bild 62LB ist hier ein schwarzes Bild, das in einem Bereich, der das Bild 62L nicht überlappt, angezeigt wird und dem in **Fig. 4A1** dargestellten Bild 52LB und einem Bild entspricht, das außerhalb des Bildes 52L und des Bildes 52LB angezeigt wird. Des Weiteren

werden das Bild 62R und ein Bild 62RB kombiniert, um ein Bild 56R2 für das rechte Auge auszubilden. Das Bild 62RB ist ein schwarzes Bild, das in einem Bereich angezeigt wird, der das Bild 62R nicht überlappt.

**[0067]** Hier werden das Bild 56L1 und das Bild 56R1, welche in **Fig. 8A** dargestellt sind, durch das Pixel 46 angezeigt. Es werden das Bild 56L2 und das Bild 56R2, welche in **Fig. 8B** dargestellt sind, durch das Pixel 47 angezeigt. Jedoch können das Bild 56L1 und das Bild 56R1 durch das Pixel 47 angezeigt werden, und das Bild 56L2 und das Bild 56R2 können durch das Pixel 46 angezeigt werden.

**[0068]** **Fig. 8C** stellt ein Bild 56L und ein Bild 56R dar, welche tatsächlich auf dem Anzeigefeld angezeigt werden. Um ein Bild für das linke Auge für eine Parallaxenbarriere zu erzeugen, wird das Bild 56L in Bilder  $L_1$  bis  $L_m$  unterteilt. Um ein Bild für das rechte Auge für die Parallaxenbarriere zu erzeugen, wird das Bild 56R in Bilder  $R_1$  bis  $R_m$  unterteilt. Dabei kann  $m$  kleiner als oder gleich der Hälfte der Anzahl von Pixeln sein, die in horizontaler Richtung des Anzeigefeldes angeordnet sind, und  $m$  kann gleich der Anzahl von Abschirmschichten der Parallaxenbarriere sein. Dann werden, wie in **Fig. 5** dargestellt, die Bilder für das linke Auge und die Bilder für das rechte Auge abwechselnd angeordnet, um angezeigt zu werden.

**[0069]** **Fig. 9** ist ein Blockdiagramm, das ein Anzeigesystem einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung darstellt. Ein in **Fig. 9** dargestelltes Anzeigesystem 10 kann einen Datenverarbeitungsabschnitt 100, einen Anzeigeabschnitt 110, eine Kamera 105 (CAM), einen Global Positioning System- (GPS-) Empfänger 106 (GPS), einen Dateneingabe/Ausgabeabschnitt 107 (I/O), einen Berührungssensor 113 (T-SEN) und einen Photosensor 114 (P-SEN) beinhalten. Komponenten, die in dem Anzeigesystem 10 enthalten sind, sind nicht darauf beschränkt, und weitere Komponenten können enthalten sein.

**[0070]** Der Datenverarbeitungsabschnitt 100 kann eine Datenverarbeitungsschaltung 101 (CPU), einen ersten Speicher 102 (RAM1), einen zweiten Speicher 103 (RAM2) und eine Steuerschaltung 104 (CON) beinhalten.

**[0071]** Als Datenverarbeitungsschaltung 101 kann eine Rechenschaltung, wie z. B. ein Hauptprozessor (central processing unit, CPU), verwendet werden. Die Datenverarbeitungsschaltung 101 weist eine Funktion auf, das gesamte Anzeigesystem 10 zu steuern, indem sie beispielsweise nach Bedarf Signale von dem ersten Speicher 102, dem zweiten Speicher 103, der Steuerschaltung 104, der Kamera 105, dem GPS-Empfänger 106, dem Dateneingabe-



be/Ausgabeabschnitt 107, dem Berührungssensor 113, dem Photosensor 114 und dergleichen empfängt oder auf diese überträgt.

**[0072]** Der erste Speicher 102 und der zweite Speicher 103 weisen jeweils eine Funktion zum Speichern von Bilddaten auf. Beispielsweise halten der erste Speicher 102 und der zweite Speicher 103 jeweils als Frame-Speicher bzw. Bildspeicher Bilddaten, und sie ermöglichen den Datenempfang bzw. die Datenübertragung zwischen der Datenverarbeitungsschaltung 101 und der Steuerschaltung 104. Außerdem halten der erste Speicher 102 und der zweite Speicher 103 jeweils Daten einer Vielzahl von Frames bzw. Einzelbildern, um eine Verarbeitung, wie z. B. einen Bilddatenvergleich zwischen Einzelbildern, zu ermöglichen.

**[0073]** Der erste Speicher 102 weist eine Funktion zum Speichern von Bilddaten auf, die durch das erste Anzeigeelement angezeigt werden.

**[0074]** Der zweite Speicher 103 weist eine Funktion zum Speichern von Bilddaten auf, die durch das zweite Anzeigeelement angezeigt werden.

**[0075]** Die Steuerschaltung 104 weist eine Funktion auf, den Betrieb des Anzeigeabschnitts 110 entsprechend der Häufigkeit der Aktualisierung der zwei Arten von Bilddaten zu steuern.

**[0076]** Der Anzeigeabschnitt 110 beinhaltet das Pixel 46 (PIX1) mit dem ersten Anzeigeelement und das Pixel 47 (PIX2) mit dem zweiten Anzeigeelement. Wie oben beschrieben, kann beispielsweise ein reflektierendes Flüssigkristallelement als erstes Anzeigeelement verwendet werden. Beispielsweise kann ein lichtemittierendes Element als zweites Anzeigeelement verwendet werden. Es sei angemerkt, dass das Pixel 46 und das Pixel 47 das zweite Anzeigeelement bzw. das erste Anzeigeelement beinhalten können.

**[0077]** Jedes der Pixel 46 und 47 weist als Transistor zum Schreiben von Bilddaten vorzugsweise einen Transistor auf, dessen Kanalbereich ein Metalloxid enthält (nachstehend als OS-Transistor bezeichnet). Der OS-Transistor weist einen sehr niedrigen Sperrstrom auf und kann ein Potential, das als Bilddaten geschrieben wird, für eine lange Zeit halten. Daher kann ein angezeigtes Bild für mehrere Frame-Perioden bzw. Bildperioden aufrechterhalten werden, ohne dass Bilddaten überschrieben werden; das heißt, dass ein sogenannter Idle-Stop-Betrieb verfügbar ist.

**[0078]** Der Idle-Stop-Betrieb ermöglicht, dass Bilddaten, die in ein Pixel geschrieben werden, für zwei oder mehr Bildperioden gehalten werden. Dies kann

die Häufigkeit des Überschreibens der Bilddaten, wodurch der Stromverbrauch gesenkt werden kann.

**[0079]** Bei einem reflektierenden Flüssigkristallelement, das als erstes Anzeigeelement verwendet werden kann, wird keine Hintergrundbeleuchtung benötigt, und demzufolge gleicht der Stromverbrauch des Pixelabschnitts dem Stromverbrauch durch den Schaltungsbetrieb. Daher ist es besonders vorzuziehen, dass das Pixel mit dem ersten Anzeigeelement dem Idle-Stop-Betrieb unterworfen wird. In diesem Fall kann der Stromverbrauch des Pixelabschnitts im Verhältnis zur Häufigkeit des Überschreibens verringert werden.

**[0080]** Ein Beispiel für den oben erwähnten Idle-Stop-Betrieb wird anhand von **Fig. 10A** bis **Fig. 10C** beschrieben.

**[0081]** **Fig. 10A** ist ein Schaltplan eines Pixels, das ein Flüssigkristallelement 13 und eine Pixelschaltung 11 beinhaltet. **Fig. 10A** stellt einen Transistor M1, der mit einer Signalleitung SL und einer Gate-Leitung GL verbunden ist, einen Kondensator  $C_{SLC}$  und ein Flüssigkristallelement LC dar.

**[0082]** **Fig. 10B** ist ein Zeitdiagramm, das Wellenformen von Signalen darstellt, die der Signalleitung SL und der Gate-Leitung GL in einem normalen Betriebsmodus zugeführt werden, in dem der Idle-Stop-Betrieb nicht durchgeführt wird. In dem normalen Betriebsmodus kann eine normale Frame-Frequenz bzw. Bildfrequenz (z. B. 60 Hz) für den Betrieb verwendet werden.

**[0083]** Aufeinanderfolgende Bildperioden mit der Bildfrequenz werden mit  $T_1$ ,  $T_2$  und  $T_3$  bezeichnet. In jeder der Bildperioden wird der Gate-Leitung ein Abtastsignal zugeführt, und Daten  $D_1$  der Signalleitung werden in das Pixel geschrieben. Dieser Vorgang wird unabhängig davon durchgeführt, ob in  $T_1$  bis  $T_3$  die gleichen Daten  $D_1$  oder unterschiedliche Daten geschrieben werden.

**[0084]** **Fig. 10C** ist ein Zeitdiagramm, das Wellenformen von Signalen darstellt, die der Signalleitung SL und der Gate-Leitung GL beim Idle-Stop-Betrieb zugeführt werden. Beim Idle-Stop-Betrieb kann eine niedrige Bildfrequenz (z. B. 1 Hz) für den Betrieb verwendet werden.

**[0085]** **Fig. 10C** stellt eine Bildperiode  $T_1$  mit der Bildfrequenz dar, die eine Datenschreibperiode  $T_W$  und eine Datenhalteperiode  $T_{RET}$  umfasst. Der Idle-Stop-Betrieb wird wie folgt durchgeführt: In der Periode  $T_W$  wird der Gate-Leitung ein Abtastsignal zugeführt, und die Daten  $D_1$  der Signalleitung werden in das Pixel geschrieben; in der Periode  $T_{RET}$  wird die Gate-Leitung auf eine niedrige Spannung festgelegt, um den Transistor M1 auszuschalten, so

dass die geschriebenen Daten  $D_1$  in dem Pixel gehalten werden.

**[0086]** Der als Transistor M1 verwendete OS-Transistor kann, da er einen niedrigen Sperrstrom aufweist, die Daten  $D_1$  für eine lange Zeit halten. Obwohl **Fig. 10A** bis **Fig. 10C** das Beispiel zeigen, bei dem das Flüssigkristallelement LC verwendet wird, ist der Idle-Stop-Betrieb ebenfalls verfügbar, wenn ein lichtemittierendes Element, wie z. B. ein organisches EL-Element, verwendet wird.

**[0087]** In dem Schaltplan in **Fig. 10A** könnte das Flüssigkristallelement LC als Leckpfad der Daten  $D_1$  dienen. Deshalb ist, um den Idle-Stop-Betrieb ordnungsgemäß durchzuführen, der spezifische Widerstand des Flüssigkristallelementes LC vorzugsweise höher als oder gleich  $1,0 \times 10^{14} \text{W} \cdot \text{cm}$ .

**[0088]** Die Kamera 105 weist eine Funktion auf, ein Bild entsprechend einfallendem Licht aufzunehmen.

**[0089]** Der GPS-Empfänger 106 kann mit einem Kommunikationssatelliten kommunizieren und weist eine Funktion zum Berechnen einer Empfangsposition auf.

**[0090]** Der Dateneingabe/Ausgabeabschnitt 107 weist eine Funktion auf, Bilddaten oder dergleichen von außen zu erhalten und nach außen auszugeben. Beispielsweise kann der Dateneingabe/Ausgabeabschnitt 107 mit einem drahtgebundenen oder drahtlosen Netzwerk verbunden werden und über das Netzwerk Bilddaten oder dergleichen von außen erhalten. Überdies kann der Dateneingabe/Ausgabeabschnitt 107 mit einem Speichermedium, das Bilddaten oder dergleichen speichert, verbunden werden.

**[0091]** Der Berührungssensor 113 ist eine Eingabeinheit und überlappt den Anzeigeabschnitt 110. Der Berührungssensor 113 weist eine Funktion auf, eine Berührungsbedienung eines Benutzers an dem Anzeigeabschnitt 110 in ein elektrisches Signal umzuwandeln und das Signal an die Datenverarbeitungsschaltung 101 auszugeben. Die eingegebenen Daten werden an die Datenverarbeitungsschaltung 101 ausgegeben und dann als Eingangssignal für eine Anwendungssoftware verwendet, die durch die Datenverarbeitungsschaltung 101 ausgeführt wird.

**[0092]** Der Photosensor 114 weist eine Funktion zum Messen der Beleuchtungsstärke einer Umgebung auf, in der das Anzeigesystem 10 verwendet wird. Mit den erhaltenen Informationen über die Beleuchtungsstärke können die Datenverarbeitungsschaltung 101 und die Steuerschaltung 104 die Leuchtdichte eines Bildes, das durch das Pixel 46 angezeigt wird, und die Leuchtdichte eines Bildes steuern, das durch das Pixel 47 angezeigt wird. Die

Leuchtdichte eines reflektierenden Flüssigkristallelementes, das für das Pixel 46 verwendet werden kann, hängt von der Umgebungsbeleuchtungsstärke ab. Deshalb wird die Leuchtdichte eines lichtemittierenden Elementes, das für das Pixel 47 verwendet werden kann, vorzugsweise entsprechend der Umgebungsbeleuchtungsstärke verändert, um auf die Leuchtdichte des Pixels 46 abgestimmt zu werden. Es sei angemerkt, dass der Photosensor 114 in dem Pixel bereitgestellt sein kann. Der Berührungssensor 113 und der Photosensor 114 können bei dem Anzeigesystem 10 einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung weggelassen werden.

**[0093]** Das Anzeigesystem 10, das die oben beschriebenen Komponenten beinhaltet, kann ein zusammengesetztes Bild aus einer Vielzahl von Bildern anzeigen. Beispielsweise wird ein Bild eines Objekts mit der Kamera 105 aufgenommen, und eine Information über das Objekt oder ein Bild, das in Kombination mit dem Objekt angezeigt werden soll, wird aus dem Dateneingabe/Ausgabeabschnitt 107 erhalten; diese können miteinander kombiniert und auf dem Anzeigeabschnitt 110 angezeigt werden.

**[0094]** Wenn ein Bild P, das mit der Kamera 105 aufgenommen wird, durch eines der Pixel 46 und 47 angezeigt wird, während ein Bild Q, das über den Dateneingabe/Ausgabeabschnitt 107 erhalten wird, durch das andere der Pixel 46 und 47 angezeigt wird, überlappen die angezeigten Bilder P und Q teilweise einander. Daher wird ein Bereich des Bildes P, der das Bild Q überlappt, vorzugsweise zu einem schwarzen Bild verarbeitet. Eine derartige Verarbeitung kann durch die Datenverarbeitungsschaltung durchgeführt werden. Abhängig von der Verwendung ist eine derartige Verarbeitung unnötig.

**[0095]** Die Position, an der das Bild Q mit dem Bild P kombiniert wird, kann durch eine in dem Bild P gekennzeichnete Markierung bestimmt werden. Alternativ kann die Position beispielsweise aus einem Ergebnis einer Berechnung basierend auf den folgenden Informationen bestimmt werden: Positionsinformationen, die durch den GPS-Empfänger 106 erhalten werden, Informationen, die über den Dateneingabe/Ausgabeabschnitt 107 erhalten werden, Abbildungsinformationen der Kamera 105 oder kombinierten Informationen von diesen.

**[0096]** Die Steuerschaltung 104 weist eine Funktion auf, das Pixel 46 dazu zu bringen, Bilddaten anzuzeigen, die von dem ersten Speicher 102 eingegeben werden. Das Pixel 46 beinhaltet ein reflektierendes Flüssigkristallelement und ist für den oben beschriebenen Idle-Stop-Betrieb geeignet. Daher kann dann, wenn Bilddaten mit einer niedrigen Häufigkeit des Überschreibens durch das Pixel 46 angezeigt werden, der Betrieb einer Peripherieschaltung zum

Ansteuern des Pixels 46 für bestimmte Bildperioden ausgesetzt werden.

**[0097]** Die Steuerschaltung 104 weist zusätzlich eine Funktion auf, das Pixel 47 dazu zu bringen, Bilddaten anzuzeigen, die von dem zweiten Speicher 103 eingegeben werden. Das Pixel 47 beinhaltet ein lichtemittierendes Element und weist beim Anzeigen eines bewegten Bildes ein gutes Reaktionsvermögen auf. Daher zeigt das Pixel 47 vorzugsweise ein Bild an, das eine höhere Häufigkeit des Überschreibens erfordert als die Bilddaten, die durch das Pixel 46 angezeigt werden.

**[0098]** Die Anzahl von Einzelbildern für den Idle-Stop-Betrieb kann eine vorbestimmte Anzahl sein oder entsprechend einer Veränderung der Umgebung, die durch verschiedene Sensoren (mit einer Funktion zum Messen von Kraft, Verschiebung, Position, Geschwindigkeit, Beschleunigung, Winkelgeschwindigkeit, Drehzahl, Abstand, Licht, Magnetismus, Temperatur, einer chemischen Substanz, Ton, Zeit, Härte, einem elektrischen Feld, Strom, Spannung, elektrischer Leistung, Strahlung, Durchflussmenge, Feuchtigkeit, Steigungsgrad, Schwingung, Geruch, Infrarotstrahl oder dergleichen) erfasst wird, automatisch verändert werden. Eine derartige Steuerung kann die Übereinstimmung mit der Realität verbessern und ein unnötiges Überschreiben von Bilddaten verringern, um den Stromverbrauch zu senken.

**[0099]** Eine Halbleiterschicht einer Halbleitervorrichtung, wie z. B. eines Transistors, der für das vorstehende Pixel oder eine Schaltung zum Ansteuern des Pixels verwendet wird, enthält vorzugsweise ein Metalloxid. Als Metalloxid kann beispielsweise ein wolkenartig ausgerichteter Verbundoxidhalbleiter (cloud-aligned composite oxide semiconductor, CAC-OS), der nachstehend beschrieben wird, verwendet werden.

**[0100]** Im Besonderen wird vorzugsweise ein Oxidhalbleiter verwendet, der eine größere Bandlücke aufweist als Silizium. Wenn ein Halbleitermaterial, das eine größere Bandlücke und eine niedrigere Ladungsträgerdichte aufweist als Silizium, verwendet wird, kann der Sperrstrom eines Transistors verringert werden.

**[0101]** Dank des niedrigen Sperrstroms des Transistors können Ladungen, die über den Transistor in einem Kondensator akkumuliert werden, für eine lange Zeit gehalten werden. Wenn ein derartiger Transistor für das Pixel verwendet wird, kann der Betrieb einer Treiberschaltung ausgesetzt werden, während die Graustufe eines Bildes, das in jedem Anzeigebereich angezeigt wird, aufrechterhalten wird. Als Ergebnis kann eine elektronische Vorrich-

tung mit sehr geringem Stromverbrauch erhalten werden.

**[0102]** Eine Halbleitervorrichtung, wie z. B. ein Transistor, der für das vorstehende Pixel oder eine Schaltung zum Ansteuern des Pixels verwendet wird, kann einen polykristallinen Halbleiter enthalten. Zum Beispiel wird vorzugsweise polykristallines Silizium verwendet. Polykristallines Silizium kann bei einer niedrigeren Temperatur ausgebildet werden als einkristallines Silizium und weist eine höhere Feldefektbeweglichkeit und eine höhere Zuverlässigkeit auf als amorphes Silizium. Wenn ein derartiger polykristalliner Halbleiter für das Pixel verwendet wird, kann das Öffnungsverhältnis des Pixels verbessert werden. Auch in dem Fall, in dem eine sehr große Anzahl von Pixeln bereitgestellt ist, können eine Gate-Treiberschaltung und eine Source-Treiberschaltung über demselben Substrat wie die Pixel ausgebildet werden, so dass die Anzahl von Komponenten einer elektronischen Vorrichtung verringert werden kann.

**[0103]** Mindestens ein Teil dieser Ausführungsform kann gegebenenfalls in Kombination mit einer der anderen Ausführungsformen, die in dieser Beschreibung beschrieben werden, implementiert werden.

(Ausführungsform 2)

**[0104]** Bei dieser Ausführungsform werden eine Anzeigevorrichtung, die für eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung verwendet werden kann, und ein Verfahren zum Betreiben der Anzeigevorrichtung beschrieben.

**[0105]** Die Anzeigevorrichtung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann das folgende Pixel beinhalten: ein Pixel mit einem ersten Anzeigeelement, das sichtbares Licht reflektiert, ein Pixel mit einem zweiten Anzeigeelement, das sichtbares Licht emittiert, ein Pixel mit einem dritten Anzeigeelement, das sichtbares Licht durchlässt, oder ein Pixel mit dem ersten Anzeigeelement und dem zweiten Anzeigeelement oder dem dritten Anzeigeelement.

**[0106]** Bei dieser Ausführungsform wird eine Anzeigevorrichtung beschrieben, die das erste Anzeigeelement, das sichtbares Licht reflektiert, und das zweite Anzeigeelement beinhaltet, das sichtbares Licht emittiert.

**[0107]** Die Anzeigevorrichtung weist eine Funktion auf, ein Bild anzuzeigen, indem erstes Licht, das von dem ersten Anzeigeelement reflektiert wird, und/oder zweites Licht, das von dem zweiten Anzeigeelement emittiert wird, genutzt werden. Alternativ weist die Anzeigevorrichtung eine Funktion auf, Graustufen darzustellen, indem die Menge des ersten Lichts, das von dem ersten Anzeigeelement

reflektiert wird, und die Menge des zweiten Lichts, das von dem zweiten Anzeigeelement emittiert wird, getrennt gesteuert werden.

**[0108]** Die Anzeigevorrichtung beinhaltet vorzugsweise ein erstes Pixel, das Graustufen durch Steuern der Menge an Licht darstellt, das von dem ersten Anzeigeelement reflektiert wird, und ein zweites Pixel, das Graustufen durch Steuern der Menge an Licht darstellt, das von dem zweiten Anzeigeelement emittiert wird. Beispielsweise sind die ersten Pixel und die zweiten Pixel in einer Matrix angeordnet, um einen Anzeigeabschnitt zu bilden.

**[0109]** Es wird bevorzugt, dass die Anzahl der ersten Pixel gleich derjenigen der zweiten Pixel ist und dass sie im gleichen Abstand in einem Anzeigebereich angeordnet sind. Hier können die benachbarten ersten und zweiten Pixel insgesamt als Pixeleinheit bezeichnet werden. Folglich können, wie nachstehend beschrieben, ein Bild, das lediglich durch eine Vielzahl von ersten Pixeln angezeigt wird, ein Bild, das lediglich durch eine Vielzahl von zweiten Pixeln angezeigt wird, und ein Bild, das sowohl durch die Vielzahl von ersten Pixeln als auch durch die Vielzahl von zweiten Pixeln angezeigt wird, in demselben Anzeigebereich angezeigt werden.

**[0110]** Als erstes Anzeigeelement, das in dem ersten Pixel enthalten ist, kann ein Element verwendet werden, das eine Anzeige durch Reflexion von Außenlicht durchführt. Ein derartiges Element umfasst keine Lichtquelle, und somit kann der Stromverbrauch für die Anzeige signifikant verringert werden.

**[0111]** Als erstes Anzeigeelement kann typischerweise ein reflektierendes Flüssigkristallelement verwendet werden. Alternativ kann ein mikroelektromechanisches System- (micro electro mechanical systems, MEMS-) Shutter-Element, ein MEMS-Element vom optischen Interferenztyp, ein Element, auf das ein Mikrokapselverfahren, ein Elektrophoreseverfahren, ein Elektrobenetzungsverfahren, ein Electronic Liquid Powder- (eingetragenes Warenzeichen) Verfahren oder dergleichen angewendet wird, oder dergleichen als erstes Anzeigeelement verwendet werden.

**[0112]** Als zweites Anzeigeelement, das in dem zweiten Pixel enthalten ist, kann ein Element verwendet werden, das eine Anzeige unter Nutzung von Licht aus der eigenen Lichtquelle durchführt. Insbesondere wird vorzugsweise ein Elektrolumineszenzelement verwendet, bei dem eine Lichtemission aus einer lichtemittierenden Substanz extrahiert werden kann, indem ein elektrisches Feld angelegt wird. Da die Leuchtdichte und die Chromatizität des Lichts, das von einem derartigen Pixel emittiert wird, von

Außenlicht nicht beeinflusst werden, kann ein Bild mit hoher Farbreproduzierbarkeit (breiter Farbskala) und hohem Kontrast, d. h. ein klares Bild, angezeigt werden.

**[0113]** Als zweites Anzeigeelement kann beispielsweise ein selbstleuchtendes lichtemittierendes Element, wie z. B. eine organische Leuchtdiode (organic light-emitting diode, OLED), eine Leuchtdiode (LED), eine Quantenpunkt-Leuchtdiode (QLED) oder ein Halbleiterlaser, verwendet werden. Alternativ kann eine Kombination von einer Hintergrundbeleuchtung, die als Lichtquelle dient, und einem transmissiven Flüssigkristallelement, das die Menge des passierenden Lichts von der Hintergrundbeleuchtung steuert, als Anzeigeelement verwendet werden, das in dem zweiten Pixel enthalten ist.

**[0114]** Das erste Pixel kann beispielsweise ein Subpixel, das Weiß (W) darstellt, oder Subpixel beinhalten, die Licht in drei Farben darstellen, nämlich Rot (R), Grün (G) und Blau (B). In ähnlicher Weise kann das zweite Pixel beispielsweise ein Subpixel, das Weiß (W) darstellt, oder Subpixel beinhalten, die Licht in drei Farben darstellen, nämlich Rot (R), Grün (G) und Blau (B). Es sei angemerkt, dass das erste Pixel und das zweite Pixel jeweils Subpixel von vier oder mehr Farben beinhalten können. Wenn die Anzahl von Subpixelarten zunimmt, können der Stromverbrauch verringert und die Farbreproduzierbarkeit verbessert werden.

**[0115]** Bei einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann der Anzeigemodus zwischen einem ersten Modus, in dem ein Bild durch die ersten Pixel angezeigt wird, einem zweiten Modus, in dem ein Bild durch die zweiten Pixel angezeigt wird, und einem dritten Modus umgeschaltet werden, in dem ein Bild durch die ersten Pixel und die zweiten Pixel angezeigt wird. Wie bei der Ausführungsform 1 beschrieben worden ist, ist es auch möglich, unterschiedliche Bildsignale in die ersten Pixel und die zweiten Pixel einzugeben, um ein zusammengesetztes Bild anzuzeigen.

**[0116]** In dem ersten Modus wird ein Bild unter Verwendung von Licht angezeigt, das von dem ersten Anzeigeelement reflektiert wird. Der erste Modus, in dem keine Lichtquelle benötigt wird, ist ein Betriebsmodus mit sehr geringem Stromverbrauch. Der erste Modus ist beispielsweise in dem Fall effektiv, in dem es sich bei dem Außenlicht um weißes Licht oder fast weißes Licht mit ausreichend hoher Beleuchtungsstärke handelt. Der erste Modus ist ein Anzeigemodus, der zum Anzeigen von Textinformationen eines Buchs, eines Dokuments oder dergleichen geeignet ist. Die Verwendung von reflektiertem Licht ermöglicht eine augenfreundliche Anzeige, was die Belastung für die Augen abmildert.

**[0117]** In dem zweiten Modus wird ein Bild unter Nutzung von Licht angezeigt, das von dem zweiten Anzeigeelement emittiert wird. Somit kann ungeachtet der Beleuchtungsstärke und der Chromatizität von Außenlicht ein sehr klares Bild (mit hohem Kontrast und hoher Farbreproduzierbarkeit) angezeigt werden. Der zweite Modus ist beispielsweise dann effektiv, wenn die Beleuchtungsstärke von Außenlicht sehr niedrig ist, z. B. in der Nacht oder in einem dunklen Raum. Wenn ein helles Bild bei schwachem Außenlicht angezeigt wird, kann ein Benutzer das Bild als zu hell wahrnehmen. Um dies zu verhindern, wird in dem zweiten Modus vorzugsweise ein Bild mit verringerter Leuchtdichte angezeigt. Daher kann eine zu starke Helligkeit unterdrückt werden, und der Stromverbrauch kann verringert werden. Der zweite Modus ist zum Anzeigen eines klaren Bildes, eines ruckelfreien Bildes oder dergleichen geeignet.

**[0118]** In dem dritten Modus wird eine Anzeige unter Nutzung sowohl von Licht, das von dem ersten Anzeigeelement reflektiert wird, als auch von Licht durchgeführt, das von dem zweiten Anzeigeelement emittiert wird. In diesem Betriebsmodus werden insbesondere Licht von dem ersten Pixel und Licht von dem zweiten Pixel, das dem ersten Pixel benachbart ist, vermischt, um eine Farbe darzustellen. Ein Bild kann klarer angezeigt werden als in dem ersten Modus, und der Stromverbrauch kann niedriger sein als derjenige in dem zweiten Modus. Beispielsweise ist der dritte Modus effektiv, wenn die Beleuchtungsstärke von Außenlicht relativ niedrig ist, z. B. bei Innenraumbeleuchtung oder am Morgen bzw. am Abend, oder wenn das Außenlicht keine weiße Chromatizität aufweist. Überdies ermöglicht es das gemischte Licht aus dem reflektierten Licht und dem emittierten Licht, ein Bild anzuzeigen, das einem Betrachter das Gefühl verleiht, ein Gemälde zu sehen.

**[0119]** Im Folgenden wird ein konkreteres Beispiel einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf Zeichnungen beschrieben.

[Strukturbeispiel der Anzeigevorrichtung]

**[0120]** Fig. 11 stellt das Pixelarray 40 dar, das in der Anzeigevorrichtung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung enthalten ist. Das Pixelarray 40 beinhaltet die Vielzahl von Pixeleinheiten 45, die in einer Matrix angeordnet sind. Die Pixeleinheit 45 beinhaltet das Pixel 46 und das Pixel 47.

**[0121]** Fig. 11 zeigt ein Beispiel, bei dem das Pixel 46 und das Pixel 47 jeweils Anzeigeelemente beinhalten, die den drei Farben entsprechen, nämlich Rot (R), Grün (G) und Blau (B).

**[0122]** Das Pixel 46 beinhaltet ein Anzeigeelement 46R, das Rot (R) entspricht, ein Anzeigeelement 46G, das Grün (G) entspricht, und ein Anzeigeelement 46B, das Blau (B) entspricht. Es handelt sich bei den Anzeigeelementen 46R, 46G und 46B jeweils um ein erstes Anzeigeelement, bei dem Licht einer Lichtquelle genutzt wird.

**[0123]** Das Pixel 47 beinhaltet ein Anzeigeelement 47R, das Rot (R) entspricht, ein Anzeigeelement 47G, das Grün (G) entspricht, und ein Anzeigeelement 47B, das Blau (B) entspricht. Es handelt sich bei den Anzeigeelementen 47R, 47G und 47B jeweils um ein zweites Anzeigeelement, bei dem die Reflexion von Außenlicht genutzt wird.

**[0124]** Das Obige ist die Beschreibung des Strukturbeispiels der Anzeigevorrichtung.

[Strukturbeispiel der Pixeleinheit]

**[0125]** Als Nächstes wird die Pixeleinheit 45 anhand von Fig. 12A bis Fig. 12C beschrieben. Fig. 12A bis Fig. 12C sind schematische Ansichten, die Strukturbeispiele der Pixeleinheit 45 darstellen.

**[0126]** Das Pixel 46 beinhaltet das Anzeigeelement 46R, das Anzeigeelement 46G und das Anzeigeelement 46B. Das Anzeigeelement 46R beinhaltet eine Lichtquelle und emittiert zur Anzeigeeoberflächen-seite hin rotes Licht R2 mit einer Leuchtdichte, die der Graustufe von Rot in einer zweiten Graustufe entspricht, die in das Pixel 46 eingegeben wird. Auf ähnliche Weise emittieren das Anzeigeelement 46G und das Anzeigeelement 46B grünes Licht G2 bzw. blaues Licht B2 zur Anzeigeeoberflächen-seite hin.

**[0127]** Das Pixel 47 beinhaltet das Anzeigeelement 47R, das Anzeigeelement 47G und das Anzeigeelement 47B. Das Anzeigeelement 47R reflektiert Außenlicht, das anschließend als rotes Licht R1 mit einer Leuchtdichte, die der Graustufe von Rot in einer ersten Graustufe entspricht, die in das Pixel 47 eingegeben wird, zur Anzeigeeoberflächen-seite hin extrahiert wird. Auf ähnliche Weise werden grünes Licht G1 und blaues Licht B1 aus dem Anzeigeelement 47G bzw. dem Anzeigeelement 47B zur Anzeigeeoberflächen-seite hin extrahiert.

[Dritter Modus]

**[0128]** Fig. 12A zeigt ein Beispiel für einen Betriebsmodus, in dem ein Bild angezeigt wird, indem sowohl die Anzeigeelemente 47R, 47G und 47B, die Außenlicht reflektieren, als auch die Anzeigeelemente 46R, 46G und 46B, die Licht emittieren, angesteuert werden. Wie in Fig. 12A dargestellt, werden die sechs Farben des Lichts, d. h., des Lichts R1, des Lichts G1, des Lichts B1, des Lichts R2, des Lichts G2 und des Lichts B2, vermischt, wodurch Licht 55

einer vorbestimmten Farbe aus der Pixeleinheit 45 zur Anzeigeeoberflächenseite hin extrahiert werden kann.

**[0129]** Zu diesem Zeitpunkt ist die Leuchtdichte jedes der Anzeigeelemente 46R, 46G und 46B vorzugsweise niedrig. Wenn beispielsweise der Maximalwert der Leuchtdichte von Licht, das von jedem der Anzeigeelemente 46R, 46G und 46B emittiert werden kann (auch als höchste Leuchtdichte bezeichnet), 100 % beträgt, ist der Maximalwert der Leuchtdichte von Licht, das von jedem der Anzeigeelemente 46R, 46G und 46B in dem dritten Modus emittiert wird, bevorzugt größer als oder gleich 5 % und kleiner als oder gleich 50 %, bevorzugt größer als oder gleich 1 % und kleiner als oder gleich 60 % der höchsten Leuchtdichte. Folglich kann ein Bild mit geringem Stromverbrauch angezeigt werden, das angezeigte Bild kann einem Gemälde ähnlicher werden, und eine augenfreundliche Anzeige kann durchgeführt werden.

[Erster Modus]

**[0130]** Fig. 12B zeigt ein Beispiel für einen Betriebsmodus, in dem ein Bild angezeigt wird, indem die Anzeigeelemente 47R, 47G und 47B, die Außenlicht reflektieren, angesteuert werden. Wie in Fig. 12B dargestellt, wird beispielsweise in dem Fall, in dem die Beleuchtungsstärke von Außenlicht ausreichend hoch ist, das Pixel 46 nicht angesteuert und es werden nur die Farben des Lichts (des Lichts R1, des Lichts G1, des Lichts B1) von dem Pixel 47 vermischt, wodurch das Licht 55 einer vorbestimmten Farbe aus der Pixeleinheit 45 zur Anzeigeeoberflächenseite hin extrahiert werden kann. Daher kann der Betrieb mit sehr geringem Stromverbrauch durchgeführt werden.

[Zweiter Modus]

**[0131]** Fig. 12C zeigt ein Beispiel für einen Betriebsmodus, in dem ein Bild angezeigt wird, indem die Anzeigeelemente 46R, 46G und 46B angesteuert werden. Wie in Fig. 12C dargestellt, wird beispielsweise in dem Fall, in dem die Beleuchtungsstärke von Außenlicht sehr niedrig ist, das Pixel 47 nicht angesteuert, und es werden nur die Farben des Lichts (des Lichts R2, des Lichts G2, des Lichts B2) von dem Pixel 46 vermischt, wodurch das Licht 55 einer vorbestimmten Farbe aus der Pixeleinheit 45 zur Anzeigeeoberflächenseite hin extrahiert werden kann. Daher kann ein klares Bild angezeigt werden. Außerdem wird dann, wenn die Beleuchtungsstärke von Außenlicht niedrig ist, die Leuchtdichte verringert, was eine Blendung des Benutzers verhindern und den Stromverbrauch verringern kann.

**[0132]** In diesem Modus ist die Leuchtdichte der Anzeigeelemente, die sichtbares Licht emittieren,

vorzugsweise höher als diejenige in dem dritten Modus. Beispielsweise kann der Maximalwert der Leuchtdichte von Licht, das von jedem der Anzeigeelemente 46R, 46G und 46B in dem zweiten Modus emittiert wird, 100 % der höchsten Leuchtdichte oder größer als oder gleich 50 % und kleiner als oder gleich 100 %, bevorzugt größer als oder gleich 60 % und kleiner als oder gleich 100 % der höchsten Leuchtdichte sein. Folglich kann ein klares Bild auch an einem Ort mit hellem Außenlicht angezeigt werden.

**[0133]** Dabei kann man den Maximalwert der Leuchtdichte von Licht, das von jedem der Anzeigeelemente 46R, 46G und 46B emittiert wird, als Dynamikbereich ansehen. Das heißt, dass der Dynamikbereich jedes der Anzeigeelemente 46R, 46G und 46B in dem dritten Modus derart gewählt werden kann, dass er schmaler ist als derjenige in dem zweiten Modus. Beispielsweise kann der Dynamikbereich des Anzeigeelementes 46R, des Anzeigeelementes 46G oder des Anzeigeelementes 46B in dem dritten Modus derart gewählt werden, dass er größer als oder gleich 5 % und kleiner als oder gleich 50 %, bevorzugt größer als oder gleich 1 % und kleiner als oder gleich 60 % des Dynamikbereichs in dem zweiten Modus ist.

**[0134]** Das Obige ist die Beschreibung des Strukturbeispiels der Pixeleinheit 45.

**[0135]** Mindestens ein Teil dieser Ausführungsform kann gegebenenfalls in Kombination mit einer der anderen Ausführungsformen, die in dieser Beschreibung beschrieben werden, implementiert werden.

(Ausführungsform 3)

**[0136]** Im Folgenden wird ein Beispiel für ein Anzeigefeld beschrieben, das für die Anzeigevorrichtung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung verwendet werden kann. Das Anzeigefeld, das nachstehend als Beispiel beschrieben wird, beinhaltet sowohl ein reflektierendes Flüssigkristallelement als auch ein lichtemittierendes Element und kann eine Anzeige sowohl in einem transmissiven Modus als auch in einem reflektierenden Modus durchführen.

[Konfigurationsbeispiel]

**[0137]** Fig. 13A ist ein Blockdiagramm, das ein Konfigurationsbeispiel einer Anzeigevorrichtung 400 zeigt. Die Anzeigevorrichtung 400 beinhaltet eine Vielzahl von Pixeln 410, die in einem Anzeigeabschnitt 362 in einer Matrix angeordnet sind. Die Anzeigevorrichtung 400 beinhaltet ferner eine Schaltung GD und eine Schaltung SD. Die Anzeigevorrichtung 400 beinhaltet ferner eine Vielzahl von Leitungen G1, eine Vielzahl von Leitungen G2, eine Vielzahl von Leitungen ANO und eine Vielzahl von

Leitungen CSCOM, welche elektrisch mit der Schaltung GD und der Vielzahl von Pixeln 410 verbunden sind, die in der Richtung R angeordnet sind. Die Anzeigevorrichtung 400 beinhaltet ferner eine Vielzahl von Leitungen S1 und eine Vielzahl von Leitungen S2, welche elektrisch mit der Schaltung SD und der Vielzahl von Pixeln 410 verbunden sind, die in der Richtung C angeordnet sind.

**[0138]** Obwohl hier der Einfachheit halber eine einzige Schaltung GD und eine einzige Schaltung SD bereitgestellt sind, können die Schaltung GD und die Schaltung SD zum Ansteuern eines Flüssigkristallelementes sowie die Schaltung GD und die Schaltung SD zum Ansteuern eines lichtemittierenden Elementes getrennt bereitgestellt werden.

**[0139]** Das Pixel 410 beinhaltet ein reflektierendes Flüssigkristallelement und ein lichtemittierendes Element. In dem Pixel 410 überlappen das Flüssigkristallelement und das lichtemittierende Element teilweise einander.

**[0140]** Fig. 13B1 zeigt ein Konfigurationsbeispiel einer leitenden Schicht 311b, die in dem Pixel 410 enthalten ist. Die leitende Schicht 311b dient als reflektierende Elektrode des Flüssigkristallelementes in dem Pixel 410. Die leitende Schicht 311b weist eine Öffnung 451 auf.

**[0141]** Die gestrichelte Linie in Fig. 13B1 stellt ein lichtemittierendes Element 360 dar, das in einem Bereich positioniert ist, der die leitende Schicht 311b überlappt. Das lichtemittierende Element 360 überlappt die Öffnung 451 der leitenden Schicht 311b. Folglich wird Licht, das von dem lichtemittierenden Element 360 emittiert wird, durch die Öffnung 451 zur Anzeigeflächenseite hin extrahiert.

**[0142]** In Fig. 13B1 handelt es sich bei den Pixeln 410, die in der Richtung R benachbart sind, um Pixel unterschiedlicher Farben. Wie in Fig. 13B1 dargestellt, sind die Öffnungen 451 in zwei Pixeln, die in der Richtung R benachbart sind, vorzugsweise an unterschiedlichen Positionen in den leitenden Schichten 311b bereitgestellt, damit sie nicht in einer Linie angeordnet sind. Deshalb können zwei benachbarte lichtemittierende Elemente 360 voneinander getrennt sein, wodurch verhindert werden kann, dass Licht, das von dem lichtemittierenden Element 360 emittiert wird, in eine Farbschicht, die in dem benachbarten Pixel 410 enthalten ist, eintritt (ein derartiges Phänomen wird auch als Nebensprechen bezeichnet). Außerdem kann, da zwei benachbarte lichtemittierende Elemente 360 voneinander getrennt angeordnet sein können, eine hochauflösende Anzeigevorrichtung erhalten werden, auch wenn EL-Schichten der lichtemittierenden Elemente 360 unter Verwendung einer Schattenmaske oder dergleichen getrennt ausgebildet werden.

**[0143]** Alternativ kann auch die Anordnung, die in Fig. 13B2 dargestellt ist, zum Einsatz kommen.

**[0144]** Wenn das Verhältnis der Gesamtfläche der Öffnung 451 zu der Gesamtfläche ohne Öffnung zu groß ist, ist die Anzeige, die unter Verwendung des Flüssigkristallelementes durchgeführt wird, dunkel. Wenn das Verhältnis der Gesamtfläche der Öffnung 451 zu der Gesamtfläche ohne Öffnung zu klein ist, ist die Anzeige, die unter Verwendung des lichtemittierenden Elementes 360 durchgeführt wird, dunkel.

**[0145]** Wenn die Fläche der Öffnung 451 der leitenden Schicht 311b, die als reflektierende Elektrode dient, zu klein ist, nimmt die Extraktionseffizienz von Licht ab, das von dem lichtemittierenden Element 360 emittiert wird.

**[0146]** Die Öffnung 451 kann beispielsweise eine polygonale Form, eine viereckige Form, eine elliptische Form, eine Kreisform, eine Kreuzform, eine Streifenform, eine Schlitzform oder ein Schachbrettmuster aufweisen. Die Öffnung 451 kann nahe an dem benachbarten Pixel bereitgestellt sein. Die Öffnung 451 ist vorzugsweise nahe an einem anderen Pixel, das die gleiche Farbe anzeigt, bereitgestellt, in welchem Falle ein Nebensprechen unterdrückt werden kann.

[Schaltungskonfigurationsbeispiel]

**[0147]** Fig. 14 ist ein Schaltplan, der ein Konfigurationsbeispiel des Pixels 410 zeigt. Fig. 14 stellt zwei benachbarte Pixel 410 dar.

**[0148]** Das Pixel 410 beinhaltet einen Schalter SW1, einen Kondensator C1, ein Flüssigkristallelement 340, einen Schalter SW2, einen Transistor M, einen Kondensator C2, das lichtemittierende Element 360 und dergleichen. Das Pixel 410 ist elektrisch mit der Leitung G1, der Leitung G2, der Leitung ANO, der Leitung CSCOM, der Leitung S1 und der Leitung S2 verbunden. Fig. 14 stellt auch eine Leitung VCOM1, die elektrisch mit dem Flüssigkristallelement 340 verbunden ist, und eine Leitung VCOM2 dar, die elektrisch mit dem lichtemittierenden Element 360 verbunden ist.

**[0149]** Fig. 14 zeigt ein Beispiel, bei dem Transistoren als Schalter SW1 und SW2 verwendet werden.

**[0150]** Ein Gate des Schalters SW1 ist mit der Leitung G1 verbunden. Ein Anschluss von Source und Drain des Schalters SW1 ist mit der Leitung S1 verbunden, und der andere Anschluss von Source und Drain ist mit einer Elektrode des Kondensators C1 und einer Elektrode des Flüssigkristallelementes 340 verbunden. Die andere Elektrode des Kondensators C1 ist mit der Leitung CSCOM verbunden.

Die andere Elektrode des Flüssigkristallelementes 340 ist mit der Leitung VCOM1 verbunden.

**[0151]** Ein Gate des Schalters SW2 ist mit der Leitung G2 verbunden. Ein Anschluss von Source und Drain des Schalters SW2 ist mit der Leitung S2 verbunden, und der andere Anschluss von Source und Drain ist mit einer Elektrode des Kondensators C2 und einem Gate des Transistors M verbunden. Die andere Elektrode des Kondensators C2 ist mit einem Anschluss von Source und Drain des Transistors M und der Leitung ANO verbunden. Der andere Anschluss von Source und Drain des Transistors M ist mit einer Elektrode des lichtemittierenden Elementes 360 verbunden. Die andere Elektrode des lichtemittierenden Elementes 360 ist mit der Leitung VCOM2 verbunden.

**[0152]** Fig. 14 zeigt ein Beispiel, bei dem der Transistor M zwei Gates beinhaltet, die miteinander verbunden sind, wobei ein Halbleiter dazwischen positioniert ist. Diese Struktur kann einen Strom erhöhen, der durch den Transistor M fließen kann.

**[0153]** Die Leitung G1 kann mit einem Signal zum Steuern des Einschalt-/Ausschaltzustandes des Schalters SW1 versorgt werden. Ein vorbestimmtes Potential kann der Leitung VCOM1 zugeführt werden. Die Leitung S1 kann mit einem Signal zum Steuern des Ausrichtungszustandes des Flüssigkristalls versorgt werden, der in dem Flüssigkristallelement 340 enthalten ist. Ein vorbestimmtes Potential kann der Leitung CSCOM zugeführt werden.

**[0154]** Die Leitung G2 kann mit einem Signal zum Steuern des Einschalt-/Ausschaltzustandes des Schalters SW2 versorgt werden. Die Leitung VCOM2 und die Leitung ANO können mit Potentialen versorgt werden, die eine ausreichend große Differenz aufweisen, um das lichtemittierende Element 360 dazu zu bringen, Licht zu emittieren. Die Leitung S2 kann mit einem Signal zum Steuern des Leitungszustandes des Transistors M versorgt werden.

**[0155]** In dem reflektierenden Modus kann beispielsweise eine Anzeige durchgeführt werden, indem das Pixel 410 in Fig. 14 mit den Signalen, die der Leitung G1 und der Leitung S1 zugeführt werden, angesteuert wird und die optische Modulation des Flüssigkristallelementes 340 genutzt wird. In dem transmissiven Modus kann eine Anzeige durchgeführt werden, indem das Pixel mit den Signalen, die der Leitung G2 und der Leitung S2 zugeführt werden, angesteuert wird, um das lichtemittierende Element 360 dazu zu bringen, Licht zu emittieren. In dem Fall, in dem beide Betriebsmodi kombiniert werden, kann das Pixel mit den Signalen angesteuert werden, die der Leitung G1, der Leitung G2, der Leitung S1 und der Leitung S2 zugeführt werden.

**[0156]** Es sei angemerkt, dass eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung nicht auf das in Fig. 14 gezeigte Beispiel beschränkt ist, bei dem ein Pixel 410 ein einziges Flüssigkristallelement 340 und ein einziges lichtemittierendes Element 360 beinhaltet. Fig. 15A zeigt ein Beispiel, bei dem ein Pixel 410 ein einziges Flüssigkristallelement 340 und vier lichtemittierende Elemente 360 (lichtemittierende Elemente 360r, 360g, 360b und 360w) beinhaltet.

**[0157]** In Fig. 15A sind zusätzlich zu den Leitungen in Fig. 14 eine Leitung G3 und eine Leitung S3 mit dem Pixel 410 verbunden.

**[0158]** Bei dem in Fig. 15A gezeigten Beispiel können beispielsweise lichtemittierende Elemente, die Rot (R), Grün (G), Blau (B) und Weiß (W) darstellen, als vier lichtemittierende Elemente 360 verwendet werden. Ein reflektierendes Flüssigkristallelement, das Weiß darstellt, kann als Flüssigkristallelement 340 verwendet werden. Dies ermöglicht eine weiße Anzeige mit hohem Reflexionsvermögen in dem reflektierenden Modus. Dies ermöglicht auch eine Anzeige mit geringem Stromverbrauch und ausgezeichneten Farbwiedergabeeigenschaften in dem transmissiven Modus.

**[0159]** Fig. 15B zeigt ein Konfigurationsbeispiel des Pixels 410. Das Pixel 410 beinhaltet das lichtemittierende Element 360w, das eine Öffnung einer Elektrode 311 überlappt, sowie die lichtemittierenden Elemente 360r, 360g und 360b, die in der Nähe der Elektrode 311 angeordnet sind. Vorzugsweise weisen die lichtemittierenden Elemente 360r, 360g und 360b im Wesentlichen die gleiche Lichtemissionsfläche auf.

[Strukturbeispiel eines Anzeigefeldes]

**[0160]** Fig. 16 ist eine schematische perspektivische Ansicht eines Anzeigefeldes 300 einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Bei dem Anzeigefeld 300 sind ein Substrat 351 und ein Substrat 361 miteinander verbunden. In Fig. 16 ist das Substrat 361 durch eine gestrichelte Linie dargestellt.

**[0161]** Das Anzeigefeld 300 beinhaltet einen Anzeigabschnitt 362, eine Schaltung 364, eine Leitung 365 und dergleichen. Beispielsweise ist das Substrat 351 mit der Schaltung 364, der Leitung 365 und der leitenden Schicht 311b versehen, die als Pixelelektrode dient. Fig. 16 zeigt ein Beispiel, bei dem ein IC 373 und eine FPC 372 auf dem Substrat 351 montiert sind. Deshalb kann die in Fig. 16 dargestellte Struktur als Anzeigemodul bezeichnet werden, das das Anzeigefeld 300, die FPC 372 und den IC 373 beinhaltet.



**[0162]** Als Schaltung 364 kann beispielsweise eine Schaltung verwendet werden, die als Abtastleitungstreiberschaltung dient.

**[0163]** Die Leitung 365 weist eine Funktion zum Zuführen von Signalen und einem Strom zu dem Anzeigeabschnitt 362 und der Schaltung 364 auf. Die Signale und der Strom werden von außen über die FPC 372 oder von dem IC 373 in die Leitung 365 eingegeben.

**[0164]** Fig. 16 zeigt ein Beispiel, bei dem der IC 373 durch ein Chip-on-Glass-(COG-) Verfahren oder dergleichen über dem Substrat 351 bereitgestellt wird. Als IC 373 kann beispielsweise ein IC verwendet werden, der als Abtastleitungstreiberschaltung oder Signalleitungstreiberschaltung dient. Es sei angemerkt, dass der IC 373 beispielsweise dann weggelassen werden kann, wenn das Anzeigefeld 300 Schaltungen beinhaltet, die als Abtastleitungstreiberschaltung und Signalleitungstreiberschaltung dienen, oder wenn Schaltungen, die als Abtastleitungstreiberschaltung und Signalleitungstreiberschaltung dienen, extern bereitgestellt sind und Signale zum Betreiben des Anzeigefeldes 300 über die FPC 372 eingegeben werden. Alternativ kann der IC 373 durch ein Chip-on-Film- (COF-) Verfahren oder dergleichen auf der FPC 372 montiert werden.

**[0165]** Fig. 16 zeigt eine vergrößerte Ansicht eines Teils des Anzeigeabschnitts 362. Die leitenden Schichten 311b, die in einer Vielzahl von Anzeigeelementen enthalten sind, sind in dem Anzeigeabschnitt 362 in einer Matrix angeordnet. Die leitende Schicht 311b weist eine Funktion zum Reflektieren von sichtbarem Licht auf und dient als reflektierende Elektrode des Flüssigkristallelementes 340, das nachstehend beschrieben wird.

**[0166]** Wie in Fig. 16 dargestellt, weist die leitende Schicht 311b eine Öffnung auf. Das lichtemittierende Element 360 ist näher an dem Substrat 351 positioniert als die leitende Schicht 311b. Licht wird von dem lichtemittierenden Element 360 durch die Öffnung der leitenden Schicht 311b zur Seite des Substrats 361 hin emittiert.

**[0167]** Des Weiteren kann ein Berührungssensor über dem Substrat 361 bereitgestellt werden. Beispielsweise kann ein plattenförmiger kapazitiver Berührungssensor 366 derart bereitgestellt werden, dass er den Anzeigeabschnitt 362 überlappt. Alternativ kann der Berührungssensor zwischen dem Substrat 361 und dem Substrat 351 bereitgestellt werden. In dem Fall, in dem der Berührungssensor zwischen dem Substrat 361 und dem Substrat 351 bereitgestellt wird, können ein optischer Berührungssensor, der ein photoelektrisches Umwandlungselement beinhaltet, sowie ein kapazitiver Berührungssensor verwendet werden.

[Beispiel 1 für die Querschnittsstruktur]

**[0168]** Fig. 17 zeigt Beispiele für Querschnitte eines Teils eines Bereichs, der die FPC 372 aufweist, eines Teils eines Bereichs, der die Schaltung 364 aufweist, und eines Teils eines Bereichs, der den Anzeigebereich 362 aufweist, des in Fig. 16 beispielhaft dargestellten Anzeigefeldes. Es sei angemerkt, dass der Berührungssensor 366 nicht dargestellt ist.

**[0169]** Das Anzeigefeld beinhaltet eine Isolierschicht 220 zwischen dem Substrat 351 und dem Substrat 361. Das lichtemittierende Element 360, ein Transistor 201, ein Transistor 205, ein Transistor 206, eine Farbschicht 134 und dergleichen sind zwischen dem Substrat 351 und der Isolierschicht 220 bereitgestellt. Das Flüssigkristallelement 340, eine Farbschicht 131 und dergleichen sind zwischen der Isolierschicht 220 und dem Substrat 361 bereitgestellt. Das Substrat 361 und die Isolierschicht 220 sind durch eine Klebeschicht 141 miteinander verbunden. Das Substrat 351 und die Isolierschicht 220 sind durch eine Klebeschicht 142 miteinander verbunden.

**[0170]** Der Transistor 206 ist elektrisch mit dem Flüssigkristallelement 340 verbunden, und der Transistor 205 ist elektrisch mit dem lichtemittierenden Element 360 verbunden. Der Transistor 205 und der Transistor 206, welche jeweils an einer Oberfläche der Isolierschicht 220 auf der Seite des Substrats 351 ausgebildet werden, können durch den gleichen Prozess ausgebildet werden.

**[0171]** Das Substrat 361 ist mit der Farbschicht 131, einer lichtundurchlässigen Schicht 132, einer Isolierschicht 121, einer leitenden Schicht 313, die als gemeinsame Elektrode des Flüssigkristallelementes 340 dient, einem Ausrichtungsfilm 133b, einer Isolierschicht 117 und dergleichen versehen. Die Isolierschicht 117 dient als Abstandshalter zum Halten eines Zellenabstandes des Flüssigkristallelementes 340.

**[0172]** Isolierschichten, wie z. B. eine Isolierschicht 211, eine Isolierschicht 212, eine Isolierschicht 213, eine Isolierschicht 214 und eine Isolierschicht 215, sind auf der dem Substrat 351 zugewandten Seite der Isolierschicht 220 bereitgestellt. Ein Teil der Isolierschicht 211 dient als Gate-Isolierschicht jedes Transistors. Die Isolierschicht 212, die Isolierschicht 213 und die Isolierschicht 214 sind bereitgestellt, um die Transistoren zu bedecken. Die Isolierschicht 215 ist bereitgestellt, um die Isolierschicht 214 zu bedecken. Die Isolierschicht 214 und die Isolierschicht 215 dienen jeweils als Planarisierungsschicht. Es sei angemerkt, dass hier die drei Isolierschichten, d. h. die Isolierschicht 212, die Isolierschicht 213 und die Isolierschicht 214, bereitgestellt sind, um die Transistoren und dergleichen zu bedecken; jedoch

ist die Anzahl von Isolierschichten nicht auf drei beschränkt und kann eins, zwei, vier oder mehr sein. Die Isolierschicht 214, die als Planarisierungsschicht dient, wird nicht notwendigerweise bereitgestellt.

**[0173]** Der Transistor 201, der Transistor 205 und der Transistor 206 beinhalten jeweils eine leitende Schicht 221, die teilweise als Gate dient, leitende Schichten 222, die teilweise als Source und Drain dienen, und eine Halbleiterschicht 231. Hier ist eine Vielzahl von Schichten, die durch Verarbeiten desselben leitenden Films erhalten werden, durch die gleiche Schraffur dargestellt.

**[0174]** Es handelt sich bei dem Flüssigkristallelement 340 um ein reflektierendes Flüssigkristallelement. Das Flüssigkristallelement 340 weist eine Struktur auf, bei der eine leitende Schicht 311a, ein Flüssigkristall 312 und die leitende Schicht 313 übereinander angeordnet sind. Die leitende Schicht 311b, die sichtbares Licht reflektiert, ist in Kontakt mit einer Oberfläche der leitenden Schicht 311a auf der Seite des Substrats 351 bereitgestellt. Die leitende Schicht 311b weist eine Öffnung 251 auf. Die leitende Schicht 311a und die leitende Schicht 313 enthalten jeweils ein Material, das sichtbares Licht durchlässt. Zusätzlich ist ein Ausrichtungsfilm 133a zwischen dem Flüssigkristall 312 und der leitenden Schicht 311a bereitgestellt, und der Ausrichtungsfilm 133b ist zwischen dem Flüssigkristall 312 und der leitenden Schicht 313 bereitgestellt. Eine polarisierende Platte 130 ist auf einer Außenseite des Substrats 361 bereitgestellt.

**[0175]** Bei dem Flüssigkristallelement 340 weist die leitende Schicht 311b eine Funktion zum Reflektieren von sichtbarem Licht auf, und die leitende Schicht 313 weist eine Funktion zum Durchlassen von sichtbarem Licht auf. Licht, das von der Seite des Substrats 361 einfällt, wird durch die polarisierende Platte 130 polarisiert, passiert die leitende Schicht 313 und den Flüssigkristall 312 und wird von der leitenden Schicht 311b reflektiert. Dann passiert das Licht wieder den Flüssigkristall 312 und die leitende Schicht 313 und erreicht die polarisierende Platte 130. In diesem Fall kann eine optische Modulation des Lichts gesteuert werden, indem die Ausrichtung des Flüssigkristalls mit einer Spannung gesteuert wird, die zwischen der leitenden Schicht 311b und der leitenden Schicht 313 angelegt wird. Das heißt, dass die Intensität des Lichts, das durch die polarisierende Platte 130 extrahiert wird, gesteuert werden kann. Licht, das sich von demjenigen in einem bestimmten Wellenlängenbereich unterscheidet, wird von der Farbschicht 131R absorbiert, so dass beispielsweise rotes Licht extrahiert wird.

**[0176]** Es handelt sich bei dem lichtemittierenden Element 360 um ein lichtemittierendes Element mit

Emission nach unten. Das lichtemittierende Element 360 weist eine Struktur auf, bei der eine leitende Schicht 191, eine EL-Schicht 192 und eine leitende Schicht 193b in dieser Reihenfolge von der Seite der Isolierschicht 220 aus übereinander angeordnet sind. Zusätzlich ist eine leitende Schicht 193a bereitgestellt, um die leitende Schicht 193b zu bedecken. Die leitende Schicht 193b enthält ein Material, das sichtbares Licht reflektiert, und die leitende Schicht 191 und die leitende Schicht 193a enthalten jeweils ein Material, das sichtbares Licht durchlässt. Licht wird von dem lichtemittierenden Element 360 durch die Farbschicht 134, die Isolierschicht 220, die Öffnung 251, die leitende Schicht 313 und dergleichen zur Seite des Substrats 361 hin emittiert.

**[0177]** Dabei ist, wie in **Fig. 17** dargestellt, die Öffnung 251 vorzugsweise mit der leitenden Schicht 311a versehen, die sichtbares Licht durchlässt. Folglich wird der Flüssigkristall 312 in einem Bereich, der die Öffnung 251 überlappt, sowie in dem anderen Bereich ausgerichtet; deshalb kann ein Ausrichtungsfehler des Flüssigkristalls in einem Grenzabschnitt zwischen diesen Bereichen, der eine ungewollte Lichtleckage verursachen könnte, unterdrückt werden.

**[0178]** Als polarisierende Platte 130, die an der Außenseite des Substrats 361 bereitgestellt ist, kann eine linear polarisierende Platte oder eine zirkular polarisierende Platte verwendet werden. Ein Beispiel für eine zirkular polarisierende Platte ist eine Schichtanordnung aus einer linearen polarisierenden Platte und einer Viertelwellen-Verzögerungsplatte. Eine derartige Struktur kann die Reflexion von Außenlicht unterdrücken. Eine Lichtstreuuscheibe kann bereitgestellt werden, um die Reflexion von Außenlicht zu unterdrücken. Der Zellenabstand, die Ausrichtung, die Betriebsspannung und dergleichen des Flüssigkristallelementes, das als Flüssigkristallelement 340 verwendet wird, werden entsprechend der Art der polarisierenden Platte gesteuert, so dass ein wünschenswerter Kontrast erhalten wird.

**[0179]** Eine Isolierschicht 217 ist über der Isolierschicht 216 bereitgestellt, die einen Endabschnitt der leitenden Schicht 191 bedeckt. Die Isolierschicht 217 dient als Abstandshalter, der verhindert, dass sich das Substrat 351 unnötig nahe an der Isolierschicht 220 befindet. Außerdem kann in dem Fall, in dem die EL-Schicht 192 oder die leitende Schicht 193a unter Verwendung einer Abschirmmaske (Metallmaske) ausgebildet wird, die Isolierschicht 217 eine Funktion zum Verhindern aufweisen, dass die Abschirmmaske in Kontakt mit einer Oberfläche ist, an der die EL-Schicht 192 oder die leitende Schicht 193a ausgebildet wird. Es sei angemerkt, dass die Isolierschicht 217 nicht notwendigerweise bereitgestellt wird.

**[0180]** Ein Anschluss von Source und Drain des Transistors 205 ist über eine leitende Schicht 224 elektrisch mit der leitenden Schicht 191 des lichtemittierenden Elementes 360 verbunden.

**[0181]** Ein Anschluss von Source und Drain des Transistors 206 ist über einen Verbindungsabschnitt 207 elektrisch mit der leitenden Schicht 311b verbunden. Die leitende Schicht 311b und die leitende Schicht 311a sind in Kontakt miteinander und elektrisch miteinander verbunden. In dem Verbindungsabschnitt 207 sind die leitenden Schichten, die an beiden Oberflächen der Isolierschicht 220 bereitgestellt sind, durch eine Öffnung der Isolierschicht 220 miteinander verbunden.

**[0182]** Ein Verbindungsabschnitt 204 ist in einem Bereich bereitgestellt, in dem das Substrat 351 und das Substrat 361 einander nicht überlappen. Der Verbindungsabschnitt 204 ist über eine Verbindungsschicht 242 elektrisch mit der FPC 372 verbunden. Der Verbindungsabschnitt 204 weist eine Struktur auf, die derjenigen des Verbindungsabschnitts 207 ähnlich ist. Auf der Oberseite des Verbindungsabschnitts 204 liegt eine leitende Schicht frei, die durch Verarbeiten desselben leitenden Films wie die leitende Schicht 311a erhalten wird. Somit können der Verbindungsabschnitt 204 und die FPC 372 über die Verbindungsschicht 242 elektrisch miteinander verbunden werden.

**[0183]** Ein Verbindungsabschnitt 252 ist in einem Teil eines Bereichs bereitgestellt, in dem die Klebeschicht 141 bereitgestellt ist. In dem Verbindungsabschnitt 252 ist eine leitende Schicht, die durch Verarbeiten desselben leitenden Films wie die leitende Schicht 311a erhalten wird, über einen Verbinder 243 elektrisch mit einem Teil der leitenden Schicht 313 verbunden. Demzufolge kann der leitenden Schicht 313, die auf der Seite des Substrats 361 ausgebildet ist, ein Signal oder ein Potential, welches von der auf der Seite des Substrats 351 verbundenen FPC 372 eingegeben wird, über den Verbindungsabschnitt 252 zugeführt werden.

**[0184]** Als Verbinder 243 kann beispielsweise ein leitfähiges Teilchen verwendet werden. Als leitfähiges Teilchen kann ein Teilchen eines organischen Harzes, Siliziumoxidteilchen oder dergleichen verwendet werden, das mit einem Metallmaterial beschichtet ist. Vorzugsweise wird Nickel oder Gold als Metallmaterial verwendet, da der Kontaktwiderstand verringert werden kann. Vorzugsweise wird auch ein Teilchen, das mit Schichten aus zwei oder mehr Arten von Metallmaterialien beschichtet ist, wie z. B. ein Teilchen, das mit Nickel und ferner mit Gold beschichtet ist, verwendet. Als Verbinder 243 wird vorzugsweise ein Material verwendet, das zur elastischen Verformung oder plastischen Verformung geeignet ist. Wie in **Fig. 17** dargestellt, weist der Ver-

binder 243, der ein leitfähiges Teilchen ist, in einigen Fällen eine Form auf, die vertikal zusammengedrückt ist. Dementsprechend nimmt die Kontaktfläche zwischen dem Verbinder 243 und einer leitenden Schicht, die elektrisch mit dem Verbinder 243 verbunden ist, zu, so dass der Kontaktwiderstand verringert werden kann und Probleme, wie z. B. eine Leitungsunterbrechung, unterdrückt werden können.

**[0185]** Der Verbinder 243 ist vorzugsweise derart bereitgestellt, dass er mit der Klebeschicht 141 bedeckt ist. Der Verbinder 243 kann beispielsweise in der Klebeschicht 141, die noch nicht ausgehärtet ist, dispergiert werden.

**[0186]** **Fig. 17** zeigt ein Beispiel für die Schaltung 364, bei der der Transistor 201 bereitgestellt ist.

**[0187]** In **Fig. 17** weisen beispielsweise der Transistor 201 und der Transistor 205 jeweils eine Struktur auf, bei der die Halbleiterschicht 231, in der ein Kanal gebildet wird, zwischen zwei Gates bereitgestellt ist. Eines der Gates wird unter Verwendung der leitenden Schicht 221 ausgebildet, und das andere Gate wird unter Verwendung einer leitenden Schicht 223 ausgebildet, die die Halbleiterschicht 231 überlappt, wobei die Isolierschicht 212 dazwischen positioniert ist. Eine derartige Struktur ermöglicht die Steuerung der Schwellenspannung des Transistors. In diesem Fall können die zwei Gates miteinander verbunden und mit dem gleichen Signal versorgt werden, um den Transistor anzusteuern. Ein derartiger Transistor kann eine höhere Feldeffektbeweglichkeit und einen höheren Durchlassstrom aufweisen als andere Transistoren. Folglich kann eine Schaltung ausgebildet werden, die mit hoher Geschwindigkeit arbeiten kann. Des Weiteren kann die Fläche, die von einem Schaltungsabschnitt eingenommen wird, verringert werden. Die Verwendung des Transistors mit einem hohen Durchlassstrom kann selbst dann, wenn die Anzahl von Leitungen infolge einer Erhöhung der Größe oder Auflösung des Anzeigefeldes zunimmt, eine Signalverzögerung in Leitungen verringern und eine Ungleichmäßigkeit der Anzeige unterdrücken.

**[0188]** Es sei angemerkt, dass der Transistor, der in der Schaltung 364 enthalten ist, und der Transistor, der in dem Anzeigeabschnitt 362 enthalten ist, die gleiche Struktur aufweisen können. Eine Vielzahl von Transistoren, die in der Schaltung 364 enthalten sind, kann die gleiche Struktur oder unterschiedliche Strukturen aufweisen. Eine Vielzahl von Transistoren, die in dem Anzeigeabschnitt 362 enthalten sind, kann die gleiche Struktur oder unterschiedliche Strukturen aufweisen.

**[0189]** Ein Material, das eine Diffusion von Verunreinigungen, wie z. B. Wasser oder Wasserstoff, verhindert, wird vorzugsweise für mindestens eine der Isolierschichten 212 und 213 verwendet, die die

Transistoren bedecken. Das heißt, dass die Isolierschicht 212 oder die Isolierschicht 213 als Sperrfilm dienen kann. Eine derartige Struktur kann die Diffusion der Verunreinigungen von außen in die Transistoren effektiv unterdrücken, und daher kann ein sehr zuverlässiges Anzeigefeld bereitgestellt werden.

**[0190]** Die Isolierschicht 121 ist auf der Seite des Substrats 361 bereitgestellt, um die Farbschicht 131 und die lichtundurchlässige Schicht 132 zu bedecken. Die Isolierschicht 121 kann als Planarisierungsschicht dienen. Die Isolierschicht 121 ermöglicht, dass die leitende Schicht 313 eine im Wesentlichen ebene Oberfläche aufweist, was zu einem gleichmäßigen Ausrichtungszustand des Flüssigkristalls 312 führt.

[Beispiel 2 für die Querschnittsstruktur]

**[0191]** Das Anzeigefeld einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann einen Bereich aufweisen, in dem ein erster Transistor und ein zweiter Transistor, welche in einem Pixel bereitgestellt sind, einander überlappen, wie in **Fig. 18** dargestellt. Eine derartige Struktur ermöglicht eine Herstellung eines Anzeigefeldes mit einer verringerten Fläche pro Pixel und mit einer Pixeldichte, die hoch genug ist, um ein hochauflösendes Bild anzuzeigen.

**[0192]** Beispielsweise kann das Anzeigefeld einen Bereich aufweisen, in dem der Transistor 205 zum Ansteuern des lichtemittierenden Elementes 360 und ein Transistor 208 einander überlappen. Alternativ kann das Anzeigefeld einen Bereich aufweisen, in dem der Transistor 206 zum Ansteuern des Flüssigkristallelementes 340 und einer der Transistoren 205 und 208 einander überlappen.

[Beispiel 3 für die Querschnittsstruktur]

**[0193]** Bei dem Anzeigefeld einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung können, wie in **Fig. 19** dargestellt, ein Anzeigefeld 300a und ein Anzeigefeld 300b durch eine Klebeschicht 50 miteinander verbunden sein. Das Anzeigefeld 300a beinhaltet das Flüssigkristallelement 340 und den Transistor 206 in einem Anzeigebereich 362a sowie einen Transistor 201a in einer Schaltung 364a zum Ansteuern des Anzeigebereichs 362. Das Anzeigefeld 300b beinhaltet das lichtemittierende Element 360 und die Transistoren 205 und 208 in einem Anzeigebereich 362b sowie einen Transistor 201b in einer Schaltung 364b zum Ansteuern des Anzeigebereichs 362b.

**[0194]** Eine derartige Struktur ermöglicht, dass das Anzeigefeld 300a und das Anzeigefeld 300b durch ihre optimale Prozesse hergestellt werden, was zur Verbesserung der Herstellungsausbeute führt.

[Komponenten]

**[0195]** Die vorstehend erwähnten Komponenten werden im Folgenden beschrieben.

[Substrat]

**[0196]** Ein Material mit einer ebenen Oberfläche kann für jedes der Substrate verwendet werden, die in dem Anzeigefeld enthalten sind. Das Substrat, durch das Licht von dem Anzeigeelement extrahiert wird, wird unter Verwendung eines Materials ausgebildet, das das Licht durchlässt. Beispielsweise kann ein Material, wie z. B. Glas, Quarz, Keramik, Saphir oder ein organisches Harz, verwendet werden.

**[0197]** Das Gewicht und die Dicke des Anzeigefeldes können unter Verwendung eines dünnen Substrats verringert werden. Überdies kann ein flexibles Anzeigefeld unter Verwendung eines Substrats erhalten werden, das dünn genug ist, um Flexibilität aufzuweisen.

**[0198]** Das Substrat, durch das keine Lichtemission extrahiert wird, muss keine Lichtdurchlässigkeitseigenschaft aufweisen; deshalb kann, abgesehen von den oben genannten Substraten, ein Metallsubstrat oder dergleichen verwendet werden. Ein Metallsubstrat wird bevorzugt, da seine hohe Wärmeleitfähigkeit ermöglicht, dass Wärme leicht an das gesamte Substrat geleitet wird, wodurch ein lokaler Temperaturanstieg in dem Anzeigefeld unterdrückt werden kann. Um Flexibilität oder Biegsamkeit zu erhalten, ist die Dicke des Metallsubstrats bevorzugt größer als oder gleich 10 µm und kleiner als oder gleich 200 µm, bevorzugt größer als oder gleich 20 µm und kleiner als oder gleich 50 µm.

**[0199]** Obwohl es keine besondere Beschränkung hinsichtlich des Materials des Metallsubstrats gibt, kann beispielsweise ein Metall, wie z. B. Aluminium, Kupfer oder Nickel, oder eine Legierung, wie z. B. eine Aluminiumlegierung oder Edelstahl, vorteilhaft verwendet werden.

**[0200]** Alternativ kann ein Substrat verwendet werden, das einer Isolierungsbehandlung unterzogen worden ist, wie beispielsweise ein Metallsubstrat, dessen Oberfläche oxidiert worden ist oder mit einem Isolierfilm versehen ist. Ein Isolierfilm kann beispielsweise durch ein Beschichtungsverfahren, wie z. B. ein Rotationsbeschichtungsverfahren oder ein Tauchverfahren, ein Elektroabscheidungsverfahren, ein Verdampfungsverfahren oder ein Sputterverfahren ausgebildet werden. Alternativ kann ein Oxidfilm an der Oberfläche des Substrats ausgebildet werden, indem das Substrat in einer Sauerstoffatmosphäre belassen oder erwärmt wird oder indem ein anodisches Oxidationsverfahren oder dergleichen zur Anwendung kommt.

**[0201]** Beispiele für ein Material, das Flexibilität aufweist und sichtbares Licht durchlässt, umfassen Polyesterharze, wie z. B. Polyethylenterephthalat (PET) und Polyethylenphthalat (PEN), ein Polyacrylnitrilharz, ein Polyimidharz, ein Polymethylmethacrylatharz, ein Polycarbonat- (PC-) Harz, ein Polyethersulfon-(PES-) Harz, ein Polyamidharz, ein Cycloolefinharz, ein Polystyrolharz, ein Polyamidimidharz, ein Polyvinylchloridharz und Polytetrafluorethylen- (PTFE-) Harz. Im Besonderen wird vorzugsweise ein Material mit niedrigem Wärmeausdehnungskoeffizienten, zum Beispiel ein Polyamidimidharz, ein Polyimidharz oder PET, verwendet, deren Wärmeausdehnungskoeffizienten niedriger als oder gleich  $30 \times 10^{-6} / \text{K}$  sind. Es kann auch ein Substrat, bei dem eine Glasfaser mit einem organischen Harz imprägniert ist, oder ein Substrat verwendet werden, dessen Wärmeausdehnungskoeffizient verringert wird, indem einem organischen Harz ein anorganischer Füllstoff beigemischt wird. Ein Substrat, bei dem ein derartiges Material verwendet wird, ist leicht, und dementsprechend kann ein Anzeigefeld, bei dem das Substrat verwendet wird, ebenfalls leicht sein.

**[0202]** In dem Fall, in dem das vorstehende Material einen Faserstoff enthält, wird als Faserstoff eine hochfeste Faser aus einer organischen Verbindung oder einer anorganischen Verbindung verwendet. Die hochfeste Faser bezeichnet insbesondere eine Faser mit einem hohen Zugmodul oder mit einem hohen Young'schen Modul. Typische Beispiele dafür umfassen eine Faser auf Polyvinylalkohol-Basis, eine Faser auf Polyesterbasis, eine Faser auf Polyamidbasis, eine Faser auf Polyethylen-Basis, eine Faser auf Aramid-Basis, eine Faser auf Polyparaphenylenebenzobisoxazol-Basis, eine Glasfaser und eine Kohlenstofffaser. Als Glasfaser kann eine Glasfaser aus E-Glas, S-Glas, D-Glas, Q-Glas oder dergleichen verwendet werden. Diese Fasern können in Form eines Gewebes oder eines Vliesstoffs verwendet werden, und als flexibles Substrat kann ein Strukturteil verwendet werden, das erhalten wird, indem ein Harz, mit dem ein derartiger Faserstoff imprägniert ist, ausgehärtet wird. Das Strukturteil, das den Faserstoff und das Harz enthält, wird vorzugsweise als flexibles Substrat verwendet, in welchem Falle die Zuverlässigkeit gegen Schäden infolge eines Biegens oder eines lokalen Drucks verbessert werden kann.

**[0203]** Alternativ kann für das Substrat Glas, ein Metall oder dergleichen verwendet werden, das dünn genug ist, um Flexibilität aufzuweisen. Alternativ kann ein Verbundmaterial verwendet werden, bei dem Glas und ein Harzmaterial durch eine Klebeschicht miteinander verbunden sind.

**[0204]** Eine Hartschicht (z. B. eine Siliziumnitridschicht oder eine Aluminiumoxidschicht), die eine

Oberfläche des Anzeigefeldes vor Schäden schützt, eine Schicht aus einem Material, das den Druck verteilen kann (z. B. eine Aramidharzschicht), oder dergleichen kann über dem flexiblen Substrat angeordnet sein. Um eine Verkürzung der Lebensdauer des Anzeigeelementes aufgrund von Feuchtigkeit oder dergleichen zu unterdrücken, kann beispielsweise ein Isolierfilm mit geringer Wasserdurchlässigkeit über dem flexiblen Substrat angeordnet sein. Beispielsweise kann ein anorganisches Isoliermaterial, wie z. B. Siliziumnitrid, Siliziumoxynitrid, Siliziumnitridoxid, Aluminiumoxid oder Aluminiumnitrid, verwendet werden.

**[0205]** Das Substrat kann ausgebildet werden, indem mehrere Schichten übereinander angeordnet werden. Wenn insbesondere eine Glasschicht verwendet wird, kann eine Barriereeigenschaft gegen Wasser und Sauerstoff verbessert werden, und somit kann ein sehr zuverlässiges Anzeigefeld bereitgestellt werden.

[Transistor]

**[0206]** Ein Transistor beinhaltet eine leitende Schicht, die als Gate-Elektrode dient, eine Halbleiterschicht, eine leitende Schicht, die als Source-Elektrode dient, eine leitende Schicht, die als Drain-Elektrode dient, und eine Isolierschicht, die als Gate-Isolierschicht dient. Bei dem vorstehenden Beispiel wird ein Bottom-Gate-Transistor verwendet.

**[0207]** Es sei angemerkt, dass es keine besondere Beschränkung hinsichtlich der Struktur des Transistors gibt, der in der Anzeigevorrichtung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung enthalten ist. Beispielsweise kann ein Planartransistor, ein Staggered-Transistor oder ein Inverted-Staggered-Transistor verwendet werden. Ferner kann ein Top-Gate-Transistor oder ein Bottom-Gate-Transistor verwendet werden. Gate-Elektroden können oberhalb und unterhalb eines Kanals bereitgestellt sein.

**[0208]** Es gibt keine besondere Beschränkung hinsichtlich der Kristallinität eines Halbleitermaterials, das für den Transistor verwendet wird, und man kann einen amorphen Halbleiter oder einen Halbleiter mit Kristallinität (einen mikrokristallinen Halbleiter, einen polykristallinen Halbleiter, einen einkristallinen Halbleiter oder einen Halbleiter, der teilweise Kristallbereiche enthält) verwenden. Vorzugsweise wird ein Halbleiter mit Kristallinität verwendet, da eine Verschlechterung der Transistoreigenschaften unterdrückt werden kann.

**[0209]** Als Halbleitermaterial, das für den Transistor verwendet wird, kann ein Metalloxid verwendet werden, dessen Energielücke größer als oder gleich 2 eV, bevorzugt größer als oder gleich 2,5 eV, bevorzugt größer als oder gleich 3 eV ist. Ein typisches

Beispiel dafür ist ein Oxidhalbleiter, der Indium enthält, und beispielsweise kann ein CAC-OS, der nachstehend beschrieben wird, verwendet werden.

**[0210]** Ein Transistor, der einen Oxidhalbleiter enthält, der eine größere Bandlücke und eine niedrigere Ladungsträgerdichte aufweist als Silizium, weist einen niedrigen Sperrstrom auf; deshalb können Ladungen, die in einem Kondensator akkumuliert sind, der in Reihe mit dem Transistor geschaltet ist, für eine lange Zeit gehalten werden.

**[0211]** Als Halbleiterschicht kann beispielsweise ein Film verwendet werden, der durch ein Oxid auf In-M-Zn-Basis repräsentiert wird, das Indium, Zink und M (ein Metall, wie z. B. Aluminium, Titan, Gallium, Germanium, Yttrium, Zirkonium, Lanthan, Cer, Zinn, Neodym oder Hafnium) enthält.

**[0212]** In dem Fall, in dem es sich bei dem Oxidhalbleiter, der in der Halbleiterschicht enthalten ist, um ein Oxid auf In-M-Zn-Basis handelt, erfüllt das Atomverhältnis der Metallelemente in einem Sputtertarget, das zum Abscheiden des Oxids auf In-M-Zn-Basis verwendet wird, vorzugsweise  $\text{In} > \text{M}$  und  $\text{Zn} \geq \text{M}$ . Das Atomverhältnis der Metallelemente in einem derartigen Sputtertarget ist vorzugsweise  $\text{In}:\text{M}:\text{Zn} = 1:1:1$ ,  $\text{In}:\text{M}:\text{Zn} = 1:1:1,2$ ,  $\text{In}:\text{M}:\text{Zn} = 3:1:2$ ,  $\text{In}:\text{M}:\text{Zn} = 4:2:3$ ,  $\text{In}:\text{M}:\text{Zn} = 4:2:4,1$ ,  $\text{In}:\text{M}:\text{Zn} = 5:1:6$ ,  $\text{In}:\text{M}:\text{Zn} = 5:1:7$ ,  $\text{In}:\text{M}:\text{Zn} = 5:1:8$  oder dergleichen. Es sei angemerkt, dass das Atomverhältnis der Metallelemente in der abgeschiedenen Halbleiterschicht von dem vorstehenden Atomverhältnis der Metallelemente in dem Sputtertarget in einem Bereich von  $\pm 40\%$  abweichen kann.

**[0213]** Der Bottom-Gate-Transistor, der bei dieser Ausführungsform als Beispiel beschrieben wird, wird bevorzugt, da die Anzahl von Herstellungsschritten verringert werden kann. Wenn ein Oxidhalbleiter, der bei einer niedrigeren Temperatur ausgebildet werden kann als polykristallines Silizium, für die Halbleiterschicht verwendet wird, können auch Materialien mit geringer Wärmebeständigkeit für eine Leitung, eine Elektrode oder ein Substrat unter der Halbleiterschicht verwendet werden, so dass die Auswahlmöglichkeiten an Materialien vergrößert werden können. Beispielsweise kann ein sehr großes Glassubstrat vorteilhaft verwendet werden.

**[0214]** Ein Oxidhalbleiterfilm mit niedriger Ladungsträgerdichte wird als Halbleiterschicht verwendet. Für die Halbleiterschicht kann beispielsweise ein Oxidhalbleiter verwendet werden, dessen Ladungsträgerdichte niedriger als oder gleich  $1 \times 10^{17} / \text{cm}^3$ , bevorzugt niedriger als oder gleich  $1 \times 10^{15} / \text{cm}^3$ , bevorzugt niedriger als oder gleich  $1 \times 10^{13} / \text{cm}^3$ , noch bevorzugt niedriger als oder gleich  $1 \times 10^{11} / \text{cm}^3$ , sogar noch bevorzugt niedriger als  $1 \times 10^{10} / \text{cm}^3$ , und höher als oder gleich  $1 \times 10^{-9} / \text{cm}^3$  ist. Ein

derartiger Oxidhalbleiter wird als hochreiner intrinsischer oder im Wesentlichen hochreiner intrinsischer Oxidhalbleiter bezeichnet. Ein derartiger Oxidhalbleiter weist eine niedrige Verunreinigungskonzentration und eine niedrige Dichte der Defektzustände auf und kann daher als stabile Eigenschaften aufweisend angesehen werden.

**[0215]** Es sei angemerkt, dass je nach erforderlichen Halbleitereigenschaften und elektrischen Eigenschaften (z. B. Feldeffektbeweglichkeit und Schwellenspannung) des Transistors ein Material mit einer geeigneten Zusammensetzung verwendet werden kann, ohne dabei auf die vorstehenden Beispiele beschränkt zu sein. Um die erforderlichen Halbleitereigenschaften des Transistors zu erhalten, werden vorzugsweise die Ladungsträgerdichte, die Verunreinigungskonzentration, die Defektdichte, das Atomverhältnis zwischen einem Metallelement und Sauerstoff, der Atomabstand, die Dichte und dergleichen der Halbleiterschicht auf geeignete Werte eingestellt.

**[0216]** Wenn der in der Halbleiterschicht enthaltene Oxidhalbleiter Silizium oder Kohlenstoff enthält, welche zur Gruppe 14 gehörende Elemente sind, nimmt die Anzahl von Sauerstofffehlstellen in der Halbleiterschicht zu, so dass eine n-Typ-Schicht gebildet wird. Deshalb ist die Silizium- oder Kohlenstoffkonzentration (gemessen durch Sekundärionen-Massenspektrometrie) in der Halbleiterschicht niedriger als oder gleich  $2 \times 10^{18} \text{ Atome/cm}^3$ , bevorzugt niedriger als oder gleich  $2 \times 10^{17} \text{ Atome/cm}^3$ .

**[0217]** Alkalimetall und Erdalkalimetall könnten Ladungsträger erzeugen, wenn sie an einen Oxidhalbleiter gebunden werden, in welchem Falle der Sperrstrom des Transistors ansteigen könnte. Deshalb ist die Alkalimetall- oder Erdalkalimetallkonzentration in der Halbleiterschicht, die durch Sekundärionen-Massenspektrometrie gemessen wird, niedriger als oder gleich  $1 \times 10^{18} \text{ Atome/cm}^3$ , bevorzugt niedriger als oder gleich  $2 \times 10^{16} \text{ Atome/cm}^3$ .

**[0218]** Wenn der in der Halbleiterschicht enthaltene Oxidhalbleiter Stickstoff enthält, werden Elektronen, die als Ladungsträger dienen, erzeugt, und es steigt die Ladungsträgerdichte an, so dass die Halbleiterschicht leicht zum n-Typ wird. Folglich ist es wahrscheinlich, dass ein Transistor, der einen Stickstoff enthaltenden Oxidhalbleiter enthält, selbstleitende Eigenschaften aufweist. Daher ist die Stickstoffkonzentration in der Halbleiterschicht, die durch Sekundärionen-Massenspektrometrie gemessen wird, vorzugsweise niedriger als oder gleich  $5 \times 10^{18} \text{ Atome/cm}^3$ .

**[0219]** Die Halbleiterschicht kann beispielsweise eine nicht-einkristalline Struktur aufweisen. Die nicht-einkristalline Struktur umfasst beispielsweise

einen CAAC-OS (einen kristallinen Oxidhalbleiter mit Ausrichtung bezüglich der c-Achse bzw. c-Axis Aligned Crystalline Oxide Semiconductor oder einen in der a-b-Ebene verankerten kristallinen Oxidhalbleiter mit Ausrichtung bezüglich der c-Achse bzw. c-Axis Aligned a-b-Plane-Anchored Crystalline Oxide Semiconductor), der einen Kristall mit Ausrichtung bezüglich der c-Achse enthält, eine polykristalline Struktur, eine mikrokristalline Struktur oder eine amorphe Struktur. Unter den nicht-einkristallinen Strukturen weist die amorphe Struktur die höchste Dichte der Defektzustände auf, während der CAAC-OS die niedrigste Dichte der Defektzustände aufweist.

**[0220]** Ein Oxidhalbleiterfilm mit einer amorphen Struktur weist beispielsweise eine ungeordnete Atomanordnung und keine kristalline Komponente auf. Mit anderen Worten: Ein Oxidfilm mit einer amorphen Struktur weist beispielsweise eine vollständig amorphe Struktur und keinen Kristallteil auf.

**[0221]** Es sei angemerkt, dass es sich bei der Halbleiterschicht um einen Mischfilm handeln kann, der zwei oder mehr der folgenden Bereiche umfasst: 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 weist beispielsweise in einigen Fällen eine einschichtige Struktur oder eine mehrschichtige Struktur auf, die zwei oder mehr der oben erwähnten Bereiche umfasst.

#### <Zusammensetzung eines CAC-OS>

**[0222]** Im Folgenden wird die Zusammensetzung eines wolkenartig ausgerichteten Verbund-OS (cloud-aligned composite OS, CAC-OS) beschrieben, der für einen Transistor, der bei einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung offenbart ist, verwendet werden kann.

**[0223]** Es handelt sich bei dem CAC-OS beispielsweise um ein Oxidhalbleitermaterial mit einer Zusammensetzung, bei der Elemente ungleichmäßig in Bereichen verteilt sind, die jeweils eine Größe von größer als oder gleich 0,5 nm und kleiner als oder gleich 10 nm, bevorzugt größer als oder gleich 1 nm und kleiner als oder gleich 2 nm, oder eine ähnliche Größe aufweisen. In der nachfolgenden Beschreibung eines Oxidhalbleiters wird der Zustand, in dem ein oder mehrere Metallelement/e ungleichmäßig in Bereichen verteilt ist/sind, die jeweils eine Größe von größer als oder gleich 0,5 nm und kleiner als oder gleich 10 nm, bevorzugt größer als oder gleich 1 nm und kleiner als oder gleich 2 nm, oder eine ähnliche Größe aufweisen und in dem die Bereiche mit dem/-den Metallelement/en vermischt sind, als Mosaikmuster oder Fleckenmuster bezeichnet.

**[0224]** Es sei angemerkt, dass der Oxidhalbleiter vorzugsweise mindestens Indium enthält. Vorzugsweise sind insbesondere Indium und Zink enthalten. Außerdem kann/können ein oder mehrere Element/e enthalten sein, das/die aus Aluminium, Gallium, Yttrium, Kupfer, Vanadium, Beryllium, Bor, Silizium, Titan, Eisen, Nickel, Germanium, Zirkonium, Molybdän, Lanthan, Cer, Neodym, Hafnium, Tantal, Wolfram, Magnesium und dergleichen ausgewählt wird/werden.

**[0225]** Als Beispiel für den CAC-OS wird ein In-Ga-Zn-Oxid mit der CAC-Zusammensetzung (ein derartiges In-Ga-Zn-Oxid kann insbesondere als CAC-IGZO bezeichnet werden) beschrieben. Das CAC-IGZO weist eine Zusammensetzung mit einem Mosaikmuster auf, bei dem Materialien beispielsweise in Indiumoxid ( $\text{InO}_{X1}$ , wobei  $X1$  eine reelle Zahl von größer als 0 ist) oder Indiumzinkoxid ( $\text{In}_{X2}\text{Zn}_{Y2}\text{O}_{Z2}$ , wobei  $X2$ ,  $Y2$  und  $Z2$  jeweils eine reelle Zahl von größer als 0 sind) und in Galliumoxid ( $\text{GaO}_{X3}$ , wobei  $X3$  eine reelle Zahl von größer als 0 ist) oder Galliumzinkoxid ( $\text{Ga}_{X4}\text{Zn}_{Y4}\text{O}_{Z4}$ , wobei  $X4$ ,  $Y4$  und  $Z4$  jeweils eine reelle Zahl von größer als 0 sind) getrennt sind. Des Weiteren ist  $\text{InO}_{X1}$  oder  $\text{In}_{X2}\text{Zn}_{Y2}\text{O}_{Z2}$ , welches das Mosaikmuster bildet, in dem Film gleichmäßig verteilt. Diese Zusammensetzung wird auch als wolkenartige Zusammensetzung bezeichnet.

**[0226]** Das heißt, dass es sich bei dem CAC-OS um einen Verbundoxidhalbleiter mit einer Zusammensetzung handelt, bei der ein Bereich, der  $\text{GaO}_{X3}$  als Hauptkomponente enthält, und ein Bereich, der  $\text{In}_{X2}\text{Zn}_{Y2}\text{O}_{Z2}$  oder  $\text{InO}_{X1}$  als Hauptkomponente enthält, vermischt sind. In dieser Beschreibung weist dann, wenn beispielsweise das Atomverhältnis von In zu einem Element M in einem ersten Bereich größer ist als das Atomverhältnis von In zu dem Element M in einem zweiten Bereich, der erste Bereich eine höhere In-Konzentration auf als der zweite Bereich.

**[0227]** Es sei angemerkt, dass eine Verbindung, die In, Ga, Zn und O enthält, als IGZO bekannt ist. Typische Beispiele für IGZO umfassen eine kristalline Verbindung, die durch  $\text{InGaO}_3(\text{ZnO})_{m1}$  ( $m1$  ist eine natürliche Zahl) repräsentiert wird, und eine kristalline Verbindung, die durch  $\text{In}_{(1+x0)}\text{Ga}_{(1-x0)}\text{O}_3(\text{ZnO})_{m0}$  ( $-1 \leq x0 \leq 1$ ;  $m0$  ist eine vorgegebene Zahl) repräsentiert wird.

**[0228]** Die vorstehende kristalline Verbindung weist eine einkristalline Struktur, eine polykristalline Struktur oder eine CAAC-Struktur auf. Es sei angemerkt, dass es sich bei der CAAC-Struktur um eine Kristallstruktur handelt, bei der mehrere IGZO-Nanokristallen eine Ausrichtung bezüglich der c-Achse aufweisen und in der Richtung der a-b-Ebene ohne Ausrichtung miteinander verbunden sind.

**[0229]** Andererseits betrifft der CAC-OS die Materialzusammensetzung eines Oxidhalbleiters. In einem Teil der Materialzusammensetzung eines CAC-OS, der In, Ga, Zn und O enthält, werden Bereiche mit Nanoteilchen, die Ga als Hauptkomponente enthalten, und Bereiche mit Nanoteilchen beobachtet, die In als Hauptkomponente enthalten. Diese Bereiche mit Nanoteilchen sind unregelmäßig in einem Mosaikmuster verteilt. Die Kristallstruktur ist deshalb für den CAC-OS ein Sekundärelement.

**[0230]** Es sei angemerkt, dass der CAC-OS keine mehrschichtige Struktur aus zwei oder mehr Filmen mit unterschiedlichen Zusammensetzungen enthält. Beispielsweise ist keine zweischichtige Struktur aus einem Film, der In als Hauptkomponente enthält, und einem Film enthalten, der Ga als Hauptkomponente enthält.

**[0231]** Eine Grenze zwischen dem Bereich, der  $\text{GaO}_{x3}$  als Hauptkomponente enthält, und dem Bereich, der  $\text{In}_{x2}\text{Zn}_{y2}\text{O}_{z2}$  oder  $\text{InO}_{x1}$  als Hauptkomponente enthält, wird in einigen Fällen nicht deutlich beobachtet.

**[0232]** In einem Teil der Zusammensetzung eines CAC-OS, der anstelle von Gallium ein oder mehrere Metallelement/e enthält, das/die aus Aluminium, Yttrium, Kupfer, Vanadium, Beryllium, Bor, Silizium, Titan, Eisen, Nickel, Germanium, Zirkonium, Molybdän, Lanthan, Cer, Neodym, Hafnium, Tantal, Wolfram, Magnesium und dergleichen ausgewählt wird/-werden, werden Bereiche mit Nanoteilchen, die das/die Metallelement/e als Hauptkomponente/n enthalten, und Bereiche mit Nanoteilchen beobachtet, die In als Hauptkomponente enthalten. Diese Bereiche mit Nanoteilchen sind unregelmäßig in einem Mosaikmuster verteilt.

**[0233]** Der CAC-OS kann beispielsweise durch ein Sputterverfahren unter Bedingungen ausgebildet werden, bei denen ein Substrat absichtlich nicht erwärmt wird. In dem Fall, in dem der CAC-OS durch ein Sputterverfahren ausgebildet wird, kann/-können ein oder mehrere Gas/e, das/die aus einem Inertgas (typischerweise Argon), einem Sauerstoffgas und einem Stickstoffgas ausgewählt wird/werden, als Abscheidungsgas verwendet werden. Das Verhältnis der Durchflussmenge eines Sauerstoffgases zu der gesamten Durchflussmenge des Abscheidungsgases beim Abscheiden ist vorzugsweise möglichst niedrig; beispielsweise ist das Durchflussverhältnis eines Sauerstoffgases bevorzugt höher als oder gleich 0 % und niedriger als 30 %, bevorzugt höher als oder gleich 0 % und niedriger als oder gleich 10 %.

**[0234]** Der CAC-OS wird dadurch gekennzeichnet, dass kein deutlicher Peak bei einer Messung unter Verwendung eines  $\theta/2\theta$ -Scans durch ein Außer-

Ebene-Verfahren bzw. Out-of-Plane-Verfahren beobachtet wird, welches ein Messverfahren mit Röntgenbeugung (X-ray diffraction, XRD) ist. Das heißt, dass XRD in einem Messbereich in der Richtung der a-b-Ebene und in der Richtung der c-Achse keine Ausrichtung zeigt.

**[0235]** In einem Elektronenbeugungsbild des CAC-OS, das durch Bestrahlung mit einem Elektronenstrahl mit einem Sondendurchmesser bzw. Strahldurchmesser von 1 nm (auch als nanometergroßer Elektronenstrahl bezeichnet) erhalten wird, werden ein ringförmiger Bereich mit hoher Leuchtdichte und eine Vielzahl von Leuchtpunkten in dem ringförmigen Bereich beobachtet. Folglich deutet das Elektronenbeugungsbild darauf hin, dass die Kristallstruktur des CAC-OS eine nanokristalline (nc-) Struktur mit keiner Ausrichtung in Richtungen der Draufsicht und des Querschnitts aufweist.

**[0236]** Beispielsweise bestätigt ein energiedispersives Röntgenspektroskopie-(energy dispersive x-ray spectroscopy, EDX-) Verteilungsbild, dass ein In-Ga-Zn-Oxid mit der CAC-Zusammensetzung eine Struktur aufweist, bei der Bereiche, die  $\text{GaO}_{x3}$  als Hauptkomponente enthalten, und Bereiche, die  $\text{In}_{x2}\text{Zn}_{y2}\text{O}_{z2}$  oder  $\text{InO}_{x1}$  als Hauptkomponente enthalten, ungleichmäßig verteilt und vermischt sind.

**[0237]** Der CAC-OS weist eine Struktur und Eigenschaften auf, welche sich von denjenigen einer IGZO-Verbindung unterscheiden, bei der Metallelemente gleichmäßig verteilt sind. Das heißt, dass in dem CAC-OS Bereiche, die  $\text{GaO}_{x3}$  oder dergleichen als Hauptkomponente enthalten, und Bereiche, die  $\text{In}_{x2}\text{Zn}_{y2}\text{O}_{z2}$  oder  $\text{InO}_{x1}$  als Hauptkomponente enthalten, in einem Mosaikmuster voneinander phasengrennt sind.

**[0238]** Die Leitfähigkeit des Bereichs, der  $\text{In}_{x2}\text{Zn}_{y2}\text{O}_{z2}$  oder  $\text{InO}_{x1}$  als Hauptkomponente enthält, ist höher als diejenige des Bereichs, der  $\text{GaO}_{x3}$  oder dergleichen als Hauptkomponente enthält. Mit anderen Worten: Wenn Ladungsträger durch den Bereich fließen, der  $\text{In}_{x2}\text{Zn}_{y2}\text{O}_{z2}$  oder  $\text{InO}_{x1}$  als Hauptkomponente enthält, weist der Oxidhalbleiter Leitfähigkeit auf. Demzufolge kann eine hohe Feldeffektbeweglichkeit ( $\mu$ ) erzielt werden, wenn die Bereiche, die  $\text{In}_{x2}\text{Zn}_{y2}\text{O}_{z2}$  oder  $\text{InO}_{x1}$  als Hauptkomponente enthalten, in dem Oxidhalbleiter wie Wolken verteilt sind.

**[0239]** Im Gegensatz dazu ist die isolierende Eigenschaft des Bereichs, der  $\text{GaO}_{x3}$  oder dergleichen als Hauptkomponente enthält, höher als diejenige des Bereichs, der  $\text{In}_{x2}\text{Zn}_{y2}\text{O}_{z2}$  oder  $\text{InO}_{x1}$  als Hauptkomponente enthält. Mit anderen Worten: Wenn die Bereiche, die  $\text{GaO}_{x3}$  oder dergleichen als Hauptkomponente enthalten, in dem Oxidhalbleiter verteilt



sind, kann der Leckstrom unterdrückt werden, und es kann eine vorteilhafte Schaltfunktion erzielt werden.

**[0240]** Demzufolge ergänzen sich dann, wenn ein CAC-OS für ein Halbleiterelement verwendet wird, die isolierende Eigenschaft, die aus  $\text{GaO}_{x3}$  oder dergleichen stammt, und die Leitfähigkeit, die aus  $\text{In}_{x2}\text{Zn}_{y2}\text{O}_{z2}$  oder  $\text{InO}_{x1}$  stammt; folglich können ein hoher Durchlassstrom ( $I_{\text{on}}$ ) und eine hohe Feldeffektbeweglichkeit ( $\mu$ ) erhalten werden.

**[0241]** Ein Halbleiterelement, das einen CAC-OS enthält, weist eine hohe Zuverlässigkeit auf. Daher wird der CAC-OS für verschiedene Halbleitervorrichtungen, typischerweise eine Anzeige, in geeigneter Weise verwendet.

**[0242]** Alternativ kann Silizium als Halbleiter verwendet werden, in dem ein Kanal des Transistors gebildet wird. Obwohl amorphes Silizium als Silizium verwendet werden kann, wird Silizium mit Kristallinität besonders bevorzugt. Zum Beispiel wird vorzugsweise mikrokristallines Silizium, polykristallines Silizium oder einkristallines Silizium verwendet. Im Besonderen kann polykristallines Silizium bei einer niedrigeren Temperatur ausgebildet werden als einkristallines Silizium und weist eine höhere Feldeffektbeweglichkeit und eine höhere Zuverlässigkeit auf als amorphes Silizium.

**[0243]** Der Bottom-Gate-Transistor, der bei dieser Ausführungsform als Beispiel beschrieben wird, wird bevorzugt, da die Anzahl von Herstellungsschritten verringert werden kann. Wenn amorphes Silizium, das bei einer niedrigeren Temperatur ausgebildet werden kann als polykristallines Silizium, für die Halbleiterschicht verwendet wird, können auch Materialien mit geringer Wärmebeständigkeit für eine Leitung, eine Elektrode oder ein Substrat unter der Halbleiterschicht verwendet werden, so dass die Auswahlmöglichkeiten an Materialien vergrößert werden können. Beispielsweise kann ein sehr großes Glassubstrat vorteilhaft verwendet werden. Andererseits wird ein Top-Gate-Transistor bevorzugt, da ein Verunreinigungsbereich leicht in selbstjustierender Weise ausgebildet wird und Schwankungen der Eigenschaften oder dergleichen verringert werden können. Der Top-Gate-Transistor wird besonders bevorzugt, wenn polykristallines Silizium, einkristallines Silizium oder dergleichen zum Einsatz kommt.

[Leitende Schicht]

**[0244]** Als Beispiele für Materialien, die für ein Gate, eine Source und einen Drain des Transistors sowie für leitende Schichten, wie z. B. verschiedene Leitungen und Elektroden, welche in der Anzeigevorrichtung enthalten sind, verwendet werden können, können Metalle, wie z. B. Aluminium, Titan, Chrom,

Nickel, Kupfer, Yttrium, Zirkonium, Molybdän, Silber, Tantal und Wolfram, und Legierungen, die diese Metalle als ihre Hauptkomponenten enthalten, angegeben werden. Es kann eine einschichtige Struktur oder eine mehrschichtige Struktur verwendet werden, welche einen Film umfasst, der ein beliebiges dieser Materialien enthält. Beispielsweise können die folgenden Strukturen angegeben werden: eine einschichtige Struktur eines Silizium enthaltenden Aluminiumfilms, eine zweischichtige Struktur, bei der ein Aluminiumfilm über einem Titanfilm angeordnet ist, eine zweischichtige Struktur, bei der ein Aluminiumfilm über einem Wolframfilm angeordnet ist, eine zweischichtige Struktur, bei der ein Kupferfilm über einem Kupfer-Magnesium-Aluminium-Legierungsfilm angeordnet ist, eine zweischichtige Struktur, bei der ein Kupferfilm über einem Titanfilm angeordnet ist, eine zweischichtige Struktur, bei der ein Kupferfilm über einem Wolframfilm angeordnet 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 übereinander angeordnet sind, und eine dreischichtige Struktur, bei der ein Molybdänfilm oder ein Molybdännitridfilm, ein Aluminiumfilm oder ein Kupferfilm und ein Molybdänfilm oder ein Molybdännitridfilm in dieser Reihenfolge übereinander angeordnet sind. Es sei angemerkt, dass ein Oxid, wie z. B. Indiumoxid, Zinnoxid oder Zinkoxid, verwendet werden kann. Kupfer, das Mangan enthält, wird vorzugsweise verwendet, da dadurch die Formsteuerbarkeit beim Ätzen erhöht wird.

**[0245]** Als lichtdurchlässiges leitendes Material kann ein leitendes Oxid, wie z. B. Indiumoxid, Indiumzinnoxid, Indiumzinkoxid, Zinkoxid oder Zinkoxid, dem Gallium zugesetzt ist, oder Graphen verwendet werden. Alternativ kann ein Metallmaterial, wie z. B. Gold, Silber, Platin, Magnesium, Nickel, Wolfram, Chrom, Molybdän, Eisen, Kobalt, Kupfer, Palladium oder Titan, oder ein Legierungsmaterial, das das Metallmaterial enthält, verwendet werden. Alternativ kann ein Nitrid des Metallmaterials (z. B. Titannitrid) oder dergleichen verwendet werden. Im Falle der Verwendung des Metallmaterials oder des Legierungsmaterials (oder des Nitrids davon) wird die Dicke derart eingestellt, dass sie klein genug ist, um Licht durchzulassen. Alternativ kann ein mehrschichtiger Film aus beliebigen der vorstehenden Materialien als leitende Schicht verwendet werden. Beispielsweise wird vorzugsweise ein mehrschichtiger Film aus Indiumzinnoxid und einer Legierung von Silber und Magnesium verwendet, weil die Leitfähigkeit erhöht werden kann. Diese Materialien können auch für leitende Schichten, wie z. B. verschiedene Leitungen und Elektroden, welche in der Anzeigevorrichtung enthalten sind, und für leitende Schichten (z. B. leitende Schichten, die als Pixel-Elektrode und

gemeinsame Elektrode dienen), die in dem Anzeigelement enthalten sind, verwendet werden.

#### [Isolierschicht]

**[0246]** Beispiele für ein Isoliermaterial, das für die Isolierschichten verwendet werden kann, umfassen Harze, wie z. B. ein Acrylharz und ein Epoxidharz, ein Harz mit einer Siloxanbindung und anorganische Isoliermaterialien, wie z. B. Siliziumoxid, Siliziumoxynitrid, Siliziumnitridoxid, Siliziumnitrid und Aluminiumoxid.

**[0247]** Das lichtemittierende Element ist vorzugsweise zwischen einem Paar von Isolierfilmen mit niedriger Wasserdurchlässigkeit bereitgestellt, in welchem Falle verhindert werden kann, dass Verunreinigungen, wie z. B. Wasser, in das lichtemittierende Element eindringen. Dementsprechend kann eine Abnahme der Zuverlässigkeit der Vorrichtung unterdrückt werden.

**[0248]** Als Isolierfilm mit niedriger Wasserdurchlässigkeit kann ein Film, der Stickstoff und Silizium enthält (z. B. ein Siliziumnitridfilm oder ein Siliziumnitridoxidfilm), ein Film, der Stickstoff und Aluminium enthält (z. B. ein Aluminiumnitridfilm), oder dergleichen verwendet werden. Alternativ kann ein Siliziumoxidfilm, ein Siliziumoxynitridfilm, ein Aluminiumoxidfilm oder dergleichen verwendet werden.

**[0249]** Der Wasserdampfdurchlässigkeitsgrad des Isolierfilms mit niedriger Wasserdurchlässigkeit ist beispielsweise niedriger als oder gleich  $1 \times 10^{-5}$  [g/(m<sup>2</sup>·Tag)], bevorzugt niedriger als oder gleich  $1 \times 10^{-6}$  [g/(m<sup>2</sup>·Tag)], bevorzugt niedriger als oder gleich  $1 \times 10^{-7}$  [g/(m<sup>2</sup>·Tag)], noch bevorzugt niedriger als oder gleich  $1 \times 10^{-8}$  [g/(m<sup>2</sup>·Tag)].

#### [Flüssigkristallelement]

**[0250]** Bei dem Flüssigkristallelement kann beispielsweise ein Vertical Alignment- (VA-) Modus zum Einsatz kommen. Beispiele für den Vertical Alignment- (VA-) Modus umfassen einen Multi-Domain Vertical Alignment-(MVA-) Modus, einen Patterned Vertical Alignment- (PVA-) Modus und einen Advanced Super View- (ASV-) Modus.

**[0251]** Bei dem Flüssigkristallelement können verschiedene Modi zum Einsatz kommen. Beispielsweise kann bei dem Flüssigkristallelement, abgesehen von dem VA-Modus, ein Twisted Nematic- (TN-) Modus, ein In-Plane-Switching-(IPS-) Modus, ein Fringe-Field-Switching- (FFS-) Modus, ein achsensymmetrisch-ausgerichteter Mikrozellen- (axially symmetric aligned micro-cell, ASM-) Modus, ein optisch kompensierter Doppelbrechungs- (optical compensated birefringence, OCB-) Modus, ein ferroelektrischer Flüssigkristall-(ferroelectric liquid crystal,

FLC-) Modus oder ein antiferroelektrischer Flüssigkristall- (antiferroelectric liquid crystal, AFLC-) Modus zum Einsatz kommen.

**[0252]** Das Flüssigkristallelement steuert unter Nutzung einer optischen Modulationsaktion des Flüssigkristalls das Durchlassen oder Nichtdurchlassen von Licht. Es sei angemerkt, dass die optische Modulationsaktion des Flüssigkristalls durch ein elektrisches Feld (einschließlich eines horizontalen elektrischen Feldes, eines vertikalen elektrischen Feldes und eines schrägen elektrischen Feldes) gesteuert wird, das an den Flüssigkristall angelegt wird. Als Flüssigkristall, der für das Flüssigkristallelement verwendet wird, kann ein thermotroper Flüssigkristall, ein niedermolekularer Flüssigkristall, ein hochmolekularer Flüssigkristall, ein polymerdispersierter Flüssigkristall (polymer dispersed liquid crystal, PDLC), ein ferroelektrischer Flüssigkristall, ein antiferroelektrischer Flüssigkristall oder dergleichen verwendet werden. Diese Flüssigkristallmaterialien weisen je nach den Bedingungen eine cholesterische Phase, eine smektische Phase, eine kubische Phase, eine chiral nematische Phase, eine isotrope Phase oder dergleichen auf.

**[0253]** Als Flüssigkristallmaterial kann entweder ein positiver Flüssigkristall oder ein negativer Flüssigkristall verwendet werden; ein geeignetes Flüssigkristallmaterial kann je nach zu verwendendem Modus oder Design verwendet werden.

**[0254]** Zusätzlich kann ein Ausrichtungsfilm bereitgestellt werden, um die Ausrichtung des Flüssigkristalls zu steuern. In dem Fall, in dem ein Modus mit horizontalem elektrischem Feld zum Einsatz kommt, kann ein eine blaue Phase aufweisender Flüssigkristall verwendet werden, für den kein Ausrichtungsfilm notwendig ist. Die blaue Phase ist eine der Flüssigkristallphasen, die erscheint, kurz bevor sich eine cholesterische Phase in eine isotrope Phase ändert, während die Temperatur eines cholesterischen Flüssigkristalls erhöht wird. Da die blaue Phase nur in einem begrenzten Temperaturbereich erscheint, wird eine Flüssigkristallzusammensetzung, der ein chirales Material beigemischt ist, das mehrere Gewichtsprozent oder mehr beträgt, für die Flüssigkristallschicht verwendet, um den Temperaturbereich zu verbessern. Die Flüssigkristallzusammensetzung, die einen eine blaue Phase aufweisenden Flüssigkristall und ein chirales Material enthält, weist eine kurze Ansprechzeit und optische Isotropie auf. Außerdem wird bei der Flüssigkristallzusammensetzung, die einen eine blaue Phase aufweisenden Flüssigkristall und ein chirales Material enthält, keine Ausrichtungsbehandlung benötigt, und sie weist nur eine geringe Betrachtungswinkelabhängigkeit auf. Da kein Ausrichtungsfilm bereitgestellt werden muss und keine Reibbehandlung erforderlich ist, kann eine durch die Reibbehandlung hervorgerufene

Beschädigung durch elektrostatische Entladung verhindert werden, und es können Defekte und Schäden an der Flüssigkristallanzeigevorrichtung in dem Herstellungsprozess verringert werden.

**[0255]** Als Flüssigkristallelement kann ein transmissives Flüssigkristallelement, ein reflektierendes Flüssigkristallelement, ein semi-transmissives Flüssigkristallelement oder dergleichen verwendet werden.

**[0256]** Bei einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann insbesondere ein reflektierendes Flüssigkristallelement verwendet werden.

**[0257]** In dem Fall, in dem ein transmissives oder semi-transmissives Flüssigkristallelement verwendet wird, werden zwei polarisierende Platten derart bereitgestellt, dass ein Paar von Substraten dazwischen positioniert ist. Eine Hintergrundbeleuchtung wird auf der Außenseite der polarisierenden Platte bereitgestellt. Als Hintergrundbeleuchtung kann eine direkte Hintergrundbeleuchtung oder eine kantenbeleuchtete Hintergrundbeleuchtung verwendet werden. Eine direkte Hintergrundbeleuchtung, die eine Leuchtdiode (LED) beinhaltet, wird vorzugsweise verwendet, weil eine lokale Dimmung leicht durchgeführt wird, um den Kontrast zu verbessern. Eine kantenbeleuchtete Hintergrundbeleuchtung wird vorzugsweise verwendet, weil die Dicke eines Moduls, das die Hintergrundbeleuchtung beinhaltet, verringert werden kann.

**[0258]** In dem Fall, in dem ein reflektierendes Flüssigkristallelement verwendet wird, wird eine polarisierende Platte auf der Anzeigoberflächen­seite bereitgestellt. Zudem wird vorzugsweise eine Lichtstreu­scheibe auf der Anzeigoberflächen­seite bereitgestellt, um die Sichtbarkeit zu verbessern.

**[0259]** In dem Fall, in dem ein reflektierendes oder semi-transmissives Flüssigkristallelement verwendet wird, kann eine Frontbeleuchtung auf der Außenseite der polarisierenden Platte bereitgestellt werden. Als Frontbeleuchtung wird vorzugsweise eine kantenbeleuchtete Frontbeleuchtung verwendet. Ein Frontbeleuchtung mit einer LED wird vorzugsweise verwendet, da der Stromverbrauch verringert werden kann.

[Lichtemittierendes Element]

**[0260]** Als lichtemittierendes Element kann ein selbstleuchtendes Element verwendet werden, und ein Element, dessen Leuchtdichte durch Strom oder Spannung gesteuert wird, ist in der Kategorie des lichtemittierenden Elementes enthalten. Beispielsweise kann eine LED, ein organisches EL-Element oder ein anorganisches EL-Element verwendet werden.

**[0261]** Das lichtemittierende Element weist eine Top-Emission-Struktur, eine Bottom-Emission-Struktur, eine Dual-Emission-Struktur oder dergleichen auf. Ein leitender Film, der sichtbares Licht durchlässt, wird als Elektrode verwendet, durch die Licht extrahiert wird. Ein leitender Film, der sichtbares Licht reflektiert, wird vorzugsweise als Elektrode verwendet, durch die kein Licht extrahiert wird.

**[0262]** Die EL-Schicht umfasst mindestens eine lichtemittierende Schicht. Zusätzlich zu der lichtemittierenden Schicht kann die EL-Schicht eine Schicht umfassen, die eine Substanz mit einer hohen Lochinjektionseigenschaft, eine Substanz mit einer hohen Lochtransporteigenschaft, ein lochblockierendes Material, eine Substanz mit einer hohen Elektronen­transporteigenschaft, eine Substanz mit einer hohen Elektroneninjektionseigenschaft, eine Substanz mit einer bipolaren Eigenschaft (eine Substanz mit einer hohen Elektronen- und Lochtransporteigenschaft) oder dergleichen enthält.

**[0263]** Für die EL-Schicht kann entweder eine niedermolekulare Verbindung oder eine hochmolekulare Verbindung verwendet werden, und es kann auch eine anorganische Verbindung verwendet werden. Jede der Schichten, die in der EL-Schicht enthalten sind, kann durch ein Verdampfungsverfahren (darunter auch ein Vakuumverdampfungsverfahren), ein Transfervorgang, ein Druckverfahren, ein Tintenstrahlverfahren, ein Beschichtungsverfahren oder dergleichen ausgebildet werden.

**[0264]** Wenn eine Spannung, die höher ist als die Schwellenspannung des lichtemittierenden Elementes, zwischen einer Kathode und einer Anode angelegt wird, werden Löcher von der Anodenseite und Elektronen von der Kathodenseite in die EL-Schicht injiziert. Die injizierten Elektronen und Löcher rekombinieren in der EL-Schicht, so dass eine lichtemittierende Substanz, die in der EL-Schicht enthalten ist, Licht emittiert.

**[0265]** In dem Fall, in dem ein lichtemittierendes Element, das weißes Licht emittiert, als lichtemittierendes Element verwendet wird, enthält die EL-Schicht vorzugsweise zwei oder mehr Arten von lichtemittierenden Substanzen. Beispielsweise können zwei oder mehr lichtemittierende Substanzen, die Licht in Komplementärfarben emittieren, ausgewählt werden, um eine weiße Lichtemission zu erhalten. Insbesondere enthält die EL-Schicht vorzugsweise zwei oder mehr lichtemittierende Substanzen, die aus lichtemittierenden Substanzen, die Licht in Rot (R), Grün (G), Blau (B), Gelb (Y), Orange (O) und dergleichen emittieren, und lichtemittierenden Substanzen ausgewählt werden, die Licht emittieren, das zwei oder mehr von R-, G- und B-Spektralkomponenten aufweist. Das lichtemittierende Element emittiert vorzugsweise Licht mit einem Spektrum, das zwei oder

mehr Peaks im Wellenlängenbereich von sichtbarem Licht (z. B. 350 nm bis 750 nm) aufweist. Vorzugsweise wird ein Material verwendet, dessen Emissionsspektrum einen Peak in einem gelben Wellenlängenbereich aufweist und spektrale Komponenten auch in einem grünen und einem roten Wellenlängenbereich enthält.

**[0266]** Vorzugsweise sind eine lichtemittierende Schicht, die ein lichtemittierendes Material enthält, das Licht in einer Farbe emittiert, und eine lichtemittierende Schicht, die ein lichtemittierendes Material enthält, das Licht in einer anderen Farbe emittiert, in der EL-Schicht übereinander angeordnet. Zum Beispiel können mehrere lichtemittierende Schichten in der EL-Schicht derart übereinander angeordnet sein, dass sie in Kontakt miteinander sind, oder ein Bereich, der kein lichtemittierendes Material enthält, kann zwischen den übereinander angeordneten lichtemittierenden Schichten bereitgestellt sein. Beispielsweise kann zwischen einer fluoreszierenden Schicht und einer phosphoreszierenden Schicht ein Bereich bereitgestellt sein, der das gleiche Material (z. B. ein Wirtsmaterial oder ein Hilfsmaterial) wie die fluoreszierende Schicht oder die phosphoreszierende Schicht enthält und kein lichtemittierendes Material enthält. Dies vereinfacht die Herstellung des lichtemittierenden Elementes und verringert die Betriebsspannung.

**[0267]** Es kann sich bei dem lichtemittierenden Element um ein Einzelelement, das eine einzige EL-Schicht beinhaltet, oder um ein Tandemelement handeln, bei dem mehrere EL-Schichten übereinander angeordnet sind, wobei eine Ladungserzeugungsschicht dazwischen positioniert ist.

**[0268]** Der leitende Film, der sichtbares Licht durchlässt, kann beispielsweise unter Verwendung von Indiumoxid, Indiumzinnoxid, Indiumzinkoxid, Zinkoxid oder Zinkoxid, dem Gallium zugesetzt ist, ausgebildet werden. Alternativ kann ein Film aus einem Metallmaterial, wie z. B. Gold, Silber, Platin, Magnesium, Nickel, Wolfram, Chrom, Molybdän, Eisen, Kobalt, Kupfer, Palladium oder Titan, einer Legierung, die das Metallmaterial enthält, einem Nitrid des Metallmaterials (z. B. Titanitrid) oder dergleichen verwendet werden, wenn er dünn genug ausgebildet wird, um Licht durchzulassen. Alternativ kann ein mehrschichtiger Film aus beliebigen der vorstehenden Materialien als leitende Schicht verwendet werden. Beispielsweise wird vorzugsweise ein mehrschichtiger Film aus Indiumzinnoxid und einer Legierung von Silber und Magnesium verwendet, weil die Leitfähigkeit erhöht werden kann. Alternativ kann Graphen oder dergleichen verwendet werden.

**[0269]** Für den leitenden Film, der sichtbares Licht reflektiert, kann beispielsweise ein Metallmaterial, wie z. B. Aluminium, Gold, Platin, Silber, Nickel, Wolf-

ram, Chrom, Molybdän, Eisen, Kobalt, Kupfer oder Palladium, oder eine Legierung, die das Metallmaterial enthält, verwendet werden. Lanthan, Neodym, Germanium oder dergleichen kann dem Metallmaterial oder der Legierung zugesetzt werden. Alternativ kann eine Aluminiumlegierung verwendet werden, nämlich eine Legierung, die Aluminium und Titan, Nickel oder Neodym enthält. Alternativ kann eine Legierung verwendet werden, die Silber und Kupfer, Palladium oder Magnesium enthält. Eine Legierung, die Silber und Kupfer enthält, wird aufgrund ihrer hohen Wärmebeständigkeit bevorzugt. Des Weiteren kann eine Oxidation unterdrückt werden, wenn ein Metallfilm oder ein Metalloxidfilm in Kontakt mit einem Aluminiumfilm oder einem Aluminiumlegierungsfilm angeordnet ist. Beispiele für ein Material des Metallfilms oder des Metalloxidfilms umfassen Titan und Titanoxid. Alternativ können der leitende Film, der sichtbares Licht durchlässt, und ein Film, der das Metallmaterial enthält, übereinander angeordnet sein. Beispielsweise kann ein mehrschichtiger Film aus Silber und Indiumzinnoxid oder ein mehrschichtiger Film aus Indiumzinnoxid und einer Legierung von Silber und Magnesium verwendet werden.

**[0270]** Die Elektroden können jeweils durch ein Verdampfungsverfahren oder ein Sputterverfahren ausgebildet werden. Alternativ kann ein Ausstoßverfahren, wie z. B. ein Tintenstrahlverfahren, ein Druckverfahren, wie z. B. ein Siebdruckverfahren, oder ein Plattierungsverfahren verwendet werden.

**[0271]** Es sei angemerkt, dass die oben erwähnte lichtemittierende Schicht und Schichten, die eine Substanz mit einer hohen Lochinjektionseigenschaft, eine Substanz mit einer hohen Lochtransporteigenschaft, eine Substanz mit einer hohen Elektronen-transporteigenschaft, eine Substanz mit einer hohen Elektroneninjektionseigenschaft, eine Substanz mit einer bipolaren Eigenschaft und dergleichen enthalten, jeweils eine anorganische Verbindung, wie z. B. einen Quantenpunkt, oder eine hochmolekulare Verbindung (z. B. ein Oligomer, ein Dendrimer oder ein Polymer) enthalten können. Ein Quantenpunkt, der für die lichtemittierende Schicht verwendet wird, kann beispielsweise als lichtemittierendes Material dienen.

**[0272]** Bei dem Quantenpunkt kann es sich um einen gallertartigen Quantenpunkt, einen legierten Quantenpunkt, einen Kern-Schale-Quantenpunkt, einen Kern-Quantenpunkt oder dergleichen handeln. Es kann ein Material verwendet werden, das die zu den Gruppen 12 und 16 gehörenden Elemente, die zu den Gruppen 13 und 15 gehörenden Elemente oder die zu den Gruppen 14 und 16 gehörenden Elemente enthält. Alternativ kann ein Quantenpunkt verwendet werden, der ein Element, wie z. B. Cadmium, Selen, Zink, Schwefel, Phosphor, Indium, Tellur, Blei, Gallium, Arsen oder Aluminium, enthält.

## [Klebeschicht]

**[0273]** Als Klebeschicht können verschiedene härtende Klebstoffe verwendet werden, beispielsweise ein reaktiv härtender Klebstoff, ein wärmehärtender Klebstoff, ein anaerober Klebstoff und ein lichterhärtender Klebstoff, wie z. B. ein ultraviolethärtender Klebstoff. Beispiele für diese Klebstoffe umfassen ein Epoxidharz, ein Acrylharz, ein Silikonharz, ein Phenolharz, ein Polyimidharz, ein Imidharz, ein Polyvinylchlorid- (PVC-) Harz, ein Polyvinylbutyral- (PVB-) Harz und ein Ethylenvinylacetat- (EVA-) Harz. Insbesondere wird ein Material mit niedriger Feuchtigkeitsdurchlässigkeit, wie z. B. ein Epoxidharz, bevorzugt. Als Alternative kann ein Zwei-Komponenten-Harz verwendet werden. Als weitere Alternative kann eine Klebefolie oder dergleichen verwendet werden.

**[0274]** Außerdem kann das Harz ein Trocknungsmittel enthalten. Beispielsweise kann eine Substanz, die durch eine chemische Adsorption Feuchtigkeit adsorbiert, wie z. B. ein Oxid eines Erdalkalimetalls (z. B. Calciumoxid oder Bariumoxid), verwendet werden. Alternativ kann eine Substanz, die durch eine physikalische Adsorption Feuchtigkeit adsorbiert, wie z. B. Zeolith oder Kieselgel, verwendet werden. Das Trocknungsmittel ist vorzugsweise enthalten, da es ein Eindringen von Verunreinigungen, wie z. B. Feuchtigkeit, in das Element verhindern kann, wodurch die Zuverlässigkeit des Anzeigefeldes verbessert werden kann.

**[0275]** Zusätzlich kann dem Harz ein Füllstoff mit einem hohen Brechungsindex oder ein Lichtstreuement beigemischt werden, in welchem Falle die Lichtextraktionseffizienz verbessert werden kann. Beispielsweise kann Titanoxid, Bariumoxid, Zeolith oder Zirkonium verwendet werden.

## [Verbindungsschicht]

**[0276]** Als Verbindungsschicht kann ein anisotroper leitender Film (anisotropic conductive film, ACF), eine anisotrope leitende Paste (anisotropic conductive paste, ACP) oder dergleichen verwendet werden.

## [Farbschicht]

**[0277]** Beispiele für ein Material, das für die Farbschicht verwendet werden kann, umfassen ein Metallmaterial, ein Harzmaterial und ein Harzmaterial, das ein Pigment oder einen Farbstoff enthält.

## [Lichtundurchlässige Schicht]

**[0278]** Beispiele für ein Material, das für die lichtundurchlässige Schicht verwendet werden kann, umfassen Kohlen schwarz, Titanschwarz, ein Metall, ein Metalloxid und ein Verbundoxid, das eine feste

Lösung aus einer Vielzahl von Metalloxiden enthält. Es kann sich bei der lichtundurchlässigen Schicht um einen Film, der ein Harzmaterial enthält, oder einen dünnen Film aus einem anorganischen Material, wie z. B. einem Metall, handeln. Eine Schichtanordnung aus Filmen, die Materialien der Farbschichten enthalten, kann auch als lichtundurchlässige Schicht verwendet werden. Beispielsweise kann eine mehrschichtige Struktur aus einem Film, der ein Material einer Farbschicht enthält, die Licht in einer bestimmten Farbe durchlässt, und einem Film, der ein Material einer Farbschicht enthält, die Licht in einer anderen Farbe durchlässt, zum Einsatz kommen. Vorzugsweise werden die Farbschicht und die lichtundurchlässige Schicht unter Verwendung des gleichen Materials ausgebildet, da die gleiche Herstellungseinrichtung verwendet werden kann und der Prozess vereinfacht werden kann.

**[0279]** Mindestens ein Teil dieser Ausführungsform kann gegebenenfalls in Kombination mit einer der anderen Ausführungsformen, die in dieser Beschreibung beschrieben werden, implementiert werden.

## (Ausführungsform 4)

**[0280]** Beispiele für eine elektronische Vorrichtung, für die das Anzeigesystem einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung verwendet werden kann, umfassen Anzeigevorrichtungen, Personal Computer, Bildspeichervorrichtungen oder Bildwiedergabevorrichtungen, welche mit Aufzeichnungsmedien versehen sind, Mobiltelefone, Spielkonsolen (darunter auch tragbare Spielkonsolen), tragbare Datenendgeräte, E-Book-Lesegeräte, Kameras, wie z. B. Videokameras und digitale Fotokameras, Videobrillen (am Kopf getragene Anzeigen bzw. Head-Mounted-Displays), Navigationssysteme, Audio-Wiedergabevorrichtungen (z. B. Car-Audio-Players und digitale Audio-Players), Kopiergeräte, Faxgeräte, Drucker, Multifunktionsdrucker, Geldautomaten (automated teller machines, ATM) und Verkaufsautomaten. **Fig. 20A bis Fig. 20F** zeigen konkrete Beispiele für diese elektronischen Vorrichtungen.

**[0281]** **Fig. 20A** stellt ein Navigationssystem dar, das ein Gehäuse 971, einen Anzeigebereich 973, eine Bedientaste 974 und dergleichen beinhaltet. Der Anzeigebereich 973 ist mit einem Berührungssensor versehen, mit dem eine allgemeine Eingabeoperation durchgeführt werden kann. Wenn das Anzeigesystem einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung für den Anzeigebereich 973 verwendet wird, kann der Stromverbrauch verringert werden.

**[0282]** **Fig. 20B** stellt eine tragbare Spielkonsole dar, die ein Gehäuse 901, ein Gehäuse 902, einen Anzeigebereich 903, einen Anzeigebereich 904,

ein Mikrofon 905, einen Lautsprecher 906, eine Bedientaste 907, einen Stift 908, eine Kamera 909 und dergleichen beinhaltet. Die in **Fig. 20B** dargestellte tragbare Spielkonsole weist die zwei Anzeigeabschnitte 903 und 904 auf; jedoch ist die Anzahl der in der tragbaren Spielkonsole enthaltenen Anzeigeabschnitte nicht auf zwei beschränkt. Wenn das Anzeigesystem einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung für den Anzeigeabschnitt 903 verwendet wird, kann der Stromverbrauch verringert werden.

**[0283] Fig. 20C** stellt eine Digitalkamera dar, die ein Gehäuse 961, einen Auslöser 962, ein Mikrofon 963, einen Lautsprecher 967, einen Anzeigeabschnitt 965, eine Bedientaste 966 und dergleichen beinhaltet. Wenn das Anzeigesystem einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung für den Anzeigeabschnitt 965 verwendet wird, kann der Stromverbrauch verringert werden.

**[0284] Fig. 20D** stellt ein Informationsendgerät in Form einer Armbanduhr dar, das ein Gehäuse 931, einen Anzeigeabschnitt 932, ein Armband 933, einen Bedienknopf 935, eine Krone 936, eine Kamera 939 und dergleichen beinhaltet. Es kann sich bei dem Anzeigeabschnitt 932 um einen Touchscreen handeln. Wenn der Anzeigeabschnitt 932 das Anzeigesystem einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung beinhaltet, kann der Stromverbrauch verringert werden.

**[0285] Fig. 20E** zeigt ein Beispiel für ein Mobiltelefon, das ein Gehäuse 951, einen Anzeigeabschnitt 952, einen Bedienknopf 953, einen externen Verbindungsanschluss 954, einen Lautsprecher 955, ein Mikrofon 956, eine Kamera 957 und dergleichen beinhaltet. Der Anzeigeabschnitt 952 des Mobiltelefons beinhaltet einen Berührungssensor. Bedienungen, wie z. B. Telefonieren und Texteingabe, können durch Berührung des Anzeigeabschnitts 952 mit einem Finger, einem Stift oder dergleichen durchgeführt werden. Wenn das Anzeigesystem einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung für den Anzeigeabschnitt 952 verwendet wird, kann der Stromverbrauch verringert werden.

**[0286] Fig. 20F** stellt ein tragbares Datenendgerät dar, das ein Gehäuse 911, einen Anzeigeabschnitt 912, eine Kamera 919 und dergleichen beinhaltet. Eine Touchscreen-Funktion des Anzeigeabschnitts 912 ermöglicht das Eingeben und Ausgeben von Informationen. Wenn das Anzeigesystem einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung für den Anzeigeabschnitt 932 verwendet wird, kann der Stromverbrauch verringert werden.

## Patentansprüche

1. Anzeigesystem (10), das umfasst:  
ein Anzeigefeld (300), das dazu konfiguriert ist, ein erstes Bild, ein zweites Bild, ein drittes Bild und ein viertes Bild anzuzeigen,  
wobei das erste Bild das dritte Bild überlappt, wobei das zweite Bild das vierte Bild überlappt, wobei das erste Bild und das dritte Bild entweder von dem rechten oder von dem linken Auge wahrgenommen werden und das zweite Bild und das vierte Bild von dem anderen von dem rechten und linken Auge wahrgenommen werden, so dass ein zusammengesetztes Bild aus dem ersten Bild, dem zweiten Bild, dem dritten Bild und dem vierten Bild stereoskopisch wahrnehmbar ist, wobei die Leuchtdichte des ersten Bildes höher ist als die Leuchtdichte des dritten Bildes, und wobei die Leuchtdichte des zweiten Bildes höher ist als die Leuchtdichte des vierten Bildes.

2. Anzeigesystem (10), das umfasst:  
ein Anzeigefeld (300), das umfasst:  
ein erstes Pixel, das ein erstes Anzeigeelement und ein drittes Anzeigeelement umfasst;  
ein zweites Pixel, das dem ersten Pixel benachbart ist, wobei das zweite Pixel ein zweites Anzeigeelement und ein viertes Anzeigeelement umfasst; und  
eine Abschirmschicht (30), die von dem ersten Pixel und dem zweiten Pixel getrennt ist, beim Betrachten aus einem ersten Winkel das erste Pixel überlappt und beim Betrachten aus einem zweiten Winkel das zweite Pixel überlappt, wobei das erste Anzeigeelement dazu konfiguriert ist, ein erstes Bild anzuzeigen, wobei das zweite Anzeigeelement dazu konfiguriert ist, ein zweites Bild anzuzeigen, wobei das dritte Anzeigeelement dazu konfiguriert ist, ein drittes Bild anzuzeigen, wobei das vierte Anzeigeelement dazu konfiguriert ist, ein viertes Bild anzuzeigen, wobei das erste Bild das dritte Bild überlappt, wobei das zweite Bild das vierte Bild überlappt, und wobei das erste Pixel entweder von dem rechten oder von dem linken Auge wahrgenommen wird und das zweite Pixel von dem anderen von dem rechten und linken Auge wahrgenommen wird, so dass ein zusammengesetztes Bild aus dem ersten Bild, dem zweiten Bild, dem dritten Bild und dem vierten Bild stereoskopisch wahrnehmbar ist.

3. Anzeigesystem nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Größe und die Form des ersten Bildes im Wesentlichen gleich der Größe und der Form des dritten Bildes sind, und wobei die Größe und die Form des zweiten Bildes im Wesentlichen gleich der Größe und der Form des vierten Bildes sind.

4. Anzeigesystem nach Anspruch 1 oder 2, wobei das erste Bild und das dritte Bild nicht horizontal miteinander ausgerichtet sind, und wobei das zweite Bild und das vierte Bild nicht horizontal miteinander ausgerichtet sind.

5. Anzeigesystem nach Anspruch 2, wobei die Leuchtdichte des ersten Bildes höher ist als die Leuchtdichte des dritten Bildes, und wobei die Leuchtdichte des zweiten Bildes höher ist als die Leuchtdichte des vierten Bildes.

6. Anzeigesystem nach Anspruch 2, wobei ein schwarzes Bild durch das dritte Anzeigeelement in einem Bereich angezeigt wird, in dem das erste Bild angezeigt wird und es das dritte Bild nicht überlappt, wobei ein schwarzes Bild durch das erste Anzeigeelement in einem Bereich angezeigt wird, in dem das dritte Bild angezeigt wird und es das erste Bild nicht überlappt, wobei ein schwarzes Bild durch das vierte Anzeigeelement in einem Bereich angezeigt wird, in dem das zweite Bild angezeigt wird und es das vierte Bild nicht überlappt, und wobei ein schwarzes Bild durch das zweite Anzeigeelement in einem Bereich angezeigt wird, in dem das vierte Bild angezeigt wird und es das zweite Bild nicht überlappt.

7. Anzeigesystem nach Anspruch 2, wobei das erste Anzeigeelement und das zweite Anzeigeelement jeweils dazu konfiguriert sind, sichtbares Licht zu reflektieren.

8. Anzeigesystem nach Anspruch 2, wobei das dritte Anzeigeelement und das vierte Anzeigeelement jeweils dazu konfiguriert sind, sichtbares Licht zu emittieren.

9. Anzeigesystem nach Anspruch 2, wobei das erste Anzeigeelement, das zweite Anzeigeelement, das dritte Anzeigeelement und das vierte Anzeigeelement jeweils elektrisch mit einem Transistor verbunden sind, der eine Oxidhalbleiterschicht beinhaltet.

10. Elektronische Vorrichtung, die umfasst: das Anzeigesystem nach Anspruch 1 oder 2; und einen Berührungssensor (366), der das Anzeigefeld überlappt.

Es folgen 20 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

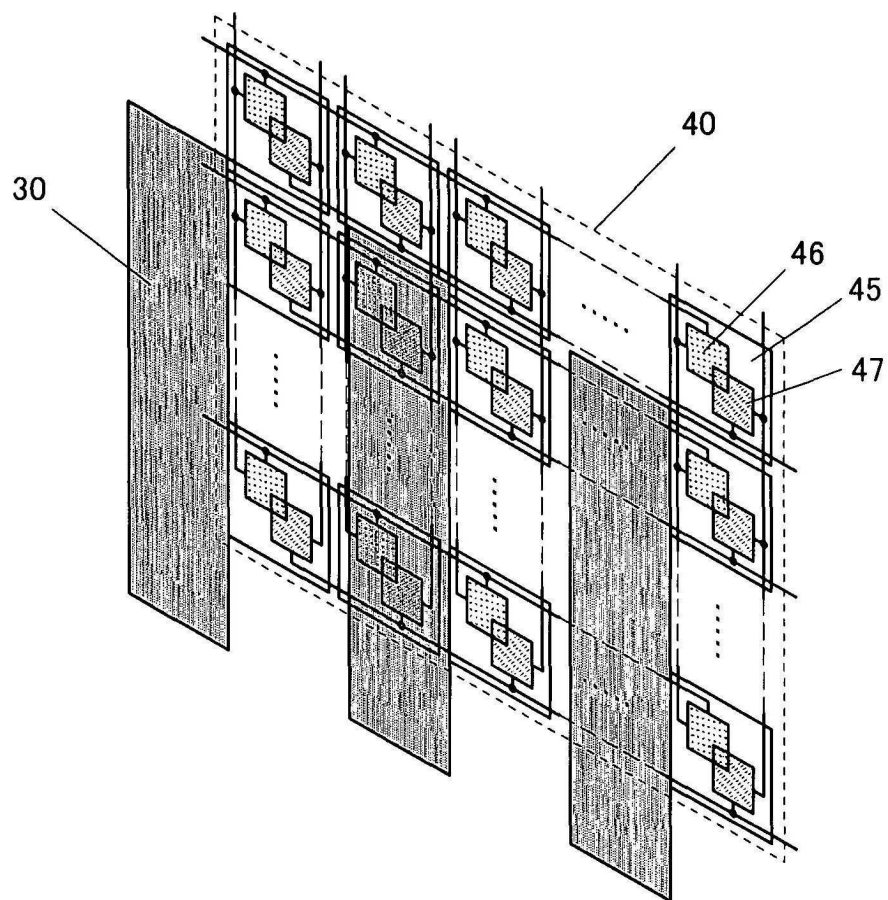




FIG. 2A

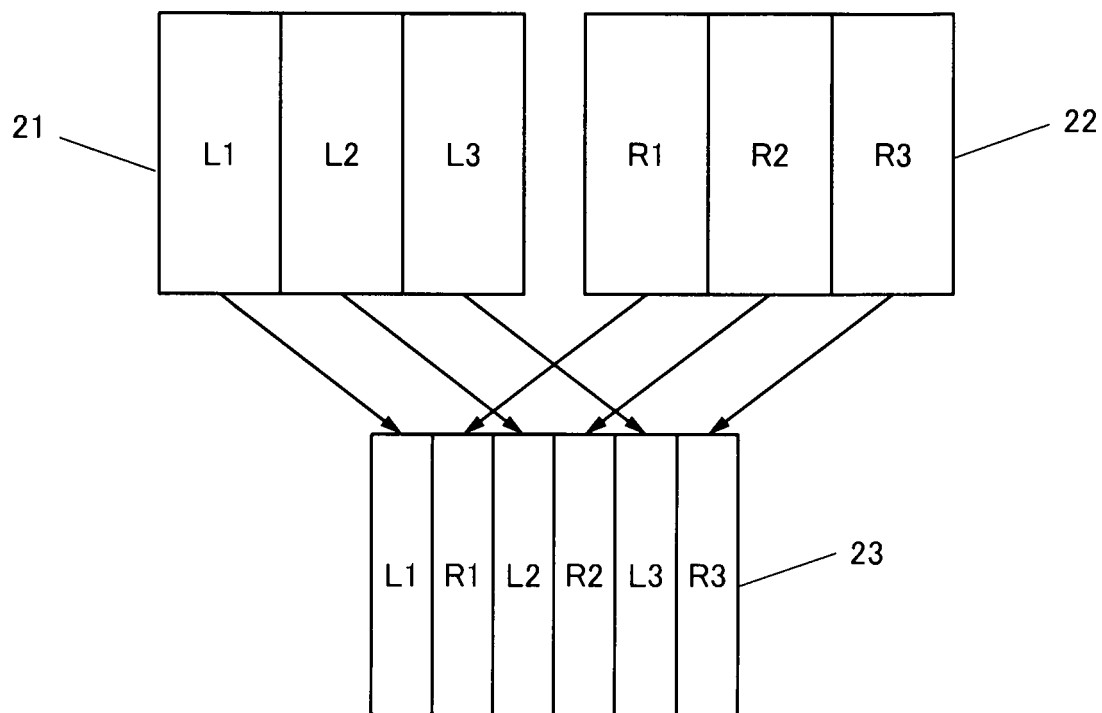


FIG. 2B

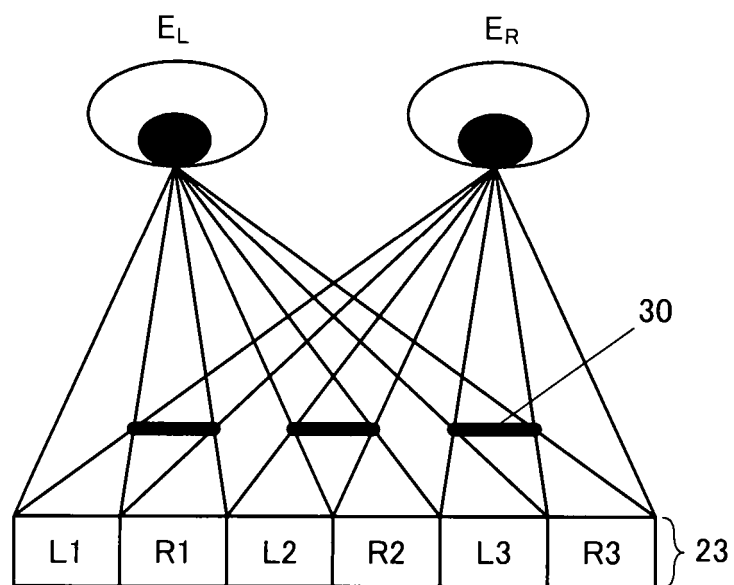


FIG. 3A

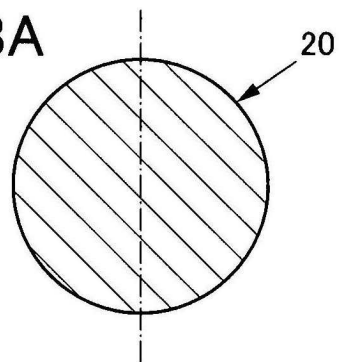


FIG. 3B1

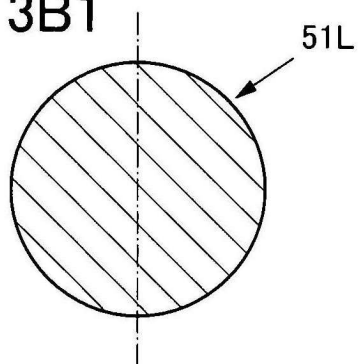


FIG. 3C1

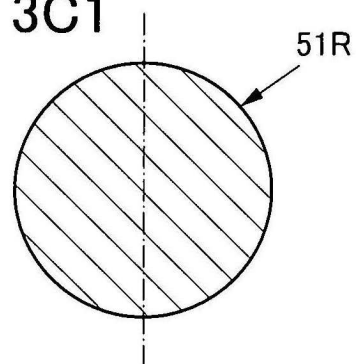


FIG. 3B2

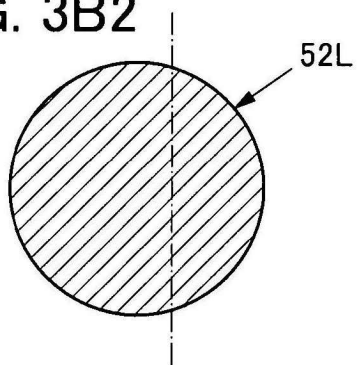


FIG. 3C2

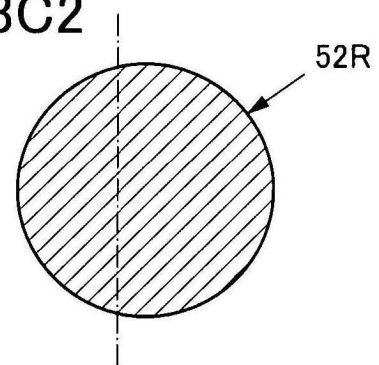


FIG. 3B3

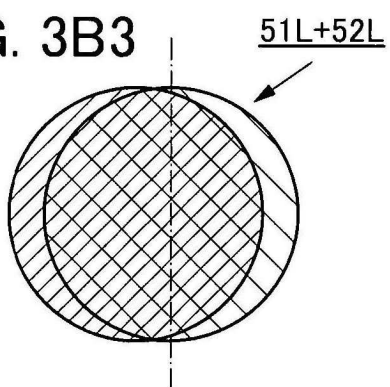


FIG. 3C3

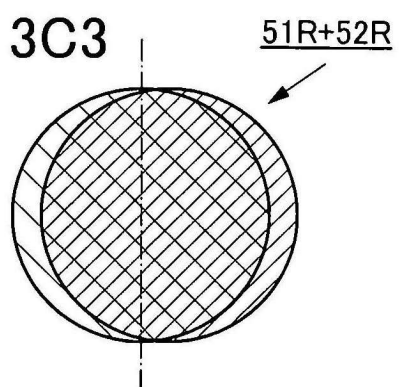


FIG. 4A1

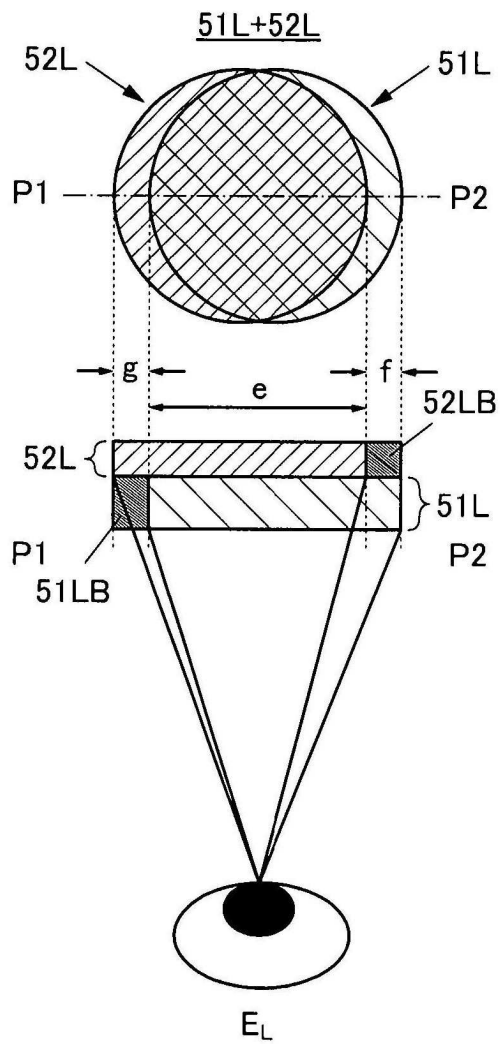


FIG. 4B1

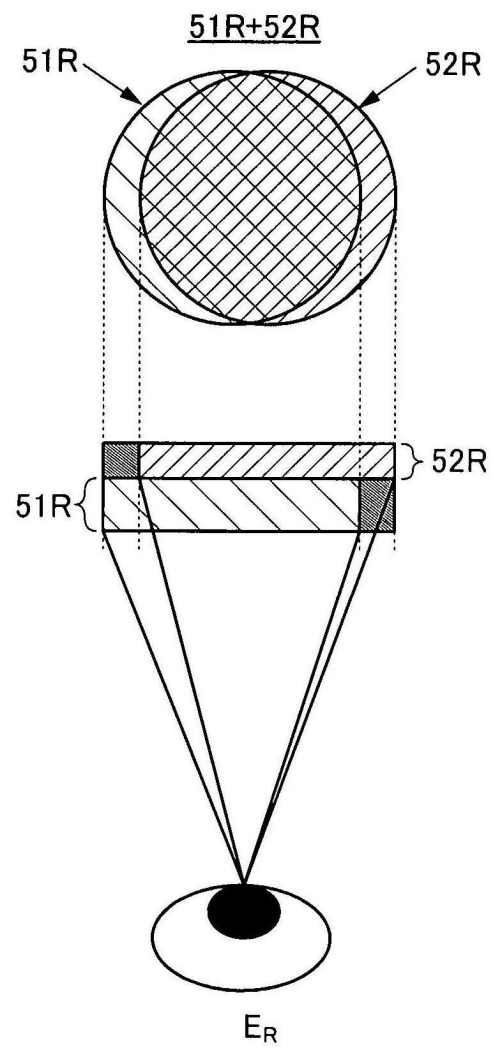


FIG. 4A2

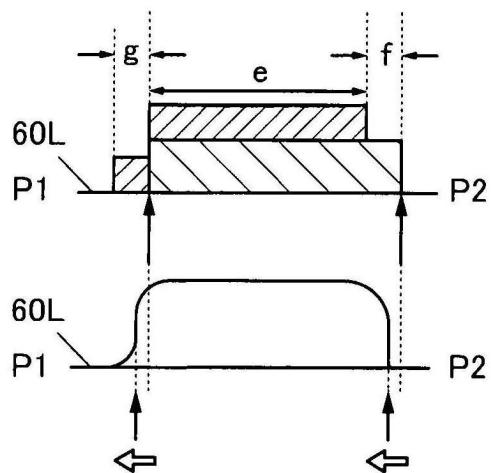


FIG. 4B2

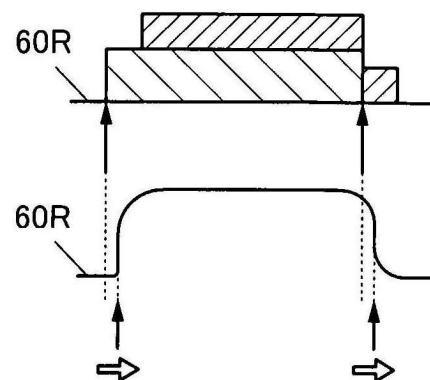


FIG. 5

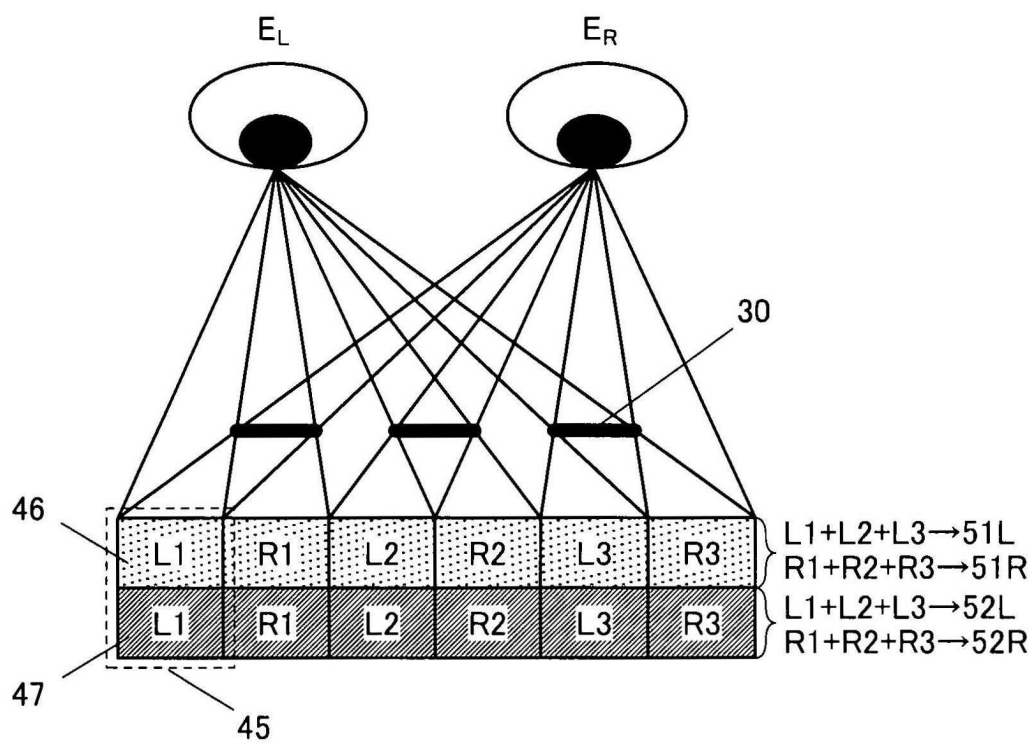


FIG. 6

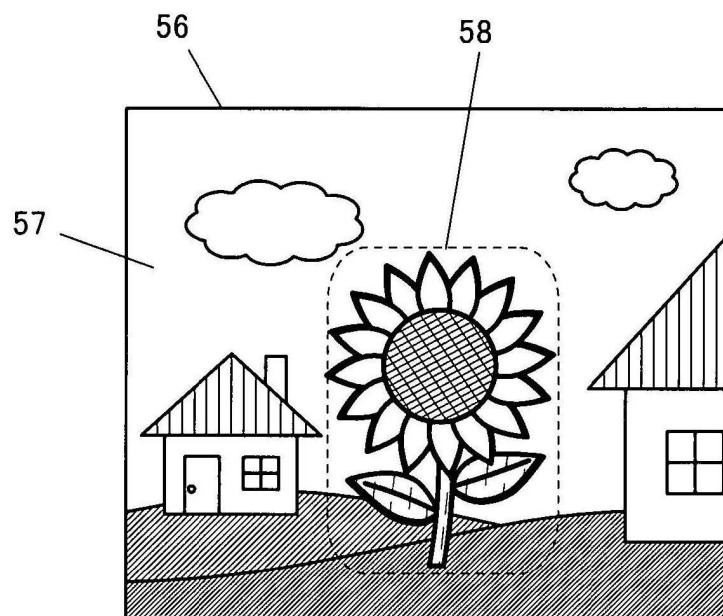


FIG. 7A

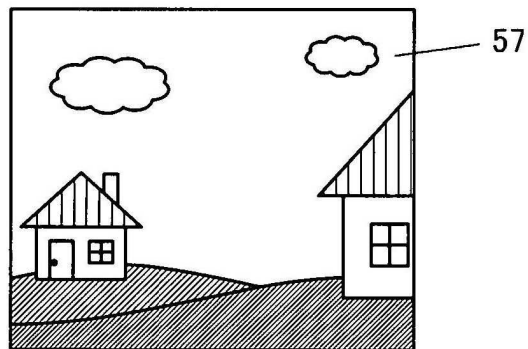


FIG. 7B

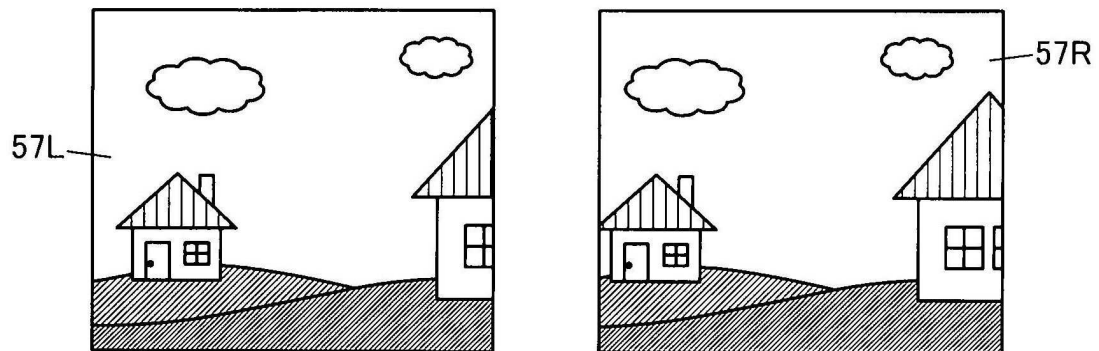


FIG. 7C

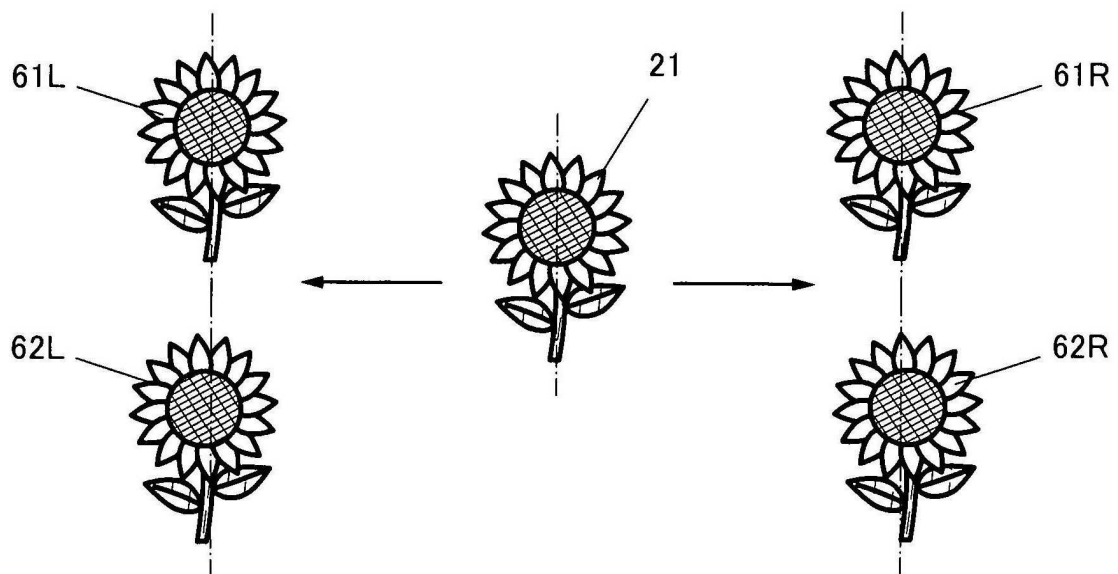


FIG. 8A

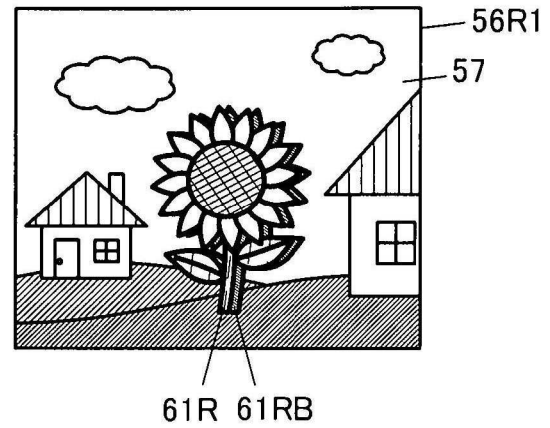
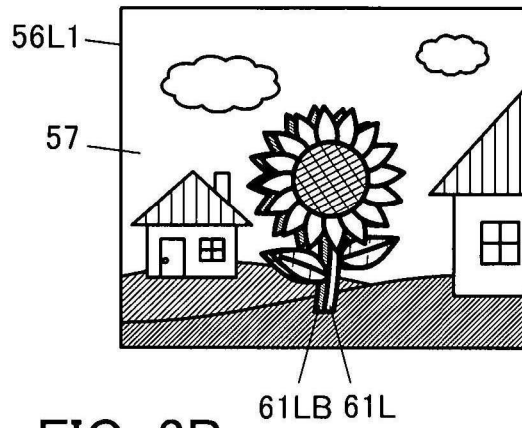


FIG. 8B

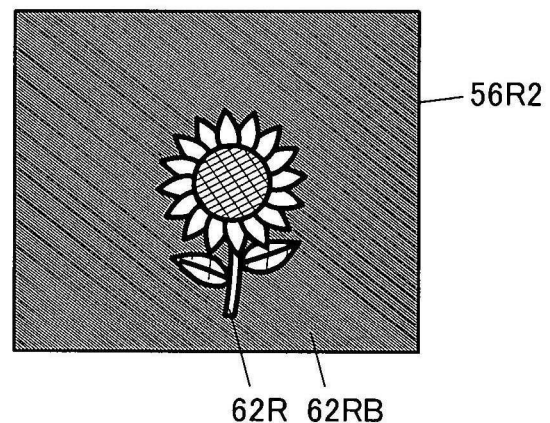
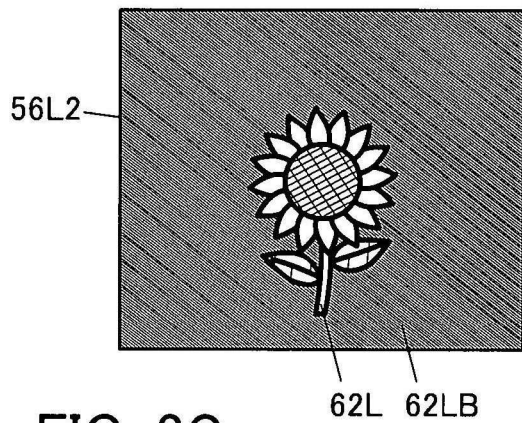


FIG. 8C

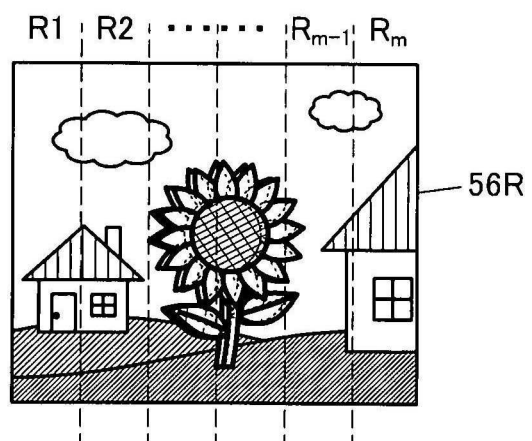
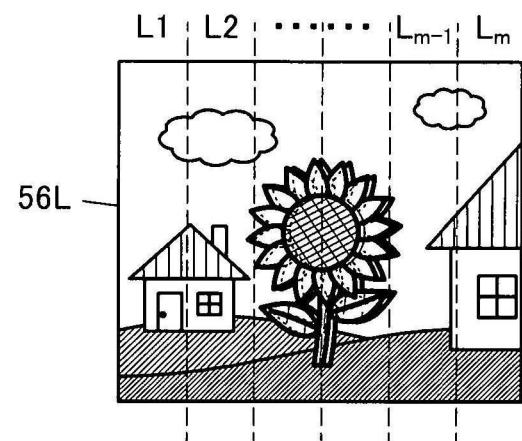


FIG. 9

10

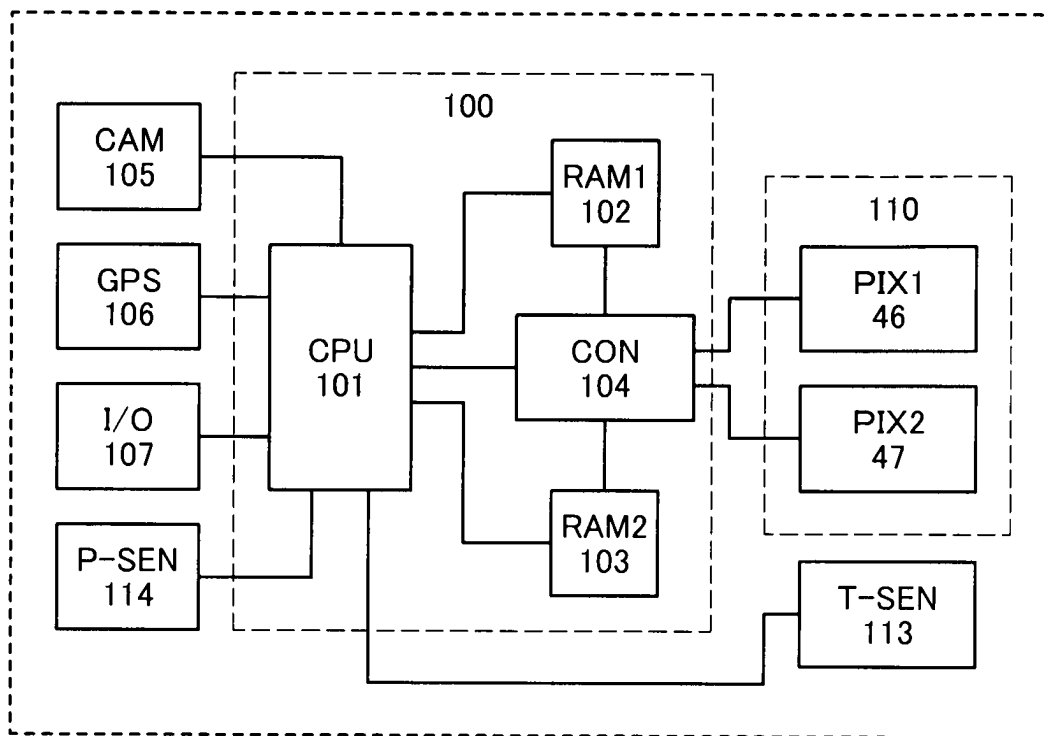




FIG. 10A

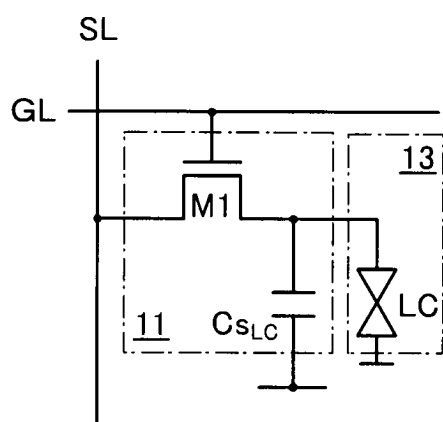


FIG. 10B

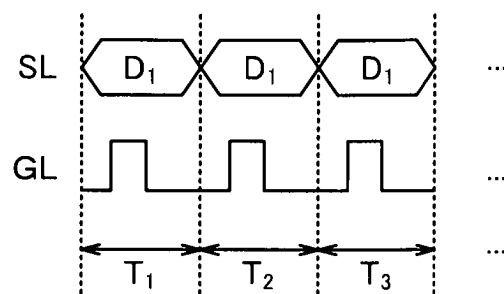


FIG. 10C

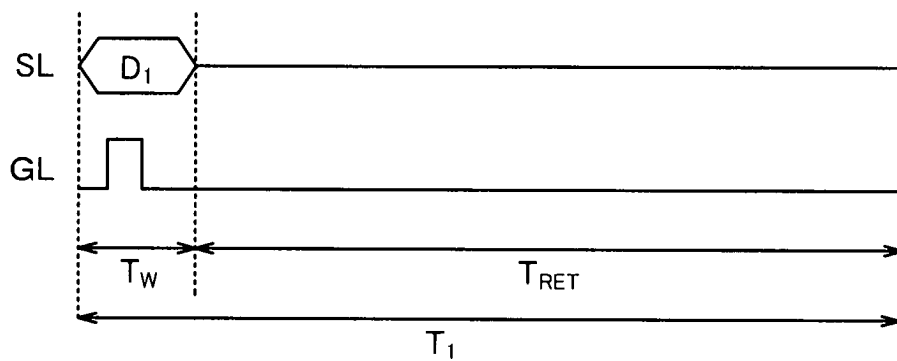


FIG. 11

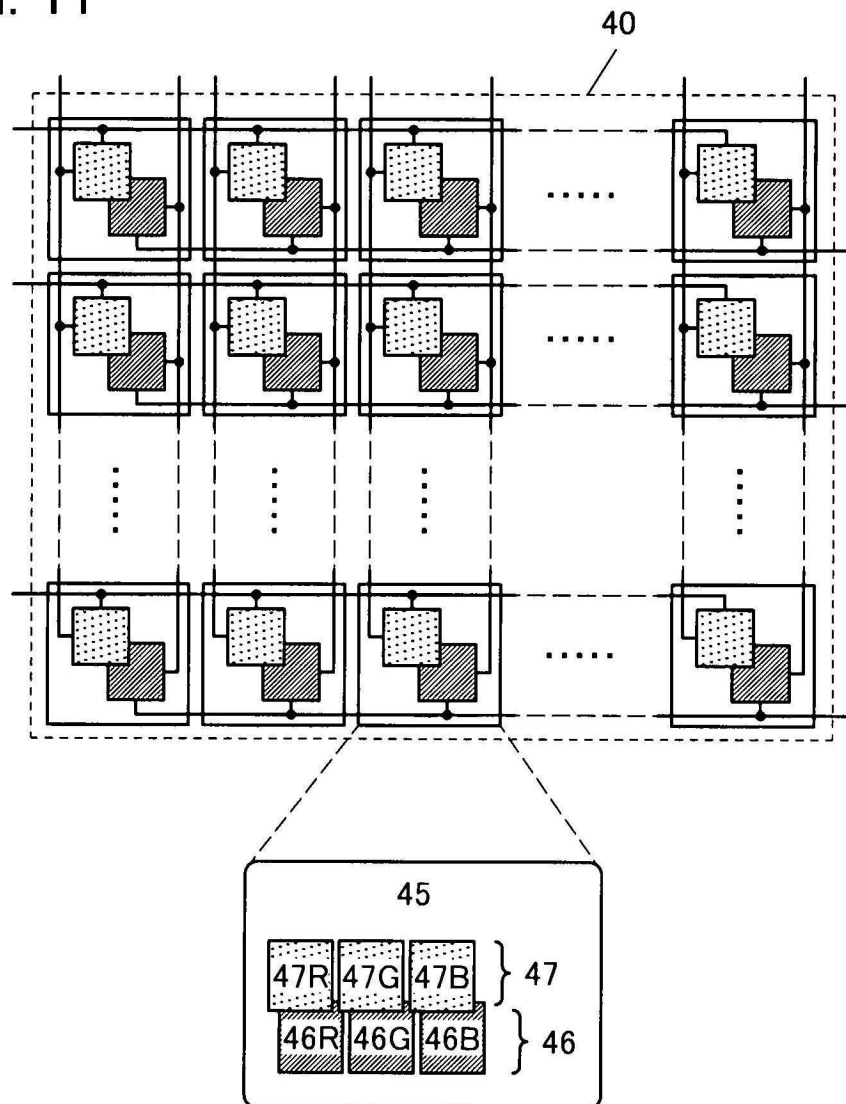


FIG. 12A

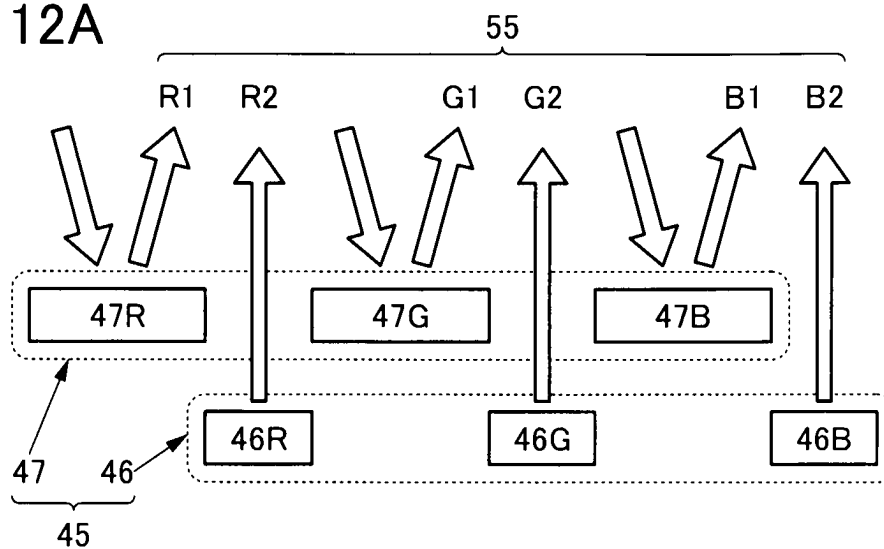


FIG. 12B

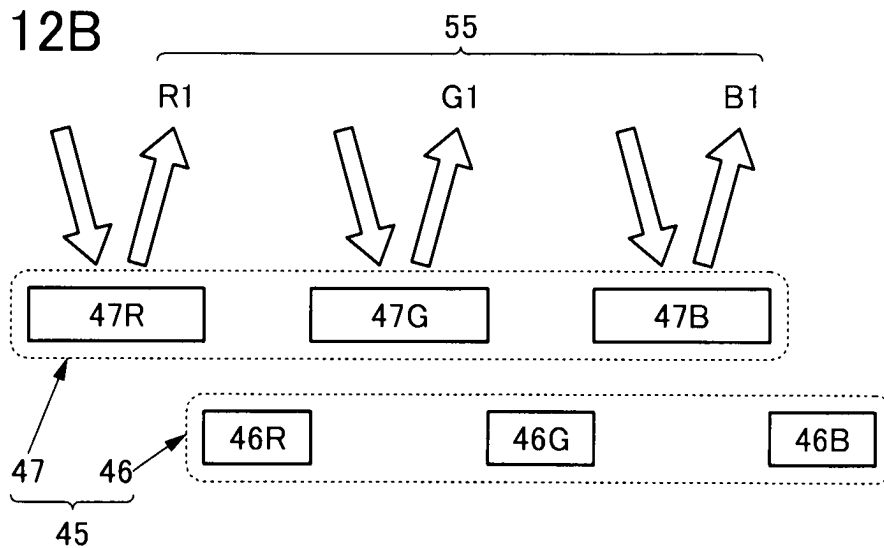


FIG. 12C

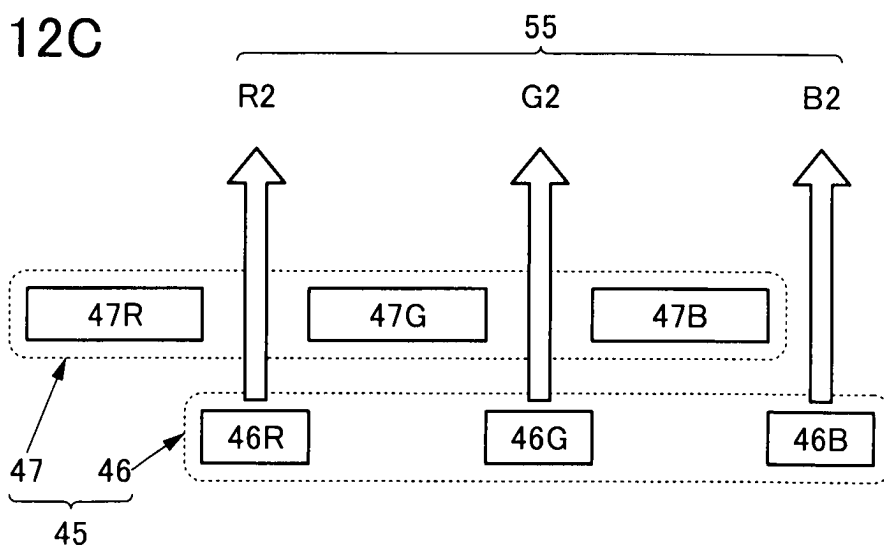


FIG. 13A

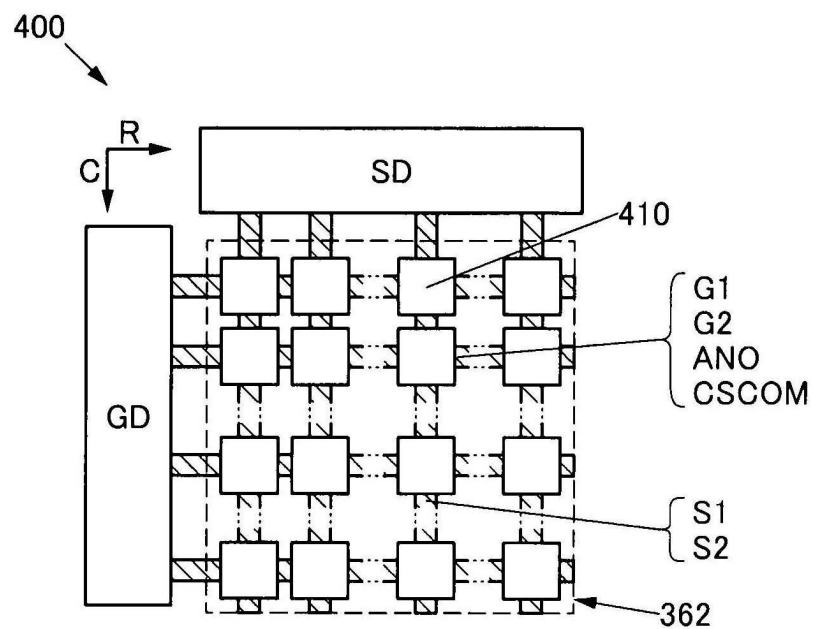


FIG. 13B1

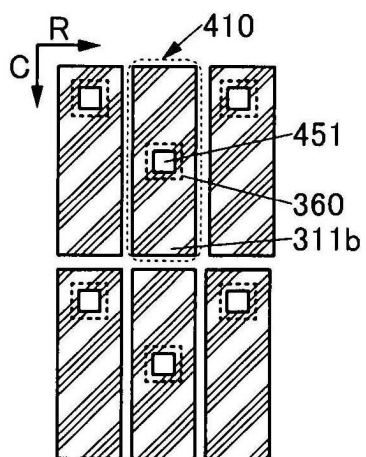


FIG. 13B2

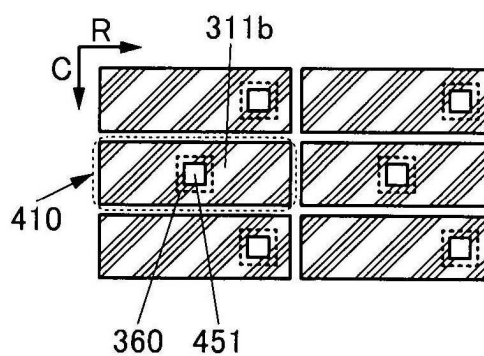


FIG. 14

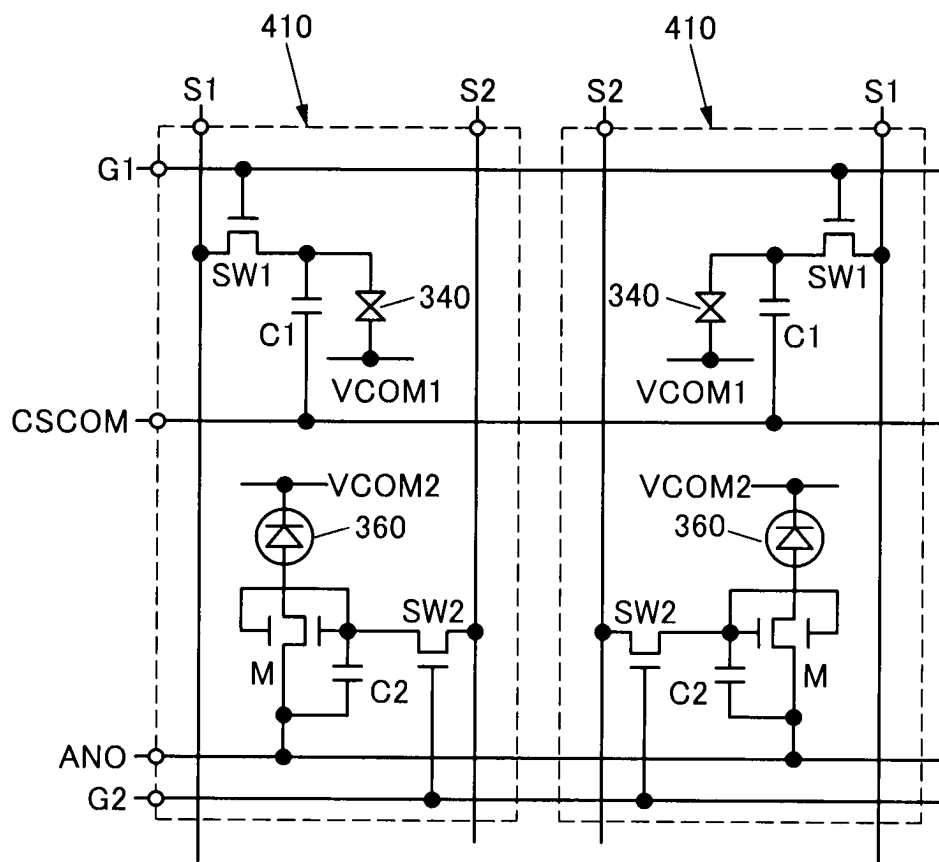


FIG. 15A

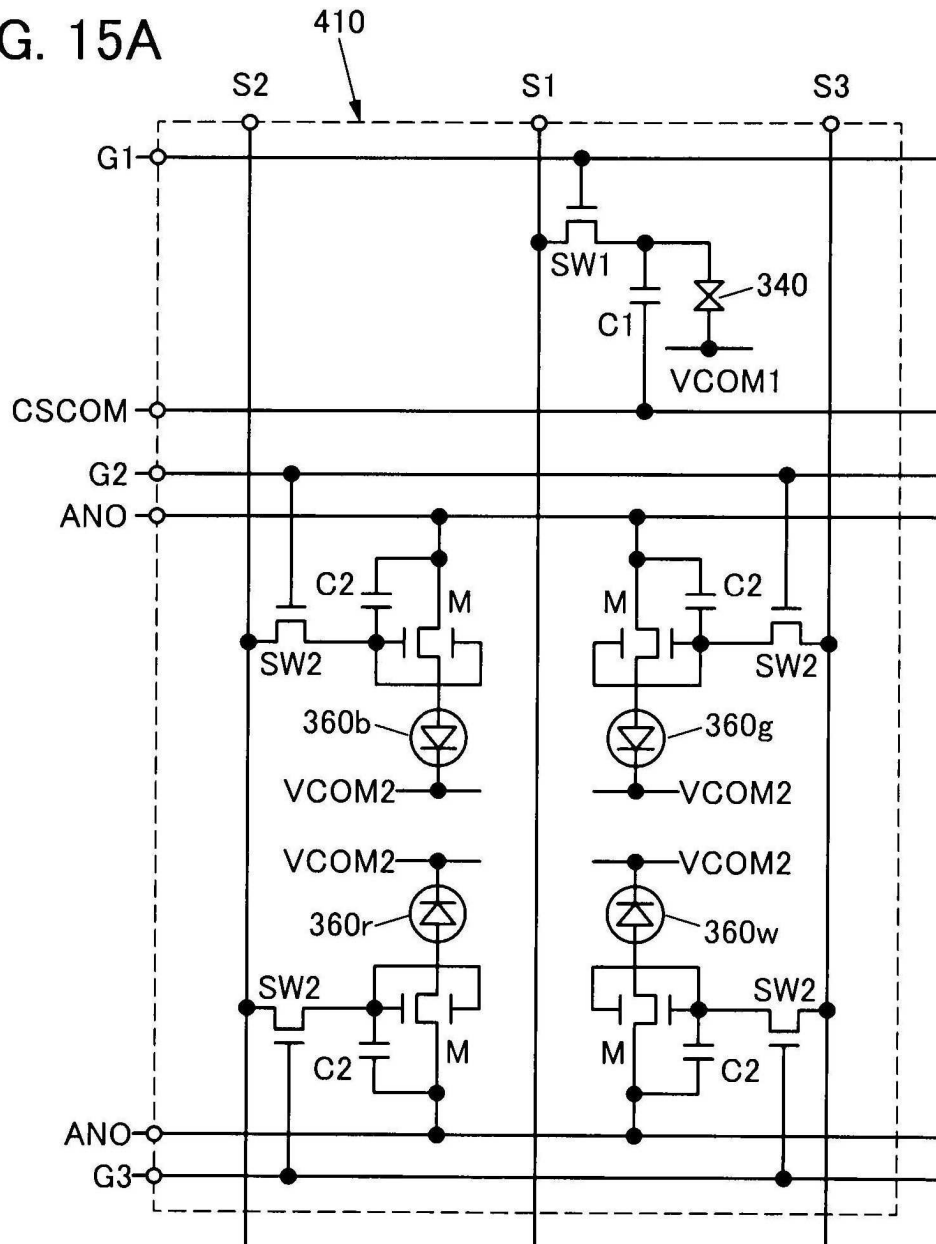


FIG. 15B

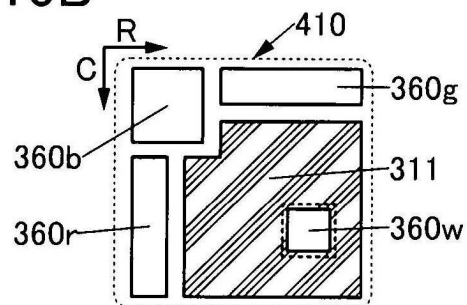


FIG. 16

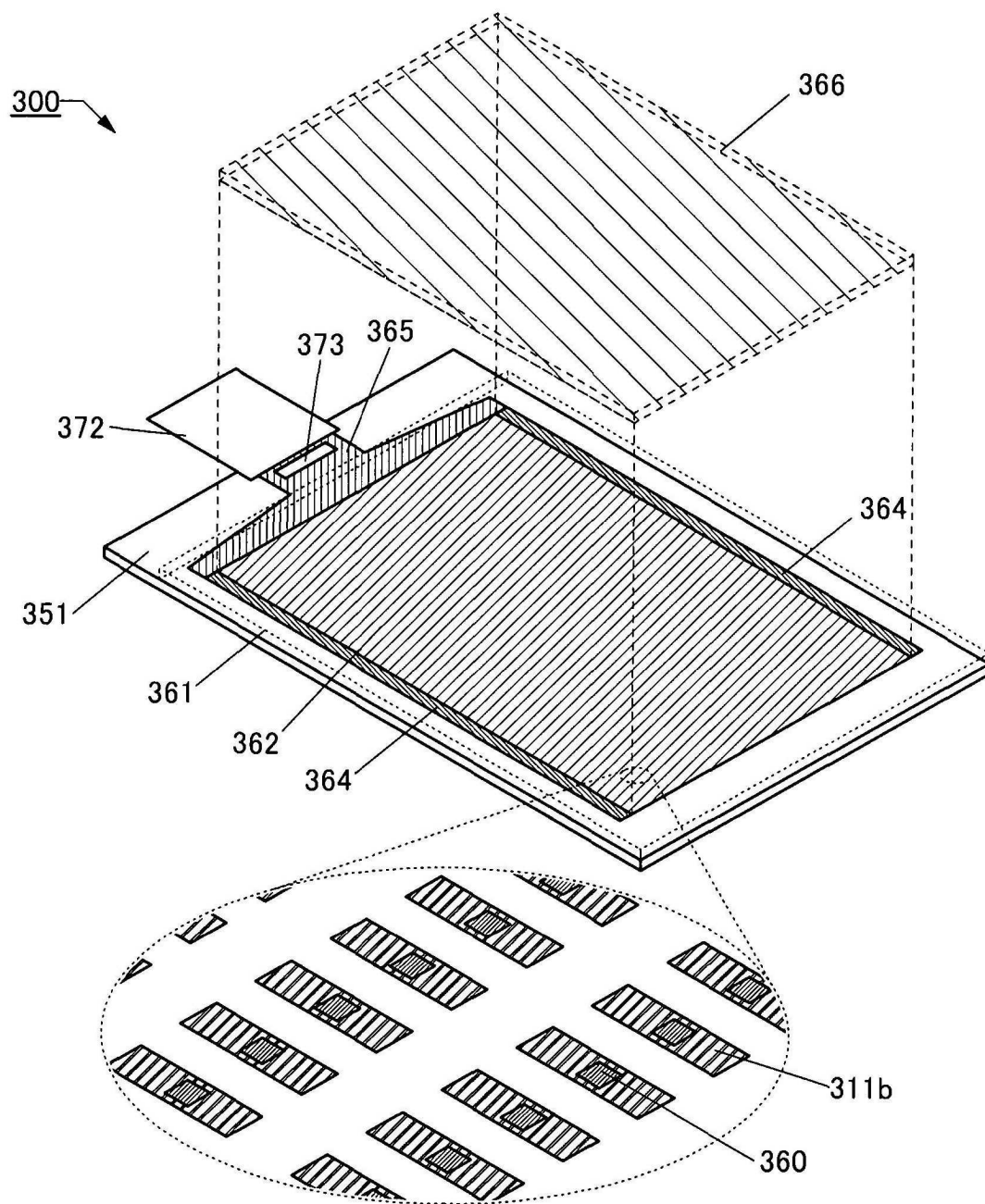


FIG. 17

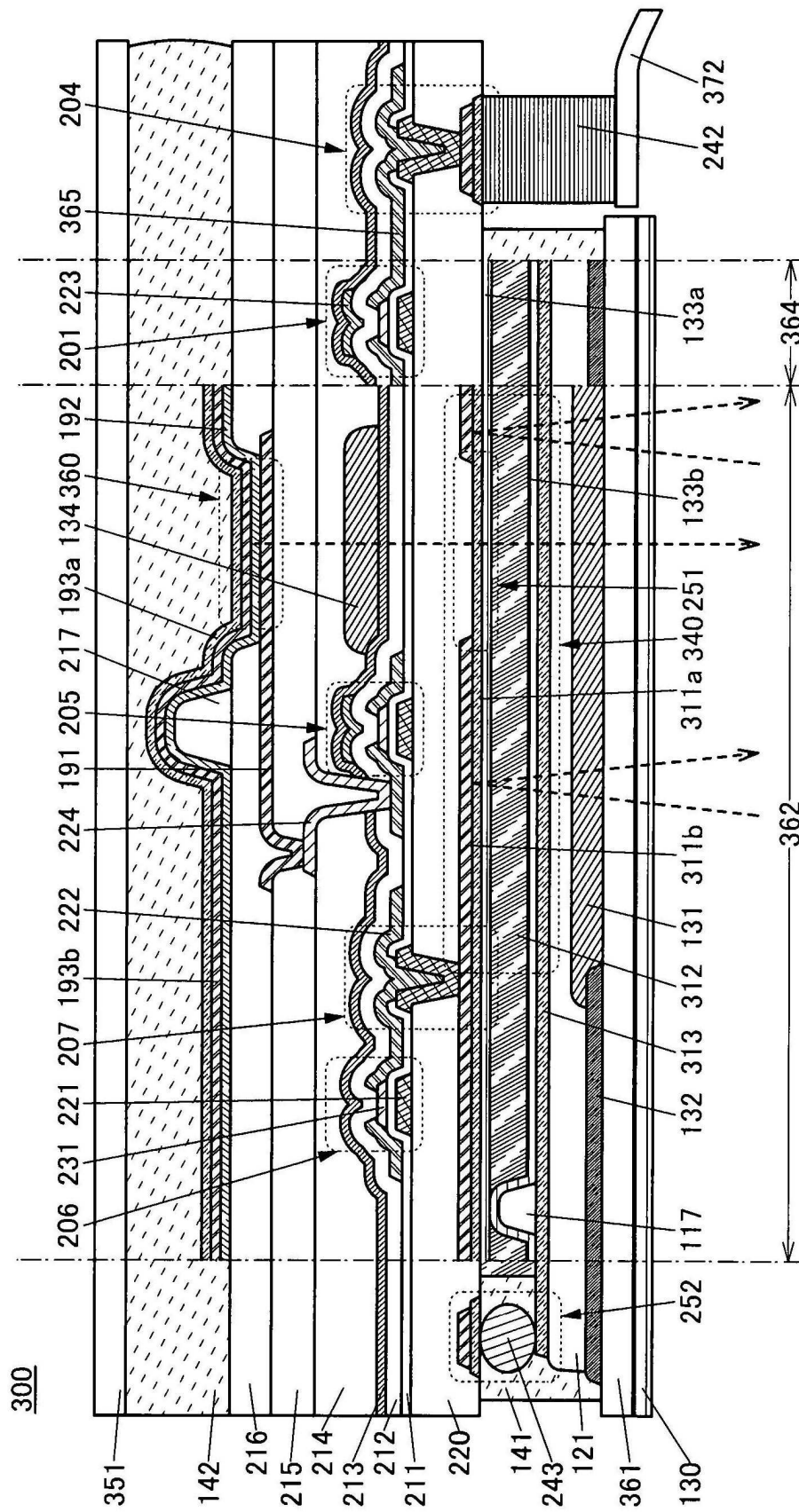
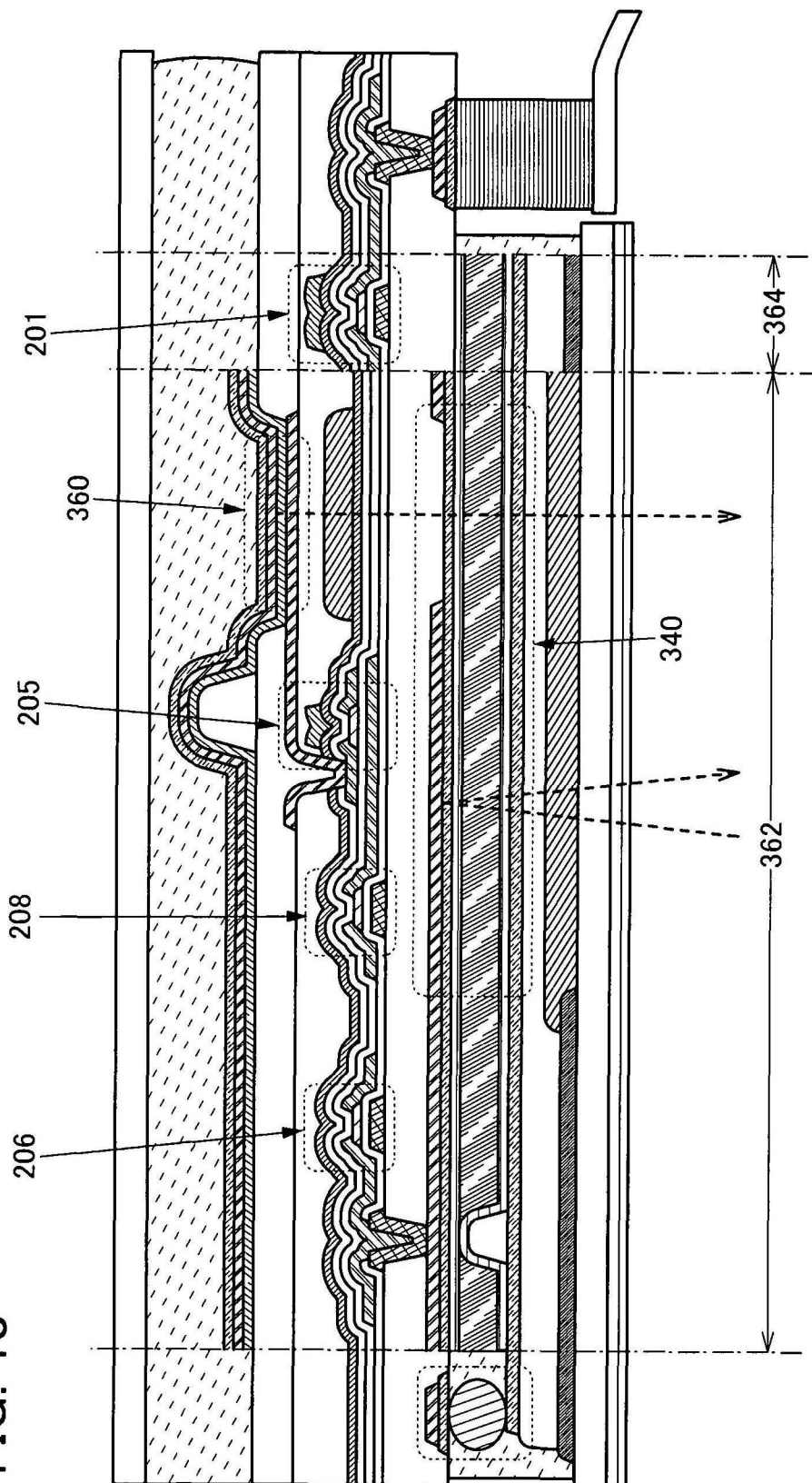




FIG. 18



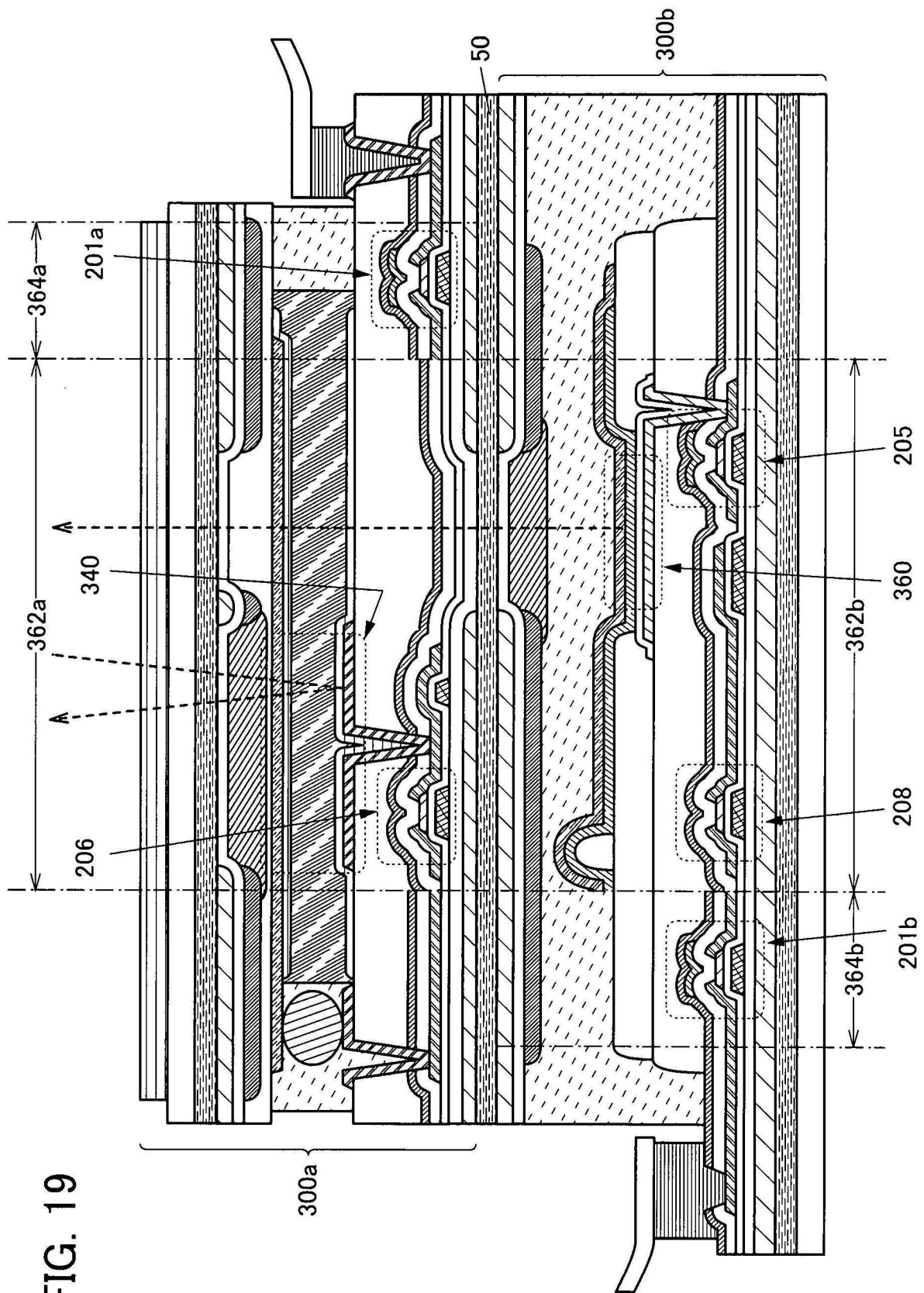


FIG. 19

FIG. 20A

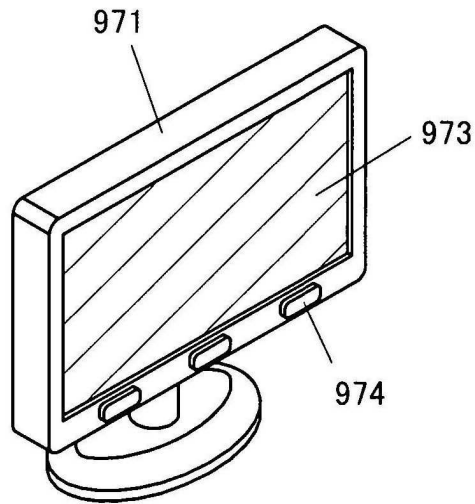


FIG. 20B

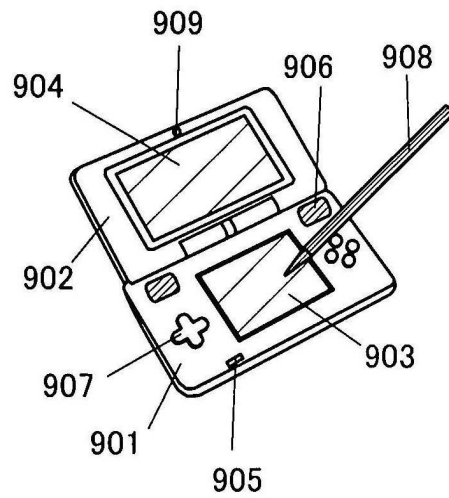


FIG. 20C

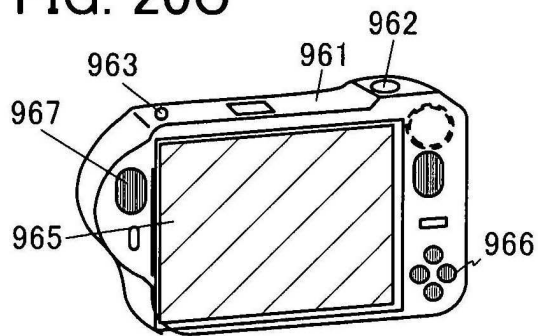


FIG. 20D

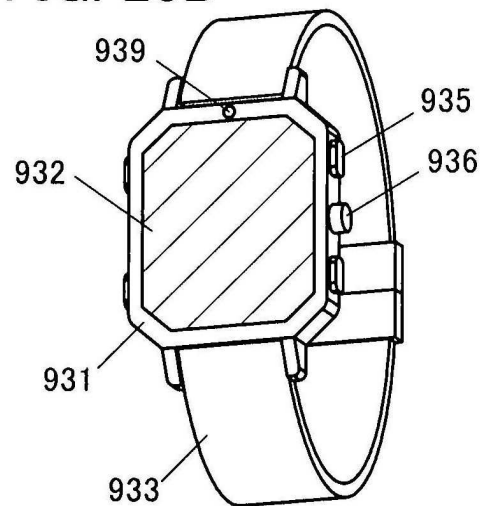


FIG. 20E

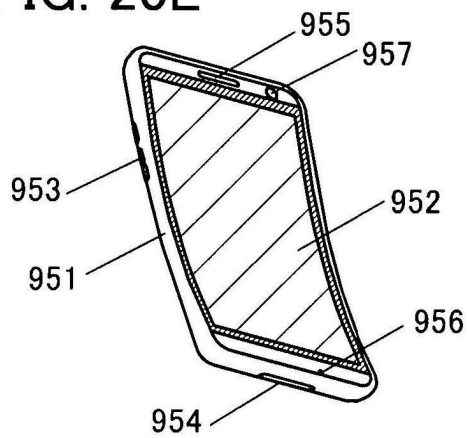


FIG. 20F

