



(12)

Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2013/015091**
in deutscher Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 IntPatÜG)
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2012 003 074.5**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2012/067244**
(86) PCT-Anmeldetag: **28.06.2012**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **31.01.2013**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **10.04.2014**

(51) Int Cl.: **G09G 3/30 (2006.01)**
G09G 3/20 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
JP2011161103 22.07.2011 JP
JP2011259828 29.11.2011 JP

(74) Vertreter:
Grünecker, Kinkeldey, Stockmair & Schwanhäusser, 80802, München, DE

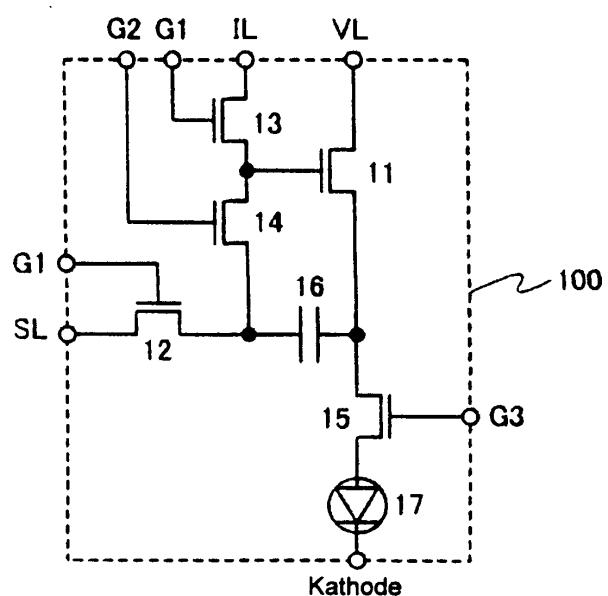
(71) Anmelder:
Semiconductor Energy Laboratory Co., Ltd., Atsugi-shi, Kanagawa-ken, JP

(72) Erfinder:
Inoue, Seiko, Atsugi-shi, Kanagawa-ken, JP; Miyake, Hiroyuki, Atsugi-shi, Kanagawa-ken, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Lichtemissionsvorrichtung**

(57) Zusammenfassung: Geschaffen wird eine Lichtemissionsvorrichtung, bei der Abweichung der Luminanz von Pixeln verhindert wird. Eine Lichtemissionsvorrichtung enthält wenigstens einen Transistor, eine erste Verdrahtung, eine zweite Verdrahtung, einen ersten Schalter, einen zweiten Schalter, einen dritten Schalter, einen vierten Schalter, einen Kondensator und ein lichtemittierendes Element. Die erste Verdrahtung und eine erste Elektrode des Kondensators sind über den ersten Schalter elektrisch miteinander verbunden. Eine zweite Elektrode des Kondensators ist mit einem ersten Anschluss des Transistors verbunden. Die zweite Verdrahtung und ein Gate des Transistors sind über den zweiten Schalter elektrisch miteinander verbunden. Die erste Elektrode des Kondensators und das Gate des Transistors sind über den dritten Schalter elektrisch miteinander verbunden. Der erste Anschluss des Transistors und eine Anode des lichtemittierenden Elementes sind über den vierten Schalter elektrisch miteinander verbunden.



Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Lichtemissionsvorrichtung, bei der ein Transistor an jedem Pixel vorhanden ist.

Technischer Hintergrund

[0002] Da Anzeigevorrichtungen, bei denen Lichtemissionselemente eingesetzt werden, gute Sichtbarkeit aufweisen, sie geeignet sind, um die Dicke zu verringern, und sie keine Einschränkungen hinsichtlich der Betrachtungswinkel aufweisen, haben sie Beachtung als Anzeigevorrichtungen gefunden, die Kathodenstrahlröhren und Flüssigkristall-Anzeigevorrichtungen überlegen sind. Je nach Hersteller unterscheiden sich die jeweils vorgeschlagenen Strukturen für Aktivmatrix-Anzeigevorrichtungen, bei denen Lichtemissionselemente eingesetzt werden. Im Allgemeinen enthält ein Pixel wenigstens ein lichtemittierendes Element, einen Transistor, der die Eingabe von Videosignalen in das Pixel steuert (einen Schaltransistor), und einen Transistor, der die dem lichtemittierenden Element zugeführte Strommenge steuert (einen Ansteuertransistor).

[0003] Wenn alle Transistoren in Pixeln gleiche Polarität haben, können einige Schritte zum Herstellen der Transistoren weggelassen werden, so beispielsweise ein Schritt des Zusetzens eines Verunreinigungselementes, das einem Halbleiterfilm einen Leitfähigkeitstyp verleiht. Patentdokument 1 offenbart eine Anzeigeeinrichtung mit lichtemittierenden Elementen, bei der alle in Pixeln enthaltenen Transistoren n-Kanal-Transistoren sind.

Verweis

[0004]

Patentdokument 1: veröffentlichte japanische Patentanmeldung Nr. 2003-195810

Offenbarung der Erfindung

[0005] Bei einer Lichtemissionsvorrichtung wird Drain-Strom eines Ansteuertransistors einem lichtemittierenden Element zugeführt, und so variiert, wenn die Schwellenspannungen von Ansteuertransistoren zwischen Pixeln variieren, die Luminanz von lichtemittierenden Elementen entsprechend. Daher ist es, um die Bildqualität einer Lichtemissionsvorrichtung zu verbessern, wichtig, eine Pixel-Konfiguration vorzuschlagen, bei der ein Stromwert eines Ansteuertransistors in Erwartung varierender Schwellenspannung kompensiert werden kann.

[0006] Im Allgemeinen ist es bei einer Oberfläche eines leitenden Films, der als eine Anode eines lichtemittierenden Elementes eingesetzt wird, weniger wahrscheinlich, dass sie an Luft oxidiert, als die eines leitenden Films, der als eine Kathode eines lichtemittierenden Elementes dient. Des Weiteren neigt, da ein leitender Film, der als eine Anode eines lichtemittierenden Elementes dient, im Allgemeinen mittels Sputtern ausgebildet wird, wenn die Anode über einer EL-Schicht ausgebildet wird, die ein lichtemittierendes Material enthält, die EL-Schicht dazu, durch Sputtern beschädigt zu werden. Angesichts dessen kann ein lichtemittierendes Element, bei dem eine Anode, eine EL-Schicht und eine Kathode in dieser Reihenfolge übereinander geschichtet sind, mit einem einfachen Prozess hergestellt werden und kann hohen Emissionswirkungsgrad erzielen. Wenn jedoch ein n-Kanal-Ansteuertransistor in Kombination mit dem oben erwähnten lichtemittierenden Element eingesetzt wird, wird eine Source des Ansteuertransistors mit der Anode des lichtemittierenden Elementes verbunden. In diesem Fall nimmt, wenn die Spannung zwischen der Anode und der Kathode des lichtemittierenden Elementes aufgrund von Verschleiß des lichtemittierenden Materials ansteigt, das Potential der Source des Ansteuertransistors zu, so dass die Spannung zwischen einem Gate und der Source (Gate-Spannung) des Ansteuertransistors abnimmt. Dementsprechend nimmt der Drain-Strom des Ansteuertransistors, d. h. ein dem lichtemittierenden Element zugeführter Strom, zu, wodurch es zu einer Abnahme der Luminanz des lichtemittierenden Elementes kommt.

[0007] Angesichts des oben dargestellten technischen Hintergrundes besteht eine Aufgabe einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung darin, eine Lichtemissionsvorrichtung zu schaffen, bei der variierte Luminanz von Pixeln verhindert wird, die durch variierte Schwellenspannung von Ansteuertransistoren verursacht wird. Eine weitere Aufgabe einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung besteht darin, eine Lichtemissionsvorrichtung zu schaffen, bei der eine Verringerung der Luminanz eines lichtemittierenden Elementes verhindert wird, die durch Verschleiß bzw. Abbau einer EL-Schicht verursacht wird.

[0008] Eine Lichtemissionsvorrichtung gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung enthält wenigstens einen Transistor, eine erste Verdrahtung, eine zweite Verdrahtung, einen ersten Schalter, einen zweiten Schalter, einen dritten Schalter, einen vierten Schalter, einen Kondensator und ein lichtemittierendes Element. Eine Funktion des ersten Schalters besteht darin, festzustellen, ob elektrischer Durchgang zwischen der ersten Verdrahtung und einer eines Paars von Elektroden des Kondensators hergestellt ist. Die andere der paaren Elektrode des Kondensators ist mit einer Source oder einem Drain des Transistors verbunden. Eine Funktion des zweiten Schalters besteht darin, festzustellen, ob elektrischer Durchgang zwischen der zweiten Verdrahtung und einem Gate des Transistors hergestellt ist. Eine Funktion des dritten Schalters besteht darin, festzustellen, ob elektrischer Durchgang zwischen einer der paaren Elektroden des Kondensators und dem Gate des Transistors hergestellt ist. Eine Funktion des vierten Schalters besteht darin, festzustellen, ob elektrischer Durchgang zwischen der Source oder dem Drain des Transistors und einer Anode des lichtemittierenden Elementes hergestellt ist.

[0009] Eine Lichtemissionsvorrichtung gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung enthält wenigstens einen Transistor, eine erste Verdrahtung, eine zweite Verdrahtung, eine dritte Verdrahtung, einen ersten Schalter, einen zweiten Schalter, einen dritten Schalter, einen vierten Schalter, einen Kondensator und ein lichtemittierendes Element. Eine Funktion des ersten Schalters besteht darin, festzustellen, ob elektrischer Durchgang zwischen der ersten Verdrahtung und einer eines Paars von Elektroden des Kondensators hergestellt ist. Die andere der paaren Elektroden des Kondensators ist mit einer Source oder einem Drain des Transistors sowie einer Anode des lichtemittierenden Elementes verbunden. Eine Funktion des zweiten Schalters besteht darin, festzustellen, ob elektrischer Durchgang zwischen der zweiten Verdrahtung und einem Gate des Transistors hergestellt ist. Eine Funktion des dritten Schalters besteht darin, festzustellen, ob elektrischer Durchgang zwischen der einen der paaren Elektroden des Kondensators und dem Gate des Transistors hergestellt ist. Eine Funktion des vierten Schalters besteht darin, festzustellen, ob elektrischer Durchgang zwischen der Source oder dem Drain des Transistors und der vierten Verdrahtung hergestellt ist.

[0010] Es ist zu anzumerken, dass der Schalter ein Element ist, dessen Funktion darin besteht, Zufuhr von Strom bzw. Potential zu steuern, und dass er beispielsweise ein elektrischer Schalter oder ein mechanischer Schalter sein kann. Das heißt, der Schalter kann ein Transistor, eine Diode oder eine Logikschaltung sein, die aus Transistoren besteht.

[0011] Bei der Lichtemissionsvorrichtung gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung mit dem oben beschriebenen Aufbau kann ein Potential, das höher ist als die Schwellenspannung des Ansteuertransistors und niedriger als eine Spannung, die die Summe der Schwellenspannung und der Spannung zwischen der Source und dem Drain des Ansteuertransistors ist, zwischen dem Gate und der Source des Ansteuertransistors angelegt werden. Wenn die Source des Ansteuertransistors in potentialfreien Zustand versetzt wird und dabei die oben erwähnte Spannung angelegt wird, kann die Schwellenspannung zwischen dem Gate und der Source des Ansteuertransistors erreicht werden. Dann wird, wenn die Spannung eines Bild-Signals an das Gate angelegt wird, während die Source in potentialfreiem Zustand gehalten wird, eine Spannung, die die Summe der Spannung des Bild-Signals und der Schwellenspannung ist, zwischen dem Gate und der Source des Ansteuertransistors angelegt. Dem lichtemittierenden Element wird ein Strom zugeführt, der der Gate-Spannung des Ansteuertransistors entspricht und dementsprechend Gradation ausdrückt.

[0012] Bei der Lichtemissionsvorrichtung gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann ein Potential, das die Summe der Spannung eines Bild-Signals und der Schwellenspannung des Transistors ist, an die Gate-Elektrode des Transistors angelegt werden, und folglich kann durch Kompensation der Schwellenspannung und Kompensation des Potentials der Anode die Bildqualität der Lichtemissionsvorrichtung verbessert werden.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0013] Bei den beigefügten Zeichnungen sind:

[0014] **Fig. 1A** und **Fig. 1B** Schaltbilder von Pixeln;

[0015] **Fig. 2** ein Zeitdiagramm, das die Funktion eines Pixels darstellt;

[0016] **Fig. 3A** bis **Fig. 3C** Darstellungen der Funktion eines Pixels;

[0017] **Fig. 4** ein Zeitdiagramm, das die Funktion eines Pixels darstellt;

[0018] **Fig. 5A** bis **Fig. 5C** Darstellungen der Funktion eines Pixels;

[0019] **Fig. 6** eine Draufsicht auf ein Pixel;

[0020] **Fig. 7** eine Schnittansicht eines Pixels;

[0021] **Fig. 8** eine Draufsicht auf ein Pixel;

[0022] **Fig. 9** eine Schnittansicht eines Pixels;

[0023] **Fig. 10** eine Schnittansicht von Pixeln;

[0024] **Fig. 11A** bis **Fig. 11C** Schnittansichten von Pixeln;

[0025] **Fig. 12** eine Perspektivansicht eines Bildschirms;

[0026] **Fig. 13A** bis **Fig. 13E** Darstellungen elektronischer Vorrichtungen;

[0027] **Fig. 14A** bis **Fig. 14E** Darstellungen einer Struktur eines Oxid-Halbleiters;

[0028] **Fig. 15A** bis **Fig. 15C** Darstellungen einer Struktur eines Oxid-Halbleiters;

[0029] **Fig. 16A** bis **Fig. 16C** Darstellungen einer Struktur eines Oxid-Halbleiters;

[0030] **Fig. 17** eine Darstellung eines Berechnungsergebnisses; und

[0031] **Fig. 18** eine Darstellung eines Berechnungsergebnisses.

Beste Ausführungsweise der Erfindung

[0032] Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung werden im Folgenden unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen ausführlich beschrieben. Es ist anzumerken, dass die vorliegende Erfindung nicht auf die folgenden Beschreibung beschränkt ist, und für den Fachmann ist leicht verständlich, dass die Art und Weise sowie Details in verschiedener Form verändert werden können, ohne vom Geist und vom Schutzzumfang der vorliegenden Erfindung abzuweichen. Daher sollte die vorliegende Erfindung nicht als auf die folgende Beschreibung der Ausführungsformen beschränkt verstanden werden.

[0033] Es ist anzumerken, dass eine Lichtemissionsvorrichtung in der vorliegenden Patentbeschreibung als Kategorie einen Bildschirm einschließt, bei dem ein lichtemittierendes Element an jedem Pixel ausgebildet ist und ein Modul, in dem ein IC oder dergleichen, der einen Controller einschließt, an dem Bildschirm installiert ist.

Ausführungsform 1

[0034] **Fig. 1A** stellt ein Beispiel des Aufbaus eines Pixels **100** dar, das in einer Lichtemissionsvorrichtung gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung enthalten ist.

[0035] Das Pixel **100** enthält Transistoren **11** bis **15**, einen Kondensator **16** sowie ein lichtemittierendes Element **17**. **Fig. 1A** zeigt einen Fall, in dem die Transistoren **11** bis **15** n-Kanal-Transistoren sind.

[0036] Eine Funktion des Transistors **12** besteht darin, festzustellen, ob elektrischer Durchgang zwischen einer Verdrahtung **SL** und einer eines Paars von Elektroden des Kondensators **16** hergestellt ist. Die andere der paaren Elektroden des Kondensators **16** ist mit einer Source oder einem Drain des Transistors **11** verbunden. Eine Funktion des Transistors **13** besteht darin, festzustellen, ob elektrischer Durchgang zwischen einer Verdrahtung **IL** und einem Gate des Transistors **11** hergestellt ist. Eine Funktion des Transistors **14** besteht darin, festzustellen, ob elektrischer Durchgang zwischen einer der paaren Elektroden des Kondensators **16** und dem Gate des Transistors **11** hergestellt ist. Eine Funktion des Transistors **15** besteht darin, festzustellen, ob elektrischer Durchgang zwischen der Source oder dem Drain des Transistors **11** und einer Anode des lichtemittierenden Elementes hergestellt ist.

[0037] In **Fig. 1A** ist das andere Element von der Source und dem Drain des Transistors **11** mit einer Verdrahtung VL verbunden.

[0038] Der geöffnete/gesperrte Zustand des Transistors **12** wird anhand des Potentials einer Verdrahtung G1 bestimmt, die mit einem Gate des Transistors **12** verbunden ist. Der gesperrte/geöffnete Zustand des Transistors **13** wird anhand des Potentials der Verdrahtung G1 bestimmt, die mit einem Gate des Transistors **13** verbunden ist. Der geöffnete/gesperrte Zustand des Transistors **14** wird anhand des Potentials einer Verdrahtung G2 bestimmt, die mit einem Gate des Transistors **14** verbunden ist. Der geöffnete/gesperrte Zustand des Transistors **15** wird anhand des Potentials einer Verdrahtung G3 bestimmt, die mit einem Gate des Transistors **15** verbunden ist.

[0039] Es ist anzumerken, dass in der vorliegenden Patentbeschreibung der Begriff "Verbindung" für elektrische Verbindung steht und einem Zustand entspricht, in dem Strom, Spannung oder ein Potential zugeführt oder übertragen werden kann. Daher steht ein Verbindungszustand nicht nur für einen Zustand direkter Verbindung, sondern auch für einen Zustand indirekter Verbindung über ein Element, wie beispielsweise eine Verdrahtung, einen leitenden Film, einen Widerstand, eine Diode oder einen Transistor, in dem Strom, Spannung oder ein Potential zugeführt oder übertragen werden kann.

[0040] Selbst wenn in einem Schaltbild verschiedene Komponenten miteinander verbunden sind, liegt eigentlich ein Fall vor, in dem ein leitender Film Funktionen einer Vielzahl von Komponenten erfüllt, so beispielsweise ein Fall, in dem ein Teil einer Verdrahtung als eine Elektrode dient. Der Begriff "Verbindung" schließt in der vorliegenden Patentbeschreibung als Kategorie auch einen Fall ein, in dem ein leitender Film Funktionen einer Vielzahl von Komponenten erfüllt.

[0041] Das lichtemittierende Element **17** enthält die Anode, eine Kathode sowie eine EL-Schicht, die zwischen der Anode und der Kathode vorhanden ist. Die EL-Schicht wird unter Verwendung einer einzelnen Schicht oder mehrerer Schichten ausgebildet, von denen wenigstens eine eine lichtemittierende Schicht ist, die eine lichtemittierende Substanz enthält. Über die EL-Schicht wird Elektrolumineszenz mittels Strom bewirkt, der zugeführt wird, wenn eine Potentialdifferenz zwischen der Kathode bei Nutzung des Potentials der Kathode als ein Bezugspotential höher ist als oder genauso hoch ist wie eine Schwellenspannung V_{th} des lichtemittierenden Elementes **17**. Als Elektrolumineszenz treten Lumineszenz (Fluoreszenz) beim Zurückkehren von einem Singulet-Anregungszustand zu einem Erd-Zustand und Lumineszenz (Phosphoreszenz) beim Zurückkehren von einem Triplet-Anregungszustand zu einem Erd-Zustand auf.

[0042] Es ist anzumerken, dass die Begriffe "Source" und "Drain" eines Transistors in Abhängigkeit von der Polarität des Transistors oder den Pegeln von an die Source und das Drain angelegten Potentialen austauschbar sind. Im Allgemeinen wird bei einem n-Kanal-Transistor der Anschluss, an den ein niedrigeres Potential angelegt wird, als eine Source bezeichnet, und ein Anschluss, an den ein höheres Potential angelegt wird, wird als ein Drain bezeichnet. Bei einem p-Kanal-Transistor wird ein Anschluss, dem ein niedrigeres Potential zugeführt wird, als ein Drain bezeichnet, und ein Anschluss, dem ein höheres Potential zugeführt wird, wird als eine Source bezeichnet. In der vorliegenden Patentbeschreibung können, obwohl die Anschlussbeziehung des Transistors mitunter der Einfachheit halber so beschrieben wird, dass angenommen wird, dass die Source und der Drain unveränderlich sind, die Bezeichnungen für die Source und das Drain in Abhängigkeit von der Beziehung der Potentiale ausgetauscht werden.

[0043] **Fig. 1B** stellt ein weiteres Beispiel des Pixels **100** dar, das in der Lichtemissionsvorrichtung gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung enthalten ist.

[0044] Das Pixel **100** enthält die Transistoren **11** bis **15**, den Kondensator **16** und das lichtemittierende Element **17**. **Fig. 1B** zeigt den Fall, in dem die Transistoren **11** bis **15** n-Kanal-Transistoren sind.

[0045] Eine Funktion des Transistors **12** besteht darin, festzustellen, ob elektrischer Durchgang zwischen der Verdrahtung SL und einer der Paare von Elektroden des Kondensators **16** hergestellt ist. Die andere der paaren Elektroden des Kondensators **16** ist mit der Source oder dem Drain des Transistors **11** und der Anode des lichtemittierenden Elementes **17** verbunden. Eine Funktion des Transistors **13** besteht darin, festzustellen, ob elektrischer Durchgang zwischen der Verdrahtung IL und dem Gate des Transistors **11** hergestellt ist. Eine Funktion des Transistors **14** besteht darin, festzustellen, ob elektrischer Durchgang zwischen einer der paaren Elektroden des Kondensators **16** und dem Gate des Transistors **11** hergestellt ist. Eine Funktion des Transistors **15** besteht darin, festzustellen, ob elektrischer Durchgang zwischen der Source oder dem Drain des Transistors **11** und einer Verdrahtung RL sowie zwischen der Anode des lichtemittierenden Elementes **17**

und der Verdrahtung RL hergestellt ist. Das andere Element von der Source und dem Drain des Transistors **11** ist mit der Verdrahtung VL verbunden.

[0046] Der geöffnete/gesperrte Zustand des Transistors **12** wird anhand des Potentials der Verdrahtung G1 bestimmt, die mit dem Gate des Transistors **12** verbunden ist. Der gesperrte/geöffnete Zustand des Transistors **13** wird anhand des Potentials der Verdrahtung G1 bestimmt, die mit dem Gate des Transistors **13** verbunden ist. Der geöffnete/gesperrte Zustand des Transistors **14** wird anhand des Potentials der Verdrahtung G2 bestimmt, die mit dem Gate des Transistors **14** verbunden ist. Der geöffnete/gesperrte Zustand des Transistors **15** wird anhand des Potentials der Verdrahtung G3 bestimmt, die mit dem Gate des Transistors **15** verbunden ist.

[0047] In **Fig. 1A** und **Fig. 1B** befindet sich das Gate der Transistoren **11** bis **15** jeweils an wenigstens einer Seite eines Halbleiterfilms, wobei die Transistoren **11** bis **15** als Alternative dazu ein Paar Gates aufweisen können, zwischen denen der Halbleiterfilm eingeschlossen ist. Wenn eines der paarigen Gates als ein vorderseitiges Gate bzw. ein rückseitiges Gate betrachtet wird, kann das rückseitige Gate potentialfrei sein, oder es kann ihm von außen ein Potential zugeführt werden. In letzterem Fall ist es möglich, Potentiale mit dem gleichen Pegel an das vorderseitige Gate und das rückseitige Gate anzulegen, oder möglich, ein festes Potential, wie beispielsweise ein Erdpotential, nur an das rückseitige Gate anzulegen. Indem der Pegel des an das rückseitige Gate angelegten Potentials gesteuert wird, kann die Schwellenspannung des Transistors gesteuert werden. Durch das Vorhandensein des rückseitigen Gates wird ein Kanalbildungsbereich vergrößert, und der Drain-Strom kann erhöht werden. Des Weiteren erleichtert das rückseitige Gate die Ausbildung einer Sperrsicht in dem Halbleiterfilm, die niedrigeren Unterschwellstromanstieg (subthreshold swing) bewirkt.

[0048] **Fig. 1A** und **Fig. 1B** zeigen jeweils den Fall, in dem die Transistoren **11** bis **15** n-Kanal-Transistoren sind. Wenn die Transistoren **11** bis **15** die gleiche Polarität haben, ist es möglich, einige der Schritte zum Herstellen der Transistoren wegzulassen, so beispielsweise einen Schritt des Zusetzens eines Verunreinigungs-elementes, das dem Halbleiterfilm einen Leitfähigkeitsotyp verleiht. Es ist anzumerken, dass bei der Lichtemissionsvorrichtung gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung nicht alle der Transistoren **11** bis **15** notwendigerweise n-Kanal-Transistoren sind. Wenigstens der Transistor **11** ist vorzugsweise ein n-Kanal-Transistor, wenn die Anode des lichtemittierenden Elementes **17** mit einer Source oder einem Drain des Transistors **15** verbunden ist, während wenigstens der Transistor **11** vorzugsweise ein p-Kanal-Transistor ist, wenn die Kathode des lichtemittierenden Elementes **17** mit der Source oder dem Drain des Transistors **15** verbunden ist.

[0049] Wenn der Transistor **11** in einem Sättigungsbereich arbeitet und Strom durchlässt, ist seine Kanallänge bzw. Kanalbreite vorzugsweise größer als diejenigen der Transistoren **12** bis **15**. Durch die größere Kanallänge bzw. Kanalbreite kann der Drain-Strom in dem Sättigungsbereich konstant sein, so dass der Knickstelleneffekt bzw. sogenannte Kink-Effekt reduziert wird. Als Alternative dazu ermöglicht es die größere Kanallänge oder Kanalbreite, dass selbst im Sättigungsbereich eine große Strommenge durch den Transistor **11** fließt.

[0050] In der Darstellung in **Fig. 1A** und **Fig. 1B** haben die Transistoren **11** bis **15** jeweils eine sogenannte Single-Gate-Struktur, die ein Gate und einen Kanalbildungsbereich enthält, der Transistor in der vorliegenden Erfindung ist jedoch nicht auf einen Single-Gate-Transistor beschränkt. Beliebige bzw. alle der Transistoren **11** bis **15** können eine sogenannte Multi-Gate-Struktur haben, die eine Vielzahl von Gates, die elektrisch miteinander verbunden sind, und eine Vielzahl von Kanalbildungsbereichen enthält.

[0051] Im Folgenden wird die Funktion des in **Fig. 1A** dargestellten Pixels **100** beschrieben.

[0052] **Fig. 2** ist ein beispielhaftes Zeitdiagramm, das die Potentiale der Verdrahtungen G1 bis G3 und ein Potential Vdata zeigt, das der Verdrahtung SL zugeführt wird, wobei die Verdrahtungen G1 bis G3 und die Verdrahtung SL in **Fig. 1A** mit dem Pixel **100** verbunden sind. Es ist anzumerken, dass das Zeitdiagramm in **Fig. 2** den Fall darstellt, in dem die Transistoren **11** bis **15** n-Kanal-Transistoren sind. Die Funktion des Pixels **100** in **Fig. 1A** kann, wie in **Fig. 2** dargestellt, hauptsächlich in eine erste Funktion bzw. einen ersten Vorgang in einer ersten Periode, einen zweiten Vorgang in einer zweiten Periode und einen dritten Vorgang in einer dritten Periode unterteilt werden.

[0053] Zunächst wird der erste Vorgang in der ersten Periode beschrieben. In der ersten Periode wird ein Potential mit niedrigem Pegel an die Verdrahtung G1 angelegt, ein Potential mit niedrigem Pegel wird an die Verdrahtung G2 angelegt und ein Potential mit hohem Pegel wird an die Verdrahtung G3 angelegt. Dadurch wird der Transistor **15** geöffnet und die Transistoren **12** bis **14** werden gesperrt.

[0054] Ein Potential Vano wird an die Verdrahtung VL angelegt und ein Potential Vcat wird an die Kathode des lichtemittierenden Elementes **17** angelegt. Das Potential Vano ist höher als ein Potential, das die Summe der Schwellenspannung Vthe des lichtemittierenden Elementes **17** und des Potentials Vcat ist. Im Folgenden wird angenommen, dass die Schwellenspannung Vthe des lichtemittierenden Elementes **17** 0 beträgt.

[0055] **Fig. 3A** stellt die Funktion des Pixels **100** in der ersten Periode dar. In **Fig. 3A** sind die Transistoren **12** bis **15** als Schalter dargestellt. In der ersten Periode wird aufgrund des oben beschriebenen Vorgangs das Potential der Source oder des Drain des Transistors **11** (als ein Knoten A dargestellt) das Potential, das die Summe des Potentials Vcat und der Schwellenspannung Vthe des lichtemittierenden Elementes **17** ist. In **Fig. 3A** wird das Potential des Knotens A das Potential Vcat, da angenommen wird, dass die Schwellenspannung Vthe 0 beträgt.

[0056] Im Folgenden wird der zweite Vorgang in der zweiten Periode beschrieben. In der zweiten Periode wird ein Potential mit hohem Pegel an die Verdrahtung G1 angelegt, ein Potential mit niedrigem Pegel wird an die Verdrahtung G2 angelegt und ein Potential mit niedrigem Pegel wird an die Verdrahtung G3 angelegt. Dadurch werden die Transistoren **12** und **13** geöffnet, der Transistor **14** bleibt gesperrt und der Transistor **15** wird gesperrt.

[0057] Während des Übergangs von der ersten Periode zu der zweiten Periode wird das an die Verdrahtung G3 angelegte Potential vorzugsweise von einem Potential mit hohem Pegel auf ein Potential mit niedrigem Pegel umgeschaltet, nachdem das an die Verdrahtung G1 angelegte Potential von einem Potential mit niedrigem Pegel auf ein Potential mit hohem Pegel umgeschaltet wurde, wobei in diesem Fall verhindert werden kann, dass das Potential des Knotens A durch Umschalten des an die Verdrahtung G1 angelegten Potentials geändert wird.

[0058] Das Potential Vano wird an die Verdrahtung VL angelegt, und das Potential Vcat wird an die Kathode des lichtemittierenden Elementes **17** angelegt. Ein Potential V0 wird an die Verdrahtung IL angelegt, und das Potential Vdata eines Bild-Signals wird an die Verdrahtung SL angelegt. Es ist anzumerken, dass das Potential V0 vorzugsweise höher ist als ein Potential, das die Summe des Potentials Vcat, einer Schwellenspannung Vth des Transistors **11** und der Schwellenspannung Vthe des lichtemittierenden Elementes **17** ist und vorzugsweise niedriger als ein Potential, das die Summe des Potentials Vano und der Schwellenspannung Vth des Transistors **11** ist.

[0059] **Fig. 3B** stellt die Funktion des Pixels **100** in der zweiten Periode dar. In **Fig. 3B** sind die Transistoren **12** bis **15** als Schalter dargestellt. In der zweiten Periode wird der Transistor **11** geöffnet, da aufgrund des oben beschriebenen Vorgangs das Potential V0 an das Gate des Transistors **11** (als ein Knoten B dargestellt) angelegt wird. Damit wird die Ladung in dem Kondensator **17** über den Transistor **11** entladen, und das Potential des Knotens A, das das Potential Vcat ist, beginnt anzusteigen. Wenn dann das Potential des Knotens A schließlich das Potential V0 – Vth erreicht, d. h. wenn die Gate-Spannung des Transistors **11** auf die Schwellenspannung Vth verringert wird, wird der Transistor **11** gesperrt. Das Potential Vdata wird an eine Elektrode des Kondensators **16** (als ein Knoten C dargestellt) angelegt.

[0060] Im Folgenden wird der dritte Vorgang in der dritten Periode beschrieben. In der dritten Periode wird ein Potential mit niedrigem Pegel an die Verdrahtung G1 angelegt, ein Potential mit hohem Pegel wird an die Verdrahtung G2 angelegt, und ein Potential mit hohem Pegel wird an die Verdrahtung G3 angelegt. Dadurch werden die Transistoren **14** und **15** geöffnet, und die Transistoren **12** und **13** werden gesperrt.

[0061] Während des Übergangs von der zweiten Periode zu der dritten Periode werden die an die Verdrahtungen G2 und G3 angelegten Potentiale vorzugsweise von einem Potential mit niedrigem Pegel auf ein Potential mit hohem Pegel umgeschaltet, nachdem das an die Verdrahtung G1 angelegte Potential von einem Potential mit hohem Pegel auf ein Potential mit niedrigem Pegel umgeschaltet wurde, wobei in diesem Fall verhindert werden kann, dass das Potential des Knotens A durch Umschalten des an die Verdrahtung G1 angelegten Potentials geändert wird.

[0062] Das Potential Vano wird an die Verdrahtung VL angelegt, und das Potential Vcat wird an die Kathode des lichtemittierenden Elementes **17** angelegt.

[0063] **Fig. 3C** stellt die Funktion des Pixels **100** in der dritten Periode dar. In **Fig. 3C** sind die Transistoren **12** bis **15** als Schalter dargestellt. In der dritten Periode wird die Gate-Spannung des Transistors **11** zu Vdata – V0 + Vth, da aufgrund des oben beschriebenen Vorgangs das Potential Vdata an den Knoten B angelegt wird.

Das heißt, die Gate-Spannung des Transistors **11** kann der Wert sein, zu dem die Schwellenspannung V_{th} addiert wird. Dadurch kann verhindert werden, dass Änderung der Schwellenspannung V_{th} des Transistors **11** den Wert eines den lichtemittierenden Elementen **17** zugeführten Stroms nachteilig beeinflusst. Als Alternative dazu kann, selbst wenn der Transistor **11** altert bzw. nachlässt und die Schwellenspannung V_{th} geändert wird, verhindert werden, dass die Änderung der Schwellenspannung V_{th} den Wert eines dem lichtemittierenden Element **17** zugeführten Stroms nachteilig beeinflusst. Daher kann Ungleichmäßigkeit der Anzeige verringert werden, und es können qualitativ hochwertige Bilder angezeigt werden.

[0064] Im Folgenden wird die Funktion des in **Fig. 1B** dargestellten Pixels **100** beschrieben.

[0065] **Fig. 4** ist ein beispielhaftes Zeitdiagramm, das die Potentiale der Verdrahtungen G1 bis G3 und ein Potential V_{data} zeigt, das der Verdrahtung SL zugeführt wird, wobei die Verdrahtungen G1 bis G3 und die Verdrahtung SL in **Fig. 1B** mit dem Pixel **100** verbunden sind. Es ist anzumerken, dass das Zeitdiagramm in **Fig. 4** den Fall darstellt, in dem die Transistoren **11** bis **15** n-Kanal-Transistoren sind. Die Funktion des Pixels **100** in **Fig. 1A** kann, wie in **Fig. 4** dargestellt, hauptsächlich in eine erste Funktion bzw. einen ersten Vorgang in einer ersten Periode, einen zweiten Vorgang in einer zweiten Periode und einen dritten Vorgang in einer dritten Periode unterteilt werden.

[0066] Zunächst wird der erste Vorgang in der ersten Periode beschrieben. In der ersten Periode wird ein Potential mit niedrigem Pegel an die Verdrahtung G1 angelegt, ein Potential mit niedrigem Pegel wird an die Verdrahtung G2 angelegt, und ein Potential mit hohem Pegel wird an die Verdrahtung G3 angelegt. Dadurch wird der Transistor **15** geöffnet, und die Transistoren **12** bis **14** werden gesperrt.

[0067] Das Potential V_{ano} wird an die Verdrahtung VL angelegt, und das Potential V_{cat} wird an die Kathode des lichtemittierenden Elementes **17** angelegt. Das Potential V_{ano} ist, wie oben beschrieben, höher als das Potential, das die Summe der Schwellenspannung V_{th} des lichtemittierenden Elementes **17** und des Potentials V_{cat} ist. Ein Potential V_1 wird an die Verdrahtung RL angelegt. Das Potential V_1 ist vorzugsweise niedriger als ein Potential, das die Summe des Potentials V_{cat} und der Schwellenspannung V_{th} des lichtemittierenden Elementes **17** ist. Wenn das Potential V_1 in dem oben genannten Bereich eingestellt ist, kann verhindert werden, dass in der ersten Periode ein Strom durch das lichtemittierende Element **17** fließt.

[0068] **Fig. 5A** stellt die Funktion des Pixels **100** in der ersten Periode dar. In **Fig. 5A** sind die Transistoren **12** bis **15** als Schalter dargestellt. In der ersten Periode wird aufgrund der oben beschriebenen Funktion das Potential V_1 an die Source oder den Drain des Transistors **11** (als der Knoten A dargestellt) angelegt.

[0069] Im Folgenden wird der zweite Vorgang in der zweiten Periode beschrieben. In der zweiten Periode wird ein Potential mit hohem Pegel an die Verdrahtung G1 angelegt, ein Potential mit niedrigem Pegel wird an die Verdrahtung G2 angelegt, und ein Potential mit niedrigem Pegel wird an die Verdrahtung G3 angelegt. Die Transistoren **12** und **13** werden geöffnet, der Transistor **14** bleibt gesperrt, und der Transistor **15** wird gesperrt.

[0070] Während des Übergangs von der ersten Periode zu der zweiten Periode wird das an die Verdrahtung G3 angelegte Potential vorzugsweise von einem Potential mit hohem Pegel auf ein Potential mit niedrigem Pegel umgeschaltet, nachdem das an die Verdrahtung G1 angelegte Potential von einem Potential mit niedrigem Pegel auf ein Potential mit hohem Pegel umgeschaltet wurde, wobei in diesem Fall verhindert werden kann, dass das Potential des Knotens A durch Umschalten des an die Verdrahtung G1 angelegten Potentials geändert wird.

[0071] Das Potential V_{ano} wird an die Verdrahtung VL angelegt, und das Potential V_{cat} wird an die Kathode des lichtemittierenden Elementes **17** angelegt. Das Potential V_0 wird an die Verdrahtung IL angelegt, und das Potential V_{data} eines Bild-Signals wird an die Verdrahtung SL angelegt. Das Potential V_0 ist, wie oben beschrieben, vorzugsweise höher als das Potential, das die Summe des Potentials V_{cat} , der Schwellenspannung V_{th} des Transistors **11** und der Schwellenspannung V_{th} des lichtemittierenden Elementes **17** ist, und vorzugsweise niedriger als das Potential, das die Summe des Potentials V_{ano} und der Schwellenspannung V_{th} des Transistors **11** ist. Es ist anzumerken, dass im Unterschied zu dem Pixel **100** in **Fig. 1A** bei dem Pixel **100** in **Fig. 1B** die Anode des lichtemittierenden Elementes **17** mit der Source oder dem Drain des Transistors **11** verbunden ist. Aus diesem Grund wird das Potential V_0 in dem Pixel **100** in **Fig. 1B** vorzugsweise niedriger eingestellt als bei dem Pixel **100** in **Fig. 1A**, um den Wert des Stroms nicht zu erhöhen, der dem lichtemittierenden Element **17** in der zweiten Periode zugeführt wird.

[0072] **Fig. 5B** stellt die Funktion des Pixels **100** in der zweiten Periode dar. In **Fig. 5B** sind die Transistoren **12** bis **15** als Schalter dargestellt. In der zweiten Periode wird der Transistor **11** geöffnet, da aufgrund des oben beschriebenen Vorgangs das Potential V_0 an das Gate des Transistors **11** (als der Knoten B dargestellt) angelegt wird. Damit wird die Ladung in dem Kondensator **17** über den Transistor **11** entladen, und das Potential des Knotens A, das das Potential V_1 ist, beginnt anzusteigen. Wenn dann das Potential des Knotens A schließlich das Potential $V_0 - V_{th}$ erreicht, d. h. wenn die Gate-Spannung des Transistors **11** auf die Schwellenspannung V_{th} verringert wird, wird der Transistor **11** gesperrt. Das Potential V_{data} wird an eine Elektrode des Kondensators **16** (als der Knoten C dargestellt) angelegt.

[0073] Im Folgenden wird der dritte Vorgang in der dritten Periode beschrieben. In der dritten Periode wird ein Potential mit niedrigem Pegel an die Verdrahtung G_1 angelegt, ein Potential mit hohem Pegel wird an die Verdrahtung G_2 angelegt, und ein Potential mit niedrigem Pegel wird an die Verdrahtung G_3 angelegt. Dadurch wird der Transistor **14** geöffnet, die Transistoren **12** und **13** werden gesperrt, und der Transistor **15** bleibt gesperrt.

[0074] Während des Übergangs von der zweiten Periode zu der dritten Periode wird vorzugsweise das an die Verdrahtungen G_2 angelegte Potential von einem Potential mit niedrigem Pegel auf ein Potential mit hohem Pegel umgeschaltet, nachdem das an die Verdrahtung G_1 angelegte Potential von einem Potential mit hohem Pegel auf ein Potential mit niedrigem Pegel umgeschaltet wurde, wobei in diesem Fall verhindert werden kann, dass das Potential des Knotens A durch Umschalten des an die Verdrahtung G_1 angelegten Potentials geändert wird.

[0075] Das Potential V_{ano} wird an die Verdrahtung VL angelegt, und das Potential V_{cat} wird an die Kathode des lichtemittierenden Elementes **17** angelegt.

[0076] **Fig. 5C** stellt die Funktion des Pixels **100** in der dritten Periode dar. In **Fig. 5C** sind die Transistoren **12** bis **15** als Schalter dargestellt. In der dritten Periode wird die Gate-Spannung des Transistors **11** zu $V_{data} - V_0 + V_{th}$, da aufgrund des oben beschriebenen Vorgangs das Potential V_{data} an den Knoten B angelegt wird. Das heißt, die Gate-Spannung des Transistors **11** kann der Wert sein, zu dem die Schwellenspannung V_{th} addiert wird. Dadurch kann verhindert werden, dass Änderung der Schwellenspannung V_{th} des Transistors **11** den Wert eines den lichtemittierenden Elementen **17** zugeführten Stroms nachteilig beeinflusst. Als Alternative dazu kann, selbst wenn der Transistor **11** altert bzw. nachlässt und die Schwellenspannung V_{th} geändert wird, verhindert werden, dass die Änderung der Schwellenspannung V_{th} den Wert eines dem lichtemittierenden Element **17** zugeführten Stroms nachteilig beeinflusst. Daher kann Ungleichmäßigkeit der Anzeige verringert werden, und es können qualitativ hochwertige Bilder angezeigt werden.

[0077] Bei dem in Patentdokument 1 offenbarten Typ von lichtemittierendem Element sind ein Gate und ein Drain eines Transistors (Tr12) zum Zuführen von Strom zu einem organischen EL-Element elektrisch miteinander verbunden, um die Schwellenspannung zu erreichen. Aus diesem Grund ist, wenn der Transistor (Tr12) ein sogenannter Normally-on-Transistor ist, das Potential der Source des Transistors (Tr12) nie höher als das des Gate. Es ist daher schwierig, die Schwellenspannung zu erreichen, wenn der Transistor (Tr12) ein Normally-on-Transistor ist.

[0078] Im Unterschied dazu ist bei der Lichtemissionsvorrichtung gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, die das in **Fig. 1A** oder **Fig. 1B** dargestellte Pixel enthält, das andere Element von der Source und dem Drain des Transistors **11** elektrisch von dem Gate des Transistors **11** getrennt, so dass ihre Potentiale individuell gesteuert werden können. Dementsprechend kann bei dem zweiten Vorgang das Potential von dem anderen Element von der Source und dem Drain des Transistors **11** höher eingestellt werden als ein Wert, der die Summe des Potentials des Gate des Transistors **11** und der Schwellenspannung V_{th} ist. Daher kann, wenn der Transistor **11** ein sogenannter Normally-on-Transistor ist, d. h. wenn die Schwellenspannung V_{th} negativ ist, Ladung in dem Kondensator **16** akkumuliert werden, bis das Potential der Source des Transistors **11** höher wird als das Potential V_0 des Gate des Transistors **11**. So kann bei der Lichtemissionsvorrichtung gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, selbst wenn der Transistor **11** ein Normally-on-Transistor ist, die Schwellenspannung in dem zweiten Vorgang erreicht werden, und in dem dritten Vorgang kann die Gate-Spannung des Transistors **11** auf einen Wert eingestellt werden, zu dem die Schwellenspannung V_{th} addiert wird.

[0079] Daher kann bei der Lichtemissionsvorrichtung gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung Ungleichmäßigkeit der Anzeige verringert werden, und qualitativ hochwertige Bilder können selbst dann

angezeigt werden, wenn der Transistor **11**, der einen Halbleiterfilm enthält, der beispielsweise einen Oxid-Halbleiter beinhaltet, ein Normally-on-Transistor ist.

Ausführungsform 2

[0080] **Fig.** 6 zeigt eine beispielhafte Draufsicht auf das in **Fig.** 1A dargestellte Pixel. Es ist anzumerken, dass in der Draufsicht auf das Pixel in **Fig.** 6 isolierende Filme weggelassen sind, um den Aufbau des Pixels deutlich zu zeigen. Des Weiteren sind in der Draufsicht auf das Pixel in **Fig.** 6 die Anode, die EL-Schicht und die Kathode weggelassen, um den Aufbau der Transistoren und des Kondensators, die in dem Pixel enthalten sind, deutlich zu zeigen.

[0081] **Fig.** 7 ist eine Schnittansicht entlang der unterbrochenen Linien A1-A2 und A3-A4 in der Draufsicht in **Fig.** 6.

[0082] Der Transistor **12** enthält über einem Substrat **800**, das eine isolierende Fläche aufweist, einen leitenden Film **801**, der als ein Gate dient, einen Gate-Isolierfilm **802** über dem leitenden Film **801**, einen Halbleiterfilm **803**, der so über dem Gate-Isolierfilm **802** positioniert ist, dass er sich mit dem leitenden Film **801** überlappt, sowie leitende Filme **804** und **805**, die über dem Halbleiterfilm **803** positioniert sind und als eine Source sowie ein Drain dienen. Der leitende Film **801** dient auch als die Verdrahtung G1. Der leitende Film **804** dient auch als die Verdrahtung SL.

[0083] Der Transistor **13** enthält über dem Substrat **800**, das eine isolierende Fläche aufweist, den leitenden Film **801**, der als ein Gate dient, den Gate-Isolierfilm **802** über dem leitenden Film **801**, einen Halbleiterfilm **806**, der so über dem Gate-Isolierfilm **802** positioniert ist, dass er sich mit dem leitenden Film **801** überlappt, sowie leitende Filme **807** und **808**, die über dem Halbleiterfilm **806** positioniert sind und als eine Source sowie ein Drain dienen. Der leitende Film **807** ist über ein Kontaktloch mit einem leitenden Film **809** verbunden, der als die Verdrahtung IL dient.

[0084] Der Transistor **14** enthält über dem Substrat **800**, das eine isolierende Fläche aufweist, einen leitenden Film **810**, der als ein Gate dient, den Gate-Isolierfilm **802** über dem leitenden Film **810**, einen Halbleiterfilm **811**, der so über dem Gate-Isolierfilm **802** positioniert ist, dass er sich mit dem leitenden Film **810** überlappt, sowie die leitenden Filme **805** und **808**, die über dem Halbleiterfilm **811** positioniert sind und als eine Source sowie ein Drain dienen. Der leitende Film **810** dient auch als die Verdrahtung G2.

[0085] Der Transistor **11** enthält über dem Substrat **800**, das eine isolierende Fläche aufweist, einen leitenden Film **812**, der als ein Gate dient, den Gate-Isolierfilm **802** über dem leitenden Film **812**, einen Halbleiterfilm **813**, der so über dem Gate-Isolierfilm **802** positioniert ist, dass er sich mit dem leitenden Film **812** überlappt, sowie leitende Filme **814** und **815**, die über dem Halbleiterfilm **813** positioniert sind und als eine Source sowie ein Drain dienen. Der leitende Film **812** ist mit dem leitenden Film **808** verbunden. Der leitende Film **814** dient auch als die Verdrahtung VL.

[0086] Der Transistor **15** enthält über dem Substrat **800**, das eine isolierende Fläche aufweist, einen leitenden Film **816**, der als ein Gate dient, den Gate-Isolierfilm **802** über dem leitenden Film **816**, einen Halbleiterfilm **817**, der so über dem Gate-Isolierfilm **802** positioniert ist, dass er sich mit dem leitenden Film **816** überlappt, sowie den leitenden Film **815** und einen leitenden Film **818**, die über dem Halbleiterfilm **817** positioniert sind und als eine Source sowie ein Drain dienen. Der leitende Film **816** dient auch als die Verdrahtung G3.

[0087] Der Kondensator **16** enthält über dem Substrat **800**, das eine isolierende Fläche aufweist, einen leitenden Film **819**, den Gate-Isolierfilm **802** über dem leitenden Film **819** sowie den leitenden Film **815**, der so über dem Gate-Isolierfilm **802** positioniert ist, dass er sich mit dem leitenden Film **819** überlappt. Der leitende Film **819** ist mit dem leitenden Film **805** verbunden.

[0088] Ein isolierender Film **820** ist über den leitenden Filmen **804**, **805**, **807**, **808**, **814**, **815** und **818** ausgebildet. Ein leitender Film **822**, der als eine Anode dient, ist über dem isolierenden Film **821** ausgebildet. Der leitende Film **822** ist mit dem leitenden Film **818** über ein Kontaktloch **823** verbunden, das in den isolierenden Filmen **820** und **821** ausgebildet ist.

[0089] Ein isolierender Film **824**, der eine Öffnung aufweist, an der ein Teil des leitenden Films **822** freiliegt, ist über dem isolierenden Film **821** vorhanden. Eine EL-Schicht **825** und ein leitender Film **826**, der als eine Kathode dient, sind in dieser Reihenfolge über dem Teil des leitenden Films **822** und dem isolierenden Film **824**

geschichtet. Ein Bereich, in dem der leitende Film **822**, die EL-Schicht **825** und der leitende Film **826** einander überlappen, entspricht dem lichtemittierenden Element **17**.

[0090] **Fig.** 8 zeigt eine weitere beispielhafte Draufsicht auf das in **Fig.** 1A dargestellte Pixel. Es ist anzumerken, dass in der Draufsicht auf das Pixel in **Fig.** 8 isolierende Filme weggelassen sind, um den Aufbau des Pixels deutlich zu zeigen. Des Weiteren sind in der Draufsicht auf das Pixel in **Fig.** 8 die Anode, die EL-Schicht und die Kathode weggelassen, um den Aufbau der Transistoren und des Kondensators, die in dem Pixel enthalten sind, deutlich zu zeigen.

[0091] **Fig.** 9 ist eine Schnittansicht entlang der unterbrochenen Linien A1-A2 und A3-A4 in der Draufsicht in **Fig.** 8.

[0092] Der Transistor **12** enthält über einem Substrat **900**, das eine isolierende Fläche aufweist, einen Halbleiterfilm **901**, einen Gate-Isolierfilm **902** über dem Halbleiterfilm **901**, einen leitenden Film **903**, der so über dem Gate-Isolierfilm **902** positioniert ist, dass er sich mit dem Halbleiterfilm **901** überlappt, und der als ein Gate dient, sowie leitende Filme **904** und **905**, die mit einer Source und einem Drain verbunden sind, die in dem Halbleiterfilm **901** enthalten sind. Der leitende Film **903** dient auch als die Verdrahtung G1. Der leitende Film **904** dient auch als die Verdrahtung SL.

[0093] Der Transistor **13** enthält über dem Substrat **900**, das eine isolierende Fläche aufweist, einen Halbleiterfilm **906**, den Gate-Isolierfilm **902** über dem Halbleiterfilm **906**, den leitenden Film **903**, der so über dem Gate-Isolierfilm **902** positioniert ist, dass er sich mit dem Halbleiterfilm **906** überlappt, und der als ein Gate dient, sowie leitende Filme **907** und **908**, die mit einer Source und einem Drain verbunden sind, die in dem Halbleiterfilm **906** enthalten sind. Der leitende Film **907** ist über ein Kontaktloch mit einem leitenden Film **909** verbunden, der als die Verdrahtung IL dient.

[0094] Der Transistor **14** enthält über dem Substrat **900**, das eine isolierende Fläche aufweist, den Halbleiterfilm **901**, den Gate-Isolierfilm **902** über dem Halbleiterfilm **901**, einen leitenden Film **911**, der so über dem Gate-Isolierfilm **902** positioniert ist, dass er sich mit dem Halbleiterfilm **901** überlappt, und der als ein Gate dient, sowie die leitenden Filme **905** und **908**, die mit einer Source und einem Drain verbunden sind, die in dem Halbleiterfilm **901** enthalten sind. Der leitende Film **911** dient auch als die Verdrahtung G2. Es ist anzumerken, dass sich in **Fig.** 8 die Transistoren **12** und **14** einen Halbleiterfilm **901** teilen, wobei als Alternative dazu die Transistoren **12** und **14** verschiedene Halbleiterfilme enthalten können.

[0095] Der Transistor **11** enthält über dem Substrat **900**, das eine isolierende Fläche aufweist, einen Halbleiterfilm **912**, den Gate-Isolierfilm **902** über dem Halbleiterfilm **912**, einen leitenden Film **913**, der so über dem Gate-Isolierfilm **902** positioniert ist, dass er sich mit dem Halbleiterfilm **912** überlappt, und der als ein Gate dient, sowie einen leitenden Film **914**, der mit einer Source oder einem Drain verbunden ist, die in dem Halbleiterfilm **912** enthalten sind. Der leitende Film **913** ist mit dem leitenden Film **908** verbunden. Der leitende Film **914** dient auch als die Verdrahtung VL.

[0096] Der Transistor **15** enthält über dem Substrat **900**, das eine isolierende Fläche aufweist, den Halbleiterfilm **912**, den Gate-Isolierfilm **902** über dem Halbleiterfilm **912**, einen leitenden Film **915**, der so über dem Gate-Isolierfilm **902** positioniert ist, dass er sich mit dem Halbleiterfilm **912** überlappt, und der als ein Gate dient, sowie einen leitenden Film **916**, der mit einer Source oder einem Drain verbunden ist, die in dem Halbleiterfilm **912** enthalten sind. Der leitende Film **915** dient auch als die Verdrahtung G3.

[0097] Der Kondensator **16** enthält über dem Substrat **900**, das eine isolierende Fläche aufweist, den Halbleiterfilm **912**, den Gate-Isolierfilm **902** über dem Halbleiterfilm **912** sowie einen leitenden Film **917**, der so über dem Gate-Isolierfilm **902** positioniert ist, dass er sich mit dem Halbleiterfilm **912** überlappt. Der leitende Film **917** ist mit dem leitenden Film **905** verbunden.

[0098] Ein isolierender Film **920** ist über den leitenden Filmen **904**, **905**, **907**, **908**, **914** und **916** ausgebildet. Ein leitender Film **921**, der als eine Anode dient, ist über dem isolierenden Film **920** vorhanden. Der leitende Film **921** ist mit dem leitenden Film **916** über ein Kontaktloch **922** verbunden, das in dem isolierenden Film **920** ausgebildet ist.

[0099] Ein isolierender Film **923**, der eine Öffnung aufweist, an der ein Teil des leitenden Films **921** freiliegt, ist über dem isolierenden Film **920** vorhanden. Eine EL-Schicht **924** und ein leitender Film **925**, der als eine Kathode dient, sind in dieser Reihenfolge über dem Teil des leitenden Films **921** und dem isolierenden Film **923**

geschichtet. Ein Bereich, in dem der leitende Film **921**, die EL-Schicht **924** und der leitende Film **925** einander überlappen, entspricht dem lichtemittierenden Element **17**.

[0100] In einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung können die Transistoren **11** bis **15** einen Halbleiterfilm einschließen, der einen amorphen, mikrokristallinen, polykristallinen oder Einkristall-Halbleiterfilm (z. B. Silizium oder Germanium) enthält, oder einen Halbleiterfilm, der einen Halbleiter mit großer Bandlücke, einen sogenannten Wide-Bandgap-Halbleiterfilm (z. B. einen Oxid-Halbleiterfilm), enthält.

[0101] Wenn die Halbleiterfilme der Transistoren **11** bis **15** unter Verwendung eines amorphen, mikrokristallinen, polykristallinen oder Einkristall-Halbleiters (z. B. Silizium oder Germanium) ausgebildet werden, werden Verunreinigungsbereiche, die als eine Source und ein Drain dienen, durch Zusetzen eines Verunreinigungselementes ausgebildet, das den Halbleiterfilmen einen Leitfähigkeitstyp verleiht. Beispielsweise kann ein Verunreinigungsbereich, der n-Leitfähigkeit aufweist, durch Zusetzen von Phosphor oder Arsen zu dem Halbleiterfilm ausgebildet werden. Des Weiteren kann ein Verunreinigungsbereich, der p-Leitfähigkeit aufweist, beispielsweise durch Hinzufügen von Bor zu dem Halbleiterfilm ausgebildet werden.

[0102] In dem Fall, in dem ein Oxid-Halbleiter für die Halbleiterfilme der Transistoren **11** bis **15** eingesetzt wird, kann den Halbleiterfilmen ein Dotand zugesetzt werden, um Verunreinigungsbereiche auszubilden, die als eine Source und ein Drain dienen. Der Dotand kann durch Ionenimplantation zugesetzt werden. Zu Beispielen für den Dotanden gehören ein Edelgas, wie beispielsweise Helium, Argon und Xenon, sowie ein Element der Gruppe **15**, wie beispielsweise Stickstoff, Phosphor, Arsen und Antimon. Beispielsweise beträgt, wenn Stickstoff als der Dotand eingesetzt wird, die Konzentration von Stickstoffatomen in dem Verunreinigungsbereich vorzugsweise vom $5 \times 10^{19}/\text{cm}^3$ bis $1 \times 10^{22}/\text{cm}^3$.

[0103] Als ein Silizium-Halbleiter kann beispielsweise ein beliebiger der im Folgenden aufgeführten eingesetzt werden:

Amorphes Silizium, das durch Sputtern oder Aufwachsen in der Dampfphase, wie beispielsweise Plasma-CVD, ausgebildet wird, polykristallines Silizium, das so gewonnen wird, dass amorphes Silizium durch Laserstrahlbehandlung, sogenanntes Laser-Annealing, oder dergleichen kristallisiert wird, und Einkristall-Silizium, das so gewonnen wird, dass ein Oberflächenabschnitt eines Einkristall-Silizium-Wafers durch Implantation von Wasserstoffionen oder dergleichen in den Silizium-Wafer getrennt wird.

[0104] Zu Beispielen für den Oxid-Halbleiter gehören Indiumoxid; Zinnoxid; Zinkoxid; Zweikomponenten-Metallocide, wie beispielsweise Oxid auf In-Zn-Basis, Oxid auf Sn-Zn-Basis, Oxid auf Al-Zn-Basis, Oxid auf Zn-Mg-Basis, Oxid auf Sn-Mg-Basis, Oxid auf In-Mg-Basis sowie Oxid auf In-Ga-Basis, Dreikomponenten-Metallocide, wie beispielsweise Oxid auf In-Ga-Zn-Basis (auch als IGZO bezeichnet), Oxid auf In-Al-Zn-Basis, Oxid auf In-Sn-Zn-Basis, Oxid auf Sn-Ga-Zn-Basis, Oxid auf Al-Ga-Zn-Basis, Oxid auf Sn-Al-Zn-Basis, Oxid auf In-Hf-Zn-Basis, Oxid auf In-La-Zn-Basis, Oxid auf In-Ce-Zn-Basis, Oxid auf In-Pr-Zn-Basis, Oxid auf In-Nd-Zn-Basis, Oxid auf In-Sm-Zn-Basis, Oxid auf In-Eu-Zn-Basis, Oxid auf In-Gd-Zn-Basis, Oxid auf In-Tb-Zn-Basis, Oxid auf In-Dy-Zn-Basis, Oxid auf In-Ho-Zn-Basis, Oxid auf In-Er-Zn-Basis, Oxid auf In-Tm-Zn-Basis, Oxid auf In-Yb-Zn-Basis sowie Oxid auf In-Lu-Zn-Basis, und Vierkomponenten-Metallocide, wie beispielsweise Oxid auf In-Sn-Ga-Zn-Basis, Oxid auf In-Hf-Ga-Zn-Basis, Oxid auf In-Al-Ga-Zn-Basis, Oxid auf In-Sn-Al-Zn-Basis, Oxid auf In-Sn-Hf-Zn-Basis und Oxid auf In-Hf-Al-Zn-Basis.

[0105] Ein Oxid auf In-Ga-Zn-Basis ist beispielsweise ein Oxid, das In, Ga und Zn enthält, und hinsichtlich des Verhältnisses von In, Ga und Zn liegt keine Einschränkung vor. Das Oxid auf In-Ga-Zn-Basis kann ein anderes Metallelement als In, Ga und Zn enthalten.

[0106] Ein Material, das durch $\text{InMO}_3(\text{ZnO})_m$ ($m > 0$, wobei m keine ganze Zahl ist) repräsentiert wird, kann als der Oxid-Halbleiter eingesetzt werden. Es ist anzumerken, dass M ein oder mehrere Metallelemente repräsentiert, das/die aus Ga, Fe, Mn und Co ausgewählt wird/werden. Als Alternative dazu kann ein Material, das durch $\text{In}_2\text{SnO}_5(\text{ZnO})_n$ ($n > 0$, wobei n eine natürliche Zahl ist) ausgedrückt wird, als der Oxid-Halbleiter eingesetzt werden.

[0107] Beispielsweise kann ein Oxid auf In-Ga-Zn-Basis mit einem Atomverhältnis $\text{In:Ga:Zn} = 1:1:1$ ($= 1/3:1/3:1/3$) oder $\text{In:Ga:Zn} = 2:2:1$ ($= 2/5:2/5:1/5$) oder ein Oxid mit einem Atomverhältnis nahe an den genannten Atomverhältnissen eingesetzt werden. Als Alternative dazu kann ein Oxid auf In-Sn-Zn-Basis mit einem Atomverhältnis von $\text{In:Sn:Zn} = 1:1:1$ ($= 1/3:1/3:1/3$), $\text{In:Sn:Zn} = 2:1:3$ ($= 1/3:1/6:1/2$) oder $\text{In:Sn:Zn} = 2:1:5$ ($= 1/4:1/8:5/8$) oder ein Oxid mit einem Atomverhältnis nahe an den erwähnten Atomverhältnissen eingesetzt werden.

[0108] Als ein Stabilisator, mit dem Abweichung elektrischer Eigenschaften von Transistoren reduziert wird, die den Oxid-Halbleiter enthalten, ist/sind vorzugsweise Zinn (Sn), Hafnium (Hf), Aluminium (Al), Zirkon (Zr) oder/und Titan (Ti) enthalten. Als ein weiterer Stabilisator kann/können eine oder mehrere Arten von Lanthanoiden enthalten sein, so beispielsweise Lanthan (La), Cer (Ce), Praseodym (Pr), Neodym (Nd), Samarium (Sm), Europium (Eu), Gadolinium (Gd), Terbium (Tb), Dysprosium (Dy), Holmium (Ho), Erbium (Er), Thulium (Tm), Ytterbium (Yb) sowie Lutetium (Lu).

[0109] Es ist anzumerken, dass ein gereinigter Oxid-Halbleiter (purified OS), der durch Reduktion von Verunreinigungen, wie beispielsweise Feuchtigkeit oder Wasserstoff, der als ein Elektronendonator (Donator) dient, sowie durch Reduktion von Sauerstofffehlstellen gewonnen wird, ein i- bzw. (Eigen)-Halbleiter oder im Wesentlichen i-Halbleiter ist. Daher hat ein Transistor, der den gereinigten Oxid-Halbleiter enthält, einen außerordentlich niedrigen Sperrstrom. Die Bandlücke des Oxid-Halbleiters beträgt 2 eV oder mehr, vorzugsweise 2,5 eV oder mehr und des Weiteren vorzugsweise 3 eV oder mehr. Beim Einsatz eines Oxid-Halbleiterfilms, der durch ausreichende Verringerung der Konzentration von Verunreinigungen, wie beispielsweise Feuchtigkeit und Wasserstoff, sowie durch eine Reduktion von Sauerstofffehlstellen weitgehend gereinigt ist, kann der Sperrstrom eines Transistors verringert werden.

[0110] Im Einzelnen kann mit verschiedenen Experimenten der niedrige Sperrstrom eines Transistors belegt werden, bei dem ein gereinigter Oxid-Halbleiter für einen Halbleiterfilm eingesetzt wird. Beispielsweise kann der Sperrstrom selbst eines Transistors mit einer Kanalbreite von $1 \times 10^6 \mu\text{m}$ und einer Kanallänge von $10 \mu\text{m}$ der Messgrenze eines Halbleiterparameter-Analysators entsprechen oder darunter liegen, d. h. $1 \times 10^{-13} \text{ A}$ betragen, wenn die Spannung zwischen einer Source-Elektrode und einer Drain-Elektrode (Drain-Spannung) von 1 V bis 10 V reicht. In diesem Fall beträgt der Sperrstrom, der einem Wert entspricht, der ermittelt wird, indem der Sperrstrom durch die Kanalbreite des Transistors dividiert wird, $100 \text{ zA}/\mu\text{m}$ oder weniger. Des Weiteren wurde der Sperrstrom unter Verwendung einer Schaltung gemessen, bei der ein Kondensator und ein Transistor miteinander verbunden waren und Ladung, die in den Kondensator hinein oder aus ihm heraus floss, von dem Transistor gesteuert wurde. Für die Messung wurde der Transistor eingesetzt, in dem ein Kanalbildungsbereich in einem Film aus gereinigtem Oxid-Halbleiter ausgebildet ist, und der Sperrstrom des Transistors wurde anhand einer Änderung der Ladungsmenge des Kondensators pro Zeiteinheit gemessen. So ergibt sich, dass niedrigerer Sperrstrom von mehreren zehn Yoktoampere pro Mikrometer ($\text{yA}/\mu\text{m}$) erreicht werden kann, wenn die Spannung zwischen der Source-Elektrode und der Drain-Elektrode des Transistors 3 V beträgt. Daher ist der Sperrstrom des Transistors, in dem der Kanalbildungsbereich in dem Film aus gereinigtem Oxid-Halbleiter ausgebildet ist, erheblich niedriger als der eines Transistors, bei dem kristallines Silizium eingesetzt wird.

[0111] Sofern nicht anders angegeben, ist bei einem n-Kanal-Transistor der Sperrstrom in der vorliegenden Patentbeschreibung ein Strom, der zwischen einer Source und einem Drain fließt, wenn das Potential eines Gate 0 oder weniger beträgt und dabei das Potential der Source als ein Bezugspotential dient, während das Potential des Drain höher ist als das der Source und des Gate. Des Weiteren ist bei einem p-Kanal-Transistor der Sperrstrom in der vorliegenden Patentbeschreibung ein Strom, der zwischen einer Source und einem Drain fließt, wenn das Potential eines Gate 0 oder mehr beträgt und dabei das Potential der Source als ein Bezugspotential dient, während das Potential des Drain niedriger ist als das der Source und des Gate.

[0112] Beispielsweise kann der Oxid-Halbleiterfilm mittels Sputtern unter Verwendung eines Target ausgebildet werden, das Indium (In), Gallium (Ga) und Zink (Zn) enthält. Wenn ein Oxid-Halbleiterfilm auf In-Ga-Zn-Basis mittels Sputtern ausgebildet wird, wird vorzugsweise ein Target aus Oxid auf In-Ga-Zn-Basis eingesetzt, das ein Atomverhältnis In:Ga:Zn von 1:1:1, 4:2:3, 3:1:2, 1:1:2, 2:1:3 oder 3:1:4 hat. Wenn ein Oxid-Halbleiterfilm unter Verwendung eines Target aus Oxid auf In-Ga-Zn-Basis ausgebildet wird, das das genannte Atomverhältnis hat, ist es wahrscheinlich, dass ein Polykristall oder sogenannter CAAC (c-axis-aligned crystal) ausgebildet wird. Der Besetzungsgrad (filling rate) des Target, das In, Ga und Zn enthält, beträgt 90% oder mehr und 100% oder weniger, vorzugsweise 95% oder mehr und weniger als 100%. Wenn das Target mit hohem Besetzungsgrad eingesetzt wird, wird ein dichter Oxid-Halbleiterfilm ausgebildet.

[0113] Wenn ein Oxidmaterial auf In-Zn-Basis als der Oxid-Halbleiter eingesetzt wird, gilt für das Atomverhältnis von Metallelementen in einem zu verwendenden Target $\text{In:Zn} = 50:1$ bis $1:2$ hinsichtlich eines Atomverhältnisses ($\text{In}_2\text{O}_3:\text{ZnO} = 25:1$ bis $1:4$ hinsichtlich eines Molverhältnisses), vorzugsweise $\text{In:Zn} = 20:1$ bis $1:1$ hinsichtlich eines Atomverhältnisses ($\text{In}_2\text{O}_3:\text{ZnO} = 10:1$ bis $1:2$ hinsichtlich eines Molverhältnisses), des Weiteren vorzugsweise $\text{In:Zn} = 15:1$ bis $1,5:1$ hinsichtlich eines Atomverhältnisses ($\text{In}_2\text{O}_3:\text{ZnO} = 15:2$ bis $3:4$ hinsichtlich eines Molverhältnisses). Beispielsweise gilt bei einem Target, dass zum Ausbilden eines Oxid-Halbleiterfilms eingesetzt wird und ein Oxid auf In-Zn-Basis mit einem Atomverhältnis In:Zn:O von $X:YZ$ ent-

hält, die Beziehung $Z > 1,5X \pm Y$ Die Mobilität kann erhöht werden, indem der Anteil von Zn in dem oben aufgeführten Bereich gehalten wird.

[0114] Das heißt, der Oxid-Halbleiterfilm kann wie im Folgenden beschrieben ausgebildet werden. Das Substrat wird in einer Behandlungskammer auf verringertem Druck gehalten, ein Sputter-Gas, aus dem Wasserstoff und Feuchtigkeit entfernt sind, wird eingeleitet, während Restfeuchtigkeit in der Behandlungskammer entfernt wird, und das oben beschriebene Target wird eingesetzt. Die Temperatur des Substrats bei der Filmbildung kann von 100°C bis 600°C, vorzugsweise von 200°C bis 400°C, reichen. Indem der Oxid-Halbleiterfilm ausgebildet wird, während das Substrat erhitzt wird, kann die Konzentration in dem ausgebildeten Oxid-Halbleiterfilm enthaltener Verunreinigungen reduziert werden. Des Weiteren kann Schaden durch das Sputtern verringert werden. Um verbleibende Feuchtigkeit in der Behandlungskammer zu entfernen, wird vorzugsweise eine Einschluss-Vakuumpumpe eingesetzt. Zum Beispiel wird vorzugsweise eine Kryopumpe, eine Ionenpumpe oder eine Titansublimationspumpe eingesetzt. Die Evakuierungseinheit kann eine Turbopumpe sein, die mit einer Kühlfaile versehen ist. In der Beschichtungskammer, die mit der Kryopumpe evakuiert wird, werden beispielsweise ein Wasserstoffatom und eine Verbindung, die ein Wasserstoffatom enthält, so z. B. Wasser (H_2O) (vorzugsweise eine Verbindung, die auch ein Kohlenstoffatom enthält), entfernt, so dass die Verunreinigungskonzentration in dem in der Kammer ausgebildeten Oxid-Halbleiterfilm reduziert werden kann.

[0115] Es ist anzumerken, dass der mittels Sputtern oder dergleichen ausgebildete Oxid-Halbleiterfilm mitunter eine große Menge an Feuchtigkeit oder Wasserstoff (einschließlich einer Hydroxylgruppe) als Verunreinigungen enthält. Feuchtigkeit und Wasserstoff bilden leicht ein Donatorniveau und dienen so als Verunreinigungen in dem Oxid-Halbleiter. In einer Umsetzungsform der vorliegenden Erfindung wird der Oxid-Halbleiterfilm, um Verunreinigungen, wie beispielsweise Feuchtigkeit oder Wasserstoff, in dem Oxid-Halbleiterfilm zu reduzieren (um Dehydratation oder Dehydrogenierung durchzuführen), Wärmebehandlung in einer Atmosphäre mit verringertem Druck, einer inerten Gasatmosphäre aus Stickstoff, einem Edelgas oder dergleichen, einer Sauerstoffgasatmosphäre oder ultratrockener Luft (der Feuchtigkeitsgehalt beträgt 20 ppm (–55°C bei Umwandlung in einen Taupunkt) oder weniger, vorzugsweise 1 ppm oder weniger, des Weiteren vorzugsweise 10 ppb oder weniger, wenn Messung mittels eines Taupunktmessers in einem Verfahren der Cavity-Ring-Down-Spektroskopie (CRDS) durchgeführt wird) unterzogen.

[0116] Indem Wärmebehandlung des Oxid-Halbleiterfilms durchgeführt wird, kann Feuchtigkeit oder Wasserstoff in dem Oxid-Halbleiterfilm beseitigt werden. Das heißt, Wärmebehandlung kann bei einer Temperatur von 250°C oder darüber und 750°C oder darunter, vorzugsweise 400°C oder darüber, und unter der unteren Entspannungsgrenze des Substrats durchgeführt werden. Wärmebehandlung kann beispielsweise ungefähr 3 bis 6 Minuten lang bei 500°C durchgeführt werden. Wenn ein RTA-Verfahren für die Wärmebehandlung eingesetzt wird, können Dehydratation oder Dehydrogenierung in einer kurzen Zeit durchgeführt werden, so dass Behandlung auch bei einer Temperatur über der unteren Entspannungsgrenze eines Glassubstrats durchgeführt werden kann.

[0117] Es ist anzumerken, dass in einigen Fällen durch die Wärmebehandlung Sauerstoff aus dem Oxid-Halbleiterfilm freigesetzt wird und eine Sauerstofffehlstelle in dem Oxid-Halbleiterfilm entsteht. Um eine Sauerstofffehlstelle zu verhindern, wird in einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ein isolierender Film, der Sauerstoff enthält, als ein isolierender Film eingesetzt, der in Kontakt mit dem Oxid-Halbleiterfilm ist, so beispielsweise ein Gate-Isolierfilm. Dann wird Wärmebehandlung nach Ausbildung des Sauerstoff enthaltenen isolierenden Films durchgeführt, so dass Sauerstoff aus dem isolierenden Film dem Oxid-Halbleiterfilm zugeführt wird. Mit der beschriebenen Struktur können Sauerstofffehlstellen, die als Donatoren dienen, in dem Oxid-Halbleiterfilm verringert werden, und die stöchiometrische Zusammensetzung des in dem Oxid-Halbleiterfilm enthaltenen Oxid-Halbleiters kann gewährleistet werden. Vorzugsweise ist der Anteil von Sauerstoff in dem Oxid-Halbleiterfilm höher als der in der stöchiometrischen Zusammensetzung. Dadurch kann der Oxid-Halbleiterfilm im Wesentlichen eigenleitend sein, und Abweichungen elektrischer Eigenschaften der Transistoren aufgrund von Sauerstofffehlstellen können verringert werden, so dass die elektrischen Eigenschaften verbessert werden können.

[0118] Die Wärmebehandlung zum Zuführen von Sauerstoff zu dem Halbleiterfilm wird in einer Stickstoffatmosphäre, ultratrockener Luft oder einer Atmosphäre aus Edelgas (z. B. Argon oder Helium), vorzugsweise bei Temperaturen im Bereich von 200°C bis 400°C, beispielsweise von 250°C bis 350°C, durchgeführt. Vorzugsweise beträgt der Wassergehalt in dem Gas 20 ppm oder weniger, vorzugsweise 1 ppm oder weniger und noch besser 10 ppb oder weniger.

[0119] Des Weiteren kann der Oxid-Halbleiter entweder amorph oder kristallin sein. In letzterem Fall kann der Oxid-Halbleiter ein Einkristall oder ein Polykristall sein oder kann einen Aufbau haben, bei dem ein Teil des Oxid-Halbleiters kristallin ist, eine amorphe Struktur, die einen kristallinen Abschnitt enthält, oder eine nicht amorphe Struktur. Als ein Beispiel für eine derartige teilweise kristalline Struktur kann ein Oxid-Halbleiter dienen, der einen Kristall mit c-Achsen-Orientierung (auch als CAAC-OS (c-axis-aligned crystalline Oxide semiconductor) bezeichnet) enthält, der, aus der Richtung einer a-b-Ebene, einer Oberfläche oder einer Grenzfläche gesehen, eine dreieckige oder sechseckige Atomanordnung hat. In dem Kristall sind Metallatome geschichtet angeordnet, oder Metallatome und Sauerstoffatome sind, aus der Richtung senkrecht zu der c-Achse gesehen, geschichtet entlang der c-Achse angeordnet, und die Richtung der a-Achse oder der b-Achse in der a-b-Ebene ändert sich (der Kristall rotiert um die c-Achse herum).

[0120] In einem weiteren Sinn bezeichnet der Begriff "CAAC-OS" ein Nicht-Einkristall-Oxid, das eine Phase enthält, die, aus der Richtung senkrecht zu der a-b-Ebene gesehen, eine dreieckige, sechseckige, gleichseitig dreieckige oder gleichseitig sechseckige Atomanordnung hat und in der Metallatome geschichtet angeordnet sind oder Metallatome und Sauerstoffatome, aus der Richtung senkrecht zu der c-Achsen-Richtung gesehen, geschichtet angeordnet sind.

[0121] Der CAAC-OS ist kein Einkristall, dies bedeutet jedoch nicht, dass der CAAC-OS nur aus einem amorphen Teil besteht. Obwohl der CAAC-OS einen kristallisierten Teil (kristallinen Teil) enthält, gibt es in einigen Fällen keine deutliche Grenze zwischen einem kristallinen Teil und einem anderen kristallinen Teil.

[0122] Ein Teil des Sauerstoffs, der ein Bestandteil des CAAC-OS ist, kann durch Stickstoff substituiert werden. Die c-Achsen der in dem CAAC-OS enthaltenen kristallinen Teile bzw. Abschnitte können in einer Richtung ausgerichtet bzw. orientiert sein (z. B. einer Richtung senkrecht zu einer Oberfläche eines Substrats, auf dem der CAAC-OS ausgebildet ist, oder einer Oberfläche des CAAC-OS). Als Alternative dazu können Normale der a-b-Ebenen einzelner, in dem CAAC-OS enthaltener kristalliner Abschnitte in einer Richtung ausgerichtet sein (z. B. der Richtung senkrecht zu einer Oberfläche eines Substrats, auf dem der CAAC-OS ausgebildet ist, oder einer Oberfläche des CAAC-OS).

[0123] Der CAAC-OS ist ein Leiter, ein Halbleiter oder ein Isolator, wobei dies von seiner Zusammensetzung oder dergleichen abhängt. Der CAAC-OS lässt je nach seiner Zusammensetzung oder dergleichen sichtbares Licht durch oder nicht.

[0124] Ein Beispiel für einen derartigen CAAC-OS ist ein Oxid, das in eine Filmform gebracht wird und, aus der Richtung senkrecht zu einer Oberfläche des Films oder einer Oberfläche des Substrats gesehen, an dem der Film ausgebildet ist, eine dreieckige oder sechseckige Atomanordnung hat und in dem Metallatome geschichtet angeordnet sind oder Metallatome und Sauerstoffatome (oder Stickstoffatome), im Querschnitt des Films gesehen, geschichtet angeordnet sind.

[0125] Ein Beispiel einer Kristallstruktur des CAAC-OS wird unter Bezugnahme auf **Fig. 14A** bis **Fig. 14E**, **Fig. 15A** bis **Fig. 15C** sowie **Fig. 16A** bis **Fig. 16C** ausführlich beschrieben. In **Fig. 14A** bis **Fig. 14E**, **Fig. 15A** bis **Fig. 15C** und **Fig. 16A** bis **Fig. 16C** entspricht sofern nicht anders angegeben, die vertikale Richtung der c-Achsen-Richtung, und eine Ebene senkrecht zu der c-Achsen-Richtung entspricht der a-b-Ebene. Wenn der Einfachheit halber die Formulierungen "eine obere Hälfte" und "eine untere Hälfte" verwendet werden, beziehen sie sich auf eine obere Hälfte oberhalb der a-b-Ebene bzw. eine untere Hälfte unterhalb der a-b-Ebene (eine obere Hälfte und eine untere Hälfte in Bezug auf die a-b-Ebene). In **Fig. 14A** bis **Fig. 14E** stellt ein von einem Kreis umschlossenes O vierfach koordinierte Sauerstoff dar, und ein von einem Doppelkreis umschlossenes O stellt dreifach koordinierte Sauerstoff dar.

[0126] **Fig. 14A** stellt eine Struktur dar, die ein sechsfach koordiniertes In-Atom und sechs vierfach koordinierte Sauerstoff-Atome (im Folgenden als vierfach koordinierte O-Atome bezeichnet) nahe an dem In-Atom enthält. Dabei wird eine Struktur, die ein Metallatom und Sauerstoffatome nahe daran enthält, als eine kleine Gruppe bezeichnet. Die Struktur in **Fig. 14A** ist eigentlich eine achtflächige Struktur, wird jedoch der Einfachheit halber als eine plane Struktur dargestellt. Es ist anzumerken, dass jeweils drei vierfach koordinierte O-Atome in der oberen Hälfte und der unteren Hälfte in **Fig. 14A** vorhanden sind. In der in **Fig. 14A** dargestellten kleinen Gruppe beträgt die elektrische Ladung 0.

[0127] **Fig. 14B** stellt eine Struktur dar, die ein fünffach koordiniertes Ga-Atom, drei dreifach koordinierte Sauerstoffatome (im Folgenden als dreifach koordinierte O-Atome bezeichnet) nahe an dem Ga-Atom sowie zwei vierfach koordinierte O-Atome nahe an dem Ga-Atom enthält. Alle dreifach koordinierten O-Atome befinden

sich in der a-b-Ebene. Ein vierfach koordiniertes O-Atom befindet sich jeweils in der oberen Hälfte und der unteren Hälfte in **Fig. 14B**. Ein In-Atom kann auch die in **Fig. 14B** dargestellte Struktur haben, da ein In-Atom fünf Liganden haben kann. In der in **Fig. 14B** dargestellten kleinen Gruppe beträgt die elektrische Ladung 0.

[0128] **Fig. 14C** stellt eine Struktur dar, die ein vierfach koordiniertes Zn-Atom und vier vierfach koordinierte O-Atome nahe an dem Zn-Atom enthält. In **Fig. 14C** befindet sich ein vierfach koordiniertes O-Atom in der oberen Hälfte, und drei vierfach koordinierte O-Atome befinden sich in der unteren Hälfte. Als Alternative dazu können sich drei vierfach koordinierte O-Atome in der oberen Hälfte befinden, und ein vierfach koordiniertes O-Atom kann sich in der unteren Hälfte in **Fig. 14C** befinden. In der in **Fig. 14C** dargestellten kleinen Gruppe beträgt die elektrische Ladung 0.

[0129] **Fig. 14D** stellt eine Struktur dar, die ein sechsfach koordiniertes Sn-Atom und sechs vierfach koordinierte O-Atome nahe an dem Sn-Atom enthält. Drei vierfach koordinierte O-Atome befinden sich jeweils in der oberen Hälfte und der unteren Hälfte in **Fig. 14D**. In der in **Fig. 14D** dargestellten kleinen Gruppe beträgt die elektrische Ladung +1.

[0130] **Fig. 14E** stellt eine kleine Gruppe dar, die zwei Zn-Atome enthält. Ein vierfach koordiniertes O-Atom befindet sich jeweils in der oberen Hälfte und der unteren Hälfte in **Fig. 14E**. In der in

[0131] **Fig. 14E** dargestellten kleinen Gruppe beträgt die elektrische Ladung -1.

[0132] Dabei bildet eine Vielzahl von kleinen Gruppen eine mittlere Gruppe, und eine Vielzahl mittlerer Gruppen bildet eine große Gruppe (auch als Einzelzelle bezeichnet).

[0133] Im Folgenden wird eine Regel für die Bindung zwischen den kleinen Gruppen beschrieben. Die drei O-Atome in der oberen Hälfte in Bezug auf das sechsfach koordinierte In-Atom in **Fig. 14A** weisen jeweils drei nahe In-Atome in der Richtung nach unten auf, und die drei O-Atome in der unteren Hälfte weisen jeweils drei nahe In-Atome in der Richtung nach oben auf. Das eine O-Atom in der oberen Hälfte in Bezug auf das fünffach koordinierte Ga-Atom in **Fig. 14B** weist ein nahe Ga-Atom in der Richtung nach unten auf, und das eine O-Atom in der unteren Hälfte weist ein nahe Ga-Atom in der Richtung nach oben auf. Das eine O-Atom in der oberen Hälfte in Bezug auf das vierfach gebundene Zn-Atom in **Fig. 14C** weist ein nahe Zn-Atom in der Richtung nach unten auf, und die drei O-Atome in der unteren Hälfte weisen jeweils drei nahe Zn-Atome in der Richtung nach oben auf. Dadurch entspricht die Anzahl der vierfach koordinierten O-Atome oberhalb des Metallatoms der Anzahl der Metallatome nahe an jedem der vierfach koordinierten O-Atome und unterhalb derselben. Desgleichen entspricht die Anzahl der vierfach koordinierten O-Atome unterhalb des Metallatoms der Anzahl der Metallatome nahe an jedem der vierfach koordinierten O-Atome und oberhalb derselben. Da die Koordinationszahl des vierfach koordinierten O-Atoms 4 beträgt, beträgt die Summe der Anzahl der Metallatome nahe an dem O-Atom und unterhalb desselben und der Anzahl der Metallatome nahe an dem O-Atom und oberhalb desselben 4. Dementsprechend können, wenn die Summe der Anzahl vierfach koordinierter O-Atome oberhalb eines Metallatoms und der Anzahl vierfach koordinierter O-Atome unterhalb eines anderen Metallatoms 4 beträgt, die zwei Typen kleiner Gruppen, die die Metallatome enthalten, aneinander gebunden werden. Beispielsweise wird das sechsfach koordinierte Metallatom (In oder Sn), wenn es über drei vierfach koordinierte O-Atome in der unteren Hälfte gebunden ist, an das fünffach koordinierte Metallatom (Ga oder In) oder das vierfach koordinierte Metallatom (Zn) gebunden.

[0134] Ein Metallatom, dessen Koordinationszahl 4, 5 oder 6 beträgt, ist an ein anderes Metallatom über ein vierfach koordiniertes O-Atom in der c-Achsen-Richtung gebunden. Zusätzlich zu dem oben Beschriebenen kann eine mittlere Gruppe ausgebildet werden, indem eine Vielzahl kleiner Gruppen so kombiniert werden, dass die elektrische Gesamtladung der geschichteten Struktur 0 beträgt.

[0135] **Fig. 15A** stellt ein Modell einer mittleren Gruppe dar, die in einer geschichteten Struktur eines Oxids auf In-Sn-Zn-Basis enthalten ist. **Fig. 15B** stellt eine große Gruppe dar, die drei mittlere Gruppen enthält. **Fig. 15C** stellt eine Atomanordnung bei Betrachtung der geschichteten Struktur in **Fig. 15B** aus der c-Achsen-Richtung dar.

[0136] In **Fig. 15A** ist der Einfachheit halber ein dreifach koordiniertes O-Atom weggelassen, und ein vierfach koordiniertes O-Atom ist mit einem Kreis dargestellt, wobei die Zahl in dem Kreis die Anzahl vierfach koordinierter O-Atome angibt. Beispielsweise werden drei vierfach koordinierte O-Atome, die sich jeweils in der oberen Hälfte und der unteren Hälfte in Bezug auf ein Sn-Atom befinden, mit einer umkreisten "3" gekennzeichnet. Des Weiteren wird in **Fig. 15A** ein vierfach koordiniertes O-Atom, das sich jeweils in der oberen Hälfte und der

unteren Hälfte in Bezug auf ein In-Atom befindet, mit einer umkreisten "1" gekennzeichnet. **Fig. 15A** stellt des Weiteren ein Zn-Atom nahe an einem vierfach koordinierten O-Atom in der unteren Hälfte und drei vierfach koordinierte O-Atome in der oberen Hälfte sowie ein Zn-Atom nahe an einem vierfach koordinierten O-Atom in der oberen Hälfte und drei vierfach koordinierte O-Atome in der unteren Hälfte dar.

[0137] In der mittleren Gruppe, die in der geschichteten Struktur des Oxids auf In-Sn-Zn-Basis in **Fig. 15A** enthalten ist, ist, der Reihe nach, von oben beginnend, ein Sn-Atom nahe an drei vierfach koordinierten O-Atomen jeweils in der oberen Hälfte und der unteren Hälfte an ein In-Atom nahe an einem vierfach koordinierten O-Atom jeweils in der oberen Hälfte und der unteren Hälfte gebunden, das In-Atom ist an ein Zn-Atom nahe an drei vierfach koordinierten O-Atomen in der oberen Hälfte gebunden, das Zn-Atom ist an ein In-Atom nahe an drei vierfach koordinierten O-Atomen jeweils in der oberen Hälfte und der unteren Hälfte über ein vierfach koordiniertes O-Atom in der unteren Hälfte in Bezug auf das Zn-Atom gebunden, das In-Atom ist an eine kleine Gruppe gebunden, die zwei Zn-Atome enthält und sich nahe an einem vierfach koordinierten O-Atom in der oberen Hälfte befindet, und die kleine Gruppe ist an ein Sn-Atom nahe an drei vierfach koordinierten O-Atomen jeweils in der oberen Hälfte und der unteren Hälfte über ein vierfach koordiniertes O-Atom in der unteren Hälfte in Bezug auf die kleine Gruppe gebunden. Eine Vielzahl derartiger mittlerer Gruppen sind gebunden, so dass eine große Gruppe entsteht.

[0138] Dabei kann angenommen werden, dass elektrische Ladung für eine Bindung eines dreifach koordinierten O-Atoms und elektrische Ladung für eine Bindung eines vierfach koordinierten O-Atoms $-0,667$ bzw. $-0,5$ beträgt. Beispielsweise betragen elektrische Ladung eines (sechsfach koordinierten oder fünffach koordinierten) In-Atoms, elektrische Ladung eines (vierfach koordinierten) Zn-Atoms und elektrische Ladung eines (fünffach koordinierten oder sechsfach koordinierten) Sn-Atoms $+3$, $+2$ bzw. $+4$. Dementsprechend beträgt elektrische Ladung in einer kleinen Gruppe, die ein Sn-Atom enthält, $+1$. Daher ist elektrische Ladung von -1 , die $+1$ aufhebt, erforderlich, um eine geschichtete Struktur auszubilden, die ein Sn-Atom enthält. Ein Beispiel einer Struktur, die elektrische Ladung von -1 hat, ist die kleine Gruppe, die, wie in **Fig. 14E** dargestellt, zwei Zn-Atome enthält. Beispielsweise kann mit einer kleinen Gruppe, die zwei Zn-Atome enthält, elektrische Ladung einer kleinen Gruppe, die ein Sn-Atom enthält, aufgehoben werden, so dass die elektrische Gesamtladung der geschichteten Struktur 0 betragen kann.

[0139] Das heißt, indem die in **Fig. 15B** dargestellte große Gruppe wiederholt wird, kann ein Kristall aus Oxid auf In-Sn-Zn-Basis ($\text{In}_2\text{SnZn}_3\text{O}_8$) gewonnen werden. Es ist anzumerken, dass eine geschichtete Struktur des gewonnenen Oxids auf In-Sn-Zn-Basis als eine Verbindungsformel $\text{In}_2\text{SnZn}_2\text{O}_7(\text{ZnO})_m$ ausgedrückt werden kann (wobei m 0 oder eine natürliche Zahl ist).

[0140] Die oben beschriebene Regel gilt auch für die im Folgenden aufgeführten Oxide, d. h. ein Vierkomponenten-Metallocid, wie beispielsweise ein Oxid auf In-Sn-Ga-Zn-Basis; ein Dreikomponenten-Metallocid, wie beispielsweise ein Oxid auf In-Ga-Zn-Basis (auch als IGZO bezeichnet), ein Oxid auf In-Al-Zn-Basis, ein Oxid auf Sn-Ga-Zn-Basis, ein Oxid auf Al-Ga-Zn-Basis, ein Oxid auf Sn-Al-Zn-Basis, ein Oxid auf In-Hf-Zn-Basis, ein Oxid auf In-La-Zn-Basis, ein Oxid auf In-Ce-Zn-Basis, ein Oxid auf In-Pr-Zn-Basis, ein Oxid auf In-Nd-Zn-Basis, ein Oxid auf In-Sm-Zn-Basis, ein Oxid auf In-Eu-Zn-Basis, ein Oxid auf In-Gd-Zn-Basis, ein Oxid auf In-Tb-Zn-Basis, ein Oxid auf In-Dy-Zn-Basis, ein Oxid auf In-Ho-Zn-Basis, ein Oxid auf In-Er-Zn-Basis, ein Oxid auf In-Tm-Zn-Basis, ein Oxid auf In-Yb-Zn-Basis sowie ein Oxid auf In-Lu-Zn-Basis, ein Zweikomponenten-Metallocid, wie beispielsweise ein Oxid auf In-Zn-Basis, ein Oxid auf Sn-Zn-Basis, ein Oxid auf Al-Zn-Basis, ein Oxid auf Zn-Mg-Basis, ein Oxid auf Sn-Mg-Basis, ein Oxid auf In-Mg-Basis sowie ein Oxid auf In-Ga-Basis.

[0141] **Fig. 16A** stellt als ein Beispiel ein Modell einer mittleren Gruppe dar, die in einer geschichteten Struktur eines Oxids auf In-Ga-Zn-Basis enthalten ist.

[0142] In der mittleren Gruppe, die in der geschichteten Struktur des Oxids auf In-Ga-Zn-Basis in **Fig. 16A** enthalten ist, ist, der Reihe nach, von oben beginnend, ein In-Atom nahe an drei vierfach koordinierten O-Atomen jeweils in der oberen Hälfte und der unteren Hälfte an ein Zn-Atom nahe an einem vierfach koordinierten O-Atom in der oberen Hälfte gebunden, das Zn-Atom ist an ein Ga-Atom nahe an einem vierfach koordinierten O-Atom jeweils in der oberen Hälfte und der unteren Hälfte über drei vierfach koordinierte O-Atome in der unteren Hälfte in Bezug auf das Zn-Atom gebunden, und das Ga-Atom ist an ein In-Atom nahe an drei vierfach koordinierten O-Atomen jeweils in der oberen Hälfte und der unteren Hälfte über ein vierfach koordiniertes O-Atom in der unteren Hälfte in Bezug auf das Ga-Atom gebunden. Eine Vielzahl derartiger mittlerer Gruppen sind gebunden, so dass eine große Gruppe entsteht.

[0143] **Fig.** 16B stellt eine große Gruppe dar, die aus drei mittleren Gruppen besteht. **Fig.** 16C stellt eine Atomanordnung bei Betrachtung der geschichteten Struktur in **Fig.** 16B aus der c-Achsen-Richtung dar.

[0144] Dabei beträgt, da elektrische Ladung eines (sechsfach koordinierten oder fünffach koordinierten) In-Atoms, elektrische Ladung eines (vierfach koordinierten) Zn-Atoms und elektrische Ladung eines (fünffach koordinierten) Ga-Atoms +3, +2 bzw. +3 betragen, elektrische Ladung einer kleinen Gruppe, die ein In-Atom, ein Zn-Atom oder/und ein Ga-Atom enthält, 0. Dadurch beträgt die elektrische Gesamtladung einer mittleren Gruppe, die eine Kombination derartiger kleiner Gruppen aufweist, stets 0.

[0145] Um die geschichtete Struktur des Oxids auf In-Ga-Zn-Basis auszubilden, kann eine große Gruppe nicht nur unter Verwendung der in **Fig.** 16A dargestellten mittleren Gruppe, sondern auch unter Verwendung einer mittleren Gruppe ausgebildet werden, bei der sich die Anordnung des In-Atoms, des Ga-Atoms und des Zn-Atoms von der in **Fig.** 16A unterscheidet.

[0146] Das heißt, indem die in **Fig.** 16B dargestellte große Gruppe wiederholt wird, kann ein Oxid auf In-Ga-Zn-Basis gewonnen werden. Es ist anzumerken, dass eine geschichtete Struktur des gewonnenen Oxids auf In-Ga-Zn-Basis als eine Verbindungsformel $\text{InGaO}_3(\text{ZnO})_n$ ausgedrückt werden kann (wobei n eine natürliche Zahl ist).

[0147] Diese Ausführungsform kann in Kombination mit jeder beliebigen anderen Ausführungsform umgesetzt werden.

Ausführungsform 3

[0148] Bei der Lichtemissionsvorrichtung gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann ein Farbfilterverfahren eingesetzt werden, bei dem Vollfarbbilder unter Verwendung einer Kombination aus einem Farbfilter und einem lichtemittierenden Element angezeigt werden, das Licht einer einzelnen Farbe, wie beispielsweise Weiß, emittiert. Als Alternative ist es möglich, ein Verfahren einzusetzen, bei dem Vollfarbbilder unter Verwendung einer Vielzahl lichtemittierender Elemente angezeigt werden, die Licht unterschiedlicher Farbtöne emittieren. Dieses Verfahren wird als ein Verfahren separater Farbgebung (separate coloring method) bezeichnet, da EL-Schichten, die jeweils zwischen einem Paar Elektroden in einem lichtemittierenden Element vorhanden sind, separat mit entsprechenden Farben eingefärbt werden.

[0149] Bei dem Verfahren separater Farbgebung werden im Allgemeinen EL-Schichten separat durch Aufdampfen unter Verwendung einer Maske, wie beispielsweise einer Metall-Maske, aufgebracht. Daher hängt die Größe von Pixeln von der Genauigkeit der separaten Farbgebung der EL-Schichten mittels Aufdampfen ab. Andererseits müssen bei dem Farbfilterverfahren im Unterschied zu dem Verfahren separater Farbgebung EL-Schichten nicht separat aufgebracht werden. Dementsprechend können Pixel leichter verkleinert werden als bei dem Verfahren separater Farbgebung, so dass ein hochauflösender Pixelabschnitt geschaffen werden kann.

[0150] Eine Lichtemissionsvorrichtung schließt als Kategorien eine sogenannte Bottom-Emission-Lichtemissionsvorrichtung, bei der von einem lichtemittierenden Element emittiertes Licht von einem Element-Substrat extrahiert wird, über dem ein Transistor ausgebildet ist, sowie eine sogenannte Top-Emission-Lichtemissionsvorrichtung ein, bei der von einem lichtemittierenden Element emittiertes Licht von einer einem Element-Substrat gegenüberliegenden Seite extrahiert wird. Bei der Top-Emission-Struktur wird von einem lichtemittierenden Element emittiertes Licht nicht durch ein Element, wie beispielsweise eine Verdrahtung, einen Transistor oder einen Speicherkondensator, blockiert, so dass die Effizienz der Lichtextraktion von einem Pixel gegenüber der Bottom-Emission-Struktur verbessert werden kann. Daher kann mit der Top-Emission-Struktur hohe Luminanz auch dann erzielt werden, wenn die einem lichtemittierenden Element zugeführte Strommenge verringert wird, und daher ist sie insofern vorteilhaft, als die Lebensdauer des lichtemittierenden Elementes verlängert wird.

[0151] Die Lichtemissionsvorrichtung gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann eine Mikrokavitäts-Struktur (optischer Mikroresonator) aufweisen, bei der von einer EL-Schicht emittiertes Licht in einem lichtemittierenden Element in Resonanz gerät. Mit der Mikroresonator-Struktur kann Licht mit einer spezifischen Längenwelle mit hohem Wirkungsgrad von dem lichtemittierenden Element extrahiert werden, so dass die Luminanz und die Farbreinheit des Pixelabschnitts verbessert werden können.

[0152] **Fig.** 10 ist eine beispielhafte Schnittansicht von Pixeln. **Fig.** 10 stellt einen Teil eines Querschnitts durch ein Pixel, das Rot entspricht, einen Teil eines Querschnitts durch ein Pixel, das Grün entspricht, und einen Teil eines Querschnitts durch ein Pixel dar, das Blau entspricht.

[0153] Das heißt, **Fig.** 10 stellt ein Pixel **140r**, das Rot entspricht, ein Pixel **140g**, das Grün entspricht, und ein Pixel **140b** dar, das Blau entspricht. Das Pixel **140r**, das Pixel **140g** und das Pixel **140b** enthalten eine Anode **715r**, eine Anode **715g** bzw. eine Anode **715b**. Die in den Pixeln **140r**, **140g** und **140b** enthaltenen Anoden **715r**, **715g** und **715b** sind über einem isolierenden Film **750** vorhanden, der über einem Substrat **740** ausgebildet ist.

[0154] Eine Reihe bzw. Bank **730**, die unter Verwendung eines isolierenden Films ausgebildet wird, ist über den Anoden **715r**, **715g** und **715b** vorhanden. Die Bank **730** weist Öffnungen auf, an denen Teile der Anoden **715r**, **715g** und **715b** freiliegen. Eine EL-Schicht **731** und eine Kathode **732**, die sichtbares Licht durchlässt, sind in dieser Reihenfolge so auf die Bank **730** geschichtet, dass sie die genannten freiliegenden Teile abdecken.

[0155] Ein Abschnitt, an dem die Anode **715r**, die EL-Schicht **731** und die Kathode **732** einander überlappen, entspricht einem lichtemittierenden Element **741r**, das Rot entspricht. Ein Abschnitt, an dem die Anode **715g**, die EL-Schicht **731** und die Kathode **732** einander überlappen, entspricht einem lichtemittierenden Element **741g**, das Grün entspricht. Ein Abschnitt, an dem die Anode **715b**, die EL-Schicht **731** und die Kathode **732** einander überlappen, entspricht einem lichtemittierenden Element **741b**, das Blau entspricht.

[0156] Ein Substrat **742** ist dem Substrat **740** zugewandt, wobei sich die lichtemittierenden Elemente **741r**, **741g** und **741b** zwischen ihnen befinden. Eine Farbgebungsschicht **743r**, die dem Pixel **140r** entspricht, eine Farbgebungsschicht **743g**, die dem Pixel **140g** entspricht, und eine Farbgebungsschicht **743b**, die dem Pixel **140b** entspricht, sind auf dem Substrat **742** vorhanden. Die Farbgebungsschicht **743r** ist eine Schicht, deren Durchlässigkeit in einem Wellenlängenbereich, der Rot entspricht, höher ist als die für Licht in anderen Wellenlängenbereichen. Die Farbgebungsschicht **743g** ist eine Schicht, deren Durchlässigkeit für Licht in einem Wellenlängenbereich, der Grün entspricht, höher ist als die für Licht in anderen Wellenlängenbereichen. Die Farbgebungsschicht **743b** ist eine Schicht, deren Durchlässigkeit für Licht in einem Wellenlängenbereich, der Blau entspricht, höher ist als die für Licht in anderen Wellenlängenbereichen.

[0157] Ein Überzug **744** ist auf dem Substrat **742** vorhanden und deckt die Farbgebungsschichten **743r**, **743g** und **743b** ab. Der Überzug **744** lässt sichtbares Licht durch, dient dazu, die Farbgebungsschichten **743r**, **743g** und **743b** zu schützen und wird vorzugsweise unter Verwendung eines Kunststoffmaterials ausgebildet, mit dem Planarität verbessert werden kann. Die Farbgebungsschichten **743r**, **743g** und **743b** sowie der Überzug **744** können zusammen als ein Farbfilter betrachtet werden, oder jede der Farbgebungsschichten **743r**, **743g** und **743b** kann als ein Farbfilter betrachtet werden.

[0158] In **Fig.** 10 sind ein leitender Film **745r**, der starkes Reflektionsvermögen für sichtbares Licht aufweist, und ein leitender Film **746r**, der stärkeres Durchlassvermögen für sichtbares Licht aufweist als der leitende Film **745r**, in dieser Reihenfolge übereinander geschichtet und dienen als die Anode **715r**. Ein leitender Film **745g**, der starkes Reflektionsvermögen für sichtbares Licht aufweist, und ein leitender Film **746g**, der stärkeres Durchlassvermögen für sichtbares Licht aufweist als der leitende Film **745g**, sind in dieser Reihenfolge übereinander geschichtet und dienen als die Anode **715g**. Die Dicke des leitenden Films **746g** ist kleiner als die des leitenden Films **746r**. Ein leitender Film **745b**, der starkes Reflektionsvermögen für sichtbares Licht aufweist, dient als die Anode **715b**.

[0159] So kann in der Lichtemissionsvorrichtung in **Fig.** 10 die optische Weglänge von Licht, das von der EL-Schicht **731** in dem lichtemittierenden Element **741r** emittiert wird, durch den Abstand zwischen dem leitenden Film **745r** und der Kathode **732** reguliert werden. Die optische Weglänge von Licht, das von der EL-Schicht **731** in dem lichtemittierenden Element **741g** emittiert wird, kann durch den Abstand zwischen dem leitenden Film **745g** und der Kathode **732** reguliert werden. Die optische Weglänge von Licht, das von der EL-Schicht **731** in dem lichtemittierenden Element **741b** emittiert wird, kann durch den Abstand zwischen dem leitenden Film **745b** und der Kathode **732** reguliert werden.

[0160] In einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann eine Mikroresonator-Struktur eingesetzt werden, bei der die oben genannten optischen Weglängen entsprechend der Wellenlängen von Licht reguliert werden, das von den lichtemittierenden Elementen **741r**, **741g** und **741b** emittiert wird, so dass von der EL-Schicht **731** emittiertes Licht in jedem lichtemittierenden Element in Resonanz gerät.

[0161] Wenn die Mikroresonator-Struktur bei der Lichtemissionsvorrichtung gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung angewendet wird, gerät von dem Licht, das von dem lichtemittierenden Element **741r** emittiert wird, Licht mit einer Wellenlänge, die Rot entspricht, in der Mikroresonator-Struktur in Resonanz, so dass seine Intensität verstärkt wird. Dadurch werden die Farbreinheit und die Luminanz von rotem Licht, das über die Farbgebungsschicht **743r** erzeugt wird, verbessert. Von dem Licht, das von dem lichtemittierenden Element **741g** emittiert wird, gerät Licht mit einer Wellenlänge, die Grün entspricht, in der Mikroresonator-Struktur in Resonanz, so dass seine Intensität verstärkt wird, und dadurch werden die Farbreinheit und Luminanz von grünem Licht, das über die Farbgebungsschicht **743g** erzeugt wird, verbessert. Von dem Licht, das von dem lichtemittierenden Element **741b** emittiert wird, gerät Licht mit einer Wellenlänge, die Blau entspricht, in der Mikroresonator-Struktur in Resonanz, so dass seine Intensität verstärkt wird, und dadurch werden die Farbreinheit und Luminanz von blauem Licht, das über die Farbgebungsschicht **743b** erzeugt wird, verbessert.

[0162] Es ist anzumerken, dass obwohl in **Fig. 10** Pixel dargestellt sind, die den drei Farben Rot, Grün und Blau entsprechen, eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung nicht auf diese Struktur beschränkt ist. In einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann eine Kombination der vier Farben Rot, Grün, Blau und Gelb oder eine Kombination der drei Farben Cyan, Magenta und Gelb eingesetzt werden. Als Alternative dazu ist es möglich, eine Kombination der sechs Farben Hellrot, Hellgrün, Hellblau, Dunkelrot, Dunkelgrün und Dunkelblau oder eine Kombination der sechs Farben Rot, Grün, Blau, Cyan, Magenta und Gelb einzusetzen.

[0163] Es ist anzumerken, dass Farben, die beispielsweise unter Verwendung roter, grüner und blauer Pixel ausgedrückt werden, auf Farben beschränkt sind, die sich in dem Dreieck befinden, das durch die drei Punkte auf dem Farbdreieck entsteht, die den Emissionsfarben der jeweiligen Pixel entsprechen. Daher kann, indem zusätzlich ein lichtemittierendes Element einer Farbe bereitgestellt wird, die sich außerhalb des Dreiecks an dem Farbdreieck befindet, wie dies der Fall ist, wenn rote, grüne, blaue und gelbe Pixel verwendet werden, der Bereich der Farben, die in der Lichtemissionsvorrichtung ausgedrückt werden, erweitert werden, wodurch die Möglichkeit der Farbwiedergabe verbessert werden kann.

[0164] In **Fig. 10** dient der leitende Film **745b** mit starker Reflexionsvermögen für sichtbares Licht als die Anode in dem lichtemittierenden Element **741b**, das von den lichtemittierenden Elementen **741r**, **741g** und **741b** Licht mit der kürzesten Wellenlänge λ emittiert, und die leitenden Filme **746r** und **746g** mit unterschiedlicher Dicke werden in den anderen lichtemittierenden Elementen **741r** und **741g** eingesetzt; so dass die optischen Weglängen angepasst werden. In einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann ein leitender Film mit hoher Durchlässigkeit für sichtbares Licht, wie beispielsweise die leitenden Filme **746r** und **746g**, über dem leitenden Film **745b** mit starker Reflexionsvermögen für sichtbares Licht auch in dem lichtemittierenden Element **741b** vorhanden sein, das Licht mit der kürzesten Wellenlänge λ emittiert. Vorzugsweise wird jedoch, wie in **Fig. 10** dargestellt, der leitende Film **745b** mit starkem Reflexionsvermögen für sichtbares Licht als die Anode des lichtemittierenden Elementes **741b** genutzt, das Licht mit der kürzesten Wellenlänge λ emittiert, da das Verfahren zum Herstellen der Anode gegenüber dem Fall vereinfacht werden kann, in dem ein leitender Film mit hoher Durchlässigkeit für sichtbares Licht für die Anoden aller lichtemittierenden Elemente **741r**, **741g** und **741b** eingesetzt wird.

[0165] Es ist anzumerken, dass die Austrittsarbeit des leitenden Films **745b** mit starkem Reflexionsvermögen für sichtbares Licht häufig geringer ist als die der leitenden Filme **746r** und **746g** mit hohem Durchlassvermögen für sichtbares Licht. Dementsprechend ist es bei dem lichtemittierenden Element **741b**, das Licht mit der kürzesten Wellenlänge λ emittiert, weniger wahrscheinlich als bei den lichtemittierenden Elementen **741r** und **741g**, dass Löcher von der Anode **715b** in die EL-Schicht **731** injiziert werden, was zu geringer Emissionseffizienz führt. Angesichts dessen wird in einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung vorzugsweise ein Verbundmaterial, das eine Substanz mit einem starken Lochleitungsvermögen und eine Substanz mit Aufnahmevermögen (Elektronenaufnahmevermögen) in Bezug auf eine Substanz enthält, die ein hohes Lochleitungsvermögen hat, für einen Teil der EL-Schicht **731** eingesetzt, die in Kontakt mit dem leitenden Film **745b** mit starkem Reflexionsvermögen für sichtbares Licht in dem lichtemittierenden Element **741b** ist, das Licht mit der kürzesten Wellenlänge λ emittiert. Wenn das genannte Verbundmaterial so ausgebildet ist, dass es in Kontakt mit der Anode **715b** ist, können Löcher leicht von der Anode **715b** in die EL-Schicht **731** injiziert werden, so dass der Emissionswirkungsgrad des lichtemittierenden Elementes **741b** verbessert werden kann.

[0166] Beispiele für die Substanz mit Aufnahmevermögen sind 7,7,8,8-Tetracyano-2,3,5,6-tetrafluoroquinodimethane (F_4 -TCNQ), Chloranil, ein Übergangsmetall-Oxid sowie Oxide von Metallen, die zu den Gruppen 4 bis 8 des Periodensystems gehören. Das heißt, Vanadiumoxid, Nioboxid, Tantaloxid, Chromoxid, Molybdänoxid, Wolframoxid, Manganoxid und Rheniumoxid werden aufgrund ihrer ausgeprägten Aufnahmeeigenschaften

ten bevorzugt. Von diesen wiederum wird Molybdänoxid besonders bevorzugt, da es an Luft stabil ist, geringes Wasseranziehungsvermögen aufweist und leicht behandelt werden kann.

[0167] Als die Substanz mit einem starken Lochleitungsvermögen, die für das Verbundmaterial eingesetzt wird, kann eine beliebige einer Reihe von Verbindungen, wie beispielsweise eine aromatische Aminverbindung, ein Carbazolderivat, ein aromatischer Kohlenwasserstoff oder eine Verbindung mit hohem Molekulargewicht (z. B. ein Oligomer, ein Dendrimer oder ein Polymer) eingesetzt werden. Die organische Verbindung, die für das Verbundmaterial eingesetzt wird, ist vorzugsweise eine organische Verbindung, die starkes Lochleitungsvermögen aufweist. Das heißt, vorzugsweise wird eine Substanz eingesetzt, die eine Löcherbeweglichkeit von $10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ oder mehr hat. Es ist anzumerken, dass auch jede beliebige andere Substanz eingesetzt werden kann, sofern ihr Lochleitungsvermögen stärker ist als ihr Elektronenleitungsvermögen.

[0168] Die leitenden Filme **745r**, **745g** und **745b**, die starkes Reflexionsvermögen für sichtbares Licht aufweisen, können beispielsweise als eine einzelne Schicht oder eine Schichtanordnung ausgebildet werden, bei der Aluminium, Silber oder eine Legierung eingesetzt wird, die ein derartiges Metallmaterial enthält. Als Alternative dazu können die leitenden Filme **745r**, **745g** und **745b** ausgebildet werden, indem ein leitender Film mit starkem Reflexionsvermögen für sichtbares Licht und ein dünner leitender Film (vorzugsweise mit einer Dicke von 20 nm oder weniger, des Weiteren vorzugsweise 10 nm oder weniger) übereinander geschichtet werden. Beispielsweise kann ein dünner Titan-Film oder ein dünner Molybdän-Film auf einen leitenden Film mit starkem Reflexionsvermögen für sichtbares Licht geschichtet werden, um den leitenden Film **745b** auszubilden, wobei in diesem Fall verhindert werden kann, dass ein Oxidfilm an einer Oberfläche des leitenden Films mit starkem Reflexionsvermögen für sichtbares Licht (z. B. Aluminium, eine Legierung, die Aluminium enthält, oder Silber) ausgebildet wird.

[0169] Die leitenden Filme **746r** und **746g** mit hoher Durchlässigkeit für sichtbares Licht können beispielsweise unter Verwendung von Indiumoxid, Zinnoxid, Zinkoxid, Indium-Zinn-Oxid oder Indium-Zink-Oxid ausgebildet werden.

[0170] Die Kathode **732** kann beispielsweise ausgebildet werden, indem ein leitender Film, der dünn genug ist, um Licht durchzulassen (vorzugsweise mit einer Dicke von 20 nm oder weniger, des Weiteren vorzugsweise 10 nm oder weniger) und ein leitender Film übereinander geschichtet werden, der ein leitendes Metalloxid enthält. Der leitende Film, der dünn genug ist, um Licht durchzulassen, kann als eine einzelne Schicht oder eine Schichtanordnung unter Verwendung von Silber, Magnesium, einer Legierung, die ein derartiges Metallmaterial enthält, oder dergleichen ausgebildet werden. Beispiele für das leitende Metalloxid sind Indiumoxid, Zinnoxid, Zinkoxid, Indium-Zinn-Oxid, Indium-Zink-Oxid und jedes beliebige dieser Metalloxid-Materialien, das Siliziumoxid enthält.

[0171] Die vorliegende Ausführungsform kann gegebenenfalls in Kombination mit jeder beliebigen anderen Ausführungsform umgesetzt werden.

Ausführungsform 4

[0172] In dieser Ausführungsform werden eine Bottom-Emission-Struktur, eine Top-Emission-Struktur und eine Doppel-Emissions-Struktur bzw. sogenannte Dual-Emission-Struktur beschrieben. Bei der Dual-Emission-Struktur wird Licht von einem lichtemittierenden Element von der Seite des Element-Substrats und der dem Element-Substrat gegenüberliegenden Seite extrahiert.

[0173] **Fig. 11A** ist eine Schnittansicht eines Pixels, bei dem von einem lichtemittierenden Element **6033** emittiertes Licht von der Seite einer Anode **6034** extrahiert wird. Ein Transistor **6031** ist mit einem isolierenden Film **6037** abgedeckt, und eine Bank **6038** mit einer Öffnung ist über dem isolierenden Film **6037** ausgebildet. In der Öffnung der Bank **6038** liegt die Anode **6034** teilweise frei, und die Anode **6034**, eine EL-Schicht **6035** sowie eine Kathode **6036** sind in dieser Reihenfolge in der Öffnung übereinander geschichtet.

[0174] Die Anode **6034** wird unter Verwendung eines Materials ausgebildet, durch das Licht leicht hindurchtritt, oder in einer solchen Dicke ausgebildet, dass Licht leicht durch die Anode **6034** hindurchtritt. Die Kathode **6036** wird unter Verwendung eines Materials ausgebildet, durch das Licht schwer hindurchtritt, oder in einer solchen Dicke ausgebildet, dass Licht schwer durch die Kathode **6036** hindurchtritt. Dementsprechend ist es möglich, eine sogenannte Bottom-Emission-Struktur zu schaffen, bei der Licht von der Seite der Anode **6034** her extrahiert wird, wie dies mit einem Pfeilumriss angedeutet ist.

[0175] **Fig. 11B** ist eine Schnittansicht eines Pixels, bei dem von einem lichtemittierenden Element **6043** emittiertes Licht von der Seite einer Kathode **6046** extrahiert wird. Ein Transistor **6041** ist mit einem isolierenden Film **6047** abgedeckt, und eine Bank **6048** mit einer Öffnung ist über dem isolierenden Film **6047** ausgebildet. In der Öffnung der Bank **6048** liegt eine Anode **6044** teilweise frei, und die Anode **6044**, eine EL-Schicht **6045** sowie die Kathode **6046** sind in dieser Reihenfolge in der Öffnung übereinander geschichtet.

[0176] Die Anode **6044** wird unter Verwendung eines Materials ausgebildet, durch das Licht schwer hindurchtritt, oder in einer solchen Dicke ausgebildet, dass Licht schwer durch die Anode **6044** hindurchtreten kann. Die Kathode **6046** wird unter Verwendung eines Materials ausgebildet, durch das Licht leicht hindurchtritt, oder in einer solchen Dicke ausgebildet, dass Licht leicht durch die Kathode **6046** hindurchtritt. Dementsprechend ist es möglich, eine sogenannte Top-Emission-Struktur zu schaffen, bei der Licht von der Seite der Kathode **6046** extrahiert wird, wie dies mit einem Pfeilumriss angedeutet ist.

[0177] **Fig. 11C** ist eine Schnittansicht eines Pixels, bei dem von einem lichtemittierenden Element **6053** emittiertes Licht von der Seite einer Anode **6054** und der Seite einer Kathode **6056** extrahiert wird. Ein Transistor **6051** ist mit einem isolierenden Film **6057** abgedeckt, und eine Bank **6058** mit einer Öffnung ist über dem isolierenden Film **6057** ausgebildet. In der Öffnung der Bank **6058** liegt die Anode **6054** teilweise frei, und die Anode **6054**, eine EL-Schicht **6055** sowie die Kathode **6056** sind in dieser Reihenfolge in der Öffnung übereinander geschichtet.

[0178] Die Anode **6054** und die Kathode **6056** werden unter Verwendung eines Materials ausgebildet, durch das Licht leicht hindurchtritt, oder in einer solchen Dicke ausgebildet, dass Licht leicht durch die Anode **6054** und die Kathode **6056** hindurchtritt. Dementsprechend ist es möglich, eine sogenannte Dual-Emission-Struktur zu schaffen, bei der Licht von der Seite der Anode **6054** und der Seite der Kathode **6056** extrahiert wird, wie dies mit Pfeilumrissen angedeutet ist.

[0179] Für die Elektroden, die als die Anode und die Kathode dienen, können beispielsweise beliebige Metalle, Legierungen, elektrisch leitende Verbindungen und Gemische derselben eingesetzt werden. Spezifische Beispiele sind Indiumoxid-Zinnoxid (ITO: Indium-Zinn-Oxid), Indiumoxid-Zinnoxid, das Silizium oder Silizium-oxid enthält, Indiumoxid-Zinkoxid (Indium-Zink-Oxid), Indiumoxid, das Wolframoxid und Zinkoxid enthält, Gold (Au), Platin (Pt), Nickel (Ni), Wolfram (W), Chrom (Cr), Molybdän (Mo), Eisen (Fe), Kobalt (Co), Kupfer (Cu), Palladium (Pd) und Titan (Ti). Weitere Beispiele sind Elemente, die zur Gruppe 1 oder Gruppe 2 des Periodensystems gehören, beispielsweise ein Alkalimetall, wie Lithium (Li) und Cäsium (Cs), ein Erdalkalimetall, wie beispielsweise Kalzium (Ca) und Strontium (Sr), Magnesium (Mg), eine Legierung, die ein derartiges Element enthält (z. B. MgAg und AlLi), ein Seltenerdmetall, wie beispielsweise Europium (Eu) und Ytterbium (Yb), eine Legierung, die ein solches Element enthält, und Graphen. Die Elektroden werden unter Verwendung dieser Materialien ausgebildet, die je nach Eignung aus den oben aufgeführten ausgewählt werden, und so ausgebildet, dass sie eine optimale Dicke haben, so dass eine Bottom-Emission-Struktur, eine Top-Emission-Struktur oder eine Dual-Emission-Struktur hergestellt wird.

[0180] Diese Ausführungsform kann gegebenenfalls in Kombination mit jeder beliebigen anderen Ausführungsform umgesetzt werden.

Ausführungsform 5

[0181] **Fig. 12** ist eine beispielhafte Perspektivansicht der Lichtemissionsvorrichtung gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

[0182] Die in **Fig. 12** dargestellte Lichtemissionsvorrichtung enthält einen Bildschirm **1601**, eine Leiterplatte **1602** sowie Verbindungsabschnitte **1603**. Der Bildschirm **1601** enthält einen Pixelabschnitt **1604**, der eine Vielzahl von Pixeln enthält, eine Abtastleitungs-Ansteuerschaltung **1605**, die Pixel reihenweise auswählt, sowie eine Signalleitungs-Ansteuerschaltung **1606**, die Eingabe eines Bild-Signals in die Pixel in einer ausgewählten Reihe steuert. Das heißt, in die Verdrahtungen G1 bis G3 eingegebene Signale werden in der Abtastleitungs-Ansteuerschaltung **1605** erzeugt.

[0183] Verschiedene Signale und Stromzuführ-Potentiale werden über die Verbindungsabschnitte **1603** von der Leiterplatte **1602** eingegeben. Für den Verbindungsabschnitt **1603** kann beispielsweise eine flexible Leiterplatte (FPC) eingesetzt werden. Wenn ein sogenanntes COF-Tape als der Verbindungsabschnitt **1603** eingesetzt wird, kann ein Teil der Schaltung an der Leiterplatte **1602** oder ein Teil der Abtastleitungs-Ansteuerschaltung **1605** oder der Signalleitungs-Ansteuerschaltung **1606**, die in dem Bildschirm **1601** enthalten sind,

auf einem separat gefertigten Chip ausgebildet werden, und der Chip kann mittels eines COF-Verfahrens (chip on film method) mit einem COF-Tape verbunden werden.

[0184] Diese Ausführungsform kann in Kombination mit jeder beliebigen anderen Ausführungsform umgesetzt werden.

Ausführungsform 6

[0185] Die Lichtemissionsvorrichtung gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann für Anzeigevorrichtungen, Personalcomputer und Bildwiedergabevorrichtungen eingesetzt werden, die mit Aufzeichnungsmedien versehen sind (üblicherweise Vorrichtungen, die den Inhalt von Aufzeichnungsmedien, wie beispielsweise DVD, wiedergeben und Anzeigeeinrichtungen zum Anzeigen der wiedergegebenen Bilder aufweisen). Weitere Beispiele elektronischer Vorrichtungen, die die Lichtemissionsvorrichtung gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung enthalten können, sind Mobiltelefone, Spielkonsolen einschließlich tragbarer Spielkonsolen, sog. PDA (personal digital assistants), E-Book-Reader, Kameras, wie beispielsweise Videokameras und digitale Standbildkameras, brillenartige Anzeigeeinrichtungen (am Kopf getragene Anzeigeeinrichtungen), Navigationssysteme, Audio-Wiedergabevorrichtungen (beispielsweise Fahrzeug-Audiosysteme und digitale Audio-Wiedergabegeräte), Kopiergeräte, Faxgeräte, Drucker, Multifunktionsdrucker, Geldautomaten und Verkaufautomaten. **Fig. 13A** bis **Fig. 13E** stellen spezielle Beispiele dieser elektronischen Vorrichtungen bzw. Geräte dar.

[0186] **Fig. 13A** stellt eine tragbare Spielkonsole dar, die ein Gehäuse **5001**, ein Gehäuse **5002**, einen Anzeigearbeitschnitt **5003**, einen Anzeigearbeitschnitt **5004**, ein Mikrofon **5005**, einen Lautsprecher **5006**, eine Betätigungsstaste **5007**, einen sogenannten Stylus **5008** und dergleichen enthält. Die Lichtemissionsvorrichtung gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann als der Anzeigearbeitschnitt **5003** oder der Anzeigearbeitschnitt **5004** eingesetzt werden. Wenn die Lichtemissionsvorrichtung gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung als der Anzeigearbeitschnitt **5003** oder der Anzeigearbeitschnitt **5004** eingesetzt wird, kann eine tragbare Spielkonsole mit hoher Bildqualität geschaffen werden. Es ist anzumerken, dass, obwohl die tragbare Spielkonsole in **Fig. 13A** die zwei Anzeigearbeitsnähte **5003** sowie **5004** enthält, die Anzahl in der tragbaren Spielkonsole enthaltener Anzeigearbeitsnähte nicht auf zwei beschränkt ist.

[0187] **Fig. 13B** stellt ein Anzeigegerät dar, das ein Gehäuse **5201**, einen Anzeigearbeitschnitt **5202**, einen Standfuß **5203** und dergleichen enthält. Die Lichtemissionsvorrichtung gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann als der Anzeigearbeitschnitt **5202** eingesetzt werden. Wenn die Lichtemissionsvorrichtung gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung als der Anzeigearbeitschnitt **5202** eingesetzt wird, kann ein Anzeigegerät mit hoher Bildqualität geschaffen werden. Es ist anzumerken, dass das Anzeigegerät als Kategorie jedes beliebigen Anzeigegeräts zum Anzeigen von Informationen, wie beispielsweise Anzeigegeräte für Personalcomputer, Fernsehempfang und Werbung, einschließt.

[0188] **Fig. 13C** stellt einen Laptop-Computer dar, der ein Gehäuse **5401**, einen Anzeigearbeitschnitt **5402**, eine Tastatur **5403**, eine Zeigevorrichtung **5404** und dergleichen enthält. Die Lichtemissionsvorrichtung gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann als der Anzeigearbeitschnitt **5402** eingesetzt werden. Wenn die Lichtemissionsvorrichtung gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung als der Anzeigearbeitschnitt **5402** eingesetzt wird, kann ein Laptop-Computer mit hoher Bildqualität geschaffen werden.

[0189] **Fig. 13D** stellt einen sogenannten PDA (personal digital assistant) dar, der ein Gehäuse **5601**, einen Anzeigearbeitschnitt **5602**, Betätigungsstufen **5603** und dergleichen enthält. In dem PDA in **Fig. 13D** kann ein Modem in dem Gehäuse **5601** integriert sein. Die Lichtemissionsvorrichtung gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann als der Anzeigearbeitschnitt **5602** eingesetzt werden. Wenn die Lichtemissionsvorrichtung gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung als der Anzeigearbeitschnitt **5602** eingesetzt wird, kann ein PDA mit hoher Bildqualität geschaffen werden.

[0190] **Fig. 13E** stellt ein Mobiltelefon dar, das ein Gehäuse **5801**, einen Anzeigearbeitschnitt **5802**, einen Ton-Eingabeabschnitt **5803**, einen Ton-Ausgabeabschnitt **5804**, Betätigungsstufen **5805**, einen Lichtempfangsabschnitt **5806** und dergleichen enthält. In dem Lichtempfangsabschnitt **5808** empfangenes Licht wird in elektrische Signale umgewandelt, so dass Bilder von außen gespeichert werden können. Die Lichtemissionsvorrichtung gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann als der Anzeigearbeitschnitt **5802** eingesetzt werden. Wenn die Lichtemissionsvorrichtung gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung als der Anzeigearbeitschnitt eingesetzt wird, kann ein Mobiltelefon mit hoher Bildqualität geschaffen werden.

[0191] Diese Ausführungsform kann gegebenenfalls in Kombination mit jeder beliebigen anderen Ausführungsform umgesetzt werden.

Ausführungsform 7

[0192] In dieser Ausführungsform wurde eine Gate-Spannung V_{GS} des Transistors **11** in der dritten Periode der Funktion des Pixels **100** in **Fig. 1A**, die in Ausführungsform 1 beschrieben ist, mittels Berechnung bestimmt.

[0193] Die Berechnung wurde unter Bedingung A und Bedingung B mit unterschiedlichen Werten des Potentials V_0 der Verdrahtung IL durchgeführt. Tabelle 1 zeigt spezifische Potentiale der Verdrahtungen unter Bedingung A und Bedingung B. Ein Potential $GVDD$ entspricht einem Potential mit hohem Pegel, das an die Verdrahtungen $G1$, $G2$ und $G3$ angelegt wird. Ein Potential $GVSS$ entspricht einem Potential mit niedrigem Pegel, das an die Verdrahtungen $G1$, $G2$ und $G3$ angelegt wird. Es ist anzumerken, dass in Tabelle 1 das Potential V_{cat} 0 V beträgt und die Werte des Potentials V_{data} , des Potentials V_{ano} , des Potentials V_0 , des Potentials $GVDD$ sowie des Potentials $GVSS$ mittels einer Potentialdifferenz in Bezug auf das Potential V_{cat} dargestellt sind.

Tabelle 1

	Bedingung A	Bedingung B
V_{th}	-3 V bis 3 V	-3 V bis 3 V
V_{data}	10 V bis 15 V	14 V bis 19 V
V_0	10 V	14 V
V_{ano}	14 V	14 V
V_{cat}	0 V	0 V
$GVDD/GVSS$	20 V/0 V	25 V/0 V

[0194] Was das Verhältnis von Kanallänge W zu Kanallänge L der Transistoren bei der Berechnung angeht, so betrug W/L des Transistors **11** 3 μm /9 μm , und W/L der Transistoren **12** bis **15** betrug 3 μm /3 μm . Wenn angenommen wird, dass ein Bereich A bei allen in dem Pixel **100** in **Fig. 1A** enthaltenen Transistoren ein Bereich ist, in dem der leitende Film, der als die Source oder der Drain dient, in Kontakt mit dem Halbleiterfilm ist, betrug die Länge (L_{ov}) in der Kanal-Längsrichtung eines Bereiches, in dem sich der Bereich A mit dem Bereich überlappt, in dem die Gate-Elektrode ausgebildet ist, 1,5 μm .

[0195] In der dritten Periode betrug, wie in **Fig. 3C** dargestellt, die Gate-Spannung V_{GS} des Transistors **11** $V_{data} - V_0 + V_{th}$. Daher gilt die Gleichung $V_{GS} - V_{th} = V_{data} - V_0$ in dem Pixel **100** in **Fig. 1A**, so dass $V_{GS} - V_{th}$ unabhängig von dem Wert der Schwellenspannung V_{th} idealerweise konstant ist.

[0196] **Fig. 17** zeigt $V_{GS} - V_{th}$, ermittelt über die Berechnung unter Bedingung A. In **Fig. 17** stellt die horizontale Achse die Schwellenspannung V_{th} (V) dar, und die vertikale Achse stellt $V_{GS} - V_{th}$ (V) dar. Aus **Fig. 17** ergibt sich, dass die Werte von $V_{GS} - V_{th}$ selbst dann nahezu konstant sind, wenn die Schwellenspannung V_{th} geändert wird, und die Abweichung von $V_{GS} - V_{th}$ auf weniger als ungefähr 25% bis 30% beschränkt ist.

[0197] **Fig. 18** zeigt $V_{GS} - V_{th}$, ermittelt über die Berechnung unter Bedingung B. In **Fig. 18** stellt die horizontale Achse die Schwellenspannung V_{th} (V) dar, und die vertikale Achse stellt $V_{GS} - V_{th}$ (V) dar. In **Fig. 18** sind die Werte von $V_{GS} - V_{th}$ nahezu konstant, wenn die Schwellenspannung V_{th} positiv ist. Im Unterschied dazu ist, wenn die Schwellenspannung V_{th} negativ ist, $V_{GS} - V_{th}$ größer, da die Schwellenspannung V_{th} negativer Polarität höher ist, was bedeutet, dass $V_{GS} - V_{th}$ von der Schwellenspannung V_{th} abhängt.

[0198] Die Ergebnisse der Berechnung belegen, dass bei der Lichtemissionsvorrichtung gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung die Gate-Spannung V_{GS} des Transistors **11** auf einen Wert eingestellt werden kann, zu dem die Schwellenspannung V_{th} des Transistors **11** addiert wird, selbst wenn der Transistor **11** ein sogenannter Normally-on-Transistor ist, d. h., wenn die Schwellenspannung V_{th} negativ ist.

[0199] Diese Ausführungsform kann in Kombination mit jeder beliebigen anderen Ausführungsform umgesetzt werden.

Erläuterung von Bezugszeichen

11: Transistor, **12:** Transistor, **13:** Transistor, **14:** Transistor, **15:** Kondensator, **16:** lichtemittierendes Element, **100:** Pixel, **140b:** Pixel, **140g:** Pixel, **140r:** Pixel, **715b:** Anode, **715g:** Anode, **715r:** Anode, **730:** Bank, **731:** EL-Schicht, **732:** Kathode, **740:** Substrat, **741b:** lichtemittierendes Element, **741g:** lichtemittierendes Element, **741r:** lichtemittierendes Element, **742:** Substrat, **743b:** fargebende Schicht, **743g:** fargebende Schicht, **743r:** fargebende Schicht, **744:** Überzug, **745b:** leitender Film, **745g:** leitender Film, **745r:** leitender Film, **746g:** leitender Film, **746r:** leitender Film, **750:** isolierender Film, **800:** Substrat, **801:** leitender Film, **802:** Gate-Isolierfilm, **803:** Halbleiterfilm, **804:** leitender Film, **805:** leitender Film, **806:** Halbleiterfilm, **807:** leitender Film, **808:** leitender Film, **809:** leitender Film, **810:** leitender Film, **811:** Halbleiterfilm, **812:** leitender Film, **813:** Halbleiterfilm, **814:** leitender Film, **815:** leitender Film, **816:** leitender Film, **817:** Halbleiterfilm, **818:** leitender Film, **819:** leitender Film, **820:** isolierender Film, **821:** isolierender Film, **822:** leitender Film, **823:** Kontaktloch, **824:** isolierender Film, **825:** EL-Schicht, **826:** leitender Film, **900:** Substrat, **901:** Halbleiterfilm, **902:** Gate-Isolierfilm, **903:** leitender Film, **904:** leitender Film, **905:** leitender Film, **906:** Halbleiterfilm, **907:** leitender Film, **908:** leitender Film, **909:** leitender Film, **911:** leitender Film, **912:** Halbleiterfilm, **913:** leitender Film, **914:** leitender Film, **915:** leitender Film, **916:** leitender Film, **917:** leitender Film, **920:** isolierender Film, **921:** leitender Film, **922:** Kontaktloch, **923:** isolierender Film, **924:** EL-Schicht, **925:** leitender Film, **1601:** Bildschirm, **1602:** Leiterplatte, **1603:** Verbindungsabschnitt, **1604:** Pixel-Abschnitt, **1605:** Abtastleitungs-Ansteuerschaltung, **1606:** Signalleitungs-Ansteuerschaltung, **5001:** Gehäuse, **5002:** Gehäuse, **5003:** Anzeigeabschnitt, **5004:** Anzeigeabschnitt, **5005:** Mikrofon, **5006:** Lautsprecher, **5007:** Betätigungsstaste, **5008:** Stylus, **5201:** Gehäuse, **5202:** Anzeigeabschnitt, **5203:** Standfuß, **5401:** Gehäuse, **5402:** Anzeigeabschnitt, **5403:** Tastatur, **5404:** Zeigevorrichtung, **5601:** Gehäuse, **5602:** Anzeigeabschnitt, **5603:** Betätigungsstaste, **5801:** Gehäuse, **5802:** Anzeigeabschnitt, **5803:** Audio-Eingabeabschnitt, **5804:** Audio-Ausgabeabschnitt, **5805:** Betätigungsstaste, **5806:** Lichtempfangsabschnitt, **6031:** Transistor, **6033:** lichtemittierendes Element, **6034:** Anode, **6035:** EL-Schicht, **6036:** Kathode, **6037:** isolierender Film, **6038:** Bank, **6041:** Transistor, **6043:** lichtemittierendes Element, **6044:** Anode, **6045:** EL-Schicht, **6046:** Kathode, **6047:** isolierender Film, **6048:** Bank, **6051:** Transistor, **6053:** lichtemittierendes Element, **6054:** Anode, **6055:** EL-Schicht, **6056:** Kathode, **6057:** isolierender Film, **6058:** Bank

[0200] Die vorliegende Anmeldung basiert auf den japanischen Patentanmeldungen mit den Seriennummern 2011-161103 sowie 2011-259828, die am 22. Juli 2011 bzw. am 29. November 2011 beim japanischen Patentamt eingereicht wurden und deren gesamter Inhalt hiermit durch Verweis einbezogen wird.

Patentansprüche

1. Lichtemissionsvorrichtung, die umfasst:
 - eine erste Verdrahtung;
 - eine zweite Verdrahtung; und
 - ein Pixel, das umfasst:
 - einen Transistor;
 - einen ersten Schalter;
 - einen zweiten Schalter;
 - einen dritten Schalter;
 - einen vierten Schalter;
 - einen Kondensator; und
 - ein lichtemittierendes Element,
 - wobei die erste Verdrahtung und eine erste Elektrode des Kondensators über den ersten Schalter elektrisch miteinander verbunden sind,
 - eine zweite Elektrode des Kondensators elektrisch mit einem ersten Anschluss des Transistors verbunden ist, die zweite Verdrahtung und ein Gate des Transistors über den zweiten Schalter elektrisch miteinander verbunden sind,
 - die erste Elektrode des Kondensators und das Gate des Transistors über den dritten Schalter elektrisch miteinander verbunden sind, und
 - der erste Anschluss des Transistors und eine Anode des lichtemittierenden Elementes über den vierten Schalter elektrisch miteinander verbunden sind.
2. Lichtemissionsvorrichtung nach Anspruch 1, wobei der Transistor einen Oxid-Halbleiterfilm umfasst, der einen Kanalbildungsbereich umfasst.
3. Lichtemissionsvorrichtung nach Anspruch 1, wobei der Transistor ein n-Kanal-Transistor ist.

4. Lichtemissionsvorrichtung nach Anspruch 3, wobei der erste bis vierte Schalter n-Kanal-Transistoren sind.

5. Lichtemissionsvorrichtung nach Anspruch 3, wobei das lichtemittierende Element die Anode über dem Transistor, eine EL-Schicht über der Anode und eine Kathode über der EL-Schicht umfasst.

6. Verfahren zum Herstellen einer Lichtemissionsvorrichtung, die umfasst:

eine erste Verdrahtung;

eine zweite Verdrahtung; und

ein Pixel, das umfasst:

einen Transistor;

einen ersten Schalter;

einen zweiten Schalter;

einen dritten Schalter;

einen vierten Schalter;

einen Kondensator; und

ein lichtemittierendes Element,

wobei die erste Verdrahtung und eine erste Elektrode des Kondensators über den ersten Schalter elektrisch miteinander verbunden sind,

eine zweite Elektrode des Kondensators elektrisch mit einem ersten Anschluss des Transistors verbunden ist, die zweite Verdrahtung und ein Gate des Transistors über den zweiten Schalter elektrisch miteinander verbunden sind,

die erste Elektrode des Kondensators und das Gate des Transistors über den dritten Schalter elektrisch miteinander verbunden sind, und

der erste Anschluss des Transistors und eine Anode des lichtemittierenden Elementes über den vierten Schalter elektrisch miteinander verbunden sind,

wobei das Verfahren die folgenden Schritte umfasst:

Zuführen eines Anodenpotentials zu einem zweiten Anschluss des Transistors;

Zuführen eines Kathodenpotentials zu einer Kathode des lichtemittierenden Elementes;

Abschalten des ersten Schalters, des zweiten Schalters und des dritten Schalters in einer ersten Periode; und

Abschalten des vierten Schalters in der ersten Periode,

wobei das Anodenpotential höher ist als die Summe einer Schwellenspannung des lichtemittierenden Elementes und des Kathodenpotentials.

7. Verfahren zum Ansteuern der Lichtemissionsvorrichtung nach Anspruch 6, das des Weiteren die folgenden Schritte umfasst:

Zuführen eines ersten Potentials, das einem Bild-Signal entspricht, zu der ersten Verdrahtung;

Zuführen eines zweiten Potentials zu der zweiten Verdrahtung;

Abschalten des ersten Schalters und des zweiten Schalters in einer zweiten Periode; und

Abschalten des dritten Schalters und des vierten Schalters in der zweiten Periode,

wobei das zweite Potential höher ist als die Summe des Kathodenpotentials, einer Schwellenspannung des Transistors und der Schwellenspannung des lichtemittierenden Elementes, und

das zweite Potential niedriger ist als die Summe des Anodenpotentials und der Schwellenspannung des Transistors.

8. Verfahren zum Ansteuern der Lichtemissionsvorrichtung nach Anspruch 7, das des Weiteren die folgenden Schritte umfasst:

Abschalten des ersten Schalters und des zweiten Schalters in einer dritten Periode; und

Abschalten des dritten Schalters und des vierten Schalters in der dritten Periode.

9. Verfahren zum Ansteuern der Lichtemissionsvorrichtung nach Anspruch 8, wobei der vierte Schalter in der zweiten Periode abgeschaltet wird, nachdem der erste Schalter und der zweite Schalter angeschaltet sind.

10. Verfahren zum Ansteuern der Lichtemissionsvorrichtung nach Anspruch 9, wobei das lichtemittierende Element die Anode über dem Transistor, eine EL-Schicht über der Anode und die Kathode über der EL-Schicht umfasst.

11. Verfahren zum Herstellen einer Lichtemissionsvorrichtung, die umfasst:

eine erste Verdrahtung;

eine zweite Verdrahtung;

eine dritte Verdrahtung;

und

ein Pixel, das umfasst:

einen Transistor;

einen ersten Schalter;

einen zweiten Schalter;

einen dritten Schalter;

einen vierten Schalter;

einen Kondensator; und

ein lichtemittierendes Element,

wobei die erste Verdrahtung und eine erste Elektrode des Kondensators über den ersten Schalter elektrisch miteinander verbunden sind,

eine zweite Elektrode des Kondensators elektrisch mit einem ersten Anschluss des Transistors und einer Anode des lichtemittierenden Elementes verbunden ist,

die zweite Verdrahtung und ein Gate des Transistors über den zweiten Schalter elektrisch miteinander verbunden sind,

die erste Elektrode des Kondensators und das Gate des Transistors über den dritten Schalter elektrisch miteinander verbunden sind, und

der erste Anschluss des Transistors und die dritte Verdrahtung über den vierten Schalter elektrisch miteinander verbunden sind,

wobei das Verfahren die folgenden Schritte umfasst:

Zuführen eines Anodenpotentials zu einem zweiten Anschluss des Transistors;

Zuführen eines Kathodenpotentials zu einer Kathode des lichtemittierenden Elementes;

Zuführen eines dritten Potentials zu der dritten Verdrahtung;

Abschalten des ersten Schalters, des zweiten Schalters und des dritten Schalters in einer ersten Periode; und Anschalten des vierten Schalters in der ersten Periode,

wobei das Anodenpotential höher ist als die Summe einer Schwellenspannung des lichtemittierenden Elementes und des Kathodenpotentials, und

das dritte Potential niedriger ist als die Summe des Kathodenpotentials und der Schwellenspannung des lichtemittierenden Elementes.

12. Verfahren zum Ansteuern der Lichtemissionsvorrichtung nach Anspruch 11, das des Weiteren die folgenden Schritte umfasst:

Zuführen eines ersten Potentials, das einem Bild-Signal entspricht, zu der ersten Verdrahtung;

Zuführen eines zweiten Potentials zu der zweiten Verdrahtung;

Anschalten des ersten Schalters und des zweiten Schalters in einer zweiten Periode; und

Abschalten des dritten Schalters und des vierten Schalters in der zweiten Periode,

wobei das zweite Potential höher ist als die Summe des Kathodenpotentials, einer Schwellenspannung des Transistors und der Schwellenspannung des lichtemittierenden Elementes, und

das zweite Potential niedriger ist als die Summe des Anodenpotentials und der Schwellenspannung des Transistors.

13. Verfahren zum Ansteuern der Lichtemissionsvorrichtung nach Anspruch 12, das des Weiteren die folgenden Schritte umfasst:

Abschalten des ersten Schalters, des zweiten Schalters und des vierten Schalters in einer dritten Periode; und Anschalten des dritten Schalters in der dritten Periode.

14. Verfahren zum Ansteuern der Lichtemissionsvorrichtung nach Anspruch 13, wobei der vierte Schalter in der zweiten Periode abgeschaltet wird, nachdem der erste Schalter und der zweite Schalter angeschaltet sind.

15. Verfahren zum Ansteuern der Lichtemissionsvorrichtung nach Anspruch 14, wobei das lichtemittierende Element die Anode über dem Transistor, eine EL-Schicht über der Anode und die Kathode über der EL-Schicht umfasst.

Es folgen 18 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1A

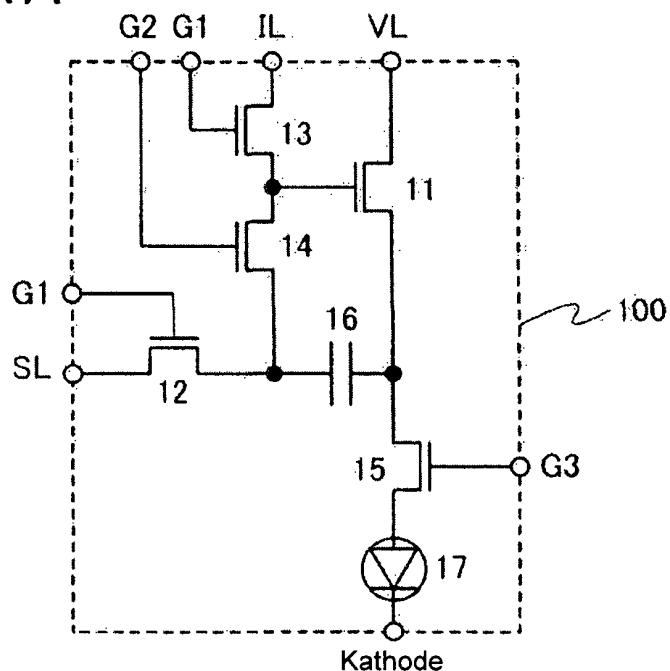


FIG. 1B

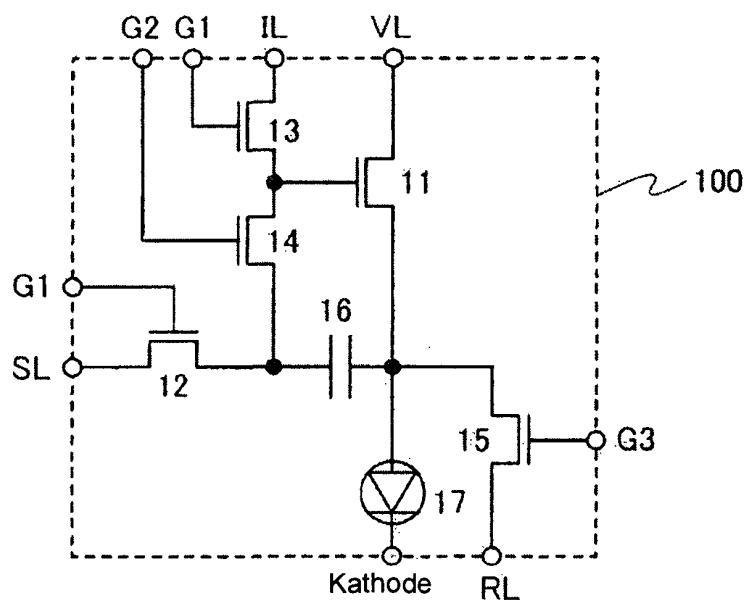


FIG. 2

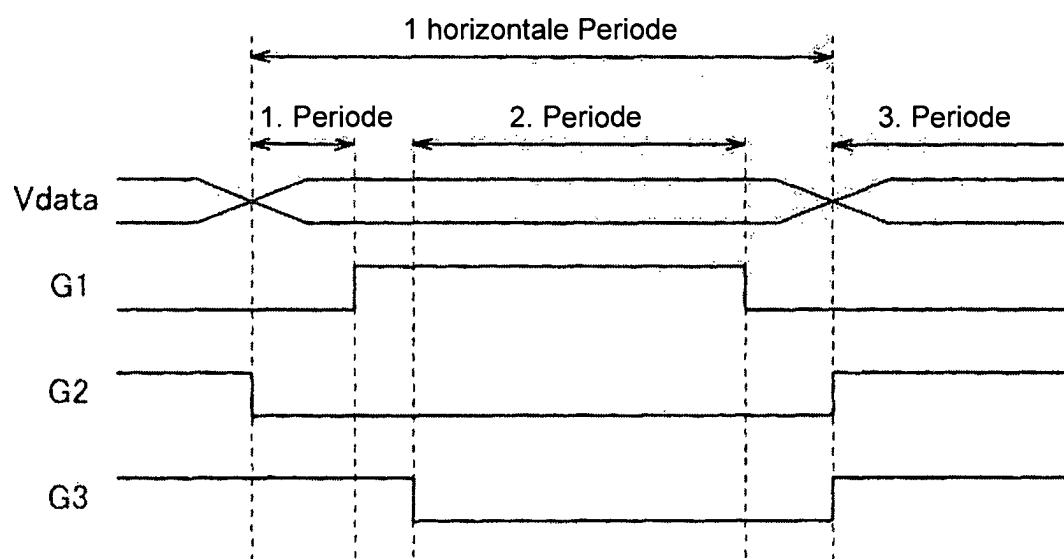


FIG. 3A

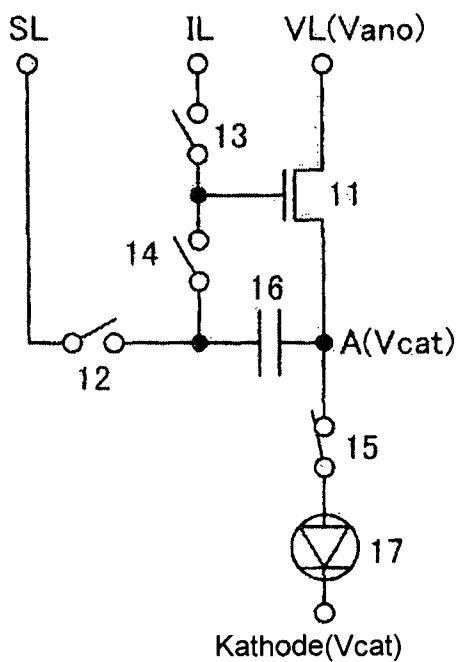


FIG. 3B

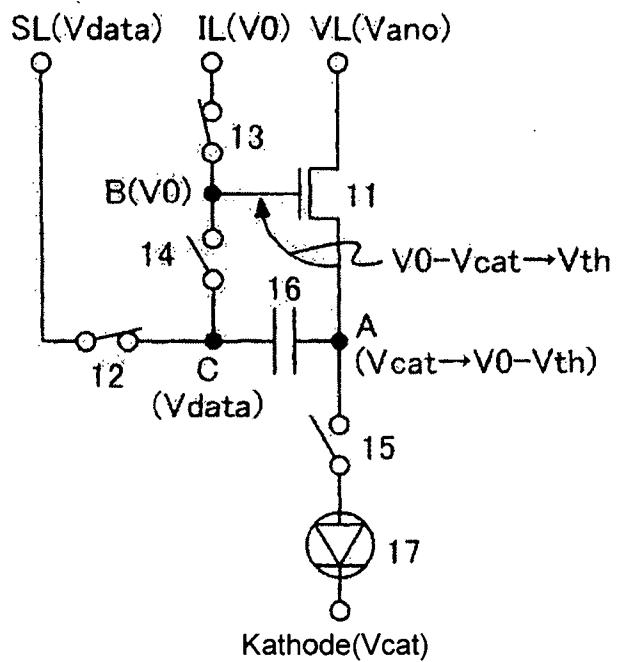


FIG. 3C

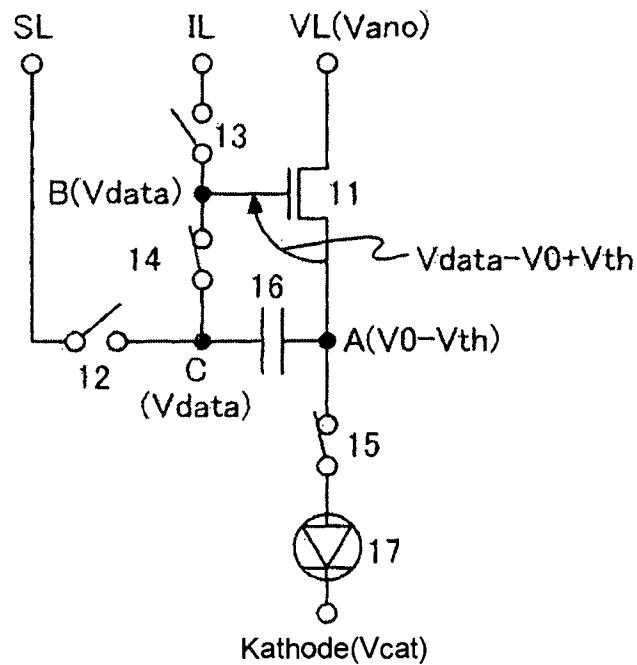


FIG. 4

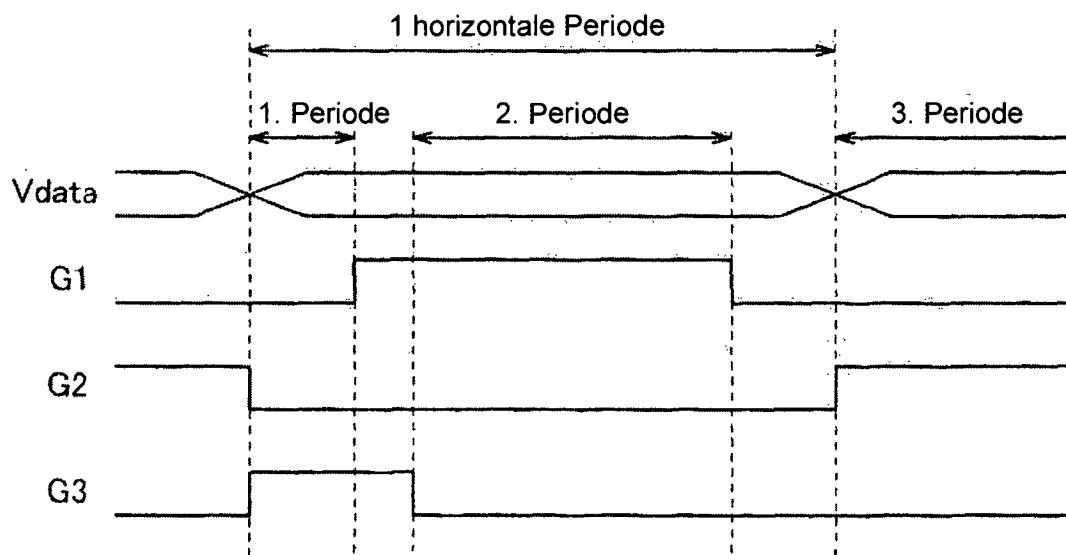


FIG. 5A

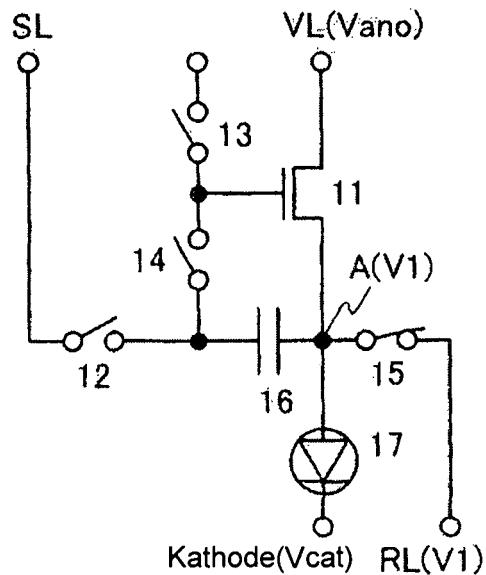


FIG. 5B

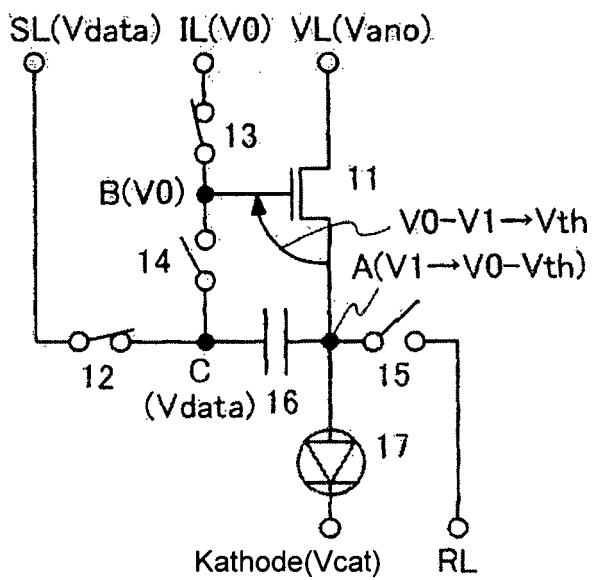


FIG. 5C

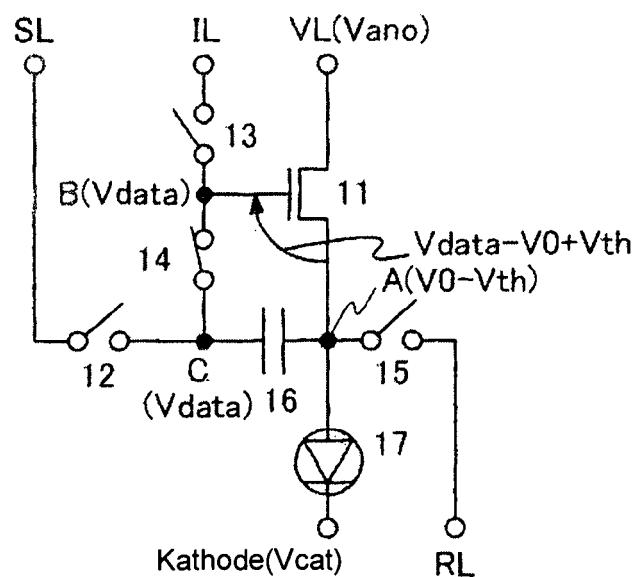


FIG. 6

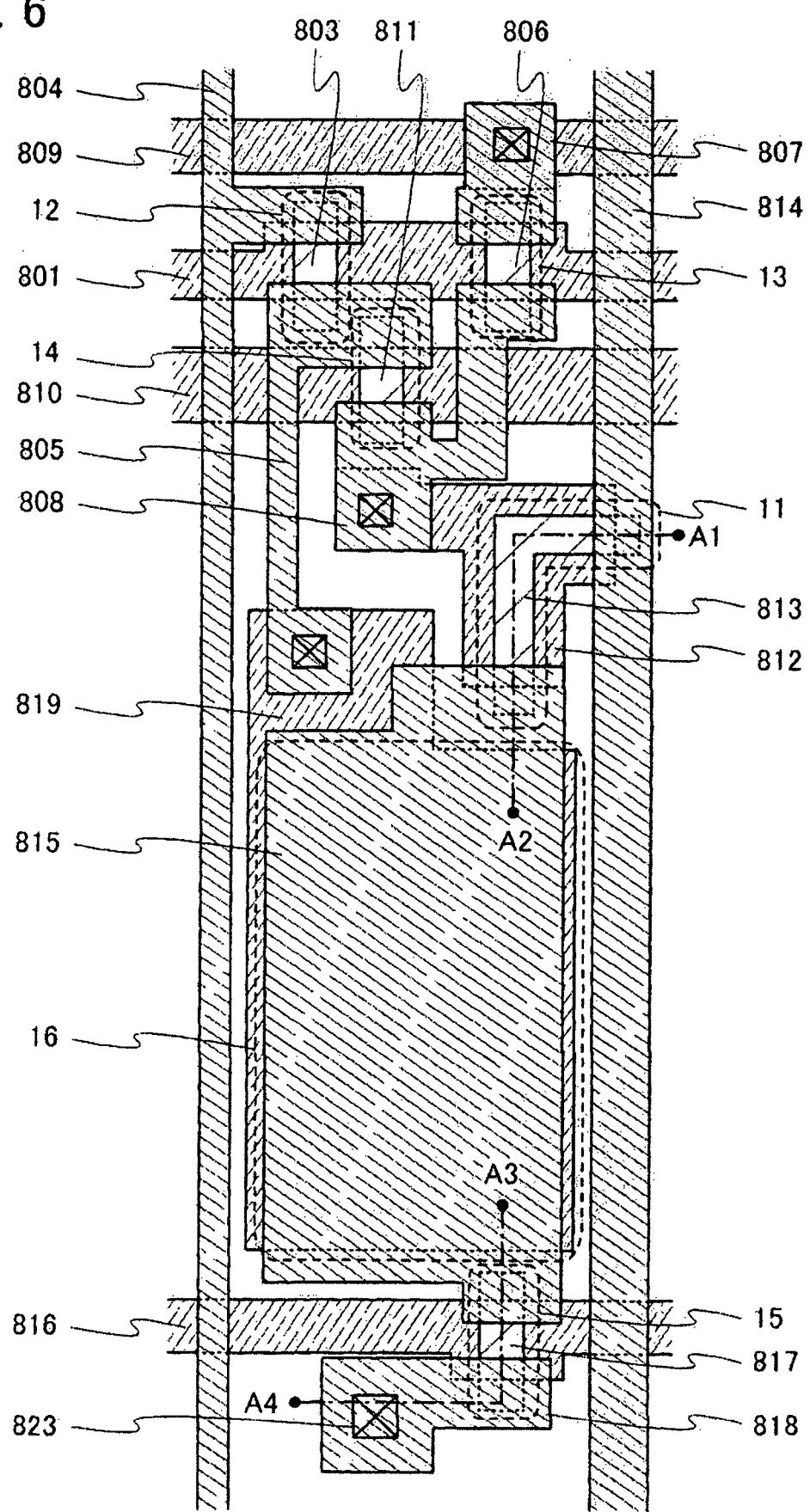


FIG. 7

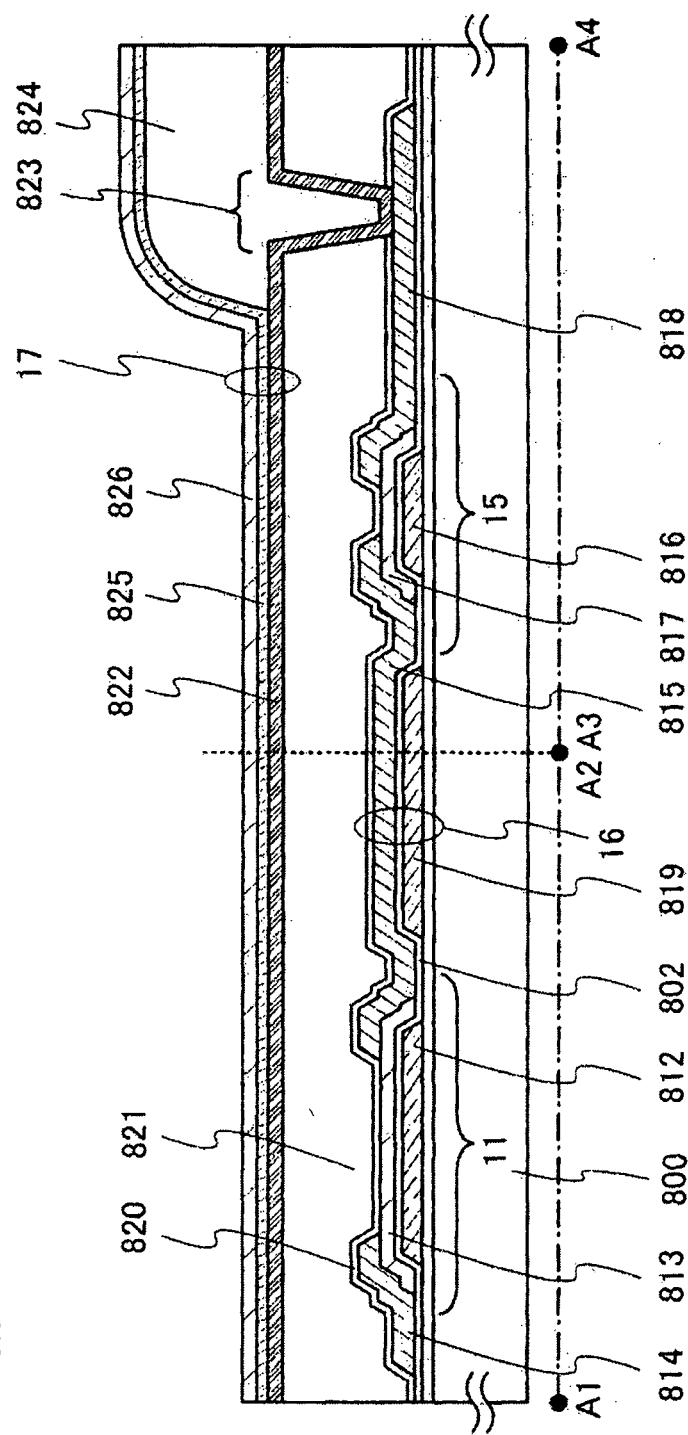


FIG. 8

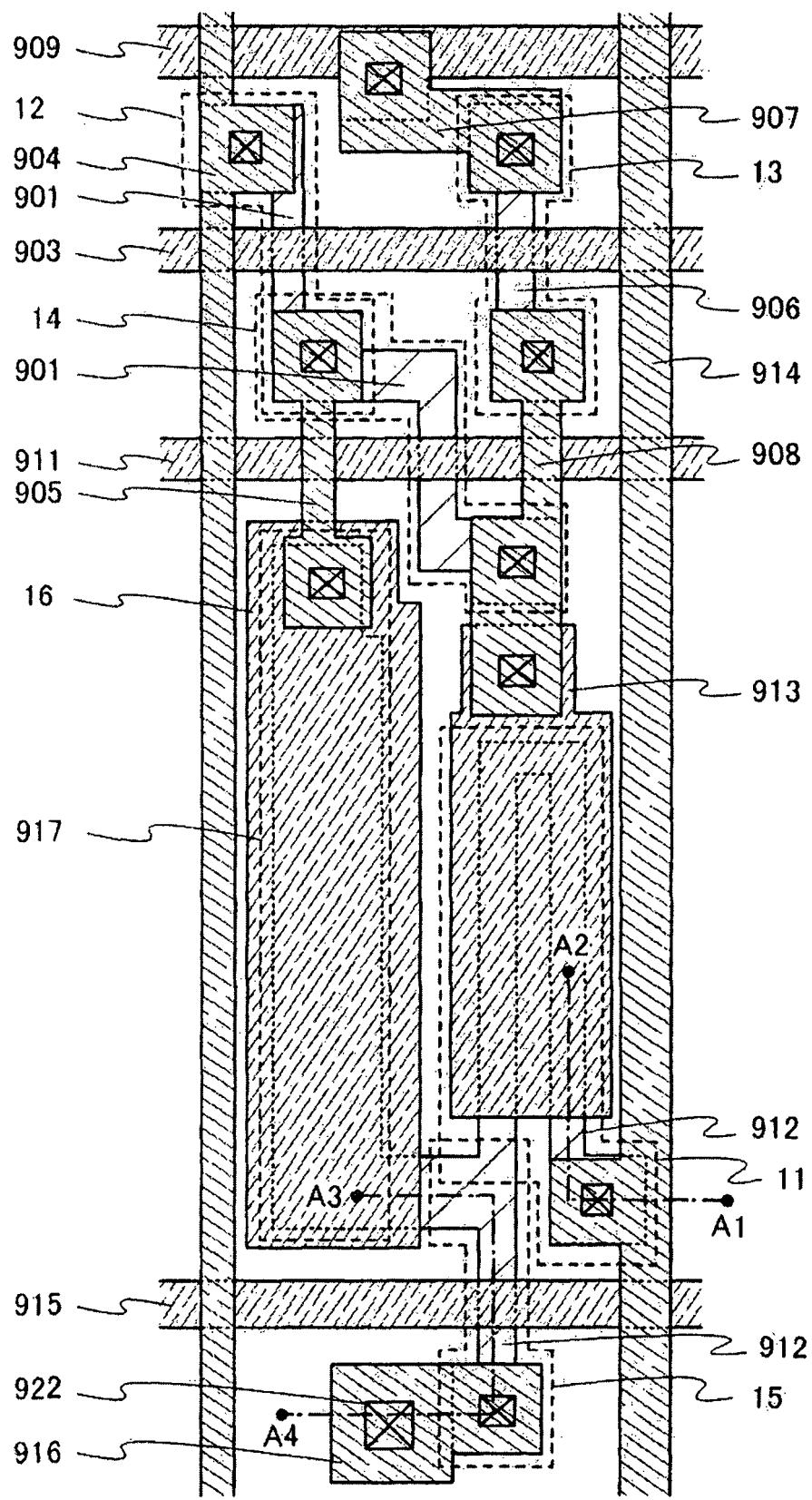


FIG. 9

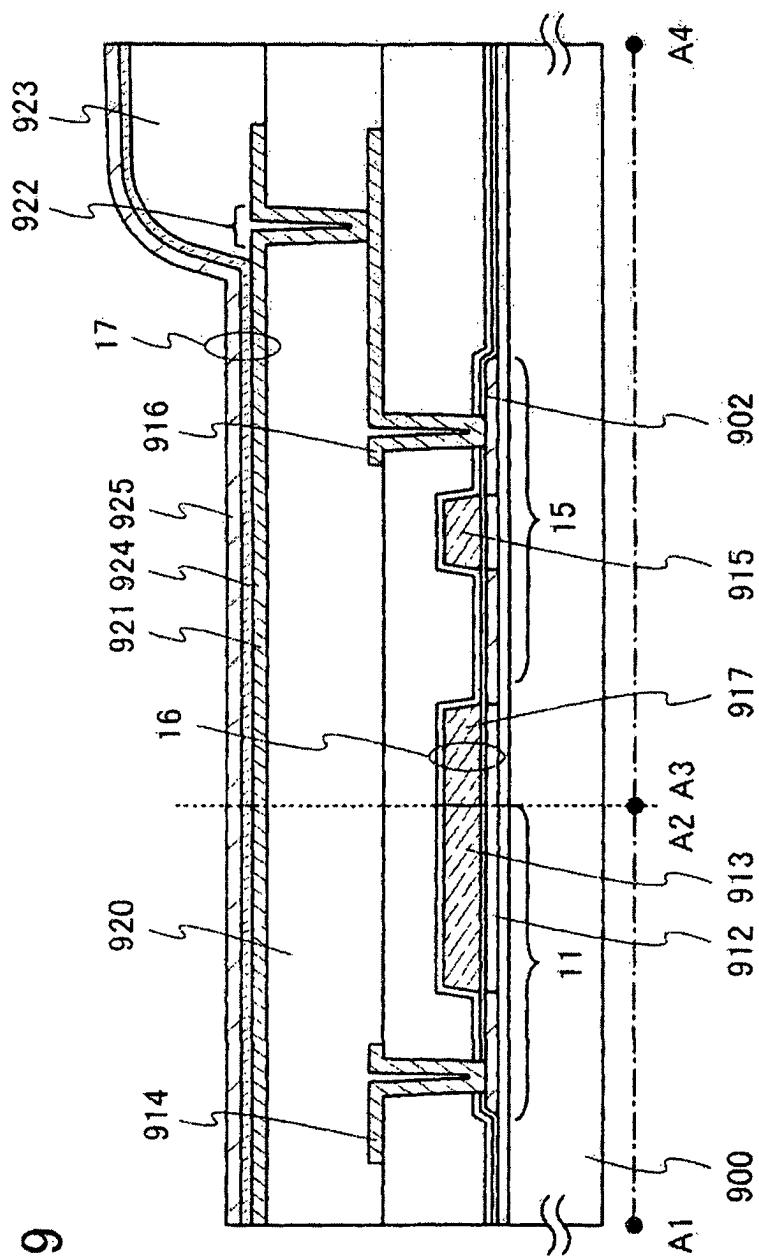


FIG. 10

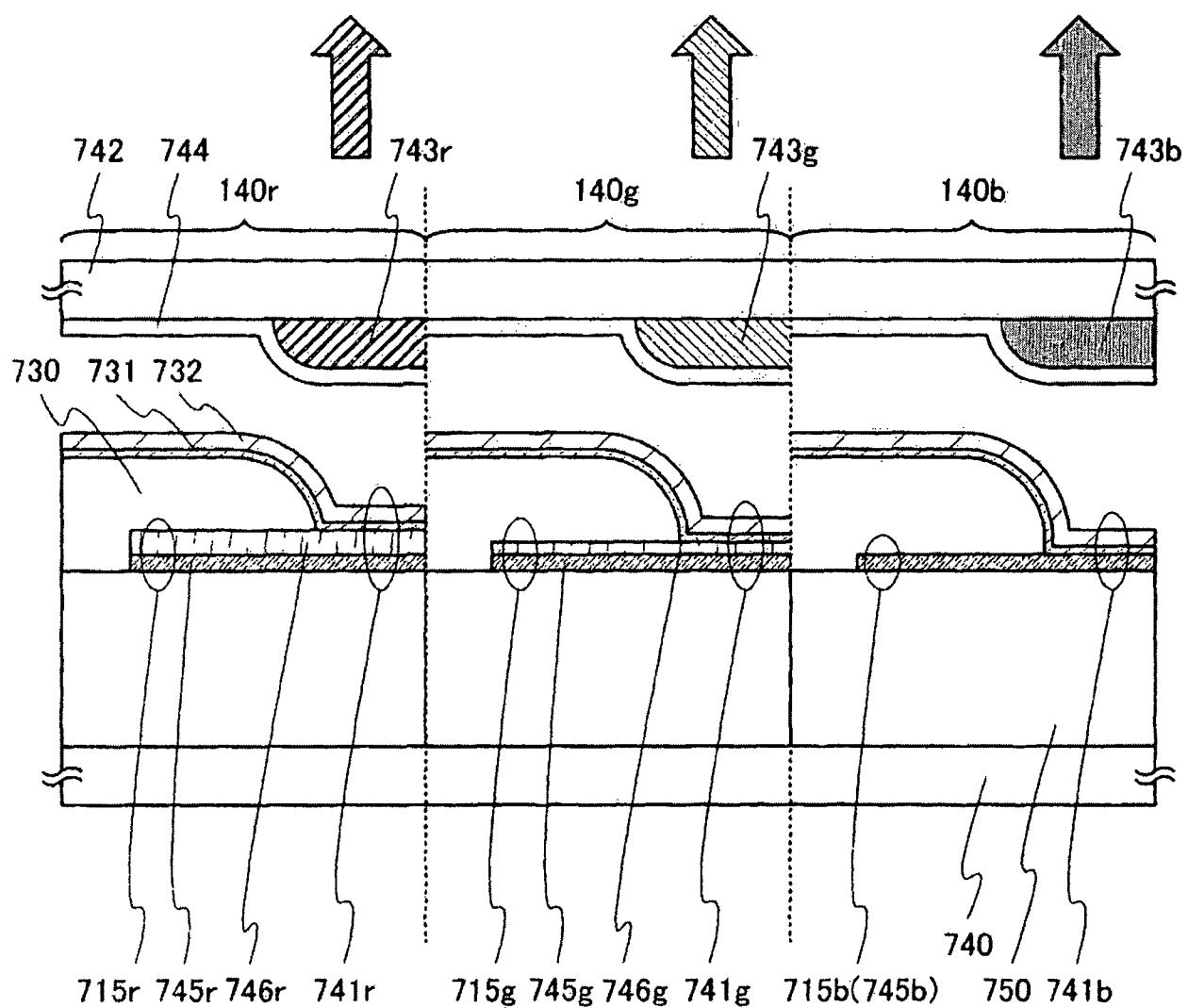


FIG. 11A

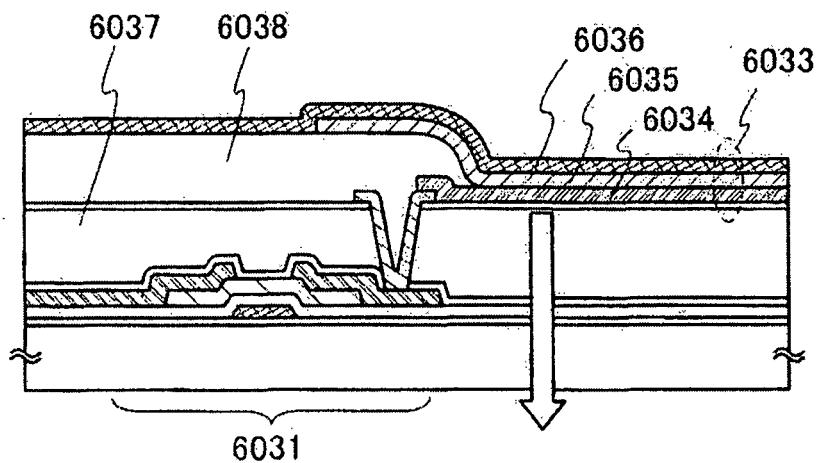


FIG. 11B

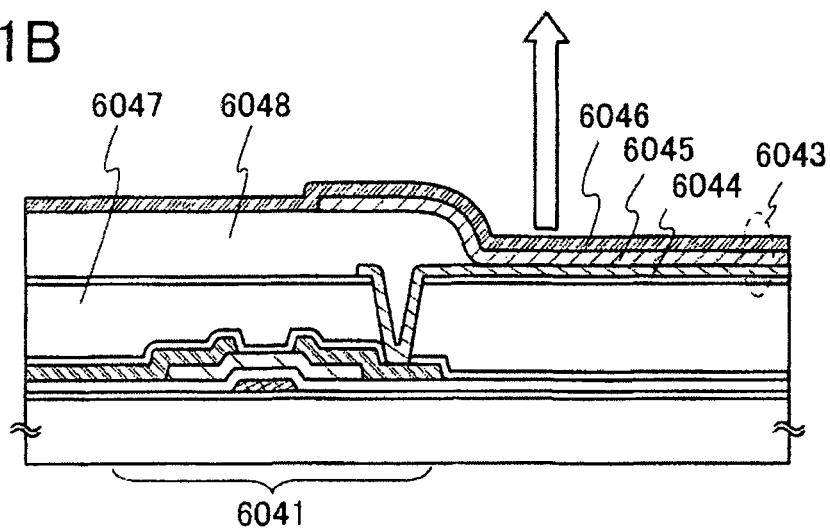


FIG. 11C

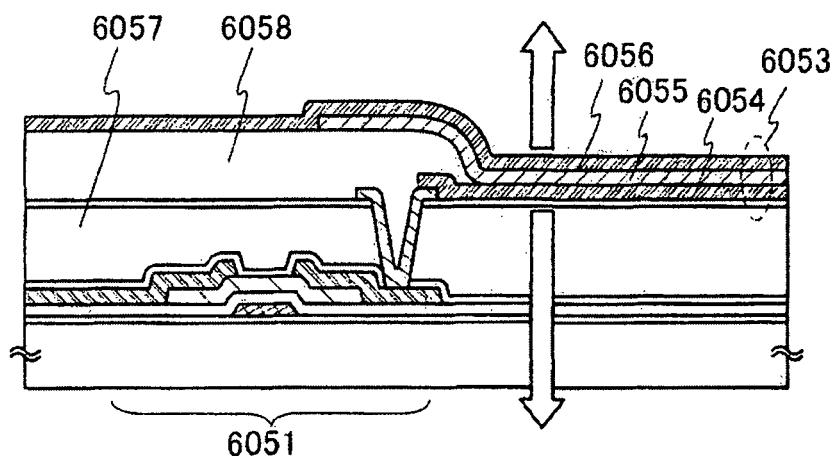


FIG. 12

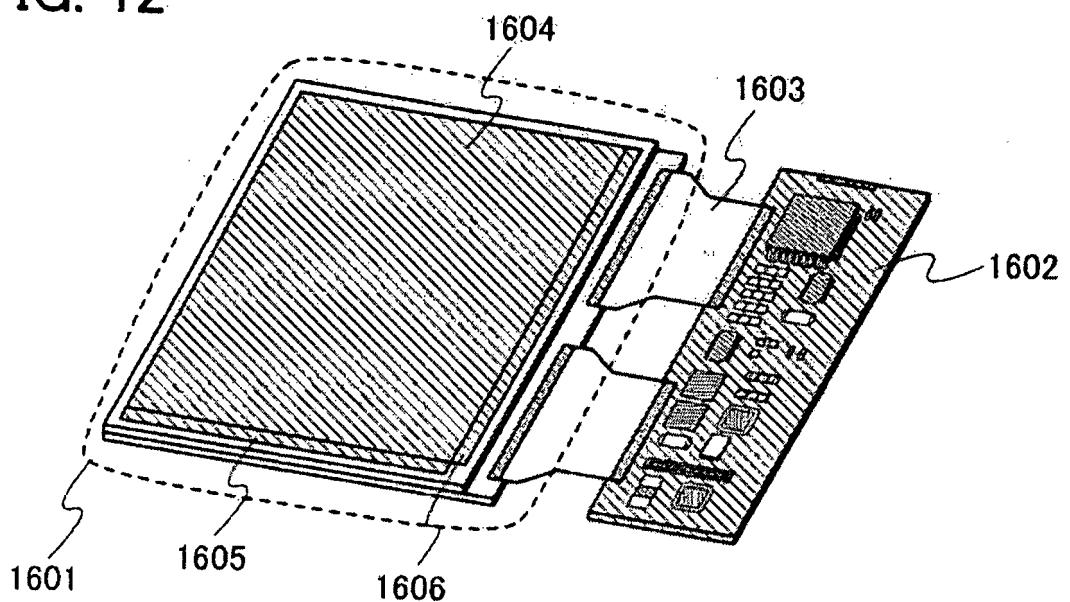


FIG. 13A

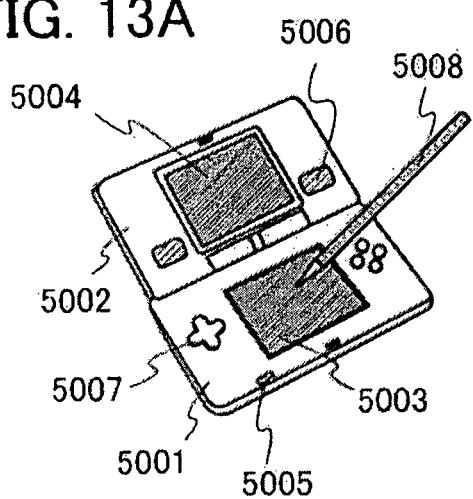


FIG. 13B

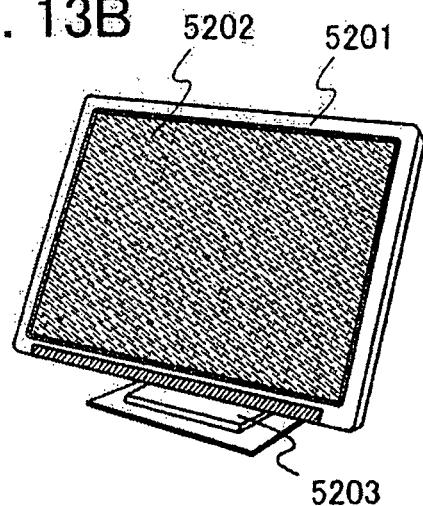


FIG. 13C

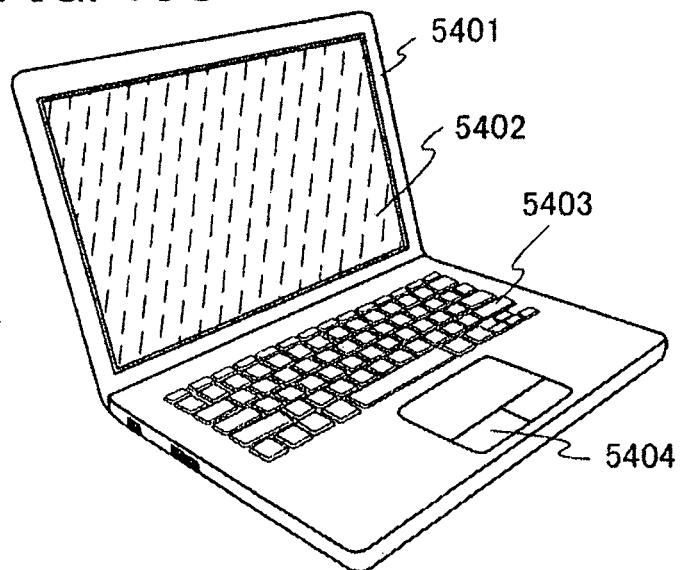


FIG. 13D

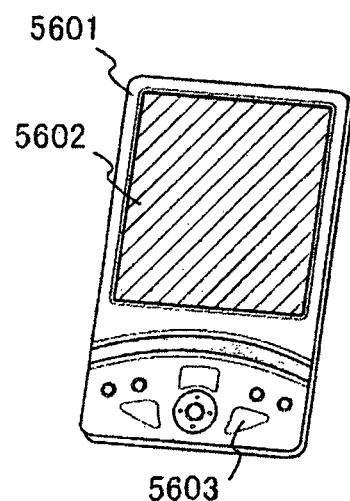


FIG. 13E

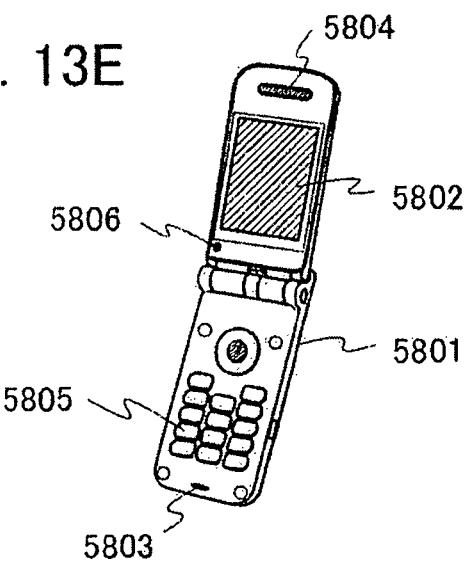


FIG. 14A

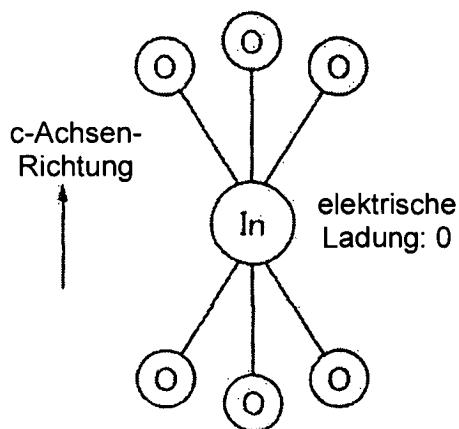


FIG. 14D

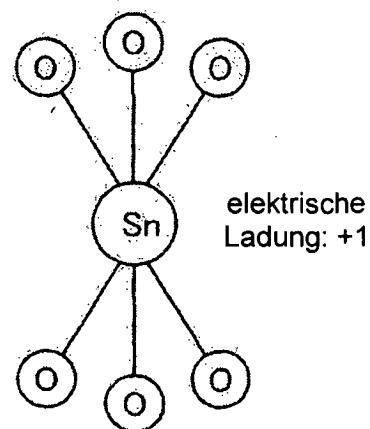


FIG. 14B

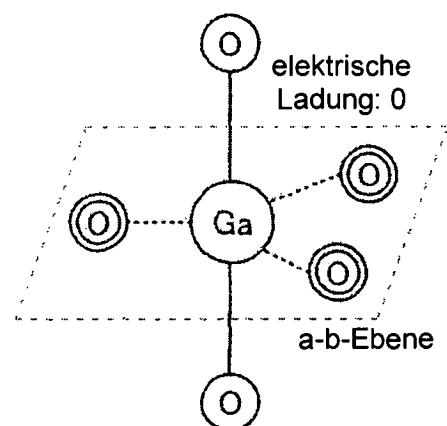


FIG. 14E

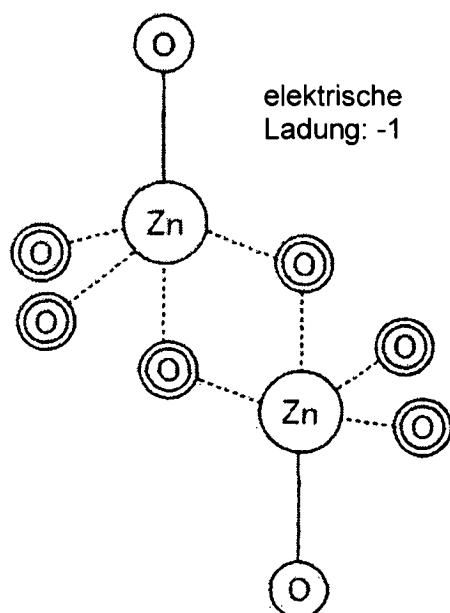


FIG. 14C

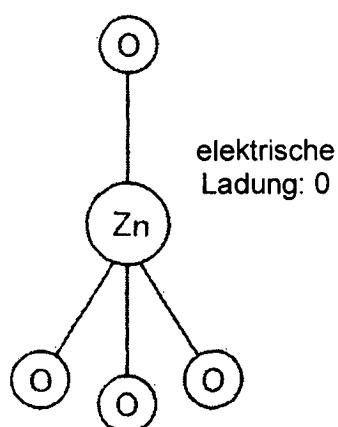


FIG. 15A

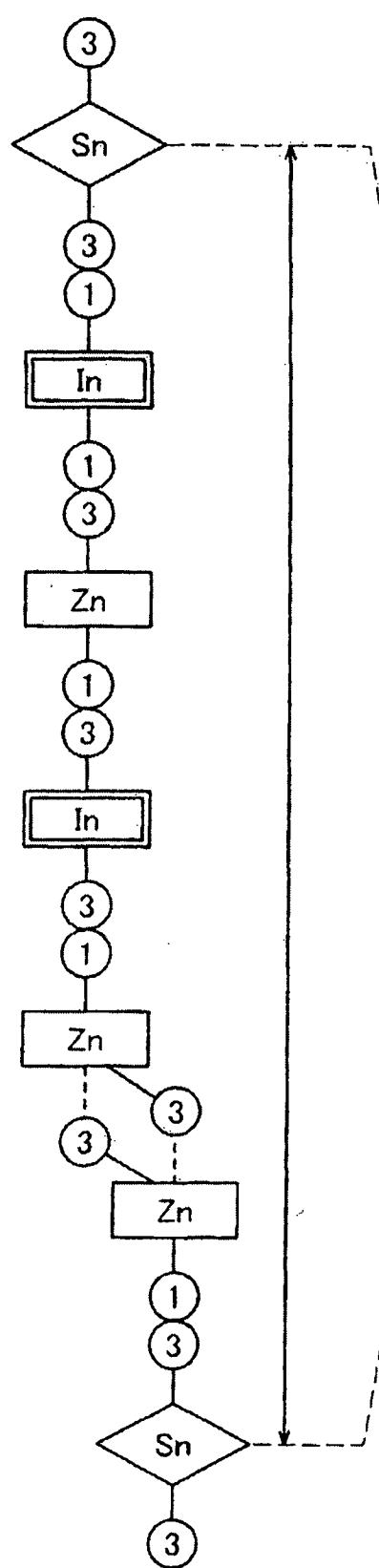


FIG. 15B

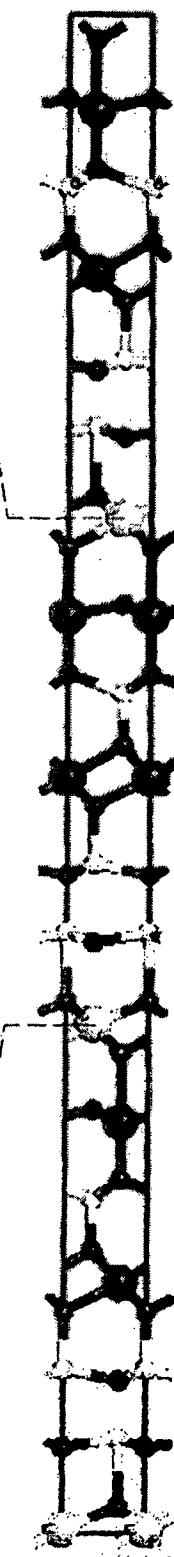


FIG. 15C



● In
○ Sn
○ Zn
● O

FIG. 16A

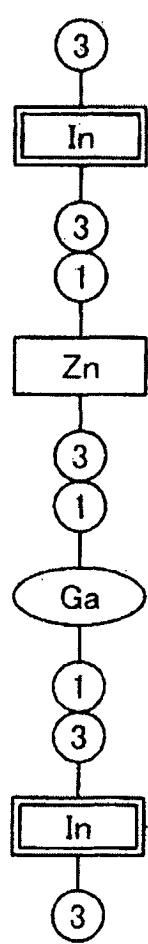


FIG. 16B

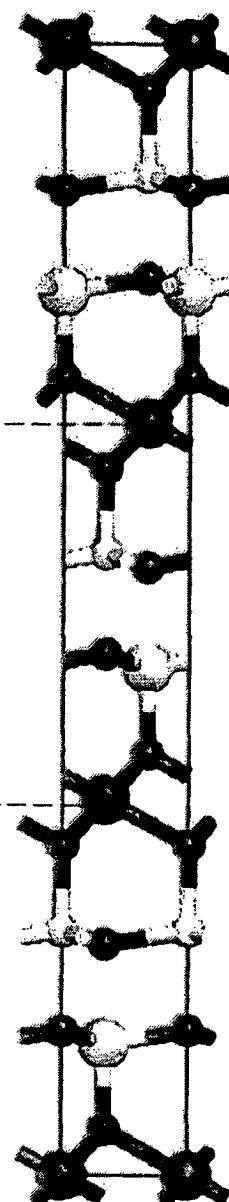
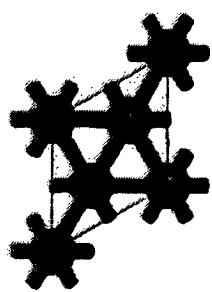


FIG. 16C



● In
○ Ga
○ Zn
● O

FIG. 17

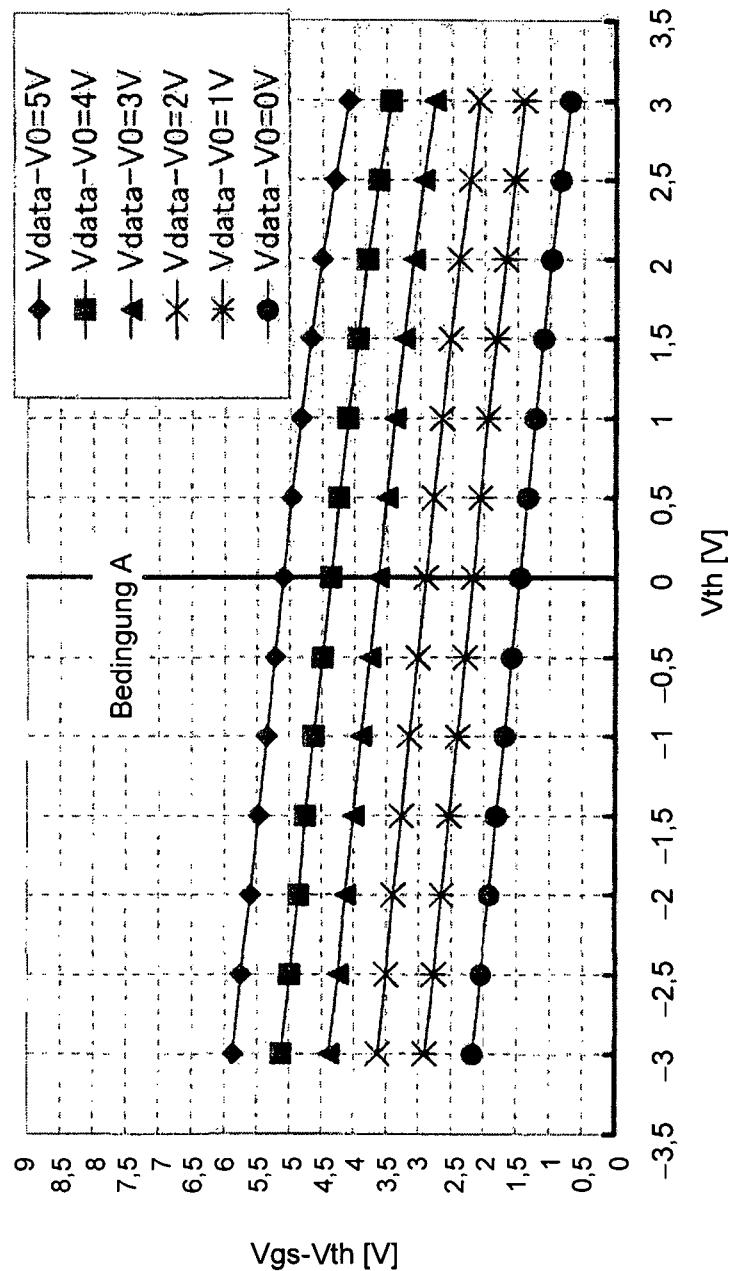


FIG. 18

