



(10) **DE 10 2021 134 032 A1** 2022.06.30

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2021 134 032.2**

(22) Anmeldetag: **21.12.2021**

(43) Offenlegungstag: **30.06.2022**

(51) Int Cl.: **H01L 51/52 (2006.01)**

H01L 51/54 (2006.01)

H01L 25/16 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

2020-219886 29.12.2020 JP

2021-188595 19.11.2021 JP

(71) Anmelder:

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

(72) Erfinder:

**Seo, Satoshi, Atsugi-shi, Kanagawa-ken, JP;
Suzuki, Tsunenori, Atsugi-shi, Kanagawa-ken, JP;
Ohsawa, Nobuharu, Atsugi-shi, Kanagawa-ken,
JP**

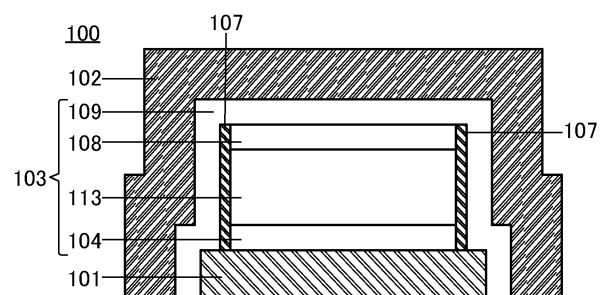
(74) Vertreter:

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

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Licht emittierende Vorrichtung, Licht emittierende Einrichtung, elektronisches Gerät und Beleuchtungsvorrichtung**

(57) Zusammenfassung: Eine neuartige Licht emittierende Vorrichtung, die sehr praktisch, zweckmäßig oder zuverlässig ist, wird bereitgestellt. Die Licht emittierende Vorrichtung beinhaltet eine zweite Elektrode über einer ersten Elektrode, wobei eine EL-Schicht dazwischen liegt. Die EL-Schicht beinhaltet mindestens eine Licht emittierende Schicht, eine Elektronentransportschicht und eine Elektroneninjectionsschicht. Die Elektronentransportschicht ist über der Licht emittierenden Schicht angeordnet. Eine Isolierschicht ist in Kontakt mit Seitenflächen der Licht emittierenden Schicht und der Elektronentransportschicht. Die Elektroneninjectionsschicht ist über der Elektronentransportschicht angeordnet. Die Elektroneninjectionsschicht ist in Kontakt mit der Elektronentransportschicht und der Isolierschicht.



Beschreibung

Hintergrund der Erfindung

1. Gebiet der Erfindung

[0001] Eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung betrifft eine Licht emittierende Vorrichtung, eine Licht emittierende Einrichtung, ein elektronisches Gerät und eine Beleuchtungsvorrichtung.

[0002] Es sei angemerkt, dass eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung nicht auf das vorstehende technische Gebiet beschränkt ist. Das technische Gebiet einer Ausführungsform der Erfindung, die in dieser Beschreibung und dergleichen offenbart wird, betrifft einen Gegenstand, ein Verfahren oder ein Herstellungsverfahren. Eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung betrifft einen Prozess, eine Maschine, ein Erzeugnis oder eine Zusammensetzung. Spezifische Beispiele für das technische Gebiet einer Ausführungsform der in dieser Beschreibung offenbarten vorliegenden Erfindung umfassen eine Halbleitervorrichtung, eine Anzeigeeinrichtung, eine Licht emittierende Einrichtung, eine Energiespeichervorrichtung, eine Speichervorrichtung, ein Verfahren zum Betreiben einer von ihnen und ein Verfahren zum Herstellen einer von ihnen.

2. Beschreibung des Standes der Technik

[0003] Ein Verfahren zum Herstellen einer organischen EL-Anzeige, bei dem eine Licht emittierende Schicht ausgebildet werden kann, ohne dabei eine feine Metallmaske zu verwenden, ist bekannt. Ein Beispiel ist ein Verfahren zum Herstellen einer organischen EL-Anzeige (Patentdokument 1), das einen Schritt zum Ausbilden einer ersten Licht emittierenden Schicht als fortlaufenden Films über einen Anzeigebereich, der ein Elektrodenarray beinhaltet, durch Abscheiden eines ersten lumineszenten organischen Materials, das eine Mischung eines Wirtsmaterials und eines Dotierstoffmaterials enthält, über das Elektrodenarray, das über einem isolierenden Substrat ausgebildet wird und eine erste Pixelelektrode und eine zweite Pixelelektrode beinhaltet; einen Schritt zum Bestrahlen eines Teils der ersten Licht emittierenden Schicht, die über der zweiten Pixelelektrode angeordnet ist, mit ultravioletttem Licht, während ein Teil der ersten Licht emittierenden Schicht, die über der ersten Pixelelektrode angeordnet ist, nicht mit ultravioletttem Licht bestrahlt wird; einen Schritt zum Ausbilden einer zweiten Licht emittierenden Schicht als fortlaufenden Films über einen Anzeigebereich durch Abscheiden eines zweiten lumineszenten organischen Materials, das eine Mischung eines Wirtsmaterials und eines Dotierstoffmaterials enthält aber sich von dem ersten lumineszenten organischen Material unterscheidet, über der ersten Licht emittierenden Schicht; und einen Schritt zum Ausbilden einer Gegenelektrode über der zweiten Licht emittierenden Schicht umfasst.

[Referenz]

[0004] [Patentdokument 1] Japanische Patentoffenlegungsschrift Nr. 2012-160473

Zusammenfassung der Erfindung

[0005] Eine Aufgabe einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist, eine neuartige Licht emittierende Vorrichtung, die sehr praktisch, zweckmäßig oder zuverlässig ist, bereitzustellen. Eine weitere Aufgabe einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist, eine neuartige Licht emittierende Einrichtung, die sehr praktisch, zweckmäßig oder zuverlässig ist, bereitzustellen. Eine weitere Aufgabe einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist, ein neuartiges elektronisches Gerät, das sehr praktisch, zweckmäßig oder zuverlässig ist, bereitzustellen. Eine weitere Aufgabe einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist, eine neuartige Beleuchtungsvorrichtung, die sehr praktisch, zweckmäßig oder zuverlässig ist, bereitzustellen.

[0006] Es sei angemerkt, dass die Beschreibung dieser Aufgaben dem Vorhandensein weiterer Aufgaben nicht im Wege steht. Bei einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist es unnötig, sämtliche Aufgaben zu erfüllen. Weitere Aufgaben werden aus der Erläuterung der Beschreibung, der Zeichnungen, der Patentansprüche und dergleichen ersichtlich und können davon abgeleitet werden.

[0007] Eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist eine Licht emittierende Vorrichtung, die eine zweite Elektrode über einer ersten Elektrode beinhaltet, wobei eine EL-Schicht dazwischen liegt. Die EL-Schicht beinhaltet mindestens eine Licht emittierende Schicht, eine Elektronentransportschicht und eine Elektroneninjectionsschicht. Die Elektronentransportschicht liegt über der Licht emittierenden Schicht. Eine

Isolierschicht ist in Kontakt mit Seitenflächen der Licht emittierenden Schicht und der Elektronentransportschicht. Die Elektroneninjektionsschicht liegt über der Elektronentransportschicht. Die Elektroneninjektionsschicht ist in Kontakt mit der Elektronentransportschicht und der Isolierschicht.

[0008] Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist eine Licht emittierende Vorrichtung, die eine zweite Elektrode über einer ersten Elektrode beinhaltet, wobei eine EL-Schicht dazwischen liegt. Die EL-Schicht beinhaltet mindestens eine Lochinjektionsschicht, eine Licht emittierende Schicht, eine Elektronentransportschicht und eine Elektroneninjektionsschicht. Die Lochinjektionsschicht liegt über der ersten Elektrode. Die Licht emittierende Schicht liegt über der Lochinjektionsschicht. Die Elektronentransportschicht liegt über der Licht emittierenden Schicht. Eine Isolierschicht ist in Kontakt mit Seitenflächen der Lochinjektionsschicht, der Licht emittierenden Schicht und der Elektronentransportschicht. Die Elektroneninjektionsschicht liegt über der Elektronentransportschicht. Die Elektroneninjektionsschicht ist in Kontakt mit der Elektronentransportschicht und der Isolierschicht.

[0009] In der Licht emittierenden Vorrichtung, die eine der vorstehenden Strukturen aufweist, kann die Elektroneninjektionsschicht ein Verbundmaterial, in dem eine organische Verbindung und ein Elektronendonator gemischt werden, oder ein Verbundmaterial, in dem eine organische Verbindung und eines von einem Alkalimetall, einem Erdalkalimetall, einem Seltenerdmetall und einem Metall, das zu der Gruppe 5, der Gruppe 7, der Gruppe 9, der Gruppe 11 oder der Gruppe 13 des Periodensystems gehört, gemischt werden, enthalten.

[0010] Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist eine Licht emittierende Einrichtung, die die Licht emittierende Vorrichtung mit einer der vorstehenden Strukturen und einen Transistor und/oder ein Substrat beinhaltet.

[0011] Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist eine Licht emittierende Einrichtung, die eine erste Licht emittierende Vorrichtung und eine zweite Licht emittierende Vorrichtung, die einander benachbart sind, beinhaltet. Die erste Licht emittierende Vorrichtung beinhaltet eine zweite Elektrode über einer ersten Elektrode, wobei eine erste EL-Schicht dazwischen liegt. Die erste EL-Schicht beinhaltet mindestens eine erste Licht emittierende Schicht, eine erste Elektronentransportschicht und eine Elektroneninjektionsschicht. Die erste Elektronentransportschicht liegt über der ersten Licht emittierenden Schicht. Eine erste Isolierschicht ist in Kontakt mit Seitenflächen der ersten Licht emittierenden Schicht und der ersten Elektronentransportschicht. Die Elektroneninjektionsschicht liegt über der ersten Elektronentransportschicht. Die zweite Licht emittierende Vorrichtung beinhaltet die zweite Elektrode über einer dritten Elektrode, wobei eine zweite EL-Schicht dazwischen liegt. Die zweite EL-Schicht beinhaltet mindestens eine zweite Licht emittierende Schicht, eine zweite Elektronentransportschicht und die Elektroneninjektionsschicht. Die zweite Elektronentransportschicht liegt über der zweiten Licht emittierenden Schicht. Eine zweite Isolierschicht ist in Kontakt mit Seitenflächen der zweiten Licht emittierenden Schicht und der zweiten Elektronentransportschicht. Die Elektroneninjektionsschicht liegt über der ersten Elektronentransportschicht und der zweiten Elektronentransportschicht. Die Elektroneninjektionsschicht ist in Kontakt mit der ersten Elektronentransportschicht, der zweiten Elektronentransportschicht, der ersten Isolierschicht und der zweiten Isolierschicht.

[0012] Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist eine Licht emittierende Einrichtung, die eine erste Licht emittierende Vorrichtung und eine zweite Licht emittierende Vorrichtung, die einander benachbart sind, beinhaltet. Die erste Licht emittierende Vorrichtung beinhaltet eine zweite Elektrode über einer ersten Elektrode, wobei eine erste EL-Schicht dazwischen liegt. Die erste EL-Schicht beinhaltet mindestens eine erste Lochinjektionsschicht, eine erste Licht emittierende Schicht, eine erste Elektronentransportschicht und eine Elektroneninjektionsschicht. Die erste Lochinjektionsschicht liegt über der ersten Elektrode. Die erste Licht emittierende Schicht liegt über der ersten Lochinjektionsschicht. Die erste Elektronentransportschicht liegt über der ersten Licht emittierenden Schicht. Eine erste Isolierschicht ist in Kontakt mit Seitenflächen der ersten Lochinjektionsschicht, der ersten Licht emittierenden Schicht und der ersten Elektronentransportschicht. Die Elektroneninjektionsschicht liegt über der ersten Elektronentransportschicht. Die zweite Licht emittierende Vorrichtung beinhaltet die zweite Elektrode über einer dritten Elektrode, wobei eine zweite EL-Schicht dazwischen liegt. Die zweite EL-Schicht beinhaltet mindestens eine zweite Lochinjektionsschicht, eine zweite Licht emittierende Schicht, eine zweite Elektronentransportschicht und die Elektroneninjektionsschicht. Die zweite Lochinjektionsschicht liegt über der dritten Elektrode. Die zweite Licht emittierende Schicht liegt über der zweiten Lochinjektionsschicht. Die zweite Elektronentransportschicht liegt über der zweiten Licht emittierenden Schicht. Eine zweite Isolierschicht ist in Kontakt mit Seitenflächen der zweiten Lochinjektionsschicht, der zweiten Licht emittierenden Schicht und der zweiten Elektronentransportschicht. Die Elektroneninjektionsschicht liegt über der ersten Elektronentransportschicht und der zweiten

Elektronentransportschicht. Die Elektroneninjectionsschicht ist in Kontakt mit der ersten Elektronentransportschicht, der zweiten Elektronentransportschicht, der ersten Isolierschicht und der zweiten Isolierschicht.

[0013] In der Licht emittierenden Einrichtung, die eine der vorstehenden Strukturen aufweist, kann die zweite Elektrode an den Seitenflächen der ersten Licht emittierenden Schicht und der zweiten Licht emittierenden Schicht angeordnet sein, wobei die Elektroneninjectionsschicht dazwischen liegt.

[0014] In der Licht emittierenden Einrichtung, die eine der vorstehenden Strukturen aufweist, kann die zweite Elektrode an den Seitenflächen der ersten Elektronentransportschicht, der zweiten Elektronentransportschicht, der ersten Licht emittierenden Schicht und der zweiten Licht emittierenden Schicht angeordnet sein, wobei die Elektroneninjectionsschicht dazwischen liegt.

[0015] In der Licht emittierenden Einrichtung, die eine der vorstehenden Strukturen aufweist, kann die Elektroneninjectionsschicht ein Verbundmaterial, in dem eine organische Verbindung und ein Elektronendonator gemischt werden, oder ein Verbundmaterial, in dem eine organische Verbindung und eines von einem Alkalimetall, einem Erdalkalimetall, einem Seltenerdmetall und einem Metall, das zu der Gruppe 5, der Gruppe 7, der Gruppe 9, der Gruppe 11 oder der Gruppe 13 des Periodensystems gehört, gemischt werden, enthalten.

[0016] Eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist ein elektronisches Gerät, das die Licht emittierende Einrichtung mit einer der vorstehenden Strukturen und mindestens eines/einen von einem Sensor, einem Bedienknopf, einem Lautsprecher und einem Mikrofon beinhaltet.

[0017] Eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist eine Beleuchtungsvorrichtung, die die Licht emittierende Einrichtung mit einer der vorstehenden Strukturen und ein Gehäuse beinhaltet.

[0018] Obwohl das Blockdiagramm in den dieser Beschreibung beiliegenden Zeichnungen Komponenten zeigt, die nach ihren Funktionen in unabhängige Blöcke klassifiziert sind, ist es schwierig, reale Komponenten vollständig entsprechend ihren Funktionen zu klassifizieren, und es ist möglich, dass eine Komponente eine Vielzahl von Funktionen aufweist.

[0019] In dieser Beschreibung werden die Begriffe „Source“ und „Drain“ eines Transistors in Abhängigkeit von der Polarität des Transistors oder den Pegeln der Potentiale, die an die Anschlüsse angelegt werden, untereinander ausgetauscht. Im Allgemeinen wird bei einem n-Kanal-Transistor ein Anschluss, an den ein niedrigeres Potential angelegt wird, als Source bezeichnet und wird ein Anschluss, an den ein höheres Potential angelegt wird, als Drain bezeichnet. Bei einem p-Kanal-Transistor wird ein Anschluss, an den ein niedrigeres Potential angelegt wird, als Drain bezeichnet und wird ein Anschluss, an den ein höheres Potential angelegt wird, als Source bezeichnet. In dieser Beschreibung wird die Verbindungsbeziehung eines Transistors mitunter der Einfachheit halber in der Annahme beschrieben, dass die Source und der Drain unveränderlich sind; tatsächlich werden jedoch die Bezeichnungen für die Source und den Drain in Abhängigkeit von der Beziehung der Potentiale untereinander ausgetauscht.

[0020] In dieser Beschreibung ist mit einer „Source“ eines Transistors ein Source-Bereich, der ein Teil eines als aktive Schicht dienenden Halbleiterfilms ist, oder eine Source-Elektrode gemeint, die mit dem Halbleiterfilm verbunden ist. In ähnlicher Weise ist mit einem „Drain“ eines Transistors ein Drain-Bereich, der ein Teil des Halbleiterfilms ist, oder eine Drain-Elektrode gemeint, die mit dem Halbleiterfilm verbunden ist. Mit einem „Gate“ ist eine Gate-Elektrode gemeint.

[0021] In dieser Beschreibung bezeichnet ein Zustand, in dem Transistoren in Reihe geschaltet sind, beispielsweise einen Zustand, in dem nur ein Anschluss von Source und Drain eines ersten Transistors mit nur einem Anschluss von Source und Drain eines zweiten Transistors verbunden ist. Zudem bezeichnet ein Zustand, in dem Transistoren parallel geschaltet sind, einen Zustand, in dem ein Anschluss von Source und Drain eines ersten Transistors mit einem Anschluss von Source und Drain eines zweiten Transistors verbunden ist und der andere Anschluss von Source und Drain des ersten Transistors mit dem anderen Anschluss von Source und Drain des zweiten Transistors verbunden ist.

[0022] In dieser Beschreibung bezieht sich der Begriff „Verbindung“ auf eine elektrische Verbindung und entspricht einem Zustand, in dem ein Strom, eine Spannung oder ein Potential zugeführt oder übertragen werden kann. Demgemäß bezieht sich die Verbindung nicht nur auf eine direkte Verbindung, sondern auch auf eine indirekte Verbindung über ein Schaltungselement, wie z. B. eine Leitung, einen Widerstand, eine Diode

oder einen Transistor, welches die Zuführung oder Übertragung eines Stroms, einer Spannung oder eines Potentials ermöglicht.

[0023] Auch wenn in dieser Beschreibung unterschiedliche Komponenten in einem Schaltplan miteinander verbunden sind, gibt es tatsächlich einen Fall, in dem eine leitende Schicht Funktionen einer Vielzahl von Komponenten aufweist, wie beispielsweise einen Fall, in dem ein Teil einer Leitung als Elektrode dient. Der Begriff „Verbindung“ bedeutet in dieser Beschreibung auch einen derartigen Fall, in dem ein leitender Film Funktionen einer Vielzahl von Komponenten aufweist.

[0024] In dieser Beschreibung bezieht sich eine erste Elektrode oder eine zweite Elektrode eines Transistors auf eine Source-Elektrode, und die andere Elektrode bezieht sich auf eine Drain-Elektrode.

[0025] Einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung entsprechend kann eine neuartige Licht emittierende Vorrichtung, die sehr praktisch, zweckmäßig oder zuverlässig ist, bereitgestellt werden. Einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung entsprechend kann eine neuartige Licht emittierende Einrichtung, die sehr praktisch, zweckmäßig oder zuverlässig ist, bereitgestellt werden. Einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung entsprechend kann ein neuartiges elektronisches Gerät, das sehr praktisch, zweckmäßig oder zuverlässig ist, bereitgestellt werden. Einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung entsprechend kann eine neuartige Beleuchtungsvorrichtung, die sehr praktisch, zweckmäßig oder zuverlässig ist, bereitgestellt werden.

[0026] Es sei angemerkt, dass die Beschreibung dieser Wirkungen dem Vorhandensein weiterer Wirkungen nicht im Wege steht. Eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung weist nicht notwendigerweise alle diesen Wirkungen auf. Weitere Effekte werden aus der Erläuterung der Beschreibung, der Zeichnungen, der Patentansprüche und dergleichen ersichtlich und können davon abgeleitet werden.

Figurenliste

[0027] In den begleitenden Zeichnungen:

Fig. 1A bis Fig. 1C stellen jeweils eine Struktur einer Licht emittierenden Vorrichtung einer Ausführungsform dar;

Fig. 2A bis Fig. 2E stellen jeweils eine Struktur einer Licht emittierenden Vorrichtung einer Ausführungsform dar;

Fig. 3A und Fig. 3B stellen eine Struktur einer Licht emittierenden Einrichtung einer Ausführungsform dar;

Fig. 4A und Fig. 4B stellen ein Verfahren zum Herstellen einer Licht emittierenden Einrichtung einer Ausführungsform dar;

Fig. 5A bis Fig. 5C stellen ein Verfahren zum Herstellen einer Licht emittierenden Einrichtung einer Ausführungsform dar;

Fig. 6A bis Fig. 6C stellen ein Verfahren zum Herstellen einer Licht emittierenden Einrichtung einer Ausführungsform dar;

Fig. 7A und Fig. 7B stellen ein Verfahren zum Herstellen einer Licht emittierenden Einrichtung einer Ausführungsform dar;

Fig. 8 stellt eine Licht emittierende Einrichtung einer Ausführungsform dar;

Fig. 9A und Fig. 9B stellen jeweils eine Licht emittierende Einrichtung und eine Licht emittierende Vorrichtung einer Ausführungsform dar;

Fig. 10 stellt eine Licht emittierende Einrichtung einer Ausführungsform dar;

Fig. 11A bis Fig. 11C stellen ein Verfahren zum Herstellen einer Licht emittierenden Einrichtung einer Ausführungsform dar;

Fig. 12A und Fig. 12B stellen ein Verfahren zum Herstellen einer Licht emittierenden Einrichtung einer Ausführungsform dar;

Fig. 13 stellt eine Licht emittierende Einrichtung einer Ausführungsform dar;

Fig. 14A und Fig. 14B stellen eine Licht emittierende Einrichtung einer Ausführungsform dar;

- Fig. 15A** und **Fig. 15B** stellen eine Licht emittierende Einrichtung einer Ausführungsform dar;
- Fig. 16A** und **Fig. 16B** stellen jeweils eine Licht emittierende Einrichtung einer Ausführungsform dar;
- Fig. 17A** und **Fig. 17B** stellen eine Licht emittierende Einrichtung einer Ausführungsform dar;
- Fig. 18A** bis **Fig. 18E** stellen elektronische Geräte von Ausführungsformen dar;
- Fig. 19A** bis **Fig. 19E** stellen elektronische Geräte von Ausführungsformen dar;
- Fig. 20A** und **Fig. 20B** stellen elektronische Geräte von Ausführungsformen dar;
- Fig. 21A** und **Fig. 21B** stellen ein elektronisches Gerät einer Ausführungsform dar;
- Fig. 22** stellt elektronische Geräte von Ausführungsformen dar;
- Fig. 23** stellt eine Struktur von Licht emittierenden Vorrichtungen dar, die in dem Beispiel 1 bis Beispiel 4 verwendet werden;
- Fig. 24** zeigt die Leuchtdichte-Stromdichte-Eigenschaften von Licht emittierenden Vorrichtungen 1 und 2, einer Licht emittierenden Vergleichsvorrichtung 3 und einer Licht emittierenden Referenzvorrichtung 4;
- Fig. 25** zeigt die Leuchtdichte-Spannungs-Eigenschaften der Licht emittierenden Vorrichtungen 1 und 2, der Licht emittierenden Vergleichsvorrichtung 3 und der Licht emittierenden Referenzvorrichtung 4;
- Fig. 26** zeigt die Stromeffizienz-Leuchtdichte-Eigenschaften der Licht emittierenden Vorrichtungen 1 und 2, der Licht emittierenden Vergleichsvorrichtung 3 und der Licht emittierenden Referenzvorrichtung 4;
- Fig. 27** zeigt die Stromdichte-Spannungs-Eigenschaften der Licht emittierenden Vorrichtungen 1 und 2, der Licht emittierenden Vergleichsvorrichtung 3 und der Licht emittierenden Referenzvorrichtung 4;
- Fig. 28** zeigt die Blauindex-Leuchtdichte-Eigenschaften der Licht emittierenden Vorrichtungen 1 und 2, der Licht emittierenden Vergleichsvorrichtung 3 und der Licht emittierenden Referenzvorrichtung 4;
- Fig. 29** zeigt die Emissionsspektren der Licht emittierenden Vorrichtungen 1 und 2, der Licht emittierenden Vergleichsvorrichtung 3 und der Licht emittierenden Referenzvorrichtung 4;
- Fig. 30** zeigt die Zuverlässigkeit der Licht emittierenden Vorrichtungen 1 und 2, der Licht emittierenden Vergleichsvorrichtung 3 und der Licht emittierenden Referenzvorrichtung 4;
- Fig. 31** zeigt die Leuchtdichte-Stromdichte-Eigenschaften einer Licht emittierenden Vorrichtung 5 und einer Licht emittierenden Referenzvorrichtung 6;
- Fig. 32** zeigt die Leuchtdichte-Spannungs-Eigenschaften der Licht emittierenden Vorrichtung 5 und der Licht emittierenden Referenzvorrichtung 6;
- Fig. 33** zeigt die Stromeffizienz-Leuchtdichte-Eigenschaften der Licht emittierenden Vorrichtung 5 und der Licht emittierenden Referenzvorrichtung 6;
- Fig. 34** zeigt die Stromdichte-Spannungs-Eigenschaften der Licht emittierenden Vorrichtung 5 und der Licht emittierenden Referenzvorrichtung 6;
- Fig. 35** zeigt die Blauindex-Leuchtdichte-Eigenschaften der Licht emittierenden Vorrichtung 5 und der Licht emittierenden Referenzvorrichtung 6;
- Fig. 36** zeigt die Emissionsspektren der Licht emittierenden Vorrichtung 5 und der Licht emittierenden Referenzvorrichtung 6;
- Fig. 37** zeigt die Zuverlässigkeit der Licht emittierenden Vorrichtung 5 und der Licht emittierenden Referenzvorrichtung 6;
- Fig. 38** zeigt die Leuchtdichte-Stromdichte-Eigenschaften einer Licht emittierenden Vorrichtung 7 und einer Licht emittierenden Referenzvorrichtung 8;
- Fig. 39** zeigt die Leuchtdichte-Spannungs-Eigenschaften der Licht emittierenden Vorrichtung 7 und der Licht emittierenden Referenzvorrichtung 8;
- Fig. 40** zeigt die Stromeffizienz-Leuchtdichte-Eigenschaften der Licht emittierenden Vorrichtung 7 und der Licht emittierenden Referenzvorrichtung 8;
- Fig. 41** zeigt die Stromdichte-Spannungs-Eigenschaften der Licht emittierenden Vorrichtung 7 und der Licht emittierenden Referenzvorrichtung 8;

Fig. 42 zeigt die Emissionsspektren der Licht emittierenden Vorrichtung 7 und der Licht emittierenden Referenzvorrichtung 8;

Fig. 43 zeigt die Zuverlässigkeit der Licht emittierenden Vorrichtung 7 und der Licht emittierenden Referenzvorrichtung 8;

Fig. 44 zeigt die Leuchtdichte-Stromdichte-Eigenschaften einer Licht emittierenden Vorrichtung 9 und einer Licht emittierenden Referenzvorrichtung 10;

Fig. 45 zeigt die Leuchtdichte-Spannungs-Eigenschaften der Licht emittierenden Vorrichtung 9 und der Licht emittierenden Referenzvorrichtung 10;

Fig. 46 zeigt die Stromeffizienz-Leuchtdichte-Eigenschaften der Licht emittierenden Vorrichtung 9 und der Licht emittierenden Referenzvorrichtung 10;

Fig. 47 zeigt die Stromdichte-Spannungs-Eigenschaften der Licht emittierenden Vorrichtung 9 und der Licht emittierenden Referenzvorrichtung 10;

Fig. 48 zeigt die Emissionsspektren der Licht emittierenden Vorrichtung 9 und der Licht emittierenden Referenzvorrichtung 10;

Fig. 49 zeigt die Zuverlässigkeit der Licht emittierenden Vorrichtung 9 und der Licht emittierenden Referenzvorrichtung 10;

Fig. 50 zeigt die Leuchtdichte-Stromdichte-Eigenschaften von Licht emittierenden Vorrichtungen 11 und 12 sowie einer Licht emittierenden Referenzvorrichtung 13;

Fig. 51 zeigt die Leuchtdichte-Spannungs-Eigenschaften der Licht emittierenden Vorrichtungen 11 und 12 sowie der Licht emittierenden Referenzvorrichtung 13;

Fig. 52 zeigt die Stromeffizienz-Leuchtdichte-Eigenschaften der Licht emittierenden Vorrichtungen 11 und 12 sowie der Licht emittierenden Referenzvorrichtung 13;

Fig. 53 zeigt die Stromdichte-Spannungs-Eigenschaften der Licht emittierenden Vorrichtungen 11 und 12 sowie der Licht emittierenden Referenzvorrichtung 13;

Fig. 54 zeigt die Leistungseffizienz-Leuchtdichte-Eigenschaften der Licht emittierenden Vorrichtungen 11 und 12 sowie der Licht emittierenden Referenzvorrichtung 13;

Fig. 55 zeigt die externen Quanteneffizienz-Leuchtdichte-Eigenschaften der Licht emittierenden Vorrichtungen 11 und 12 sowie der Licht emittierenden Referenzvorrichtung 13;

Fig. 56 zeigt die Emissionsspektren der Licht emittierenden Vorrichtungen 11 und 12 sowie der Licht emittierenden Referenzvorrichtung 13; und

Fig. 57 zeigt die Zuverlässigkeit der Licht emittierenden Vorrichtungen 11 und 12 sowie der Licht emittierenden Referenzvorrichtung 13.

Detaillierte Beschreibung der Erfindung

[0028] Ausführungsformen werden unter Bezugnahme auf die Zeichnungen detailliert beschrieben. Es sei angemerkt, dass die Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung nicht auf die folgende Beschreibung beschränkt sind und dass es sich Fachleuten ohne Weiteres erschließt, dass Modi und Details der vorliegenden Erfindung auf verschiedene Weise modifiziert werden können, ohne vom Erfindungsgedanken und Schutzbereich der vorliegenden Erfindung abzuweichen. Daher sollte die vorliegende Erfindung nicht als auf die Beschreibung der folgenden Ausführungsformen beschränkt angesehen werden. Es sei angemerkt, dass bei den Strukturen der nachstehend beschriebenen Erfindung gleiche Abschnitte oder Abschnitte mit ähnlichen Funktionen in unterschiedlichen Zeichnungen durch die gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet sind und eine Beschreibung dieser nicht wiederholt wird.

(Ausführungsform 1)

[0029] Bei dieser Ausführungsform werden Strukturen einer Licht emittierenden Vorrichtung und eines Anzeigefeldes einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung anhand von **Fig. 1A** bis **Fig. 1C** und **Fig. 2A** bis **Fig. 2E** beschrieben.

[0030] Fig. 1A bis Fig. 1C sind Querschnittsansichten einer Licht emittierenden Vorrichtung 100 einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

[0031] Wie in Fig. 1A bis Fig. 1C dargestellt, beinhaltet die Licht emittierende Vorrichtung 100 eine erste Elektrode 101, eine zweite Elektrode 102 und eine EL-Schicht 103. Die erste Elektrode 101 beinhaltet einen Bereich, der sich mit der zweiten Elektrode 102 überlappt, und die EL-Schicht 103 beinhaltet einen Bereich, der zwischen der ersten Elektrode 101 und der zweiten Elektrode 102 angeordnet ist. Die EL-Schicht 103 weist eine Struktur auf, bei der eine Lochinjektions-/Lochtransportschicht 104, eine Licht emittierende Schicht 113, eine Elektronentransportschicht 108 und eine Elektroneninjectionsschicht 109 über der ersten Elektrode 101 in dieser Reihenfolge übereinander angeordnet werden.

[0032] Die Elektroneninjectionsschicht 109 ist eine Schicht zur Erhöhung der Effizienz der Elektroneninjection von der zweiten Elektrode 102 und wird vorzugsweise unter Verwendung eines Materials ausgebildet, dessen Wert des LUMO-Niveaus eine kleine Differenz (0,5 eV oder weniger) zur Austrittsarbeit eines Materials, das für die zweite Elektrode 102 verwendet wird, aufweist. Daher kann die Elektroneninjectionsschicht 109 unter Verwendung eines Alkalimetalls, eines Erdalkalimetalls oder einer Verbindung davon, wie z. B. Lithium, Cäsium, Lithiumfluorid (LiF), Cäsiumfluorid (CsF), Calciumfluorid (CaF₂), 8-(Chinolinolato)-lithium (Abkürzung: Liq), 2-(2-Pyridyl)phenolatolithium (Abkürzung: LiPP), 2-(2-Pyridyl)-3-pyridinololithium (Abkürzung: LiPPy), 4-Phenyl-2-(2-pyridyl)phenolatolithium (Abkürzung: LiPPP), Lithiumoxid (LiO_x) oder Cäsiumcarbonat, ausgebildet werden. Es kann auch eine Seltenerdmetallverbindung wie Erbiumfluorid (ErF₃) verwendet werden. Ein Elektrid kann für die Elektroneninjectionsschicht 109 verwendet werden. Beispiele für das Elektrid umfassen eine Substanz, in der Elektronen mit einer hohen Konzentration zu Calciumoxid-Aluminiumoxid zugesetzt sind.

[0033] Ein Verbundmaterial, bei dem eine organische Verbindung und ein Elektronendonator (Donator) vermischt sind, kann für die Elektroneninjectionsschicht 109 verwendet werden. Ein derartiges Verbundmaterial weist eine ausgezeichnete Elektroneninjectionseigenschaft und eine ausgezeichnete Elektronentransporteigenschaft auf, da durch den Elektronendonator Elektronen in der organischen Verbindung erzeugt werden. Hier ist die organische Verbindung vorzugsweise ein Material, das die erzeugten Elektronen ausgezeichnet transportieren kann; insbesondere können beispielsweise Elektronentransportmaterialien, die für eine nachstehend beschriebene Elektronentransportschicht (z. B. ein Metallkomplex und eine heteroaromatische Verbindung) verwendet werden, verwendet werden. Als Elektronendonator wird eine Substanz verwendet, die eine Elektronendonatoreigenschaft in Bezug auf die organische Verbindung zeigt. Insbesondere werden ein Alkalimetall, ein Erdalkalimetall und ein Seltenerdmetall bevorzugt, und Beispiele umfassen Lithium, Cäsium, Magnesium, Calcium, Erbium und Ytterbium. Des Weiteren werden ein Alkalimetalloxid und ein Erdalkalimetalloxid bevorzugt, und es können ein Lithiumoxid, ein Calciumoxid, ein Bariumoxid und dergleichen angegeben werden. Alternativ kann eine Lewis-Base, wie z. B. Magnesiumoxid, verwendet werden. Als weitere Alternative kann eine organische Verbindung, wie z. B. Tetrathiafulvalen (Abkürzung: TTF), verwendet werden.

[0034] Alternativ kann die Elektroneninjectionsschicht 109 unter Verwendung eines Verbundmaterials, in dem eine organische Verbindung und ein Metall gemischt sind, ausgebildet werden. Die hier verwendete organische Verbindung weist vorzugsweise ein niedrigstes unbesetztes Molekülorbital- (LUMO-) Niveau von höher als oder gleich -3,6 eV und niedriger als oder gleich -2,3 eV auf. Außerdem wird ein Material mit einem ungeteilten Elektronenpaar bevorzugt.

[0035] Deshalb ist die vorstehende organische Verbindung vorzugsweise ein Material mit einem ungeteilten Elektronenpaar, wie z. B. eine heterocyclische Verbindung mit einem Pyridin-Gerüst, einem Diazin-Gerüst (z. B. einem Pyrimidin-Gerüst oder einem Pyrazin-Gerüst) oder einem Triazin-Gerüst. Eine heterocyclische Verbindung mit einem Pyridin-Gerüst, eine heterocyclische Verbindung mit einem Diazin-Gerüst und eine heterocyclische Verbindung mit einem Triazin-Gerüst werden bei dieser Ausführungsform nachstehend ausführlich beschrieben.

[0036] Als Metall, das für das Verbundmaterial, in dem eine organische Verbindung und ein Metall gemischt werden, verwendet wird, wird vorzugsweise ein Übergangsmetall, das zu der Gruppe 5, der Gruppe 7, der Gruppe 9 oder der Gruppe 11 des Periodensystems gehört, oder ein Material, das zu der Gruppe 13 des Periodensystems gehört, verwendet, und Beispiele umfassen Ag, Cu, Al und In. Hier bildet die organische Verbindung mit dem Metall ein einfach besetztes Molekülorbital bzw. Singly Occupied Molecular Orbital (SOMO).

[0037] Die Elektroneninjectionsschicht 109 kann eine mehrschichtige Struktur aufweisen. Die mehrschichtige Struktur kann aus einer Vielzahl von Schichten, deren Materialien sich voneinander teilweise unterscheiden, oder einer Vielzahl von Schichten, die unter Verwendung von unterschiedlichen Materialien ausgebildet werden, bestehen.

[0038] Materialien, die für die Elektroneninjectionsschicht 109 verwendet werden können, werden bei dieser Ausführungsform nachstehend ausführlich beschrieben.

[0039] Materialien, die für die erste Elektrode 101, die zweite Elektrode 102, die Lochinjektions-/Lochtransportschicht 104, die Licht emittierende Schicht 113 und die Elektronentransportschicht 108 verwendet werden können, werden bei dieser Ausführungsform nachstehend ausführlich beschrieben. Die Elektronentransportschicht 108 kann eine mehrschichtige Struktur aufweisen und kann eine Lochblockierschicht zum Blockieren von Löchern, die sich von der Seite der ersten Elektrode 101 durch die Licht emittierende Schicht 113 in Richtung der zweiten Elektrode 102 bewegen, beinhalten. Als Material der Lochinjektions-/Lochtransportschicht 104 können Materialien für eine Lochinjektionsschicht und eine Lochtransportschicht, die bei dieser Ausführungsform nachstehend ausführlich beschrieben werden, verwendet werden. Es sei angemerkt, dass die Lochinjektions-/Lochtransportschicht 104 unter Verwendung einer einzigen Schicht oder einer Vielzahl von Schichten ausgebildet werden kann. Alternativ können eine Lochinjektionsschicht und eine Lochtransportschicht getrennt ausgebildet werden. Als weitere Alternative kann nur eine von einer Lochinjektionsschicht und einer Lochtransportschicht anstelle der Lochinjektions-/Lochtransportschicht 104 bereitgestellt werden.

[0040] Die Elektroneninjectionsschicht 109, die ein Teil der EL-Schicht 103 ist, kann eine Form aufweisen, die sich von denjenigen der anderen Schichten (der Lochinjektions-/Lochtransportschicht 104, der Licht emittierenden Schicht 113 und der Elektronentransportschicht 108) in der EL-Schicht 103 unterscheidet. Damit einige Schichten in der EL-Schicht eine Form, die sich von denjenigen der anderen Schichten unterscheidet, aufweisen, könnten im Allgemeinen die anderen Schichten im Herstellungsprozess der Luft oder dergleichen ausgesetzt werden, was die Zuverlässigkeit und die Leuchtdichte einer Licht emittierenden Vorrichtung verringern könnte. Jedoch besteht dann, wenn sich die Form der Elektroneninjectionsschicht 109 von denjenigen der anderen Schichten unterscheidet, eine Möglichkeit der Aussetzung an der Luft oder dergleichen im Herstellungsprozess, erst nachdem die Elektronentransportschicht 108 über der Oberseite der Licht emittierenden Schicht 113 ausgebildet worden ist; daher kann verhindert werden, dass die Lochinjektions-/Lochtransportschicht 104 und die Licht emittierende Schicht 113 der Luft oder dergleichen ausgesetzt werden, und eine Verringerung der Zuverlässigkeit und der Leuchtdichte der Licht emittierenden Vorrichtung 100 kann unterdrückt werden. Dementsprechend kann in der Licht emittierenden Vorrichtung 100 die Elektroneninjectionsschicht 109 eine Form aufweisen, die sich von denjenigen der anderen Schichten (der Lochinjektions-/Lochtransportschicht 104, der Licht emittierenden Schicht 113 und der Elektronentransportschicht 108) in der EL-Schicht 103 unterscheidet.

[0041] In dem Fall, in dem die Elektronentransportschicht 108 eine Vielzahl von Schichten beinhaltet, kann eine Verringerung der Zuverlässigkeit und der Leuchtdichte der Licht emittierenden Vorrichtung 100 manchmal unterdrückt werden, selbst wenn eine Möglichkeit der Aussetzung an der Luft oder dergleichen nach dem Ausbilden von einer Schicht (einigen Schichten) in der Elektronentransportschicht 108 und vor dem Ausbilden der anderen Schicht(en) in der Elektronentransportschicht 108 besteht.

[0042] **Fig. 1B** und **Fig. 1C** stellen Beispiele für die Licht emittierende Vorrichtung 100 dar, bei dem die Elektroneninjectionsschicht 109 eine Form aufweist, die sich von denjenigen der anderen Schichten (der Lochinjektions-/Lochtransportschicht 104, der Licht emittierenden Schicht 113 und der Elektronentransportschicht 108) in der EL-Schicht 103 unterscheidet.

[0043] Wie in **Fig. 1B** dargestellt, können die Elektroneninjectionsschicht 109 und die zweite Elektrode 102 Formen aufweisen, die sich von denjenigen der Lochinjektions-/Lochtransportschicht 104, der Licht emittierenden Schicht 113 und der Elektronentransportschicht 108 unterscheiden. Bei der Elektroneninjectionsschicht 109 und der zweiten Elektrode 102 kann es sich um Schichten handeln, die einer Vielzahl von Licht emittierenden Vorrichtungen gemeinsam sind; deshalb kann der Herstellungsprozess der Licht emittierenden Vorrichtung 100 vereinfacht werden, und die Ausbeute kann verbessert werden.

[0044] Wie in **Fig. 1B** dargestellt, kann die Licht emittierende Vorrichtung 100 eine Isolierschicht 107 beinhalten. Die Isolierschicht 107 ist in Kontakt mit einem Teil der ersten Elektrode 101, der Seitenfläche der Lochinjektions-/Lochtransportschicht 104, der Seitenfläche der Licht emittierenden Schicht 113 und der Sei-

tenfläche der Elektronentransportschicht 108. Die Elektroneninjektionsschicht 109 ist an der Seitenfläche der ersten Elektrode 101, der Seitenfläche der Lochinjektions-/Lochtransportschicht 104, der Seitenfläche der Licht emittierenden Schicht 113 und der Seitenfläche der Elektronentransportschicht 108 angeordnet, wobei die Isolierschicht 107 dazwischen liegt, und ist in Kontakt mit der Oberseite der Elektronentransportschicht 108, wobei die Isolierschicht 107 nicht dazwischen liegt. Die zweite Elektrode 102 ist an der Seitenfläche der Lochinjektions-/Lochtransportschicht 104, der Seitenfläche der Licht emittierenden Schicht 113 und der Seitenfläche der Elektronentransportschicht 108 angeordnet, wobei die Isolierschicht 107 und die Elektroneninjektionsschicht 109 dazwischen liegen, ist an der Seitenfläche der ersten Elektrode 101 angeordnet, wobei die Elektroneninjektionsschicht 109 dazwischen liegt, und ist über der Oberseite der Elektronentransportschicht 108 angeordnet, wobei die Elektroneninjektionsschicht 109 dazwischen liegt. Man kann auch sagen, dass die Isolierschicht 107 zwischen der Seitenfläche der Licht emittierenden Schicht 113 und der Elektroneninjektionsschicht 109 angeordnet ist.

[0045] Die zweite Elektrode 102 ist an der Seitenfläche der ersten Elektrode 101, der Seitenfläche der Lochinjektions-/Lochtransportschicht 104, der Seitenfläche der Licht emittierenden Schicht 113 und der Seitenfläche der Elektronentransportschicht 108 angeordnet, wobei die Isolierschicht 107 und die Elektroneninjektionsschicht 109 dazwischen liegen, wodurch die elektrische Verbindung zwischen der zweiten Elektrode 102 und der Lochinjektions-/Lochtransportschicht 104 sowie die elektrische Verbindung zwischen der zweiten Elektrode 102 und der ersten Elektrode 101 verhindert werden.

[0046] Obwohl die Isolierschicht 107 nicht notwendig ist, um den vorstehend beschriebenen Effekt zu erhalten, wird die Struktur, die die Isolierschicht 107 umfasst, bevorzugt, da sie ermöglicht, die Seitenfläche (oder einen Endabschnitt) der Lochinjektions-/Lochtransportschicht 104, die Seitenfläche der Licht emittierenden Schicht 113 und die Seitenfläche der Elektronentransportschicht 108 zu bedecken.

[0047] Außerdem wird die Struktur, die die Isolierschicht 107 umfasst, bevorzugt, da sie ermöglicht, die elektrische Verbindung zwischen der zweiten Elektrode 102 und der Lochinjektions-/Lochtransportschicht 104 sowie die elektrische Verbindung zwischen der zweiten Elektrode 102 und der ersten Elektrode 101 fern zu verhindern.

[0048] Folglich können bei der Licht emittierenden Vorrichtung 100 verschiedene Strukturen zum Einsatz kommen. Beispielsweise können dann, wenn eine Vielzahl von Licht emittierenden Vorrichtungen 100 angeordnet sind, in den benachbarten Licht emittierenden Vorrichtungen 100 die Elektroneninjektionsschichten 109 miteinander verbunden sein und die zweiten Elektroden 102 miteinander verbunden sein.

[0049] Materialien, die für die Isolierschicht 107 verwendet werden können, werden bei einer nachstehenden Ausführungsform beschrieben.

[0050] Wie in **Fig. 1C** dargestellt, kann die Lochinjektions-/Lochtransportschicht 104 von der Licht emittierenden Schicht 113 derart umgeben werden, dass die Lochinjektions-/Lochtransportschicht 104 (oder nur eine Lochinjektionsschicht) zuerst strukturiert wird und dann die Licht emittierende Schicht 113 und die Elektronentransportschicht 108 in dieser Reihenfolge übereinander angeordnet werden. In diesem Fall ist die Licht emittierende Schicht 113 in Kontakt mit der Oberseite und der Seitenfläche der Lochinjektions-/Lochtransportschicht 104; daher ist die Elektroneninjektionsschicht 109 nicht in Kontakt mit der Seitenfläche der Lochinjektions-/Lochtransportschicht 104 und ist in Kontakt mit der Seitenfläche der ersten Elektrode 101, der Seitenfläche der Licht emittierenden Schicht 113 und der Seitenfläche der Elektronentransportschicht 108. Die zweite Elektrode 102 ist an der Seitenfläche der Licht emittierenden Schicht 113 sowie der Seitenfläche und der Oberseite der Elektronentransportschicht 108 angeordnet, wobei die Elektroneninjektionsschicht 109 dazwischen liegt.

[0051] Der Endabschnitt der Lochinjektions-/Lochtransportschicht 104 ist von der Licht emittierenden Schicht 113 umgeben, wodurch die elektrische Verbindung zwischen der zweiten Elektrode 102 und der Lochinjektions-/Lochtransportschicht 104 verhindert werden kann, ohne dabei die Isolierschicht 107 bereitzustellen.

[0052] Es sei angemerkt, dass eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung nicht auf die Strukturen in **Fig. 1B** und **Fig. 1C** beschränkt ist. Beispielsweise sind dann, wenn eine Isolierschicht oder dergleichen zwischen benachbarten Licht emittierenden Vorrichtungen bereitgestellt wird, so dass die zweite Elektrode 102 und die Elektroneninjektionsschicht 109 über der Isolierschicht ausgebildet werden, die zweite Elektrode 102 und die Elektroneninjektionsschicht 109 in einigen Fällen nicht an einem Teil oder sämtlichen der Seitenflä-

che der ersten Elektrode 101, der Seitenfläche der Lochinjektions-/Lochtransportschicht 104, der Seitenfläche der Licht emittierenden Schicht 113 und der Seitenfläche der Elektronentransportschicht 108 angeordnet.

[0053] Es sei angemerkt, dass die Strukturen der Licht emittierenden Vorrichtung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung nicht auf die Strukturen, die in **Fig. 1A** bis **Fig. 1C** dargestellt werden, beschränkt sind. Grundlegende Strukturen der Licht emittierenden Vorrichtung werden anhand von **Fig. 2A** bis **Fig. 2E** beschrieben.

<<Grundlegende Struktur einer Licht emittierenden Vorrichtung>>

[0054] Grundlegende Strukturen der Licht emittierenden Vorrichtung werden beschrieben. **Fig. 2A** stellt eine Licht emittierende Vorrichtung dar, die zwischen einem Paar von Elektroden eine EL-Schicht beinhaltet, die eine Licht emittierende Schicht umfasst. Insbesondere ist die EL-Schicht 103 zwischen der ersten Elektrode 101 und der zweiten Elektrode 102 angeordnet.

[0055] **Fig. 2B** stellt eine Licht emittierende Vorrichtung dar, die eine mehrschichtige Struktur (Tandem-Struktur) aufweist, bei der eine Vielzahl von EL-Schichten (zwei EL-Schichten 103a und 103b in **Fig. 2B**) zwischen einem Paar von Elektroden bereitgestellt wird und eine Ladungserzeugungsschicht 106 zwischen den EL-Schichten bereitgestellt wird. Eine Licht emittierende Vorrichtung mit einer Tandem-Struktur ermöglicht eine Herstellung einer Licht emittierenden Einrichtung mit einem kleinen Stromstress und hoher Zuverlässigkeit.

[0056] Die Ladungserzeugungsschicht 106 weist eine Funktion zum Injizieren von Elektronen in eine der EL-Schichten 103a und 103b und zum Injizieren von Löchern in die andere der EL-Schichten 103a und 103b auf, wenn eine Potentialdifferenz zwischen der ersten Elektrode 101 und der zweiten Elektrode 102 verursacht wird. Daher injiziert die Ladungserzeugungsschicht 106 Elektronen in die EL-Schicht 103a und Löcher in die EL-Schicht 103b, wenn in **Fig. 2B** eine Spannung derart angelegt wird, dass das Potential der ersten Elektrode 101 höher ist als dasjenige der zweiten Elektrode 102.

[0057] Es sei angemerkt, dass die Ladungserzeugungsschicht 106, in Bezug auf die Lichtextraktionseffizienz, vorzugsweise eine Eigenschaft zum Durchlassen von sichtbarem Licht aufweist (im Besonderen weist die Ladungserzeugungsschicht 106 vorzugsweise eine Durchlässigkeit für sichtbares Licht von 40 % oder mehr auf). Die Ladungserzeugungsschicht 106 arbeitet selbst dann, wenn sie eine niedrigere Leitfähigkeit aufweist als die erste Elektrode 101 oder die zweite Elektrode 102.

[0058] **Fig. 2C** stellt eine mehrschichtige Struktur der EL-Schicht 103 bei der Licht emittierenden Vorrichtung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung dar. In diesem Fall wird die erste Elektrode 101 als Anode dienend angesehen und wird die zweite Elektrode 102 als Kathode dienend angesehen. Die EL-Schicht 103 weist eine Struktur auf, bei der eine Lochinjektionsschicht 111, eine Lochtransportschicht 112, die Licht emittierende Schicht 113, eine Elektronentransportschicht 114 und eine Elektroneninjectionsschicht 115 in dieser Reihenfolge über der ersten Elektrode 101 angeordnet sind. Es sei angemerkt, dass die Licht emittierende Schicht 113 eine mehrschichtige Struktur aus einer Vielzahl von Licht emittierenden Schichten, die Licht unterschiedlicher Farben emittieren, aufweisen kann. Beispielsweise können eine Licht emittierende Schicht, die eine Licht emittierende Substanz enthält, die rotes Licht emittiert, eine Licht emittierende Schicht, die eine Licht emittierende Substanz enthält, die grünes Licht emittiert, und eine Licht emittierende Schicht, die eine Licht emittierende Substanz enthält, die blaues Licht emittiert, übereinander angeordnet werden, wobei eine oder keine Schicht, die ein Ladungsträgertransportmaterial enthält, dazwischen liegt. Alternativ können eine Licht emittierende Schicht, die eine Licht emittierende Substanz enthält, die gelbes Licht emittiert, und eine Licht emittierende Schicht, die eine Licht emittierende Substanz enthält, die blaues Licht emittiert, in Kombination verwendet werden. Es sei angemerkt, dass die mehrschichtige Struktur der Licht emittierenden Schicht 113 nicht auf die vorstehende beschränkt ist. Beispielsweise kann die Licht emittierende Schicht 113 eine mehrschichtige Struktur aus einer Vielzahl von Licht emittierenden Schichten, die Licht der gleichen Farbe emittieren, aufweisen. Beispielsweise können eine erste Licht emittierende Schicht, die eine Licht emittierende Substanz enthält, die blaues Licht emittiert, und eine zweite Licht emittierende Schicht, die eine Licht emittierende Substanz enthält, die blaues Licht emittiert, übereinander angeordnet werden, wobei eine oder keine Schicht, die ein Ladungsträgertransportmaterial enthält, dazwischen liegt. Die Struktur, bei der eine Vielzahl von Licht emittierenden Schichten, die Licht der gleichen Farbe emittieren, übereinander angeordnet werden, kann in einigen Fällen eine höhere Zuverlässigkeit erzielen als eine einschichtige Struktur. In dem Fall, in dem eine Vielzahl von EL-Schichten wie bei der in **Fig. 2B** dargestellten Tandem-Struktur bereitgestellt wird, werden die Schichten in jeder EL-Schicht, wie vorstehend beschrieben, sequenziell von der Ano-

denseite aus übereinander angeordnet. Wenn die erste Elektrode 101 die Kathode ist und die zweite Elektrode 102 die Anode ist, wird die Anordnungsreihenfolge der Schichten in der EL-Schicht 103 umgekehrt. Insbesondere ist die Schicht 111 über der ersten Elektrode 101, die als Kathode dient, eine Elektroneninjektionsschicht; die Schicht 112 ist eine Elektronentransportschicht; die Schicht 113 ist eine Licht emittierende Schicht; die Schicht 114 ist eine Lochtransportschicht; und die Schicht 115 ist eine Lochinjektionsschicht.

[0059] Die Licht emittierende Schicht 113, die in den EL-Schichten (103, 103a und 103b) enthalten ist, enthält eine geeignete Kombination aus einer Licht emittierenden Substanz und einer Vielzahl von Substanzen, so dass eine Fluoreszenz oder eine Phosphoreszenz einer erwünschten Emissionsfarbe erhalten werden kann. Die Licht emittierende Schicht 113 kann eine mehrschichtige Struktur mit unterschiedlichen Emissionsfarben aufweisen. In diesem Fall sind Licht emittierende Substanzen und andere Substanzen zwischen den übereinander angeordneten Licht emittierenden Schichten unterschiedlich. Alternativ kann die Vielzahl von EL-Schichten (103a und 103b) in **Fig. 2B** ihre jeweiligen Emissionsfarben aufweisen. Auch in diesem Fall sind die Licht emittierenden Substanzen und andere Substanzen zwischen den übereinander angeordneten Licht emittierenden Schichten unterschiedlich.

[0060] Die Licht emittierende Vorrichtung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann eine optische Mikroresonator-(Mikrokavitäts- bzw. microcavity-) Struktur aufweisen, wenn beispielsweise in **Fig. 2C** die erste Elektrode 101 eine reflektierende Elektrode ist und die zweite Elektrode 102 eine transflektive Elektrode ist. Daher kann Licht von der Licht emittierenden Schicht 113 in der EL-Schicht 103 zwischen den Elektroden zur Resonanz gebracht werden, und Licht, das durch die zweite Elektrode 102 erhalten wird, kann verstärkt werden.

[0061] Es sei angemerkt, dass dann, wenn die erste Elektrode 101 der Licht emittierenden Vorrichtung eine reflektierende Elektrode ist, die eine mehrschichtige Struktur aus einem reflektierenden leitenden Material und einem lichtdurchlässigen leitenden Material (einem durchsichtigen leitenden Film) aufweist, eine optische Anpassung durch Steuern der Dicke des durchsichtigen leitenden Films durchgeführt werden kann. Insbesondere wird dann, wenn die Wellenlänge von Licht, das von der Licht emittierenden Schicht 113 erhalten wird, λ ist, die optische Weglänge zwischen der ersten Elektrode 101 und der zweiten Elektrode 102 (das Produkt der Dicke und des Brechungsindex) vorzugsweise auf $m\lambda/2$ (m ist eine natürliche Zahl von 1 oder mehr) oder einen Wert in der Nähe von $m\lambda/2$ eingestellt.

[0062] Um erwünschtes Licht (Wellenlänge: λ), das von der Licht emittierenden Schicht 113 erhalten wird, zu verstärken, werden vorzugsweise die optische Weglänge von der ersten Elektrode 101 bis zu einem Bereich der Licht emittierenden Schicht 113, in dem das erwünschte Licht erhalten wird (Licht emittierenden Bereich), und die optische Weglänge von der zweiten Elektrode 102 bis zu dem Bereich der Licht emittierenden Schicht 113, in dem das erwünschte Licht erhalten wird (Licht emittierenden Bereich), jeweils auf $(2m'+1)\lambda/4$ (m' ist eine natürliche Zahl von 1 oder mehr) oder einen Wert in der Nähe von $(2m'+1)\lambda/4$ eingestellt. Hier bezeichnet der Licht emittierende Bereich einen Bereich der Licht emittierenden Schicht 113, in dem Löcher und Elektronen rekombinieren.

[0063] Durch eine derartige optische Anpassung kann sich das Spektrum von spezifischem monochromatischem Licht, das aus der Licht emittierenden Schicht 113 erhalten wird, verschmälern und eine Lichtemission mit hoher Farbreinheit kann erhalten werden.

[0064] In dem vorstehenden Fall handelt es sich bei der optischen Weglänge zwischen der ersten Elektrode 101 und der zweiten Elektrode 102 genauer gesagt um die Gesamtdicke von einem Reflexionsbereich in der ersten Elektrode 101 bis zu einem Reflexionsbereich in der zweiten Elektrode 102. Es ist jedoch schwierig, die Reflexionsbereiche in der ersten Elektrode 101 und der zweiten Elektrode 102 genau zu bestimmen; daher wird vorausgesetzt, dass die vorstehende Wirkung ausreichend erzielt werden kann, egal wo sich die Reflexionsbereiche in der ersten Elektrode 101 und der zweiten Elektrode 102 befinden. Des Weiteren handelt es sich bei der optischen Weglänge zwischen der ersten Elektrode 101 und der Licht emittierenden Schicht, die das erwünschte Licht emittiert, genauer gesagt um die optische Weglänge zwischen dem Reflexionsbereich in der ersten Elektrode 101 und dem Licht emittierenden Bereich in der Licht emittierenden Schicht, die das erwünschte Licht emittiert. Es ist jedoch schwierig, den Reflexionsbereich in der ersten Elektrode 101 und den Licht emittierenden Bereich in der Licht emittierenden Schicht, die das erwünschte Licht emittiert, genau zu bestimmen; daher wird vorausgesetzt, dass die vorstehende Wirkung ausreichend erzielt werden kann, egal wo sich der Reflexionsbereich und der Licht emittierende Bereich in der ersten Elektrode 101 bzw. der Licht emittierenden Schicht, die das erwünschte Licht emittiert, befinden.

[0065] Die Licht emittierende Vorrichtung in **Fig. 2D** ist eine Licht emittierende Vorrichtung mit einer Tandem-Struktur. Dank einer Mikrokavitätsstruktur der Licht emittierenden Vorrichtung kann Licht (monochromatisches Licht) mit unterschiedlichen Wellenlängen von den EL-Schichten (103a und 103b) extrahiert werden. Daher ist eine separate Färbung zum Erhalten einer Vielzahl von Emissionsfarben (z. B. R, G und B) nicht notwendig. Somit kann eine hohe Auflösung leicht erzielt werden. Ferner ist auch eine Kombination mit Farbschichten (Farbfiltern) möglich. Des Weiteren kann die Emissionsintensität von Licht mit einer spezifischen Wellenlänge in der Richtung nach vorne vergrößert werden, wodurch ein Stromverbrauch verringert werden kann.

[0066] Die in **Fig. 2E** dargestellte Licht emittierende Vorrichtung ist ein Beispiel für die in **Fig. 2B** dargestellte Licht emittierende Vorrichtung mit der Tandem-Struktur und beinhaltet, wie in **Fig. 2E** dargestellt, drei EL-Schichten (103a, 103b und 103c), die übereinander angeordnet werden, wobei Ladungserzeugungsschichten (106a und 106b) dazwischen angeordnet sind. Die drei EL-Schichten (103a, 103b und 103c) beinhalten jeweils Licht emittierende Schichten (113a, 113b und 113c), und die Emissionsfarben der Licht emittierenden Schichten können frei gewählt werden. Beispielsweise kann die Licht emittierende Schicht 113a blaues Licht emittieren, die Licht emittierende Schicht 113b kann eines oder mehrere von rotem Licht, grünem Licht und gelbem Licht emittieren, und die Licht emittierende Schicht 113c kann blaues Licht emittieren. Alternativ kann die Licht emittierende Schicht 113a rotes Licht emittieren, die Licht emittierende Schicht 113b kann eines oder mehrere von blauem Licht, grünem Licht und gelbem Licht emittieren, und die Licht emittierende Schicht 113c kann rotes Licht emittieren.

[0067] Bei der Licht emittierenden Vorrichtung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung handelt es sich bei der ersten Elektrode 101 und/oder der zweiten Elektrode 102 um eine lichtdurchlässige Elektrode (z. B. eine durchsichtige Elektrode oder eine transflektive Elektrode). In dem Fall, in dem es sich bei der lichtdurchlässigen Elektrode um eine durchsichtige Elektrode handelt, weist die durchsichtige Elektrode eine Durchlässigkeit für sichtbares Licht von höher als oder gleich 40 % auf. In dem Fall, in dem es sich bei der lichtdurchlässigen Elektrode um eine transflektive Elektrode handelt, weist die transflektive Elektrode einen Reflexionsgrad für sichtbares Licht von höher als oder gleich 20 % und niedriger als oder gleich 80 %, bevorzugt höher als oder gleich 40 % und niedriger als oder gleich 70 % auf. Diese Elektroden weisen vorzugsweise einen spezifischen Widerstand von $1 \times 10^{-2} \Omega\text{cm}$ oder weniger auf.

[0068] Wenn bei der Licht emittierenden Vorrichtung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung entweder die erste Elektrode 101 oder die zweite Elektrode 102 eine reflektierende Elektrode ist, ist der Reflexionsgrad für sichtbares Licht der reflektierenden Elektrode höher als oder gleich 40 % und niedriger als oder gleich 100 %, bevorzugt höher als oder gleich 70 % und niedriger als oder gleich 100 %. Diese Elektrode weist vorzugsweise einen spezifischen Widerstand von $1 \times 10^{-2} \Omega\text{cm}$ oder weniger auf.

<<Spezifische Struktur der Licht emittierenden Vorrichtung>>

[0069] Als Nächstes wird eine Struktur der Licht emittierenden Vorrichtung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung anhand von **Fig. 2A** bis **Fig. 2E** beschrieben. Hier wird die Beschreibung unter Verwendung von **Fig. 2D**, die die Tandem-Struktur zeigt, vorgenommen. Es sei angemerkt, dass die Struktur der EL-Schicht auch für die Licht emittierenden Vorrichtungen mit einer einschichtigen Struktur in **Fig. 2A** und **Fig. 2C** gilt. Wenn die Licht emittierende Vorrichtung in **Fig. 2D** eine Mikrokavitätsstruktur aufweist, wird die erste Elektrode 101 als reflektierende Elektrode ausgebildet und wird die zweite Elektrode 102 als transflektive Elektrode ausgebildet. Daher kann eine einschichtige Struktur oder eine mehrschichtige Struktur unter Verwendung von einer oder mehreren Arten von erwünschten Elektrodenmaterialien ausgebildet werden. Es sei angemerkt, dass die zweite Elektrode 102 nach der Ausbildung der EL-Schicht 103b ausgebildet wird, wobei ein Material wie vorstehend beschrieben ausgewählt wird.

<Erste Elektrode und zweite Elektrode>

[0070] Als Materialien für die erste Elektrode 101 und die zweite Elektrode 102 können beliebige der folgenden Materialien in einer geeigneten Kombination verwendet werden, solange die vorstehenden Funktionen der Elektroden erfüllt werden können. Beispielsweise können ein Metall, eine Legierung, eine elektrisch leitende Verbindung, eine Mischung dieser und dergleichen angemessen verwendet werden. Insbesondere kann ein In-Sn-Oxid (auch als ITO bezeichnet), ein In-Si-Sn-Oxid (auch als ITSO bezeichnet), ein In-Zn-Oxid oder ein In-W-Zn-Oxid verwendet werden. Außerdem ist es möglich, ein Metall, wie z. B. Aluminium (Al), Titan (Ti), Chrom (Cr), Mangan (Mn), Eisen (Fe), Kobalt (Co), Nickel (Ni), Kupfer (Cu), Gallium (Ga), Zink (Zn), Indium (In), Zinn (Sn), Molybdän (Mo), Tantal (Ta), Wolfram (W), Palladium (Pd), Gold (Au), Platin (Pt),

Silber (Ag), Yttrium (Y) oder Neodym (Nd), oder eine Legierung zu verwenden, die eine geeignete Kombination aus beliebigen dieser Metalle enthält. Es ist auch möglich, ein Element der Gruppe 1 oder ein Element der Gruppe 2 des Periodensystems, das nicht vorstehend beschrieben worden ist (z. B. Lithium (Li), Cäsium (Cs), Calcium (Ca) oder Strontium (Sr)), ein Seltenerdmetall, wie z. B. Europium (Eu) oder Ytterbium (Yb), eine Legierung, die eine geeignete Kombination aus beliebigen dieser Elemente enthält, Graphen oder dergleichen zu verwenden.

[0071] Bei der Licht emittierenden Vorrichtung in **Fig. 2D** werden dann, wenn die erste Elektrode 101 die Anode ist, eine Lochinjektionsschicht 111a und eine Lochtransportschicht 112a der EL-Schicht 103a durch ein Vakuumverdampfungsverfahren sequenziell über der ersten Elektrode 101 angeordnet. Nachdem die EL-Schicht 103a und die Ladungserzeugungsschicht 106 ausgebildet worden sind, werden eine Lochinjektionsschicht 111b und eine Lochtransportschicht 112b der EL-Schicht 103b in ähnlicher Weise sequenziell über der Ladungserzeugungsschicht 106 angeordnet.

<Lochinjektionsschicht>

[0072] Die Lochinjektionsschichten (111, 111a und 111b) injizieren Löcher von der als Anode dienenden ersten Elektrode 101 und der Ladungserzeugungsschicht (106, 106a und 106b) in die EL-Schichten (103, 103a und 103b) und enthalten ein organisches Akzeptormaterial und/oder ein Material mit einer hohen Lochinjektionseigenschaft.

[0073] Das organische Akzeptormaterial ermöglicht, dass Löcher in einer anderen organischen Verbindung erzeugt werden, deren HOMO-Niveau nahe dem LUMO-Niveau des organischen Akzeptormaterials liegt, wenn eine Ladungstrennung zwischen dem organischen Akzeptormaterial und der organischen Verbindung verursacht wird. Daher kann als organisches Akzeptormaterial eine Verbindung mit einer elektronenziehenden Gruppe (beispielsweise einer Halogen-Gruppe oder einer Cyano-Gruppe), wie z. B. ein Chinodimethan-Derivat, ein Chloranil-Derivat und ein Hexaazatriphenylen-Derivat, verwendet werden. Beispiele für das organische Akzeptormaterial sind 7,7,8,8-Tetracyano-2,3,5,6-tetrafluorchinodimethan (Abkürzung: F₄-TCNQ), 3,6-Difluor-2,5,7,7,8,8-hexacyanochinodimethan, Chloranil, 2,3,6,7,10,11-Hexacyano-1,4,5,8,9,12-hexaazatriphenylen (Abkürzung: HAT-CN), 1,3,4,5,7,8-Hexafluortetracyano-naphthochinodimethan (Abkürzung: F₆-TCNNQ) und 2-(7-Dicyanomethylen-1,3,4,5,6,8,9,10-octafluor-7H-pyren-2-yliden)malononitril. Es sei angemerkt, dass unter organischen Akzeptormaterialien eine Verbindung, in der elektronenziehende Gruppen an einen kondensierten aromatischen Ring mit einer Vielzahl von Heteroatomen gebunden werden, wie z. B. HAT-CN, besonders bevorzugt wird, da sie eine hohe Akzeptoreigenschaft und eine stabile Filmqualität gegen Hitze aufweist. Zusätzlich wird ein [3]Radialen-Derivat mit einer elektronenziehenden Gruppe (insbesondere einer Cyano-Gruppe oder einer Halogengruppe wie einer Fluorgruppe), das eine sehr hohe Elektronenakzeptoreigenschaft aufweist, bevorzugt; spezifische Beispiele umfassen α,α',α'' -1,2,3-Cyclopropantriyliidentris[4-cyano-2,3,5,6-tetrafluorbenzolacetonitril], α,α',α'' -1,2,3-Cyclopropantriyliidentris[2,6-dichlor-3,5-difluor-4-(trifluormethyl)benzolacetonitril] und α,α',α'' -1,2,3-Cyclopropantriyliidentris[2,3,4,5,6-pentafluorbenzolacetonitril].

[0074] Als Material mit einer hohen Lochinjektionseigenschaft kann ein Oxid eines Metalls, das zu der Gruppe 4 bis Gruppe 8 des Periodensystems gehört, (z. B. ein Übergangsmetalloxid, wie z. B. Molybdänoxid, Vanadiumoxid, Rutheniumoxid, Wolframoxid oder Manganoxid) verwendet werden. Spezifische Beispiele umfassen Molybdänoxid, Vanadiumoxid, Nioboxid, Tantaloxid, Chromoxid, Wolframoxid, Manganoxid und Rheniumoxid. Unter diesen Oxiden ist Molybdänoxid vorzuziehen, da es an der Luft stabil ist, eine geringe hygroskopische Eigenschaft aufweist und leicht zu handhaben ist. Weitere Beispiele sind auf Phthalocyanin basierende Verbindungen, wie z. B. Phthalocyanin (Abkürzung: H₂PC) und Kupferphthalocyanin (Abkürzung: CuPc).

[0075] Weitere Beispiele sind aromatische Amin-Verbindungen, die niedermolekulare Verbindungen sind, wie z. B. 4,4',4'' - Tris(N,N-diphenylamino)triphenylamin (Abkürzung: TDATA), 4,4',4''-Tris[N-(3-methylphenyl)-N-phenylamino]triphenylamin (Abkürzung: MTDATA), 4,4'-Bis[N-(4-diphenylaminophenyl)-N-phenylamino]biphenyl (Abkürzung: DPAB), N,N'-Bis{4-[bis(3-methylphenyl)amino]phenyl}-N,N'-diphenyl-(1,1'-biphenyl)-4,4'-diamin (Abkürzung: DNTPD), 1,3,5-Tris[N-(4-diphenylaminophenyl)-N-phenylamino]benzol (Abkürzung: DPA3B), 3-[N-(9-Phenylcarbazol-3-yl)-N-phenylamino]-9-phenylcarbazol (Abkürzung: PCzPCA1), 3,6-Bis[N-(9-phenylcarbazol-3-yl)-N-phenylamino]-9-phenylcarbazol (Abkürzung: PCzPCA2) und 3-[N-(1-Naphthyl)-N-(9-phenylcarbazol-3-yl)amino]-9-phenylcarbazol (Abkürzung: PCzPCN1) .

[0076] Weitere Beispiele sind hochmolekulare Verbindungen (z. B. Oligomere, Dendrimere und Polymere), wie z. B. Poly(N-vinylcarbazol) (Abkürzung: PVK), Poly(4-vinyltriphenylamin) (Abkürzung: PVTPA), Poly[N-(4-{N'-[4-(4-diphenylamino)phenyl]phenyl-N'-phenylamino}phenyl)methacrylamid] (Abkürzung: PTPDMA) und Poly[N,N'-bis(4-butylphenyl)-N,N'-bis(phenyl)benzidin] (Abkürzung: Poly-TPD). Alternativ kann beispielsweise eine hochmolekulare Verbindung, der eine Säure zugesetzt ist, verwendet werden, wie z. B. Poly(3,4-ethylenedioxythiophen)/Poly(styrolsulfonsäure) (Abkürzung: PEDOT/PSS) oder Polyanilin/Poly(styrolsulfonsäure) (Abkürzung: PAni/PSS).

[0077] Als Material mit einer hohen Lochinjektionseigenschaft kann ein Verbundmaterial, das ein Lochtransportmaterial und das vorstehend beschriebene organische Akzeptormaterial (Elektronenakzeptormaterial) enthält, verwendet werden. In diesem Fall extrahiert das organische Akzeptormaterial Elektronen von einem Lochtransportmaterial, so dass Löcher in der Lochinjektionsschicht 111 erzeugt werden und die Löcher durch die Lochtransportschicht 112 in die Licht emittierende Schicht 113 injiziert werden. Es sei angemerkt, dass die Lochinjektionsschicht 111 derart ausgebildet werden kann, dass sie eine einschichtige Struktur unter Verwendung eines Verbundmaterials, das ein Lochtransportmaterial und ein organisches Akzeptormaterial (Elektronenakzeptormaterial) enthält, oder eine mehrschichtige Struktur aus einer Schicht, die ein Lochtransportmaterial enthält, und einer Schicht, die ein organisches Akzeptormaterial (Elektronenakzeptormaterial) enthält, aufweist.

[0078] Das Lochtransportmaterial weist vorzugsweise eine Löcherbeweglichkeit von höher als oder gleich $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ in dem Fall auf, in dem die Quadratwurzel der elektrischen Feldstärke $[\text{V}/\text{cm}]$ 600 ist. Es sei angemerkt, dass auch andere Substanzen verwendet werden können, solange die Substanzen eine Lochtransporteigenschaft aufweisen, die höher ist als eine Elektronentransporteigenschaft.

[0079] Als Lochtransportmaterial werden Materialien mit einer hohen Lochtransporteigenschaft, wie z. B. eine π -elektronenreiche heteroaromatische Verbindung (z. B. ein Carbazol-Derivat, ein Furan-Derivat oder ein Thiophen-Derivat) und ein aromatisches Amin (eine Verbindung mit einem aromatischen Amin-Gerüst), bevorzugt.

[0080] Beispiele für das Carbazol-Derivat (eine Verbindung mit einem Carbazol-Gerüst) umfassen ein Bicarbazol-Derivat (z. B. ein 3,3'-Bicarbazol-Derivat) und ein aromatisches Amin mit einer Carbazolyl-Gruppe.

[0081] Spezifische Beispiele für das Bicarbazol-Derivat (z. B. ein 3,3'-Bicarbazol-Derivat) umfassen 3,3'-Bis(9-phenyl-9H-carbazol) (Abkürzung: PCCP), 9,9'-Bis(biphenyl-4-yl)-3,3'-bi-9H-carbazol (Abkürzung: BisBPCz), 9,9'-Bis(1,1'-biphenyl-3-yl)-3,3'-bi-9H-carbazol (Abkürzung: BismBPCz), 9-(1,1'-Biphenyl-3-yl)-9'-(1,1'-biphenyl-4-yl)-9H,9'H-3,3'-bicarbazol (Abkürzung: mBPCCBP) und 9-(2-Naphthyl)-9'-phenyl-9H,9'H-3,3'-bicarbazol (Abkürzung: β NCCP).

[0082] Spezifische Beispiele für das aromatische Amin mit einer Carbazolyl-Gruppe umfassen 4-Phenyl-4'-(9-phenyl-9H-carbazol-3-yl)triphenylamin (Abkürzung: PCBA1BP), N-(4-Biphenyl)-N-(9,9-dimethyl-9H-fluoren-2-yl)-9-phenyl-9H-carbazol-3-amin (Abkürzung: PCBiF), N-(1,1'-Biphenyl-4-yl)-N-[4-(9-phenyl-9H-carbazol-3-yl)phenyl]-9,9-dimethyl-9H-fluoren-2-amin (Abkürzung: PCBBiF), 4,4'-Diphenyl-4''-(9-phenyl-9H-carbazol-3-yl)triphenylamin (Abkürzung: PCBBi1BP), 4-(1-Naphthyl)-4'-(9-phenyl-9H-carbazol-3-yl)triphenylamin (Abkürzung: PCBANB), 4,4'-Di(1-naphthyl)-4''-(9-phenyl-9H-carbazol-3-yl)triphenylamin (Abkürzung: PCBNBB), 4-Phenyldiphenyl-(9-phenyl-9H-carbazol-3-yl)amin (Abkürzung: PCA1BP), N,N'-Bis(9-phenylcarbazol-3-yl)-N,N'-diphenylbenzol-1,3-diamin (Abkürzung: PCA2B), N,N',N''-Triphenyl-N,N',N''-tris(9-phenylcarbazol-3-yl)benzol-1,3,5-triamin (Abkürzung: PCA3B), 9,9-Dimethyl-N-phenyl-N-[4-(9-phenyl-9H-carbazol-3-yl)phenyl]fluoren-2-amin (Abkürzung: PCBAF), N-Phenyl-N-[4-(9-phenyl-9H-carbazol-3-yl)phenyl]spiro-9,9'-bifluoren-2-amin (Abkürzung: PCBASF), 3-[N-(9-Phenylcarbazol-3-yl)-N-phenylamino]-9-phenylcarbazol (Abkürzung: PCzPCA1), 3,6-Bis[N-(9-phenylcarbazol-3-yl)-N-phenylamino]-9-phenylcarbazol (Abkürzung: PCzPCA2), 3-[N-(1-Naphthyl)-N-(9-phenylcarbazol-3-yl)amino]-9-phenylcarbazol (Abkürzung: PCzPCN1), 3-[N-(4-Diphenylaminophenyl)-N-phenylamino]-9-phenylcarbazol (Abkürzung: PCzDPA1), 3,6-Bis[N-(4-diphenylaminophenyl)-N-phenylamino]-9-phenylcarbazol (Abkürzung: PCzDPA2), 3,6-Bis[N-(4-diphenylaminophenyl)-N-(1-naphthyl)amino]-9-phenylcarbazol (Abkürzung: PCzTPN2), 2-[N-(9-Phenylcarbazol-3-yl)-N-phenylamino]spiro-9,9'-bifluoren (Abkürzung: PCASF), N-[4-(9H-Carbazol-9-yl)phenyl]-N-(4-phenyl)phenylanilin (Abkürzung: YGA1BP), N,N'-Bis[4-(carbazol-9-yl)phenyl]-N,N'-diphenyl-9,9-dimethylfluoren-2,7-diamin (Abkürzung: YGA2F) und 4,4',4''-Tris(carbazol-9-yl)triphenylamin (Abkürzung: TCTA).

[0083] Weitere Beispiele für das Carbazol-Derivat umfassen 3-[4-(9-Phenanthryl)-phenyl]-9-phenyl-9H-carbazol (Abkürzung: PCPPn), 3-[4-(1-Naphthyl)-phenyl]-9-phenyl-9H-carbazol (Abkürzung: PCPN), 1,3-Bis(N-

carbazolyl)benzol (Abkürzung: mCP), 4,4'-Di(N-carbazolyl)biphenyl (Abkürzung: CBP), 3,6-Bis(3,5-diphenylphenyl)-9-phenylcarbazol (Abkürzung: CzTP), 1,3,5-Tris[4-(N-carbazolyl)phenyl]benzol (Abkürzung: TCPB) und 9-[4-(10-Phenyl-9-anthracenyl)phenyl]-9H-carbazol (Abkürzung: CzPA) .

[0084] Spezifische Beispiele für das Furan-Derivat (eine Verbindung mit einem Furan-Gerüst) umfassen 4,4',4''-(Benzol-1,3,5-triyl)tri(dibenzofuran) (Abkürzung: DBF3P-II) und 4-{3-[3-(9-Phenyl-9H-fluoren-9-yl)phenyl]phenyl}dibenzofuran (Abkürzung: mmDBFFLBI-II).

[0085] Spezifische Beispiele für das Thiophen-Derivat (eine Verbindung mit einem Thiophen-Gerüst) umfassen 4,4',4''-(Benzol-1,3,5-triyl)tri(dibenzothiophen) (Abkürzung: DBT3P-II), 2,8-Diphenyl-4-[4-(9-phenyl-9H-fluoren-9-yl)phenyl]dibenzothiophen (Abkürzung: DBTFLP-III) und 4-[4-(9-Phenyl-9H-fluoren-9-yl)phenyl]-6-phenyldibenzothiophen (Abkürzung: DBTFLP-IV).

[0086] Spezifische Beispiele für das aromatische Amin umfasst 4,4'-Bis[N-(1-naphthyl)-N-phenylamino]biphenyl (Abkürzung: NPB oder α -NPD), N,N'-Bis(3-methylphenyl)-N,N'-diphenyl-[1, 1'-biphenyl]-4,4'-diamin (Abkürzung: TPD), 4,4'-Bis[N-(spiro-9,9'-bifluoren-2-yl)-N-phenylamino]biphenyl (Abkürzung: BSPB), 4-Phenyl-4'-(9-phenylfluoren-9-yl)triphenylamin (Abkürzung: BPAFLP), 4-Phenyl-3'-(9-phenylfluoren-9-yl)triphenylamin (Abkürzung: mBPAFLP), N-(9,9-Dimethyl-9H-fluoren-2-yl)-N-[9,9-dimethyl-2-[N'-phenyl-N'-(9,9-dimethyl-9H-fluoren-2-yl)amino]-9H-fluoren-7-yl]phenylamin (Abkürzung: DFLADFL), N-(9,9-Dimethyl-2-diphenylamino-9H-fluoren-7-yl)diphenylamin (Abkürzung: DPNF), 2-[N-(4-Diphenylaminophenyl)-N-phenylamino]spiro-9,9'-bifluoren (Abkürzung: DPASF), 2,7-Bis[N-(4-diphenylaminophenyl)-N-phenylamino]spiro-9,9'-bifluoren (Abkürzung: DPA2SF), 4, 4' , 4' , -Tris[N-(1-naphthyl)-N-phenylamino]triphenylamin (Abkürzung: 1'-TNATA), 4,4',4''-Tris(N,N-diphenylamino)triphenylamin (Abkürzung: TDATA), 4,4',4''-Tris[N-(3-methylphenyl)-N-phenylamino]triphenylamin (Abkürzung: m-MTDATA), N,N'-Di(p-tolyl)-N,N'-diphenyl-p-phenyldiamin (Abkürzung: DTDPPA), 4,4'-Bis[N-(4-diphenylaminophenyl)-N-phenylamino]biphenyl (Abkürzung: DPAB), DNTPD, 1,3,5-Tris[N-(4-diphenylaminophenyl)-N-phenylamino]benzol (Abkürzung: DPA3B), N-(4-Biphenyl)-6,N-diphenylbenzo[b]naphtho[1,2-d]furan-8-amin (Abkürzung: BnfABP), N,N-Bis(4-biphenyl)-6-phenylbenzo [b] naphtho [1, 2-d]furan-8-amin (Abkürzung: BBABnf), 4,4'-Bis(6-phenylbenzo[b]naphtho[1,2-d]furan-8-yl)-4''-phenyltriphenylamin (Abkürzung: BnfBB1BP), N,N-Bis(4-biphenyl)benzo[b]naphtho[1,2-d]furan-6-amin (Abkürzung: BBABnf(6)), N,N-Bis(4-biphenyl)benzo[b]naphtho[1,2-d]furan-8-amin (Abkürzung: BBABnf(8)), N,N-Bis(4-biphenyl)benzo[b]naphtho[2,3-d]furan-4-amin (Abkürzung: BBABnf(II)(4)), N,N-Bis[4-(dibenzofuran-4-yl)phenyl]-4-amino-p-terphenyl (Abkürzung: DBfBB1TP), N-[4-(Dibenzothiophen-4-yl)phenyl]-N-phenyl-4-biphenylamin (Abkürzung: ThBA1BP), 4-(2-Naphthyl)-4',4''-diphenyltriphenylamin (Abkürzung: BBA β NB), 4-[4-(2-Naphthyl)phenyl]-4',4''-diphenyltriphenylamin (Abkürzung: BBA β NBi), 4,4'-Diphenyl-4''-(6;1'-binaphthyl-2-yl)triphenylamin (Abkürzung: BBA α N β NB), 4,4'-Diphenyl-4' , -(7;1'-binaphthyl-2-yl)triphenylamin (Abkürzung: BBA α N β NB-03), 4,4'-Diphenyl-4''-(7-phenyl)naphthyl-2-yltriphenylamin (Abkürzung: BBAP β NB-03), 4,4'-Diphenyl-4''-(6;2'-binaphthyl-2-yl)triphenylamin (Abkürzung: BBA(β N2)B), 4,4'-Diphenyl-4''-(7;2'-binaphthyl-2-yl)triphenylamin (Abkürzung: BBA(β N2)B-03), 4,4'-Diphenyl-4''-(4;2'-binaphthyl-1-yl)triphenylamin (Abkürzung: BBA β N α NB), 4,4'-Diphenyl-4''-(5;2'-binaphthyl-1-yl)triphenylamin (Abkürzung: BBA β N α NB-02), 4-(4-Biphenyl)-4'-(2-naphthyl)-4''-phenyltriphenylamin (Abkürzung: TPBiA β NB), 4-(3-Biphenyl)-4'-(4-(2-naphthyl)phenyl)-4''-phenyltriphenylamin (Abkürzung: mTPBiA β NBi), 4-(4-Biphenyl)-4'-(4-(2-naphthyl)phenyl)-4''-phenyltriphenylamin (Abkürzung: TPBiA β NBi), 4-Phenyl-4'-(1-naphthyl)-triphenylamin (Abkürzung: α NBA1BP), 4,4'-Bis(1-naphthyl)triphenylamin (Abkürzung: α NBB1BP), 4,4'-Diphenyl-4''-[4'-(carbazol-9-yl)biphenyl-4-yl]triphenylamin (Abkürzung: YGTBi1BP) , 4'-[4-(3-Phenyl-9H-carbazol-9-yl)phenyl]tris(1,1'-biphenyl-4-yl)amin (Abkürzung: YGTBi1BP-02), 4-[4'-(Carbazol-9-yl)biphenyl-4-yl]-4'-(2-naphthyl)-4''-phenyltriphenylamin (Abkürzung: YGTBi β NB), N-[4-(9-Phenyl-9H-carbazol-3-yl)phenyl]-N-[4-(1-naphthyl)phenyl]-9,9'-spirobi[9H-fluoren]-2-amin (Abkürzung: PCBNBSF), N,N-Bis([1,1'-biphenyl]-4-yl)-9,9'-spirobi[9H-fluoren]-2-amin (Abkürzung: BBASF), N,N-Bis([1,1'-biphenyl]-4-yl)-9,9'-spirobi[9H-fluoren]-4-amin (Abkürzung: BBASF(4)), N-(1,1'-Biphenyl-2-yl)-N-(9,9-dimethyl-9H-fluoren-2-yl)-9,9'-spirobi[9H-fluoren]-4-amin (Abkürzung: oFBiSF), N-(4-Biphenyl)-N-(9,9-dimethyl-9H-fluoren-2-yl)dibenzofuran-4-amin (Abkürzung: FrBiF), N-[4-(1-Naphthyl)phenyl]-N-[3-(6-phenyldibenzofuran-4-yl)phenyl]-1-naphthylamin (Abkürzung: mPDBfBNBN), 4-Phenyl-4'-(4-(9-phenylfluoren-9-yl)phenyl)triphenylamin (Abkürzung: BPAFLBi), N,N-Bis(9,9-dimethyl-9H-fluoren-2-yl)-9,9'-spirobi-9H-fluoren-4-amin, N,N-Bis(9,9-dimethyl-9H-fluoren-2-yl)-9,9'-spirobi-9H-fluoren-3-amin, N,N-Bis(9,9-dimethyl-9H-fluoren-2-yl)-9,9'-spirobi-9H-fluoren-2-amin und N,N-Bis(9,9-dimethyl-9H-fluoren-2-yl)-9,9'-spirobi-9H-fluoren-1-amin.

[0087] Weitere Beispiele für das Lochtransportmaterial umfassen hochmolekulare Verbindungen (z. B. Oligomere, Dendrimere und Polymere), wie z. B. Poly(N-vinylcarbazol) (Abkürzung: PVK), Poly(4-vinyltriphenylamin) (Abkürzung: PVTPA), Poly[N-(4-[N'-(4-(4-diphenylamino)phenyl]phenyl-N'-phenylamino)phenyl]methacrylamid] (Abkürzung: PTPDMA) und Poly[N,N'-bis(4-butylphenyl)-N,N'-bis(phenyl)benzidin] (Abkür-

zung: Poly-TPD). Alternativ kann beispielsweise eine hochmolekulare Verbindung, der eine Säure zugesetzt ist, verwendet werden, wie z. B. Poly(3,4-ethylendioxythiophen)/Poly(styrolsulfonsäure) (Abkürzung: PEDOT/PSS) oder Polyanilin/Poly(styrolsulfonsäure) (Abkürzung: PAni/PSS) .

[0088] Es sei angemerkt, dass das Lochtransportmaterial nicht auf die vorstehenden Beispiele beschränkt ist und ein beliebiges verschiedener bekannter Materialien allein oder in Kombination als Lochtransportmaterial verwendet werden kann.

[0089] Die Lochinjektionsschichten (111, 111a und 111b) kann durch ein beliebiges der bekannten Filmbildungsverfahren, wie z. B. ein Vakuumverdampfungsverfahren, ausgebildet werden.

<Lochtransportschicht>

[0090] Die Lochtransportschichten (112, 112a und 112b) transportieren die Löcher, die durch die Lochinjektionsschichten (111, 111a und 111b) von der ersten Elektrode 101 injiziert werden, zu den Licht emittierenden Schichten (113, 113a, 113b und 113c). Es sei angemerkt, dass die Lochtransportschichten (112, 112a und 112b) ein Lochtransportmaterial enthalten. Daher können die Lochtransportschichten (112, 112a und 112b) unter Verwendung eines Lochtransportmaterials, das für die Lochinjektionsschichten (111, 111a und 111b) verwendet werden kann, ausgebildet werden.

[0091] Es sei angemerkt, dass in der Licht emittierenden Vorrichtung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung die organische Verbindung, die für die Lochtransportschichten (112, 112a und 112b) verwendet wird, auch für die Licht emittierenden Schichten (113, 113a, 113b und 113c) verwendet werden kann. Die gleiche organische Verbindung wird vorzugsweise für die Lochtransportschichten (112, 112a und 112b) und die Licht emittierenden Schichten (113, 113a, 113b und 113c) verwendet, wobei in diesem Fall Löcher effizient von den Lochtransportschichten (112, 112a und 112b) in die Licht emittierenden Schichten (113, 113a, 113b und 113c) transportiert werden.

<Licht emittierende Schicht>

[0092] Die Licht emittierenden Schichten (113, 113a, 113b und 113c) enthalten eine Licht emittierende Substanz. Es sei angemerkt, dass als Licht emittierende Substanz, die in den Licht emittierenden Schichten (113, 113a, 113b und 113c) verwendet werden kann, eine Substanz, deren Emissionsfarbe Blau, Violett, Blauviolett, Grün, Gelbgrün, Gelb, Orange, Rot oder dergleichen ist, in geeigneter Weise verwendet werden kann. Wenn eine Vielzahl von Licht emittierenden Schichten bereitgestellt wird, ermöglicht die Verwendung von unterschiedlichen Licht emittierenden Substanzen für die Licht emittierenden Schichten eine Struktur, die unterschiedliche Emissionsfarben (z. B. eine weiße Lichtemission, die durch eine Kombination von komplementären Emissionsfarben erhalten wird) emittiert. Des Weiteren kann eine mehrschichtige Struktur, bei der eine Licht emittierende Schicht zwei oder mehr Arten von Licht emittierenden Substanzen enthält, zum Einsatz kommen.

[0093] Die Licht emittierenden Schichten (113, 113a, 113b und 113c) können jeweils zusätzlich zu einer Licht emittierenden Substanz (Gastmaterial) eine oder mehrere Arten von organischen Verbindungen (z. B. ein Wirtsmaterial) enthalten.

[0094] In dem Fall, in dem eine Vielzahl von Wirtsmaterialien in den Licht emittierenden Schichten (113, 113a, 113b und 113c) verwendet wird, ist ein zweites Wirtsmaterial, das zusätzlich verwendet wird, vorzugsweise eine Substanz, die eine größere Energielücke aufweist als ein bekanntes Gastmaterial und ein erstes Wirtsmaterial. Vorzugsweise ist das niedrigste Singulett-Anregungsenergieniveau (S1-Niveau) des zweiten Wirtsmaterials höher als dasjenige des ersten Wirtsmaterials, und das niedrigste Triplett-Anregungsenergieniveau (T1-Niveau) des zweiten Wirtsmaterials ist höher als dasjenige des Gastmaterials. Vorzugsweise ist das niedrigste Triplett-Anregungsenergieniveau (T1-Niveau) des zweiten Wirtsmaterials höher als dasjenige des ersten Wirtsmaterials. Bei einer derartigen Struktur kann ein Exciplex durch zwei Arten von Wirtsmaterialien gebildet werden. Um einen Exciplex effizient zu bilden, werden besonders vorzugsweise eine Verbindung, die leicht Löcher aufnimmt (ein Lochtransportmaterial), und eine Verbindung, die leicht Elektronen aufnimmt (ein Elektronentransportmaterial), miteinander kombiniert. Bei der vorstehenden Struktur können gleichzeitig eine hohe Effizienz, eine niedrige Spannung und eine lange Lebensdauer erzielt werden.

[0095] Als organische Verbindung, die als Wirtsmaterial (einschließlich des ersten Wirtsmaterials und des zweiten Wirtsmaterials) verwendet wird, können organische Verbindungen, wie z. B. die Lochtransportmate-

rialien, die in den Lochtransportschichten (112, 112a und 112b) verwendet werden können, und Elektronentransportmaterialien, die in Elektronentransportschichten (114, 114a und 114b), die nachstehend beschrieben werden, verwendet werden können, verwendet werden, solange sie Anforderungen für das Wirtsmaterial erfüllen, das in der Licht emittierenden Schicht verwendet wird. Ein weiteres Beispiel ist ein Exciplex, der durch zwei oder mehr Arten von organischen Verbindungen (das erste Wirtsmaterial und das zweite Wirtsmaterial) gebildet wird. Ein Exciplex, dessen Anregungszustand von zwei oder mehr Arten von organischen Verbindungen gebildet wird, weist eine sehr kleine Differenz zwischen dem S1-Niveau und dem T1-Niveau auf und dient als TADF-Material, das die Triplett-Anregungsenergie in die Singulett-Anregungsenergie umwandeln kann. Als Beispiel für eine Kombination aus zwei oder mehr Arten von organischen Verbindungen, die einen Exciplex bildet, wird es bevorzugt, dass eine der zwei oder mehr Arten von organischen Verbindungen einen π -elektronenarmen heteroaromatischen Ring aufweist und die andere einen π -elektronenreichen heteroaromatischen Ring aufweist. Eine phosphoreszierende Substanz, wie z. B. ein auf Iridium, Rhodium oder Platin basierender metallorganischer Komplex oder ein Metallkomplex, kann als eine Komponente der Kombination zum Bilden eines Exciplexes verwendet werden.

[0096] Es gibt keine besondere Beschränkung bezüglich der Licht emittierenden Substanzen, die für die Licht emittierenden Schichten (113, 113a, 113b und 113c) verwendet werden können, und eine Licht emittierende Substanz, die die Singulett-Anregungsenergie in Licht im sichtbaren Lichtbereich umwandelt, oder eine Licht emittierende Substanz, die die Triplett-Anregungsenergie in Licht im sichtbaren Lichtbereich umwandelt, kann verwendet werden.

<<Licht emittierende Substanz, die die Singulett-Anregungsenergie in Licht umwandelt>>

[0097] Als Beispiele für die Licht emittierende Substanz, die die Singulett-Anregungsenergie in Licht umwandelt und in den Licht emittierenden Schichten (113, 113a, 113b und 113c) verwendet werden kann, können die folgenden Substanzen, die eine Fluoreszenz aufweisen (fluoreszierende Substanzen), angegeben werden: ein Pyren-Derivat, ein Anthracen-Derivat, ein Triphenylen-Derivat, ein Fluoren-Derivat, ein Carbazol-Derivat, ein Dibenzothiophen-Derivat, ein Dibenzofuran-Derivat, ein Dibenzochinoxalin-Derivat, ein Chinoxalin-Derivat, ein Pyridin-Derivat, ein Pyrimidin-Derivat, ein Phenanthren-Derivat und ein Naphthalin-Derivat. Ein Pyren-Derivat wird besonders bevorzugt, da es eine hohe Emissionsquantenausbeute aufweist. Spezifische Beispiele für Pyren-Derivate umfassen N,N'-Bis(3-methylphenyl)-N,N'-bis[3-(9-phenyl-9H-fluoren-9-yl)phenyl]pyren-1,6-diamin (Abkürzung: 1,6mMemFLPAPrN), N,N'-Diphenyl-N,N'-bis[4-(9-phenyl-9H-fluoren-9-yl)phenyl]pyren-1,6-diamin (Abkürzung: 1,6FLPAPrN), N,N'-Bis(dibenzofuran-2-yl)-N,N'-diphenylpyren-1,6-diamin (Abkürzung: 1,6FrAPrN), N,N'-Bis(dibenzothiophen-2-yl)-N,N'-diphenylpyren-1,6-diamin (Abkürzung: 1,6ThAPrN), N,N'-(Pyren-1,6-diyl)bis[(N-phenylbenzo[b]naphtho[1,2-d]furan)-6-amin] (Abkürzung: 1,6BnfAPrN), N,N'-(Pyren-1,6-diyl)bis[(N-phenylbenzo[b]naphtho[1,2-d]furan)-8-amin] (Abkürzung: 1,6BnfAPrN-02) und N,N'-(Pyren-1,6-diyl)bis[(6,N-diphenylbenzo[b]naphtho[1,2-d]furan)-8-amin] (Abkürzung: 1,6BnfAPrN-03).

[0098] Außerdem ist es beispielsweise möglich, 5,6-Bis[4-(10-phenyl-9-anthryl)phenyl]-2,2'-bipyridin (Abkürzung: PAP2BPy), 5,6-Bis[4'-(10-phenyl-9-anthryl)biphenyl-4-yl]-2,2'-bipyridin (Abkürzung: PAPP2BPy), N,N'-Bis[4-(9H-carbazol-9-yl)phenyl]-N,N'-diphenylstilben-4,4'-diamin (Abkürzung: YGA2S), 4-(9H-Carbazol-9-yl)-4'-(10-phenyl-9-anthryl)triphenylamin (Abkürzung: YGAPA), 4-(9H-Carbazol-9-yl)-4'-(9,10-diphenyl-2-anthryl)triphenylamin (Abkürzung: 2YGAPPA), N,9-Diphenyl-N-[4-(10-phenyl-9-anthryl)phenyl]-9H-carbazol-3-amin (Abkürzung: PCAPA), 4-(10-Phenyl-9-anthryl)-4'-(9-phenyl-9H-carbazol-3-yl)triphenylamin (Abkürzung: PCBAPA), 4-[4-(10-Phenyl-9-anthryl)phenyl]-4'-(9-phenyl-9H-carbazol-3-yl)triphenylamin (Abkürzung: PCBAPBA), Perylen, 2,5,8,11-Tetra(tert-butyl)perylene (Abkürzung: TBP), N,N'-(2-tert-Butylanthracen-9,10-diyl)-4,1-phenylen)bis[N,N',N'-triphenyl-1,4-phenylendiamin] (Abkürzung: DPABPA), N,9-Diphenyl-N-[4-(9,10-diphenyl-2-anthryl)phenyl]-9H-carbazol-3-amin (Abkürzung: 2PCAPPA) und N-[4-(9,10-Diphenyl-2-anthryl)phenyl]-N,N',N'-triphenyl-1,4-phenylendiamin (Abkürzung: 2DPAPPA) zu verwenden.

[0099] Es ist auch möglich, beispielsweise N-[9,10-Bis(1,1'-biphenyl-2-yl)-2-anthryl]-N,9-diphenyl-9H-carbazol-3-amin (Abkürzung: 2PCABPhA), N-(9,10-Diphenyl-2-anthryl)-N,N',N'-triphenyl-1,4-phenylendiamin (Abkürzung: 2DPAPA), N-[9,10-Bis(1,1'-biphenyl-2-yl)-2-anthryl]-N,N',N'-triphenyl-1,4-phenylendiamin (Abkürzung: 2DPABPhA), 9,10-Bis(1,1'-biphenyl-2-yl)-N-[4-(9H-carbazol-9-yl)phenyl]-N-phenylanthracen-2-amin (Abkürzung: 2YGABPhA), N,N,9-Triphenylanthracen-9-amin (Abkürzung: DPhAPhA), Cumarin 545T, N,N'-Diphenylchinacridon (Abkürzung: DPQd), Rubren, 5,12-Bis(1,1'-biphenyl-4-yl)-6,11-diphenyltetracen (Abkürzung: BPT), 2-(2-[2-[4-(Dimethylamino)phenyl]ethenyl]-6-methyl-4H-pyran-4-yliden)propanedinitril (Abkürzung: DCM1), 2-{2-Methyl-6-[2-(2,3,6,7-tetrahydro-1H,5H-benzo[ij]chinolizin-9-yl)ethenyl]-4H-pyran-4-yliden}propanedinitril (Abkürzung: DCM2), N,N,N',N'-Tetrakis(4-methylphenyl)tetracen-5,11-diamin (Abkür-

zung: p-mPhTD), 7,14-Diphenyl-N,N',N'-tetrakis(4-methylphenyl)acenaphtho[1,2-a]fluoranthren-3,10-diamin (Abkürzung: p-mPhAFD), 2-{2-Isopropyl-6-[2-(1,1,7,7-tetramethyl-2,3,6,7-tetrahydro-1H,5H-benzo[ij]chinolizin-9-yl)ethenyl]-4H-pyran-4-yliden}propanedinitril (Abkürzung: DCJTI), 2-{2-tert-Butyl-6-[2-(1,1,7,7-tetramethyl-2,3,6,7-tetrahydro-1H',5H-benzo[ij]chinolizin-9-yl)ethenyl]-4H-pyran-4-yliden}propanedinitril (Abkürzung: DCJTB), 2-(2,6-Bis[2-[4-(dimethylamino)phenyl]ethenyl]-4H-pyran-4-yliden)propanedinitril (Abkürzung: BisDCM), 2-{2,6-Bis[2-(8-methoxy-1,1,7,7-tetramethyl-2,3,6,7-tetrahydro-1H,5H-benzo[ij]chinolizin-9-yl)ethenyl]-4H-pyran-4-yliden}propanedinitril (Abkürzung: BisDCJTM), 1,6BnfAPrn-03, 3,10-Bis[N-(9-phenyl-9H-carbazol-2-yl)-N-phenylamino]naphtho[2,3-b;6,7-b']bisbenzofuran (Abkürzung: 3,10PCA2Nbf(IV)-02) und 3,10-Bis[N-(dibenzofuran-3-yl)-N-phenylamino]naphtho[2,3-b;6,7-b']bisbenzofuran (Abkürzung: 3,10FrA2Nbf(IV)-02) zu verwenden. Insbesondere können beispielsweise Pyrendiaminverbindungen, wie z. B. 1,6FLPAPrn, 1,6mMemFLPAPrn und 1,6BnfAPrn-03 verwendet werden.

<<Licht emittierende Substanz, die die Triplett-Anregungsenergie in Licht umwandelt>>

[0100] Beispiele für die Licht emittierende Substanz, die die Triplett-Anregungsenergie in Licht umwandelt und in der Licht emittierenden Schicht 113 verwendet werden kann, umfassen Substanzen, die eine Phosphoreszenz aufweisen (phosphoreszierende Materialien), und thermisch aktivierte, verzögert fluoreszierende (thermally activated delayed fluorescent, TADF-) Materialien, die eine thermisch aktivierte verzögerte Fluoreszenz aufweisen.

[0101] Eine phosphoreszierende Substanz ist eine Verbindung, die eine Phosphoreszenz, jedoch keine Fluoreszenz bei einer Temperatur von höher als oder gleich einer niedrigen Temperatur (z. B. 77 K) und niedriger als oder gleich Raumtemperatur (d. h. höher als oder gleich 77 K und niedriger als oder gleich 313 K) aufweist. Die phosphoreszierende Substanz enthält vorzugsweise ein Metallelement mit einer großen Spin-Bahn-Wechselwirkung und kann beispielsweise ein metallorganischer Komplex, ein Metallkomplex (Platin-komplex) oder ein Seltenerdmetallkomplex sein. Insbesondere enthält die phosphoreszierende Substanz vorzugsweise ein Übergangsmetallelement. Es wird besonders bevorzugt, dass die phosphoreszierende Substanz ein Platin-Gruppenelement (Ruthenium (Ru), Rhodium (Rh), Palladium (Pd), Osmium (Os), Iridium (Ir) oder Platin (Pt)), insbesondere Iridium, enthält, wobei in diesem Fall die Wahrscheinlichkeit des direkten Übergangs zwischen dem Singulett-Grundzustand und dem Triplett-Anregungszustand erhöht werden kann.

<<phosphoreszierende Substanz (von 450 nm bis 570 nm, Blau oder Grün)>>

[0102] Als Beispiele für eine phosphoreszierende Substanz, die blaues oder grünes Licht emittiert und dessen Emissionsspektrum eine Peakwellenlänge von größer als oder gleich 450 nm und kleiner als oder gleich 570 nm aufweist, können die folgenden Substanzen angegeben werden.

[0103] Beispiele umfassen metallorganische Komplexe mit einem 4H-Triazol-Gerüst, wie z. B. Tris{2-[5-(2-methylphenyl)-4-(2,6-dimethylphenyl)-4H-1,2,4-triazol-3-yl-κN²]phenyl-κC}iridium(III) (Abkürzung: [Ir(mpptz-dmp)₃]), Tris(5-methyl-3,4-diphenyl-4H-1,2,4-triazolato)iridium(III) (Abkürzung: [Ir(Mptz)₃]), Tris[4-(3-biphenyl)-5-isopropyl-3-phenyl-4H-1,2,4-triazolato]iridium(III) (Abkürzung: [Ir(iPrptz-3b)₃]) und Tris[3-(5-biphenyl)-5-isopropyl-4-phenyl-4H-1,2,4-triazolato]iridium(III) (Abkürzung: [Ir(iPr5btz)₃]), metallorganische Komplexe mit einem 1H-Triazol-Gerüst, wie z. B. Tris[3-methyl-1-(2-methylphenyl)-5-phenyl-1H-1,2,4-triazolato]iridium(III) (Abkürzung: [Ir(Mptz1-mp)₃]) und Tris(1-methyl-5-phenyl-3-propyl-1H-1,2,4-triazolato)iridium(III) (Abkürzung: [Ir(Prptz1-Me)₃]), metallorganische Komplexe mit einem Imidazol-Gerüst, wie z. B. fac-Tris[1-(2,6-diisopropylphenyl)-2-phenyl-1H-imidazol]iridium(III) (Abkürzung: [Ir(iPrpmi)₃]) und Tris[3-(2,6-dimethylphenyl)-7-methylimidazo[1,2-f]phenanthridinato]iridium(III) (Abkürzung: [Ir(dmpimpt-Me)₃]), und metallorganische Komplexe, bei denen ein Phenylpyridin-Derivat mit einer elektronenziehenden Gruppe ein Ligand ist, wie z. B. Bis[2-(4',6'-difluorphenyl)pyridinato-N,C^{2'}]iridium(III)tetrakis(1-pyrazolyl)borat (Abkürzung: Flr6), Bis[2-(4',6'-difluorphenyl)pyridinato-N, C^{2'}]iridium(III)picolinat (Abkürzung: Flrpic), Bis{2-[3',5'-bis(trifluormethyl)phenyl]pyridinato-N,C^{2'}]iridium(III)picolinat (Abkürzung: [Ir(CF₃ppy)₂(pic)]}) und Bis[2-(4',6'-difluorphenyl)pyridinato-N,C^{2'}]iridium(III)acetylacetonat (Abkürzung: Flr(acac)).

<<phosphoreszierende Substanz (von 495 nm bis 590nm, Grün oder Gelb)>>

[0104] Als Beispiele für eine phosphoreszierende Substanz, die grünes oder gelbes Licht emittiert und deren Emissionsspektrum eine Peakwellenlänge von größer als oder gleich 495 nm und kleiner als oder gleich 590 nm aufweist, können die folgenden Substanzen angegeben werden.

[0105] Beispiele für die phosphoreszierende Substanz umfassen metallorganische Iridiumkomplexe mit einem Pyrimidin-Gerüst, wie z. B. Tris(4-methyl-6-phenylpyrimidinato)iridium(III) (Abkürzung: [Ir(mppm)₃]), Tris(4-*t*-butyl-6-phenylpyrimidinato)iridium(III) (Abkürzung: [Ir(tBuppm)₃]), (Acetylacetonato)bis(6-methyl-4-phenylpyrimidinato)iridium(III) (Abkürzung: [Ir(mppm)₂(acac)]), (Acetylacetonato)bis(6-*tert*-butyl-4-phenylpyrimidinato)iridium(III) (Abkürzung: [Ir(tBuppm)₂(acac)]), (Acetylacetonato)bis[6-(2-norbornyl)-4-phenylpyrimidinato]iridium(III) (Abkürzung: [Ir(nbppm)₂(acac)]), (Acetylacetonato)bis[5-methyl-6-(2-methylphenyl)-4-phenylpyrimidinato]iridium(III) (Abkürzung: [Ir(mpmpm)₂(acac)]), (Acetylacetonato)bis{4,6-dimethyl-2-[6-(2,6-dimethylphenyl)-4-pyrimidinyl-κN³] phenyl-κC}iridium (III) (Abkürzung: [Ir(dmppm-dmp)₂(acac)]) und (Acetylacetonato)bis(4,6-diphenylpyrimidinato)iridium(III) (Abkürzung: [Ir(dppm)₂(acac)]), metallorganische Iridiumkomplexe mit einem Pyrazin-Gerüst, wie z. B. (Acetylacetonato)bis(3,5-dimethyl-2-phenylpyrazinato)iridium(III) (Abkürzung: [Ir(mppr-Me)₂(acac)]) und (Acetylacetonato)bis(5-isopropyl-3-methyl-2-phenylpyrazinato)iridium(III) (Abkürzung: [Ir(mppr-iPr)₂(acac)]), metallorganische Iridiumkomplexe mit einem Pyridin-Gerüst, wie z. B. Tris(2-phenylpyridinato-N, C^{2'})iridium(III) (Abkürzung: [Ir(ppy)₃]), Bis(2-phenylpyridinato-N, C^{2'})iridium(III) acetylacetonat (Abkürzung: [Ir(ppy)₂(acac)]), Bis(benzo[h]chinolinato)iridium(III) acetylacetonat (Abkürzung: [Ir(bzq)₂(acac)]), Tris(benzo[h]chinolinato)iridium(III) (Abkürzung: [Ir(bzq)₃]), Tris(2-phenylchinolinato-N, C^{2'})iridium(III) (Abkürzung: [Ir(pq)₃]), Bis(2-phenylchinolinato-N, C^{2'})iridium(III) acetylacetonat (Abkürzung: [Ir(pq)₂(acac)]), Bis[2-(2-pyridinyl-KN)phenyl-KC][2-(4-phenyl-2-pyridinyl-KN)phenyl-KC]iridium(III) (Abkürzung: [Ir(ppy)₂(4dpp)]) und Bis[2-(2-pyridinyl-KN)phenyl-KC][2-(4-methyl-5-phenyl-2-pyridinyl-KN)phenyl-KC], metallorganische Komplexe, wie z. B. Bis(2,4-diphenyl-1,3-oxazolato-N, C^{2'})iridium(III) acetylacetonat (Abkürzung: [Ir(dpo)₂(acac)]), Bis{2-[4' - (perfluorphenyl) phenyl]pyridinato-N, C^{2'}}iridium (III) acetylacetonat (Abkürzung: [Ir(p-PF-ph)₂(acac)]) und Bis(2-phenylbenzothiazolato-N, C^{2'}) iridium (III) acetylacetonat (Abkürzung: [Ir(bt)₂(acac)]), und einen Seltenerdmetallkomplex, wie z. B. Tris(acetylacetonato)(monophenanthrolin)terbium(III) (Abkürzung: [Tb(acac)₃(Phen)]).

<<phosphoreszierende Substanz (von 570 nm bis 750nm, Gelb oder Rot)>>

[0106] Als Beispiele für eine phosphoreszierende Substanz, die gelbes oder rotes Licht emittiert und deren Emissionsspektrum eine Peakwellenlänge von größer als oder gleich 570 nm und kleiner als oder gleich 750 nm aufweist, können die folgenden Substanzen angegeben werden.

[0107] Beispiele umfassen metallorganische Komplexe mit einem Pyrimidin-Gerüst, wie z. B. (Diisobutylmethanato)bis[4,6-bis(3-methylphenyl)pyrimidinato] iridium(III) (Abkürzung: [Ir(5mdppm)₂(dibm)]), Bis[4,6-bis(3-methylphenyl)pyrimidinato](dipivaloylmethanato)iridium(III) (Abkürzung: [Ir(5mdppm)₂(dpm)]), (Dipivaloylmethanato)bis[4,6-di(naphthalen-1-yl)pyrimidinato]iridium(III) (Abkürzung: [Ir(d1npm)₂(dpm)]), metallorganische Komplexe mit einem Pyrazin-Gerüst, wie z. B. (Acetylacetonato)bis(2,3,5-triphenylpyrazinato)iridium(III) (Abkürzung: [Ir(tppr)₂(acac)]), Bis(2,3,5-triphenylpyrazinato) (dipivaloylmethanato)iridium(III) (Abkürzung: [Ir(tppr)₂(dpm)]), Bis{4,6-dimethyl-2-[3-(3,5-dimethylphenyl)-5-phenyl-2-pyrazinyl-κN]phenyl-κC}(2,6-dimethyl-3,5-heptandionato-κ²O, O')iridium(III) (Abkürzung: [Ir(dmdppr-P)₂(dibm)]), Bis{4,6-dimethyl-2-[5-(4-cyano-2,6-dimethylphenyl)-3-(3,5-dimethylphenyl)-2-pyrazinyl-KN]phenyl-κC} (2,2,6,6-tetramethyl-3,5-heptandionato-κ²O, O') iridium (III) (Abkürzung: [Ir(dmdppr-dmCP)₂(dpm)]), Bis[2-(5-(2,6-dimethylphenyl)-3-(3,5-dimethylphenyl)-2-pyrazinyl-KN)-4,6-dimethylphenyl-κC] (2, 2', 6, 6'-tetramethyl-3,5-heptandionato-κ²O, O') iridium(III) (Abkürzung: [Ir(dmdppr-dmp)₂(dpm)]), (Acetylacetonato)bis[2-methyl-3-phenylchinoxalinato-N, C^{2'}]iridium(III) (Abkürzung: [Ir(mpq)₂(acac)]), (Acetylacetonato)bis(2,3-diphenylchinoxalinato-N, C^{2'}) iridium (III) (Abkürzung: [Ir(dpq)₂(acac)]) und (Acetylacetonato)bis[2,3-bis(4-fluorphenyl)chinoxalinato]iridium(III) (Abkürzung: [Ir(Fdpq)₂(acac)]), metallorganische Komplexe mit einem Pyridin-Gerüst, wie z. B. Tris(1-phenylisochinolinato-N, C^{2'})iridium(III) (Abkürzung: [Ir(piq)₃]), Bis(1-phenylisochinolinato-N, C^{2'})iridium(III) acetylacetonat (Abkürzung: [Ir(piq)₂(acac)]) und Bis[4,6-dimethyl-2- (2-chinolinyl-κN) phenyl-KC] (2,4-pentandionato-κ²O, O') iridium(III) (Abkürzung: [Ir(dmpqn)₂(acac)]), einen Platinkomplex, wie z. B. 2,3,7,8,12,13,17,18-Octaethyl-21H,23H-porphyrinplatin(II) (Abkürzung: [PtOEP]), und Seltenerdmetallkomplexe, wie z. B. Tris(1,3-diphenyl-1,3-propandionato) (monophenanthrolin)europium(III) (Abkürzung: [Eu(DBM)₃(Phen)]) und Tris[1-(2-thenoyl)-3,3,3-trifluoracetonato] (monophenanthrolin)europium(III) (Abkürzung: [Eu(TTA)₃(Phen)]).

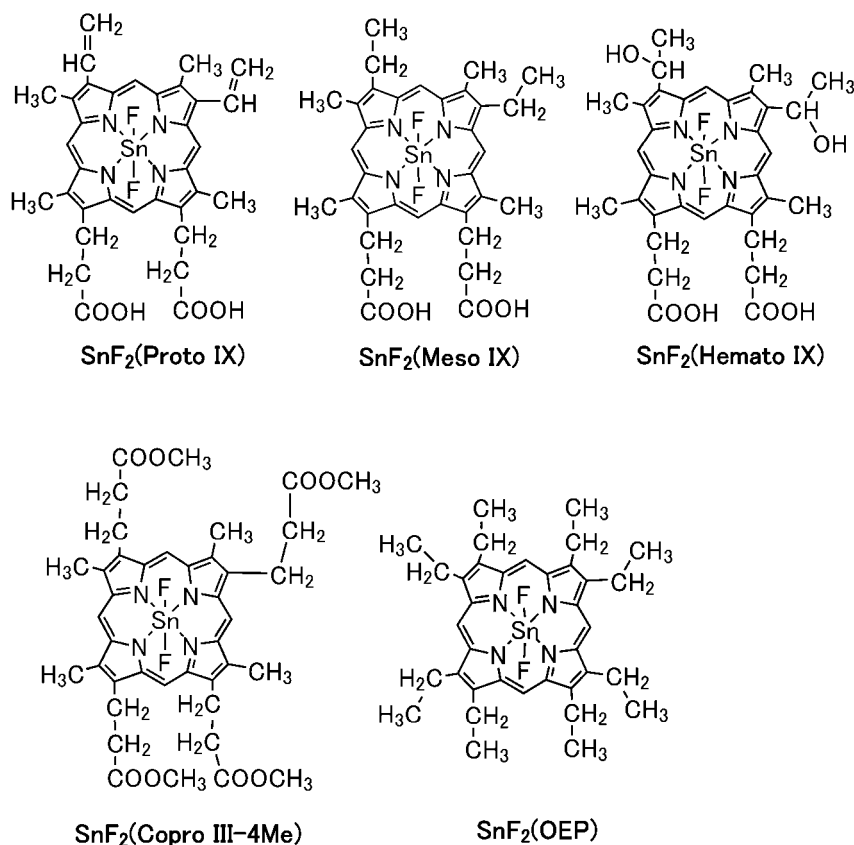
<<TADF-Material>>

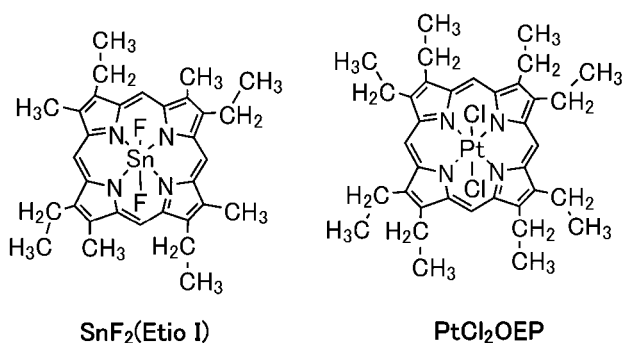
[0108] Als TADF-Material kann ein beliebiges der nachstehend zu beschreibenden Materialien verwendet werden. Das TADF-Material ist ein Material, das eine kleine Differenz zwischen seinem S1-Niveau und seinem T1-Niveau (vorzugsweise von kleiner als oder gleich 0,2 eV) aufweist, das einen Triplett-Anregungszustand in einen Singulett-Anregungszustand aufwärts wandeln kann (d. h., ein umgekehrtes Intersystem-Crossing ist damit möglich), wobei eine geringe thermische Energie verwendet wird, und das effizient Licht (Fluoreszenzlicht) von dem Singulett-Anregungszustand emittiert. Die thermisch aktivierte verzögerte Fluoreszenz (thermally activated delayed fluorescence, TADF) wird durch das Singulett-Anregungszustand emittiert. Die thermisch aktivierte verzögerte Fluoreszenz (thermally activated delayed fluorescence, TADF) wird durch das Singulett-Anregungszustand emittiert.

reszenz wird unter der Bedingung effizient erhalten, unter der die Energiedifferenz zwischen dem Triplett-Anregungsenergieniveau und dem Singulett-Anregungsenergieniveau größer als oder gleich 0 eV und kleiner als oder gleich 0,2 eV, bevorzugt größer als oder gleich 0 eV und kleiner als oder gleich 0,1 eV ist. Es sei angemerkt, dass sich eine verzögerte Fluoreszenz von dem TADF-Material auf eine Lichtemission bezieht, die das gleiche Spektrum wie eine normale Fluoreszenz und eine sehr lange Lebensdauer aufweist. Die Lebensdauer ist 1×10^{-6} Sekunden oder länger, bevorzugt 1×10^{-3} Sekunden oder länger.

[0109] Beispiele für das TADF-Material umfassen Fulleren, ein Derivat davon, ein Acridin-Derivat, wie z. B. Proflavin, und Eosin. Weitere Beispiele umfassen ein metallhaltiges Porphyrin, wie z. B. ein Porphyrin, das Magnesium (Mg), Zink (Zn), Cadmium (Cd), Zinn (Sn), Platin (Pt), Indium (In) oder Palladium (Pd) enthält. Beispiele für das metallhaltige Porphyrin umfassen einen Protoporphyrin-Zinnfluorid-Komplex (Abkürzung: $\text{SnF}_2(\text{Proto IX})$), einen Mesoporphyrin-Zinnfluorid-Komplex (Abkürzung: $\text{SnF}_2(\text{Meso IX})$), einen Hämatoporphyrin-Zinnfluorid-Komplex (Abkürzung: $\text{SnF}_2(\text{Hämato IX})$), einen Coproporphyrin-Tetramethylester-Zinnfluorid-Komplex (Abkürzung: $\text{SnF}_2(\text{Copro III-4Me})$), einen Octaethylporphyrin-Zinnfluorid-Komplex (Abkürzung: $\text{SnF}_2(\text{OEP})$), einen Etioporphyrin-Zinnfluorid-Komplex (Abkürzung: $\text{SnF}_2(\text{Etio I})$) und einen Octaethylporphyrin-Platinchlorid-Komplex (Abkürzung: PtCl_2OEP).

[Chemische Formeln 1]

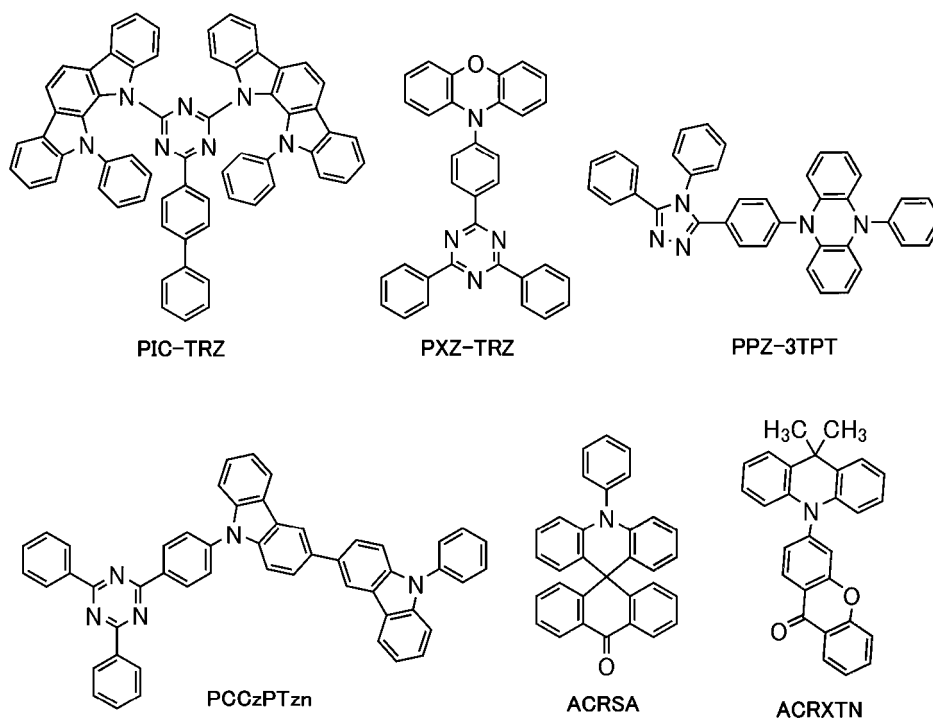


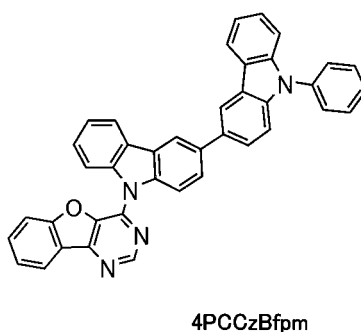
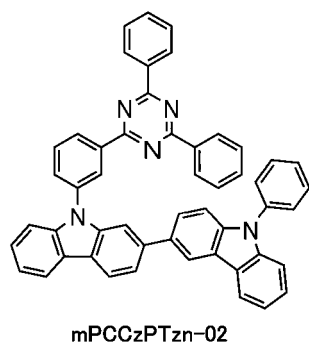
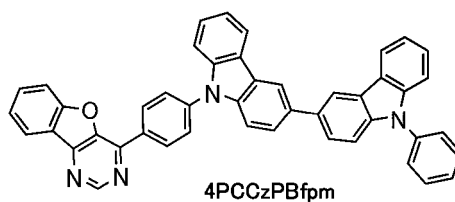
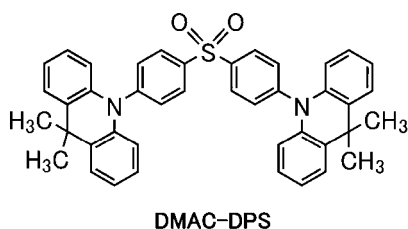


[0110] Alternativ kann eine heterocyclische Verbindung mit einem π -elektronenreichen heteroaromatischen Ring und einem π -elektronenarmen heteroaromatischen Ring, wie z. B. 2-(Biphenyl-4-yl)-4,6-bis(12-phenyldolo[2,3-a]carbazol-11-yl)-1,3,5-triazin (Abkürzung: PIC-TRZ), 2-[4-[3-(N-Phenyl-9H-carbazol-3-yl)-9H-carbazol-9-yl]phenyl]-4,6-diphenyl-1,3,5-triazin (Abkürzung: PCCzPTzn), 2-[4-(10H-Phenoxazin-10-yl)phenyl]-4,6-diphenyl-1,3,5-triazin (Abkürzung: PXZ-TRZ), 3-[4-(5-Phenyl-5,10-dihydrophenazin-10-yl)phenyl]-4,5-diphenyl-1,2,4-triazol (Abkürzung: PPZ-3TPT), 3-(9,9-Dimethyl-9H-acridin-10-yl)-9H-xanthen-9-on (Abkürzung: ACRXTN), Bis[4-(9,9-dimethyl-9,10-dihydroacridin)phenyl]sulfon (Abkürzung: DMAC-DPS), 10-Phenyl-10H,10'H-spiro[acridin-9,9'-anthracen]-10'-on (Abkürzung: ACRSA), 4-(9'-Phenyl-3,3'-bi-9H-carbazol-9-yl)benzofuro[3,2-d]pyrimidin (Abkürzung: 4PCCzBfpm), 4-[4-(9'-Phenyl-3,3'-bi-9H-carbazol-9-yl)phenyl]benzofuro[3,2-d]pyrimidin (Abkürzung: 4PCCzPBfpm) oder 9-[3-(4,6-Diphenyl-1,3,5-triazin-2-yl)phenyl]-9'-phenyl-2,3'-bi-9H-carbazol (Abkürzung: mPCCzPTzn-02), verwendet werden.

[0111] Es sei angemerkt, dass eine Substanz, in der ein π -elektronenreicher heteroaromatischer Ring direkt an einen π -elektronenarmen heteroaromatischen Ring gebunden ist, besonders bevorzugt wird, da sowohl die Donatoreigenschaft des π -elektronenreichen heteroaromatischen Rings als auch die Akzeptoreigenschaft des π -elektronenarmen heteroaromatischen Rings verbessert werden und die Energiedifferenz zwischen dem Singulett-Anregungszustand und dem Triplett-Anregungszustand klein wird.

[Chemische Formeln 2]





[0112] Zusätzlich zu den vorstehenden ist ein weiteres Beispiel für ein Material mit einer Funktion zum Umwandeln der Triplett-Anregungsenergie in Licht eine Nano-Struktur einer Übergangsmetallverbindung mit einer Perowskit-Struktur. Insbesondere wird eine Nano-Struktur eines Metallhalogenid-Perowskit-Materials bevorzugt. Die Nano-Struktur ist vorzugsweise ein Nanoteilchen oder ein Nanostab.

[0113] Als organische Verbindung (z. B. das Wirtsmaterial), die in Kombination mit der vorstehend beschriebenen Licht emittierenden Substanz (dem Gastmaterial) in den Licht emittierenden Schichten (113, 113a, 113b und 113c) verwendet wird, werden eine oder mehrere Arten, die aus Substanzen mit einer größeren Energielücke als die Licht emittierende Substanz (das Gastmaterial) ausgewählt werden, verwendet.

<<Wirtsmaterial für Fluoreszenz>>

[0114] In dem Fall, in dem die Licht emittierende Substanz, die in den Licht emittierenden Schichten (113, 113a, 113b und 113c) verwendet wird, eine fluoreszierende Substanz ist, ist eine organische Verbindung (ein Wirtsmaterial), die in Kombination mit der fluoreszierenden Substanz verwendet wird, vorzugsweise eine organische Verbindung, die ein hohes Energieniveau in einem Singulett-Anregungszustand aufweist und ein niedriges Energieniveau in einem Triplett-Anregungszustand aufweist, oder eine organische Verbindung mit einer hohen Fluoreszenzquantenausbeute. Deshalb können beispielsweise das Lochtransportmaterial (es wird vorstehend beschrieben) und das Elektronentransportmaterial (es wird nachstehend beschrieben), die bei dieser Ausführungsform gezeigt werden, verwendet werden, solange sie organische Verbindungen sind, die eine derartige Bedingung erfüllen.

[0115] Im Hinblick auf eine bevorzugte Kombination mit der Licht emittierenden Substanz (der fluoreszierenden Substanz) sind Beispiele für die organische Verbindung (das Wirtsmaterial), einige von denen die vorstehenden spezifischen Beispiele überlappen, kondensierte polycyclische aromatische Verbindungen, wie z. B. ein Anthracen-Derivat, ein Tetracen-Derivat, ein Phenanthren-Derivat, ein Pyren-Derivat, ein Chrysen-Derivat und ein Dibenzo[g,p]chrysen-Derivat.

[0116] Spezifische Beispiele für die organische Verbindung (das Wirtsmaterial), die vorzugsweise in Kombination mit der fluoreszierenden Substanz verwendet wird, umfassen 9-Phenyl-3-[4-(10-phenyl-9-anthryl)phenyl]-9H-carbazol (Abkürzung: PCzPA), 3,6-Diphenyl-9-[4-(10-phenyl-9-anthryl)phenyl]-9H-carbazol (Abkürzung: DPCzPA), 3-[4-(1-Naphthyl)-phenyl]-9-phenyl-9H-carbazol (Abkürzung: PCPN), 9,10-Diphenylanthracen (Abkürzung: DPAnth), N,N-Diphenyl-9-[4-(10-phenyl-9-anthryl)phenyl]-9H-carbazol-3-amin (Abkürzung: CzA1PA), 4-(10-Phenyl-9-anthryl)triphenylamin (Abkürzung: DPhPA), YGAPA, PCAPA, N,9-Diphenyl-N-{4-[4-(10-phenyl-9-anthryl)phenyl]phenyl}-9H-carbazol-3-amin (Abkürzung: PCAPBA), N-(9,10-Diphenyl-2-anthryl)-N,9-diphenyl-9H-carbazol-3-amin (Abkürzung: 2PCAPA), 6,12-Dimethoxy-5, 11-diphenylchrysen, N,N,N',N',N'',N'',N''-Octaphenyldibenzo[g,p]chrysen-2,7,10,15-tetraamin (Abkürzung: DBC1), 9-[4-(10-Phenyl-9-anthracenyl)phenyl]-9H-carbazol (Abkürzung: CzPA), 7-[4-(10-Phenyl-9-anthryl)

phenyl]-7H-dibenzo[c,g]carbazol (Abkürzung: cgDBCzPA), 6-[3-(9,10-Diphenyl-2-anthryl)phenyl]-benzo[b]naphtho[1,2-d]furan (Abkürzung: 2mBnfPPA), 9-Phenyl-10-[4-(9-phenyl-9H-fluoren-9-yl)-biphenyl-4'-yl]-anthracen (Abkürzung: FLPPA), 9,10-Bis(3,5-diphenylphenyl)anthracen (Abkürzung: DPPA), 9,10-Di(2-naphthyl)anthracen (Abkürzung: DNA), 2-tert-Butyl-9,10-di(2-naphthyl)anthracen (Abkürzung: t-BuDNA), 9,9'-Bianthryl (Abkürzung: BANT), 9, 9'- (Stilben-3, 3'-diyl) diphenanthren (Abkürzung: DPNS), 9,9'-(Stilben-4,4'-diyl) diphenanthren (Abkürzung: DPNS2), 1,3,5-Tri(1-pyrenyl)benzol (Abkürzung: TPB3), 5,12-Diphenyltetracen und 5,12-Bis(biphenyl-2-yl)tetracen.

<<Wirtsmaterial für Phosphoreszenz>>

[0117] In dem Fall, in dem die Licht emittierende Substanz, die in den Licht emittierenden Schichten (113, 113a, 113b und 113c) verwendet wird, eine phosphoreszierende Substanz ist, wird eine organische Verbindung mit der Triplett-Anregungsenergie (einer Energiedifferenz zwischen einem Grundzustand und einem Triplett-Anregungszustand), die höher ist als diejenige der Licht emittierenden Substanz, vorzugsweise als organische Verbindung (Wirtsmaterial), die in Kombination mit der phosphoreszierenden Substanz verwendet wird, ausgewählt. Es sei angemerkt, dass dann, wenn eine Vielzahl von organischen Verbindungen (z. B. ein erstes Wirtsmaterial und ein zweites Wirtsmaterial (oder ein Hilfsmaterial)) zum Bilden eines Exciplexes in Kombination mit einer Licht emittierenden Substanz verwendet wird, die Vielzahl von organischen Verbindungen vorzugsweise mit der phosphoreszierenden Substanz gemischt wird.

[0118] Bei einer derartigen Struktur kann eine Lichtemission durch die Exciplex-Triplett-Energieübertragung (exciplextriplet energy transfer, ExTET), die eine Energieübertragung von einem Exciplex auf eine Licht emittierende Substanz ist, effizient erhalten werden. Es sei angemerkt, dass eine Kombination aus der Vielzahl von organischen Verbindungen, die leicht einen Exciplex bildet, vorzugsweise verwendet wird, und es ist insbesondere vorzuziehen, eine Verbindung, die leicht Löcher aufnehmen kann (Lochtransportmaterial), und eine Verbindung, die leicht Elektronen aufnehmen kann (Elektronentransportmaterial), zu kombinieren.

[0119] Im Hinblick auf eine bevorzugte Kombination mit der Licht emittierenden Substanz (der fluoreszierenden Substanz) sind Beispiele für die organische Verbindung (das Wirtsmaterial und das Hilfsmaterial), einige von denen die vorstehenden spezifischen Beispiele überlappen, ein aromatisches Amin, ein Carbazol-Derivat, ein Dibenzothiophen-Derivat, ein Dibenzofuran-Derivat, auf Zink und Aluminium basierende Metallkomplexe, ein Oxadiazol-Derivat, ein Triazol-Derivat, ein Benzimidazol-Derivat, ein Chinoxalin-Derivat, ein Dibenzochinoxalin-Derivat, ein Pyrimidin-Derivat, ein Triazin-Derivat, ein Pyridin-Derivat, ein Bipyridin-Derivat und ein Phenanthrolin-Derivat.

[0120] Unter den vorstehenden organischen Verbindungen sind spezifische Beispiele für das aromatische Amin und das Carbazol-Derivat, die organische Verbindungen mit einer hohen Lochtransporteigenschaft sind, gleich wie die spezifische Beispiele für die vorstehend beschriebenen Lochtransportmaterialien, und diese Materialien werden als Wirtsmaterial bevorzugt.

[0121] Unter den vorstehenden organischen Verbindungen umfassen spezifische Beispiele für das Dibenzothiophen-Derivat und das Dibenzofuran-Derivat, die organische Verbindungen mit einer hohen Lochtransporteigenschaft sind, 4-{3-[3-(9-Phenyl-9H-fluoren-9-yl)phenyl]phenyl}dibenzofuran (Abkürzung: mmDBFFLBI-II), 4,4',4''-(Benzol-1,3,5-triyl)tri(dibenzofuran) (Abkürzung: DBF3P-II), DBT3P-II, 2,8-Diphenyl-4-[4-(9-phenyl-9H-fluoren-9-yl)phenyl]dibenzothiophen (Abkürzung: DBTFLP-III), 4-[4-(9-Phenyl-9H-fluoren-9-yl)phenyl]-6-phenyldibenzothiophen (Abkürzung: DBTFLP-IV) und 4-[3-(Triphenylen-2-yl)phenyl]dibenzothiophen (Abkürzung: mDBTPTp-II). Derartige Derivate werden als Wirtsmaterial bevorzugt.

[0122] Unter den vorstehenden umfassen spezifische Beispiele für Metallkomplexe, die organische Verbindungen mit einer hohen Elektronentransporteigenschaft (Elektronentransportmaterialien) sind, auf Zink und Aluminium basierende Metallkomplexe, wie z. B. Tris(8-chinolinolato)aluminium(III) (Abkürzung: Alq), Tris(4-methyl-8-chinolinolato)aluminium(III) (Abkürzung: Almq₃), Bis(10-hydroxybenzo[h]chinolinolato)beryllium(II) (Abkürzung: BeBq₂), Bis(2-methyl-8-chinolinolato)(4-phenylphenolato)aluminium (III) (Abkürzung: BALq) und Bis(8-chinolinolato)zink(II) (Abkürzung: Znq), und Metallkomplexe mit einem Chinolin-Gerüst oder einem Benzochinolin-Gerüst. Derartige Metallkomplexe werden als Wirtsmaterial bevorzugt.

[0123] Weitere Beispiele für bevorzugte Wirtsmaterialien umfassen Metallkomplexe mit einem auf Oxazol basierenden Liganden oder einem auf Thiazol basierenden Liganden, wie z. B. Bis[2-(2-benzoxazolyl)phenolato]zink(II) (Abkürzung: ZnPBO) und Bis[2-(2-benzothiazolyl)phenolato]zink(II) (Abkürzung: ZnBTZ).

[0124] Unter den vorstehenden organischen Verbindungen umfassen spezifische Beispiele für das Oxadiazol-Derivat, das Triazol-Derivat, das Benzimidazol-Derivat, das Chinoxalin-Derivat, das Dibenzochinoxalin-Derivat das Phenanthrolin-Derivat und dergleichen, die organische Verbindungen mit einer hohen Elektronentransporteigenschaft (Elektronentransportmaterialien) sind, 2-(4-Biphenyl)-5-(4-tert-butylphenyl)-1,3,4-oxadiazol (Abkürzung: PBD), 1,3-Bis[5-(p-tert-butylphenyl)-1,3,4-oxadiazol-2-yl]benzol (Abkürzung: OXD-7), 9-[4-(5-Phenyl-1,3,4-oxadiazol-2-yl)phenyl]-9H-carbazol (Abkürzung: CO11), 3-(4-Biphenyl)-4-phenyl-5-(4-tert-butylphenyl)-1,2,4-triazol (Abkürzung: TAZ), 2,2',2''-(1,3,5-Benzotriyl)tris(1-phenyl-1H-benzimidazol) (Abkürzung: TPBI), 2-[3-(Dibenzothiophen-4-yl)phenyl]-1-phenyl-1H-benzimidazol (Abkürzung: mDBTBI-II), 4,4'-Bis(5-methylbenzoxazol-2-yl)stilben (Abkürzung: BzOS), Bathophenanthrolin (Abkürzung: Bphen), Bathocuproin (Abkürzung: BCP), 2,9-Bis(naphthalen-2-yl)-4,7-diphenyl-1,10-phenanthrolin (Abkürzung: NBphen), 2,2-(1,3-Phenyl)bis[9-phenyl-1,10-phenanthrolin] (Abkürzung: mPPhen2P), 2-[3-(Dibenzothiophen-4-yl)phenyl]dibenzo[f,h]chinoxalin (Abkürzung: 2mDBTPDBq-II), 2-[3'-(Dibenzothiophen-4-yl)biphenyl-3-yl]dibenzo[f,h]chinoxalin (Abkürzung: 2mDBTBPDBq-II), 2-[3'-(9H-Carbazol-9-yl)biphenyl-3-yl]dibenzo[f,h]chinoxalin (Abkürzung: 2mCzBPDBq), 2-[4-(3,6-Diphenyl-9H-carbazol-9-yl)phenyl]dibenzo[f,h]chinoxalin (Abkürzung: 2CzPDBq-III), 7-[3-(Dibenzothiophen-4-yl)phenyl]dibenzo[f,h]chinoxalin (Abkürzung: 7mDBTPDBq-II) und 6-[3-(Dibenzothiophen-4-yl)phenyl]dibenzo[f,h]chinoxalin (Abkürzung: 6mDBTPDBq-II). Derartige Derivate werden als Wirtsmaterial bevorzugt.

[0125] Unter den vorstehenden umfassen spezifische Beispiele für eine heterocyclische Verbindung mit einem Diazin-Gerüst, eine heterocyclische Verbindung mit einem Triazin-Gerüst und eine heterocyclische Verbindung mit einem Pyridin-Gerüst, die organische Verbindungen mit einer hohen Elektronentransporteigenschaft (Elektronentransportmaterialien) sind, 4,6-Bis[3-(phenanthren-9-yl)phenyl]pyrimidin (Abkürzung: 4,6mPnP2Pm), 4,6-Bis[3-(4-dibenzothiophenyl)phenyl]pyrimidin (Abkürzung: 4,6mDBTP2Pm-II), 4,6-Bis[3-(9H-carbazol-9-yl)phenyl]pyrimidin (Abkürzung: 4,6mCzP2Pm), 2-{4-[3-(N-Phenyl-9H-carbazol-3-yl)-9H-carbazol-9-yl]phenyl}-4,6-diphenyl-1,3,5-triazin (Abkürzung: PCCzPTzn), 9-[3-(4,6-Diphenyl-1,3,5-triazin-2-yl)phenyl]-9'-phenyl-2,3'-bi-9H-carbazol (Abkürzung: mPCCzPTzn-02), 3,5-Bis[3-(9H-carbazol-9-yl)phenyl]pyridin (Abkürzung: 35DCzPPy) und 1,3,5-Tri[3-(3-pyridyl)phenyl]benzol (Abkürzung: TmPyPB). Derartige heterocyclische Verbindungen werden als Wirtsmaterial bevorzugt.

[0126] Außerdem werden hochmolekulare Verbindungen, wie z. B. Poly(2,5-pyridindiy) (Abkürzung: PPy), Poly[(9,9-dihexylfluoren-2,7-diyl)-co-(pyridin-3,5-diyl)] (Abkürzung: PF-Py) und Poly[(9,9-dioctylfluoren-2,7-diyl)-co-(2,2'-bipyridin-6,6'-diyl)] (Abkürzung: PF-BPy), als Wirtsmaterial bevorzugt.

[0127] Des Weiteren kann beispielsweise 9-Phenyl-9'-(4-phenyl-2-chinazolinyl)-3,3'-bi-9H-carbazol (Abkürzung: PCCzQz) mit bipolaren Eigenschaften, welches eine organische Verbindung mit einer hohen Lochtransporteigenschaft und einer hohen Elektronentransporteigenschaft ist, als Wirtsmaterial verwendet werden.

<Elektronentransportschicht>

[0128] Die Elektronentransportschichten (114, 114a und 114b) transportieren die Elektronen, die durch die nachstehend beschriebenen Elektroneninjectionsschichten (115, 115a und 115b) von der zweiten Elektrode 102 und den Ladungserzeugungsschichten (106, 106a und 106b) injiziert werden, zu den Licht emittierenden Schichten (113, 113a, 113b und 113c). Es sei angemerkt, dass die Elektronentransportschichten (114, 114a und 114b) ein Elektronentransportmaterial enthalten. Es ist vorzuziehen, dass das Elektronentransportmaterial, das in den Elektronentransportschichten (114, 114a und 114b) verwendet wird, eine Substanz mit einer Elektronenbeweglichkeit von höher als oder gleich $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ in dem Fall ist, in dem die Quadratwurzel der elektrischen Feldstärke $[\text{V}/\text{cm}]$ 600 ist. Es sei angemerkt, dass auch eine beliebige andere Substanz verwendet werden kann, solange die Substanz Elektronen leichter transportiert als sie Löcher transportiert. Die Elektronentransportschichten (114, 114a und 114b) funktionieren auch mit einer einschichtigen Struktur; jedoch können dann, wenn die Elektronentransportschicht eine mehrschichtige Struktur mit zwei oder mehr Schichten je nach Bedarf aufweist, die Vorrichtungseigenschaften verbessert werden.

<<Elektronentransportmaterial>>

[0129] Beispiele für das Elektronentransportmaterial, das für die Elektronentransportschichten (114, 114a und 114b) verwendet werden kann, umfassen Materialien mit einer hohen Elektronentransporteigenschaft (Elektronentransportmaterialien), wie z. B. eine organische Verbindung mit einer Struktur, bei der ein aromatischer Ring mit einem Furan-Ring eines Furodiazin-Gerüsts fusioniert ist, einen Metallkomplex mit einem Chinolin-Gerüst, einen Metallkomplex mit einem Benzochinolin-Gerüst, einen Metallkomplex mit einem Oxazol-Gerüst, einen Metallkomplex mit einem Thiazol-Gerüst, ein Oxadiazol-Derivat, ein Triazol-Derivat, ein Imida-

zol-Derivat, ein Oxazol-Derivat, ein Thiazol-Derivat, ein Phenanthrolin-Derivat, ein Chinolin-Derivat mit einem Chinolin-Liganden, ein Benzochinolin-Derivat, ein Chinoxalin-Derivat, ein Dibenzochinoxalin-Derivat, ein Pyridin-Derivat, ein Bipyridin-Derivat, ein Pyrimidin-Derivat und eine π -elektronenarme heteroaromatische Verbindung (z. B. eine stickstoffhaltige heteroaromatische Verbindung).

[0130] Spezifische Beispiele für das Elektronentransportmaterial umfassen Metallkomplexe mit einem Chinolin-Gerüst oder einem Benzochinolin-Gerüst, wie z. B. 2-[3'-(Dibenzothiophen-4-yl)biphenyl-3-yl]dibenzo[f,h]chinoxalin (Abkürzung: 2mDBTBPDQ-II), 5-[3-(4,6-Diphenyl-1,3,5-triazin-2-yl)phenyl]-7,7-dimethyl-5H,7H-indeno[2,1-b]carbazol (Abkürzung: mINc(II)PTzn), 2-{3-[3-(Dibenzothiophen-4-yl)phenyl]phenyl}-4,6-diphenyl-1,3,5-triazin (Abkürzung: mDBtBPTzn), 4-[3-(Dibenzothiophen-4-yl)phenyl]-8-(naphthalen-2-yl)-[1]benzofuro[3,2-d]pyrimidin (Abkürzung: 8 β N-4mDBtPBfpm), 3,8-Bis[3-(dibenzothiophen-4-yl)phenyl]benzofuro[2,3-b]pyrazin (Abkürzung: 3,8mDBtP2Bfpr), 4,8-Bis[3-(dibenzothiophen-4-yl)phenyl]-[1]benzofuro[3,2-d]pyrimidin (Abkürzung: 4,8mDBtP2Bfpm), 9-[(3'-(Dibenzothiophen-4-yl)biphenyl-3-yl)naphtho[1',2':4,5]furo[2,3-b]pyrazin (Abkürzung: 9mDBtBPNfpr), 8-[3'-(Dibenzothiophen-4-yl) (1,1'-biphenyl-3-yl)]naphtho[1',2':4,5]furo[3,2-d]pyrimidin (Abkürzung: 8mDBtBPNfpm), 8-[(2,2'-Binaphthalen)-6-yl]-4-[3-(dibenzothiophen-4-yl)phenyl]-[1]benzofuro[3,2-d]pyrimidin (Abkürzung: 8(β N2)-4mDBtPBfpm), 8-(1,1'-Biphenyl-4-yl)-4-[3-(dibenzothiophen-4-yl)phenyl]-[1]benzofuro[3,2-d]pyrimidin ((Abkürzung: 8BP-4mDBtPBfpm), Tris(8-chinolinolato)aluminium(III) (Abkürzung: Alq₃), Almq₃, BeBq₂, Bis (2-methyl-8-chinolinolato) (4-phenylphenolato)aluminium(III) (Abkürzung: BAiq) und Bis(8-chinolinolato)zink(II) (Abkürzung: Znq), und Metallkomplexe mit einem Oxazol-Gerüst oder einem Thiazol-Gerüst, wie z. B. Bis[2-(2-benzoxazoly)phenolato]zink(II) (Abkürzung: ZnPBO) und Bis[2-(2-benzothiazoly)phenolato]zink(II) (Abkürzung: ZnBTZ).

[0131] Außer den Metallkomplexen können Oxadiazol-Derivate, wie z. B. PBD, OXD-7 und CO11, Triazol-Derivate, wie z. B. TAZ und p-EtTAZ, Imidazol-Derivate (darunter auch Benzimidazol-Derivate), wie z. B. TPBI und mDBTBIm-II, ein Oxazol-Derivat, wie z. B. BzOS, Phenanthrolin-Derivate, wie z. B. BPhen, BCP, Nphen und mPPhen2P, Chinoxalin-Derivate und Dibenzochinoxalin-Derivate, wie z. B. 2mDBTBPDQ-II, 2mDBTBPDQ-II, 2mCzBPDBq, 2CzPDBq-III, 7mDBTBPDQ-II und 6mDBTBPDQ-II, Pyridin-Derivate, wie z. B. 35DCzPPy und TmPyPB, Pyrimidin-Derivate, wie z. B. 4,6mPnP2Pm, 4,6mDBTP2Pm-II und 4,6mCzP2Pm, und Triazin-Derivate, wie z. B. PCCzPTzn und mPCCzPTzn-02, als Elektronentransportmaterial verwendet werden.

[0132] Hochmolekulare Verbindungen, wie z. B. Poly(2,5-pyridindiy) (Abkürzung: PPy), Poly[(9,9-dihexylfluoren-2,7-diyl)-co-(pyridin-3,5-diyl)] (Abkürzung: PF-Py) und Poly[(9,9-dioctylfluoren-2,7-diyl)-co-(2,2'-bipyridin-6,6'-diyl)] (Abkürzung: PF-BPy), können als Elektronentransportmaterial verwendet werden.

[0133] Jede der Elektronentransportschichten (114, 114a und 114b) ist nicht auf eine einzelne Schicht beschränkt und kann eine Schichtanordnung aus zwei oder mehr Schichten sein, die jeweils eine beliebige der vorstehenden Substanzen enthalten.

<Elektroneninjectionsschicht>

[0134] Die Elektroneninjectionsschichten (115, 115a und 115b) enthalten eine Substanz mit einer hohen Elektroneninjectionseigenschaft. Die Elektroneninjectionsschichten (115, 115a und 115b) sind Schichten zur Erhöhung der Effizienz der Elektroneninjection von der zweiten Elektrode 102 und werden vorzugsweise unter Verwendung eines Materials ausgebildet, dessen Wert des LUMO-Niveaus eine kleine Differenz (0,5 eV oder weniger) zur Austrittsarbeit eines Materials, das für die zweite Elektrode 102 verwendet wird, aufweist. Daher können die Elektroneninjectionsschichten (115, 115a und 115b) unter Verwendung eines Alkalimetalls, eines Erdalkalimetalls oder einer Verbindung davon, wie z. B. Lithium, Cäsium, Lithiumfluorid (LiF), Cäsiumfluorid (CsF), Calciumfluorid (CaF₂), 8-(Chinolinolato)-lithium (Abkürzung: Liq), 2-(2-Pyridyl)phenolatolithium (Abkürzung: LiPP), 2-(2-Pyridyl)-3-pyridinolitolithium (Abkürzung: LiPPy), 4-Phenyl-2-(2-pyridyl)phenolatolithium (Abkürzung: LiPPP), Lithiumoxid (LiO_x) oder Cäsiumcarbonat, ausgebildet werden. Es kann auch eine Seltenerdmetallverbindung wie Erbiumfluorid (ErF₃) verwendet werden. Ein Elektrid kann ebenfalls für die Elektroneninjectionsschichten (115, 115a und 115b) verwendet werden. Beispiele für das Elektrid umfassen eine Substanz, in der Elektronen mit einer hohen Konzentration zu Calciumoxid-Aluminiumoxid zugesetzt sind. Es kann auch eine beliebige der vorstehend angegebenen Substanzen verwendet werden, die für die Elektronentransportschichten (114, 114a und 114b) verwendet werden.

[0135] Ein Verbundmaterial, in dem eine organische Verbindung und ein Elektronendonator (Donator) vermischt sind, kann ebenfalls für die Elektroneninjectionsschichten (115, 115a und 115b) verwendet werden. Ein derartiges Verbundmaterial weist eine ausgezeichnete Elektroneninjectionseigenschaft und eine ausge-

zeichnete Elektronentransporteigenschaft auf, da durch den Elektronendonator Elektronen in der organischen Verbindung erzeugt werden. Hier ist die organische Verbindung vorzugsweise ein Material, das die erzeugten Elektronen ausgezeichnet transportieren kann; insbesondere können beispielsweise die Elektronentransportmaterialien, die für die Elektronentransportschichten (114, 114a und 114b) verwendet werden, wie z. B. ein Metallkomplex und eine heteroaromatische Verbindung, verwendet werden. Als Elektronendonator wird eine Substanz verwendet, die eine Elektronendonatoreigenschaft in Bezug auf eine organische Verbindung zeigt. Insbesondere werden ein Alkalimetall, ein Erdalkalimetall und ein Seltenerdmetall bevorzugt, und es werden Lithium, Cäsium, Magnesium, Calcium, Erbium, Ytterbium und dergleichen angegeben. Außerdem werden ein Alkalimetalloxid und ein Erdalkalimetalloxid bevorzugt, und Lithiumoxid, Calciumoxid, Bariumoxid und dergleichen werden angegeben. Alternativ kann eine Lewis-Base, wie z. B. Magnesiumoxid, verwendet werden. Als weitere Alternative kann eine organische Verbindung, wie z. B. Tetrathiafulvalen (Abkürzung: TTF), verwendet werden.

[0136] Ein Verbundmaterial, in dem eine organische Verbindung und ein Metall vermischt sind, kann ebenfalls für die Elektroneninjectionsschichten (115, 115a und 115b) verwendet werden. Die hier verwendete organische Verbindung weist vorzugsweise ein niedrigstes unbesetztes Molekülorbital- (LUMO-) Niveau von höher als oder gleich -3,6 eV und niedriger als oder gleich -2,3 eV auf. Außerdem wird ein Material mit einem ungeteilten Elektronenpaar bevorzugt.

[0137] Deshalb ist die vorstehende organische Verbindung vorzugsweise ein Material mit einem ungeteilten Elektronenpaar, wie z. B. eine heterocyclische Verbindung mit einem Pyridin-Gerüst, einem Diazin-Gerüst (z. B. einem Pyrimidin-Gerüst oder einem Pyrazin-Gerüst) oder einem Triazin-Gerüst.

[0138] Beispiele für die heterocyclische Verbindung mit einem Pyridin-Gerüst umfassen 3,5-Bis[3-(9H-carbazol-9-yl)phenyl]pyridin (Abkürzung: 35DCzPPy), 1,3,5-Tri[3-(3-pyridyl)phenyl]benzol (Abkürzung: TmPyPB), Bathocuproin (Abkürzung: BCP), 2,9-Bis(naphthalen-2-yl)-4,7-diphenyl-1,10-phenanthrolin (Abkürzung: NBPhen), 2,2-(1,3-Phenyl)bis[9-phenyl-1,10-phenanthrolin] (Abkürzung: mPPhen2P) und Bathophenanthrolin (Abkürzung: Bphen).

[0139] Beispiele für die heterocyclische Verbindung mit einem Diazin-Gerüst umfassen 2-[3-(Dibenzothiophen-4-yl)phenyl]dibenzo[f,h]chinoxalin (Abkürzung: 2mDBTPDBq-II), 2-[3'-(Dibenzothiophen-4-yl)biphenyl-3-yl]dibenzo[f,h]chinoxalin (Abkürzung: 2mDBTBPDBq-II), 2-[3'-(9H-Carbazol-9-yl)biphenyl-3-yl]dibenzo[f,h]chinoxalin (Abkürzung: 2mCzBPDBq), 2-[4-(3,6-Diphenyl-9H-carbazol-9-yl)phenyl]dibenzo[f,h]chinoxalin (Abkürzung: 2CzPDBq-III), 7-[3-(Dibenzothiophen-4-yl)phenyl]dibenzo[f,h]chinoxalin (Abkürzung: 7mDBTPDBq-II), 6-[3-(Dibenzothiophen-4-yl)phenyl]dibenzo[f,h]chinoxalin (Abkürzung: 6mDBTPDBq-II), 4,6-Bis[3-(phenanthren-9-yl)phenyl]pyrimidin (Abkürzung: 4,6mPnP2Pm), 4,6-Bis[3-(4-dibenzothieryl)phenyl]pyrimidin (Abkürzung: 4,6mDBTP2Pm-II), 4,6-Bis[3-(9H-carbazol-9-yl)phenyl]pyrimidin (Abkürzung: 4,6mCzP2Pm) und 4-[3-[3'-(9H-Carbazol-9-yl)biphenyl-3-yl]benzofuro[3,2-d]pyrimidin (Abkürzung: 4mCzBPBfpm).

[0140] Beispiele für die heterocyclische Verbindung mit einem Triazin-Gerüst umfassen 2-[4-[3-(N-Phenyl-9H-carbazol-3-yl)-9H-carbazol-9-yl]phenyl]-4,6-diphenyl-1,3,5-triazin (Abkürzung: PCCzPTzn), 2,4,6-Tris[3'-(pyridin-3-yl)biphenyl-3-yl]-1,3,5-triazin (Abkürzung: TmPPPyTz) und 2,4,6-Tris(2-pyridyl)-1,3,5-triazin (Abkürzung: 2Py3Tz).

[0141] Als Metall wird vorzugsweise ein Übergangsmetall, das zu der Gruppe 5, der Gruppe 7, der Gruppe 9 oder der Gruppe 11 des Periodensystems gehört, oder ein Material, das zu der Gruppe 13 des Periodensystems gehört, verwendet, und Beispiele umfassen Ag, Cu, Al und In. Hier bildet die organische Verbindung mit dem Übergangsmetall ein einfach besetztes Molekülorbital bzw. Singly Occupied Molecular Orbital (SOMO).

[0142] Um Licht, das von der Licht emittierenden Schicht 113b erhalten wird, zu verstärken, ist beispielsweise die optische Weglänge zwischen der zweiten Elektrode 102 und der Licht emittierenden Schicht 113b vorzugsweise kleiner als ein Viertel der Wellenlänge λ von Licht, das von der Licht emittierenden Schicht 113b emittiert wird. In diesem Fall kann die optische Weglänge angepasst werden, indem die Dicke der Elektronentransportschicht 114b oder der Elektroneninjectionsschicht 115b geändert wird.

[0143] Wenn die Ladungserzeugungsschicht 106 zwischen den zwei EL-Schichten (103a und 103b) wie bei der Licht emittierenden Vorrichtung in **Fig. 2D** bereitgestellt wird, kann eine Struktur erhalten werden, bei der eine Vielzahl von EL-Schichten zwischen dem Paar von Elektroden übereinander angeordnet wird (die Struktur wird auch als Tandem-Struktur bezeichnet).

<Ladungserzeugungsschicht>

[0144] Die Ladungserzeugungsschicht 106 weist eine Funktion zum Injizieren von Elektronen in die EL-Schicht 103a und zum Injizieren von Löchern in die EL-Schicht 103b auf, wenn eine Spannung zwischen der ersten Elektrode (Anode) 101 und der zweiten Elektrode (Kathode) 102 angelegt wird. Die Ladungserzeugungsschicht 106 kann entweder eine p-Typ-Schicht, in der ein Elektronenakzeptor (Akzeptor) zu einem Lochtransportmaterial hinzugefügt wird, oder eine Elektroneninjektionspufferschicht sein, in der ein Elektronendonator (Donator) zu einem Elektronentransportmaterial hinzugefügt wird. Alternativ können beide dieser Schichten übereinander angeordnet werden. Des Weiteren kann eine Elektronenweiterleitungsschicht zwischen der p-Typ-Schicht und der Elektroneninjektionspufferschicht bereitgestellt werden. Es sei angemerkt, dass das Ausbilden der Ladungserzeugungsschicht 106 unter Verwendung eines beliebigen der vorstehenden Materialien einen durch die Schichtanordnung der EL-Schichten verursachten Anstieg der Betriebsspannung unterdrücken kann.

[0145] In dem Fall, in dem die Ladungserzeugungsschicht 106 eine p-Typ-Schicht ist, in der ein Elektronenakzeptor zu einem Lochtransportmaterial, das eine organische Verbindung ist, hinzugefügt wird, kann ein beliebiges der Materialien, die bei dieser Ausführungsform beschrieben werden, als Lochtransportmaterial verwendet werden. Beispiele für den Elektronenakzeptor umfasst 7,7,8,8-Tetracyano-2,3,5,6-tetrafluorchinodimethan (Abkürzung: F₄-TCNQ) und Chloranil. Weitere Beispiele umfassen Oxide von Metallen, die zu der Gruppe 4 bis Gruppe 8 des Periodensystems gehören. Spezifische Beispiele sind Vanadiumoxid, Nioboxid, Tantaloxid, Chromoxid, Molybdänoxid, Wolframoxid, Manganoxid und Rheniumoxid. Ein beliebiges der vorstehend beschriebenen Akzeptormaterialien kann verwendet werden. Des Weiteren kann eine p-Typ-Schicht ein Mischfilm, der durch Mischen eines Lochtransportmaterials und eines Elektronenakzeptors erhalten wird, oder eine Schichtanordnung aus einem Film, der ein Lochtransportmaterial enthält, und einem Film, der einen Elektronenakzeptor enthält, sein.

[0146] In dem Fall, in dem die Ladungserzeugungsschicht 106 eine Elektroneninjektionspufferschicht ist, in der ein Elektronendonator zu einem Elektronentransportmaterial hinzugefügt wird, kann ein beliebiges der Materialien, die bei dieser Ausführungsform beschrieben werden, als Elektronentransportmaterial verwendet werden. Als Elektronendonator kann ein Alkalimetall, ein Erdalkalimetall, ein Seltenerdmetall, ein Metall, das zur Gruppe 2 oder Gruppe 13 des Periodensystems gehört, oder ein Oxid oder Carbonat davon verwendet werden. Insbesondere wird vorzugsweise Lithium (Li), Cäsium (Cs), Magnesium (Mg), Calcium (Ca), Ytterbium (Yb), Indium (In), Lithiumoxid (Li₂O), Cäsiumcarbonat oder dergleichen verwendet. Eine organische Verbindung, wie z. B. Tetrathianaphthacen, kann als Elektronendonator verwendet werden.

[0147] Wenn in der Ladungserzeugungsschicht 106 eine Elektronenweiterleitungsschicht zwischen einer p-Typ-Schicht und einer Elektroneninjektionspufferschicht bereitgestellt wird, enthält die Elektronenweiterleitungsschicht mindestens eine Substanz mit einer Elektronentransporteigenschaft und weist eine Funktion zum Verhindern einer Wechselwirkung zwischen der Elektroneninjektionspufferschicht und der p-Typ-Schicht und eine Funktion zum leichtgängigen Übertragen von Elektronen auf. Das LUMO-Niveau der Substanz mit einer Elektronentransporteigenschaft in der Elektronenweiterleitungsschicht liegt vorzugsweise zwischen dem LUMO-Niveau der Akzeptorsubstanz in der p-Typ-Schicht und dem LUMO-Niveau der Substanz mit einer Elektronentransporteigenschaft in der Elektronentransportschicht, die in Kontakt mit der Ladungserzeugungsschicht 106 ist. Insbesondere ist das LUMO-Niveau der Substanz mit einer Elektronentransporteigenschaft in der Elektronenweiterleitungsschicht bevorzugt höher als oder gleich -5,0 eV, bevorzugt höher als oder gleich -5,0 eV und niedriger als oder gleich -3,0 eV. Es sei angemerkt, dass als Substanz mit einer Elektronentransporteigenschaft in der Elektronenweiterleitungsschicht vorzugsweise ein auf Phthalocyanin basierendes Material oder ein Metallkomplex, der eine Metall-Sauerstoff-Bindung und einen aromatischen Liganden umfasst, verwendet wird.

[0148] Obwohl **Fig. 2D** die Struktur darstellt, bei der zwei EL-Schichten 103 übereinander angeordnet werden, können drei oder mehr EL-Schichten übereinander angeordnet werden, wobei Ladungserzeugungsschichten jeweils zwischen zwei benachbarten EL-Schichten bereitgestellt werden.

<Substrat>

[0149] Die bei dieser Ausführungsform beschriebene Licht emittierende Vorrichtung kann über einem beliebigen verschiedener Substrate ausgebildet werden. Es sei angemerkt, dass die Substratart nicht auf eine bestimmte Art beschränkt ist. Beispiele für das Substrat umfassen Halbleitersubstrate (z. B. ein einkristallines Substrat und ein Siliziumsubstrat), ein SOI-Substrat, ein Glassubstrat, ein Quarzsubstrat, ein Kunststoffsubst-

rat, ein Metallsubstrat, ein Edelstahlsubstrat, ein Substrat, das eine Edelstahlfolie enthält, ein Wolframsubstrat, ein Substrat, das eine Wolframfolie enthält, ein flexibles Substrat, einen Befestigungsfilm, Papier, das ein Fasermaterial enthält, und einen Basismaterialfilm.

[0150] Beispiele für das Glassubstrat umfassen ein Bariumborosilikatglas-Substrat, ein Aluminiumborosilikatglas-Substrat und ein Kalknatronglas-Substrat. Beispiele für das flexible Substrat, den Befestigungsfilm und den Basismaterialfilm umfassen Kunststoffe, typischerweise Polyethylenterephthalat (PET), Polyethylen-naphthalat (PEN) und Polyethersulfon (PES), ein synthetisches Harz, wie z. B. Acryl, Polypropylen, Polyester, Polyvinylfluorid, Polyvinylchlorid, Polyamid, Polyimid, Aramid, Epoxid, einen durch Verdampfung ausgebildeten anorganischen Film und Papier.

[0151] Für die Herstellung der Licht emittierenden Vorrichtung dieser Ausführungsform kann ein Vakuumprozess, wie z. B. ein Verdampfungsverfahren, oder ein Lösungsprozess, wie z. B. ein Rotationsbeschichtungsverfahren und ein Tintenstrahlverfahren, verwendet werden. Wenn ein Verdampfungsverfahren verwendet wird, kann ein physikalisches Gasphasenabscheidungsverfahren (physical vapor deposition method, PVD-Verfahren), wie z. B. ein Sputterverfahren, ein Ionenplattierungsverfahren, ein Ionenstrahlverdampfungsverfahren, ein Molekularstrahlverdampfungsverfahren oder ein Vakuumverdampfungsverfahren, ein chemisches Gasphasenabscheidungsverfahren (chemical vapor deposition method, CVD-Verfahren) und dergleichen verwendet werden. Insbesondere können die Funktionsschichten (die Lochinjektionsschichten (111, 111a und 111b), die Lochtransportschichten (112, 112a und 112b), die Licht emittierenden Schichten (113, 113a, 113b und 113c), die Elektronentransportschichten (114, 114a und 114b), die Elektroneninjectionsschichten (115, 115a und 115b)), die in den EL-Schichten enthalten sind, und die Ladungserzeugungsschichten (106, 106a und 106b) der Licht emittierenden Vorrichtung durch ein Verdampfungsverfahren (z. B. ein Vakuumverdampfungsverfahren), ein Beschichtungsverfahren (z. B. ein Tauchbeschichtungsverfahren, ein Düsenbeschichtungsverfahren, ein Stabbeschichtungsverfahren, ein Rotationsbeschichtungsverfahren oder ein Sprühbeschichtungsverfahren), ein Druckverfahren (z. B. ein Tintenstrahlverfahren, einen Siebdruck (Schablonendruck), einen Offset-Druck (Flachdruck), einen Flexodruck (Hochdruck), einen Tiefdruck oder einen Mikrokontaktdruck) oder dergleichen ausgebildet werden.

[0152] In dem Fall, in dem ein Filmausbildungsverfahren, wie z. B. ein Beschichtungsverfahren oder ein Druckverfahren, zum Einsatz kommt, kann eine hochmolekulare Verbindung (z. B. ein Oligomer, ein Dendri-mer oder ein Polymer), eine mittelmolekulare Verbindung (eine Verbindung zwischen einer niedermolekularen Verbindung und einer hochmolekularen Verbindung mit einem Molekulargewicht von 400 bis 4000), eine anorganische Verbindung (z. B. ein Quantenpunktmaterial) oder dergleichen verwendet werden. Bei dem Quantenpunktmaterial kann es sich um ein gallertartiges Quantenpunktmaterial, ein legiertes Quantenpunktmaterial, ein Kern-Schale-Quantenpunktmaterial, ein Kern-Quantenpunktmaterial oder dergleichen handeln.

[0153] Es sei angemerkt, dass Materialien, die für die in den EL-Schichten (103, 103a und 103b) enthaltenen Funktionsschichten (die Lochinjektionsschichten (111, 111a und 111b), die Lochtransportschichten (112, 112a und 112b), die Licht emittierenden Schichten (113, 113a, 113b und 113c), die Elektronentransportschichten (114, 114a und 114b) und die Elektroneninjectionsschichten (115, 115a und 115b)) sowie die Ladungserzeugungsschichten (106, 106a und 106b) der bei dieser Ausführungsform beschriebenen Licht emittierenden Vorrichtung verwendet werden können, nicht auf die bei dieser Ausführungsform beschriebenen Materialien beschränkt sind, und andere Materialien können in Kombination verwendet werden, solange die Funktionen der Schichten sichergestellt werden.

[0154] Die Strukturen, die bei dieser Ausführungsform beschrieben werden, können in einer geeigneten Kombination mit einer beliebigen der Strukturen, die bei den anderen Ausführungsformen beschrieben werden, verwendet werden.

(Ausführungsform 2)

[0155] Bei dieser Ausführungsform werden spezifische Strukturbeispiele und Herstellungsverfahren einer Licht emittierenden Einrichtung (auch als Anzeigefeld bezeichnet) einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung beschrieben.

<Strukturbeispiel 1 der Licht emittierenden Einrichtung 700>

[0156] Eine Licht emittierende Einrichtung 700 in **Fig. 3A** beinhaltet eine Licht emittierende Vorrichtung 550B, eine Licht emittierende Vorrichtung 550G, eine Licht emittierende Vorrichtung 550R und eine Trenn-

wand 528. Die Licht emittierende Vorrichtung 550B, die Licht emittierende Vorrichtung 550G, die Licht emittierende Vorrichtung 550R und die Trennwand 528 werden über einer Funktionsschicht 520 ausgebildet, die über einem ersten Substrat 510 bereitgestellt wird. Die Funktionsschicht 520 beinhaltet beispielsweise eine Treiberschaltung GD, eine Treiberschaltung SD, Pixelschaltungen und dergleichen, die aus einer Vielzahl von Transistoren bestehen, und Leitungen, die diese Schaltungen elektrisch verbinden. Es sei angemerkt, dass diese Treiberschaltungen elektrisch mit der Licht emittierenden Vorrichtung 550B, der Licht emittierenden Vorrichtung 550G und der Licht emittierenden Vorrichtung 550R verbunden sind, um sie zu betreiben. Die Licht emittierende Einrichtung 700 beinhaltet eine Isolierschicht 705 über der Funktionsschicht 520 und der Licht emittierenden Vorrichtungen, und die Isolierschicht 705 weist eine Funktion zum Befestigen eines zweiten Substrats 770 und der Funktionsschicht 520 auf. Die Treiberschaltung GD und die Treiberschaltung SD werden bei der Ausführungsform 3 beschrieben.

[0157] Die Licht emittierende Vorrichtung 550B, die Licht emittierende Vorrichtung 550G und die Licht emittierende Vorrichtung 550R weisen jeweils die bei der Ausführungsform 1 beschriebene Vorrichtungsstruktur auf. Insbesondere wird der Fall beschrieben, in dem sich die EL-Schicht 103 bei der Struktur in **Fig. 2A** zwischen den Licht emittierenden Vorrichtungen unterscheidet.

[0158] Die Licht emittierende Vorrichtung 550B beinhaltet eine Elektrode 551B, eine Elektrode 552, eine EL-Schicht 103B und eine Isolierschicht 107B. Es sei angemerkt, dass eine spezifische Struktur jeder Schicht wie bei der Ausführungsform 1 beschrieben ist. Die EL-Schicht 103B weist eine mehrschichtige Struktur aus Schichten mit unterschiedlichen Funktionen einschließlich einer Licht emittierenden Schicht auf. Obwohl **Fig. 3A** unter den Schichten, die in der EL-Schicht 103B enthalten sind, nur eine Lochinjektions-/Lochtransportschicht 104B, eine Licht emittierende Schicht 113B, eine Elektronentransportschicht 108B und die Elektroneninjectionsschicht 109 darstellt, ist die vorliegende Erfindung nicht darauf beschränkt. Es sei angemerkt, dass die Lochinjektions-/Lochtransportschicht 104B die Schicht mit den Funktionen der Lochinjektionsschicht und der Lochtransportschicht, die bei der Ausführungsform 1 beschrieben worden sind, darstellt und eine mehrschichtige Struktur aufweisen kann. Es sei angemerkt, dass in dieser Beschreibung eine Lochinjektions-/Lochtransportschicht in einer beliebigen Licht emittierenden Vorrichtung auf die vorstehende Weise umformuliert werden kann. Die Elektronentransportschicht 108B kann eine mehrschichtige Struktur aufweisen und kann eine Lochblockierschicht in Kontakt mit der Licht emittierenden Schicht 113B beinhalten, die Löcher blockiert, die sich von der Anodenseite durch die Licht emittierende Schicht in Richtung der Kathodenseite bewegen. Die Elektroneninjectionsschicht 109 kann eine mehrschichtige Struktur aufweisen, bei der einige oder alle Schichten unter Verwendung von unterschiedlichen Materialien ausgebildet werden.

[0159] Wie in **Fig. 3A** dargestellt, wird die Isolierschicht 107B ausgebildet, während ein Fotolack, der über einigen Schichten in der EL-Schicht 103B (der Schichten bis zur Elektronentransportschicht 108B über der Licht emittierenden Schicht 113B bei dieser Ausführungsform) ausgebildet wird, über der Elektrode 551B verbleibt. Daher wird die Isolierschicht 107B in Kontakt mit Seitenflächen (oder Endabschnitten) der vorstehenden Schichten in der EL-Schicht 103B ausgebildet. Folglich kann das Eindringen von Sauerstoff, Feuchtigkeit oder Bestandselementen davon durch die Seitenfläche der EL-Schicht 103B in die Innenseite der EL-Schicht 103B verhindert werden. Für die Isolierschicht 107B kann beispielsweise Aluminiumoxid, Magnesiumoxid, Hafniumoxid, Galliumoxid, Indiumgalliumzinkoxid, Siliziumnitrid oder Siliziumnitridoxid verwendet werden. Die Isolierschicht 107B kann durch ein Sputterverfahren, ein CVD-Verfahren, ein MBE-Verfahren, ein PLD-Verfahren, ein ALD-Verfahren oder dergleichen ausgebildet werden und wird vorzugsweise durch ein ALD-Verfahren ausgebildet, das eine vorteilhafte Abdeckung erzielt.

[0160] Die Elektroneninjectionsschicht 109 wird ausgebildet, um einige Schichten in der EL-Schicht 103B (die Schichten bis zur Elektronentransportschicht 108B über der Licht emittierenden Schicht 113B) und die Isolierschicht 107B zu bedecken. Die Elektroneninjectionsschicht 109 weist vorzugsweise eine mehrschichtige Struktur aus zwei oder mehr Schichten mit unterschiedlichen elektrischen Widerständen auf. Beispielsweise kann die Elektroneninjectionsschicht 109 eine der folgenden Strukturen aufweisen: eine Struktur, bei der eine erste Schicht in Kontakt mit der Elektronentransportschicht 108B unter Verwendung nur eines Elektronentransportmaterials ausgebildet wird und eine zweite Schicht, die unter Verwendung eines Elektronentransportmaterials, das ein Metallmaterial enthält, ausgebildet wird, über der ersten Schicht angeordnet wird; oder die vorstehend erwähnten Struktur, die eine dritte Schicht, die unter Verwendung eines Elektronentransportmaterials, das ein Metallmaterial enthält, ausgebildet wird, zwischen der ersten Schicht und der Elektronentransportschicht 108B umfasst.

[0161] Die Elektrode 552 wird über der Elektroneninjectionsschicht 109 ausgebildet. Es sei angemerkt, dass die Elektrode 551B und die Elektrode 552 einen Überlappungsbereich aufweisen. Die EL-Schicht 103B ist zwischen der Elektrode 551B und der Elektrode 552 angeordnet. Daher ist die Elektroneninjectionsschicht 109 an den Seitenflächen (oder Endabschnitten) einiger Schichten in der EL-Schicht 103B angeordnet, wobei die Isolierschicht 107B dazwischen liegt, oder die Elektrode 552 ist an den Seitenflächen (oder Endabschnitten) einiger Schichten in der EL-Schicht 103B angeordnet, wobei die Elektroneninjectionsschicht 109 und die Isolierschicht 107B dazwischen liegen. Folglich kann verhindert werden, dass die EL-Schicht 103B und die Elektrode 552, besonders die Lochinjektions-/Lochtransportschicht 104B in der EL-Schicht 103B und die Elektrode 552, elektrisch kurzgeschlossen sind.

[0162] Die EL-Schicht 103B in **Fig. 3A** weist die gleiche Struktur auf wie die EL-Schichten 103, 103a, 103b und 103c, die bei der Ausführungsform 1 beschrieben worden sind. Die EL-Schicht 103B kann beispielsweise blaues Licht emittieren.

[0163] Die Licht emittierende Vorrichtung 550G beinhaltet eine Elektrode 551G, die Elektrode 552, eine EL-Schicht 103G und eine Isolierschicht 107G. Es sei angemerkt, dass eine spezifische Struktur jeder Schicht wie bei der Ausführungsform 1 beschrieben ist. Die EL-Schicht 103G weist eine mehrschichtige Struktur aus Schichten mit unterschiedlichen Funktionen auf, die eine Licht emittierende Schicht umfassen. Obwohl **Fig. 3A** unter den Schichten, die in der EL-Schicht 103G enthalten sind, nur eine Lochinjektions-/Lochtransportschicht 104G, eine Licht emittierende Schicht 113G, eine Elektronentransportschicht 108G und die Elektroneninjectionsschicht 109 darstellt, ist die vorliegende Erfindung nicht darauf beschränkt. Es sei angemerkt, dass die Lochinjektions-/Lochtransportschicht 104G die Schicht mit den Funktionen der Lochinjektionsschicht und der Lochtransportschicht, die bei der Ausführungsform 1 beschrieben worden sind, darstellt und eine mehrschichtige Struktur aufweisen kann.

[0164] Die Elektronentransportschicht 108G kann eine mehrschichtige Struktur aufweisen und kann eine Lochblockierschicht in Kontakt mit der Licht emittierenden Schicht 113G beinhalten, die Löcher blockiert, die sich von der Anodenseite durch die Licht emittierende Schicht 113G in Richtung der Kathodenseite bewegen. Die Elektroneninjectionsschicht 109 kann eine mehrschichtige Struktur aufweisen, bei der einige oder alle Schichten unter Verwendung von unterschiedlichen Materialien ausgebildet werden.

[0165] Wie in **Fig. 3A** dargestellt, wird die Isolierschicht 107G ausgebildet, während ein Fotolack, der über einigen Schichten in der EL-Schicht 103G (der Schichten bis zur Elektronentransportschicht 108G über der Licht emittierenden Schicht 113G bei dieser Ausführungsform) ausgebildet wird, über der Elektrode 551G verbleibt. Daher wird die Isolierschicht 107G in Kontakt mit Seitenflächen (oder Endabschnitten) der vorstehenden Schichten in der EL-Schicht 103G ausgebildet. Folglich kann das Eindringen von Sauerstoff, Feuchtigkeit oder Bestandselementen davon durch die Seitenfläche der EL-Schicht 103G in die Innenseite der EL-Schicht 103G verhindert werden. Für die Isolierschicht 107G kann beispielsweise Aluminiumoxid, Magnesiumoxid, Hafniumoxid, Galliumoxid, Indiumgalliumzinkoxid, Siliziumnitrid oder Siliziumnitridoxid verwendet werden. Die Isolierschicht 107G kann durch ein Sputterverfahren, ein CVD-Verfahren, ein MBE-Verfahren, ein PLD-Verfahren, ein ALD-Verfahren oder dergleichen ausgebildet werden und wird vorzugsweise durch ein ALD-Verfahren ausgebildet, das eine vorteilhafte Abdeckung erzielt.

[0166] Die Elektroneninjectionsschicht 109 wird ausgebildet, um einige Schichten in der EL-Schicht 103G (die Schichten bis zur Elektronentransportschicht 108G über der Licht emittierenden Schicht 113G) und die Isolierschicht 107G zu bedecken. Die Elektroneninjectionsschicht 109 weist vorzugsweise eine mehrschichtige Struktur aus zwei oder mehr Schichten mit unterschiedlichen elektrischen Widerständen auf. Beispielsweise kann die Elektroneninjectionsschicht 109 eine der folgenden Strukturen aufweisen: eine Struktur, bei der eine erste Schicht in Kontakt mit der Elektronentransportschicht 108G unter Verwendung nur eines Elektronentransportmaterials ausgebildet wird und eine zweite Schicht, die unter Verwendung eines Elektronentransportmaterials, das ein Metallmaterial enthält, ausgebildet wird, über der ersten Schicht angeordnet wird; oder die vorstehend erwähnten Struktur, die eine dritte Schicht, die unter Verwendung eines Elektronentransportmaterials, das ein Metallmaterial enthält, ausgebildet wird, zwischen der ersten Schicht und der Elektronentransportschicht 108G umfasst.

[0167] Die Elektrode 552 wird über der Elektroneninjectionsschicht 109 ausgebildet. Es sei angemerkt, dass die Elektrode 551G und die Elektrode 552 einen Überlappungsbereich aufweisen. Die EL-Schicht 103G ist zwischen der Elektrode 551G und der Elektrode 552 angeordnet. Daher ist die Elektroneninjectionsschicht 109 an den Seitenflächen (oder Endabschnitten) einiger Schichten in der EL-Schicht 103G angeordnet, wobei die Isolierschicht 107G dazwischen liegt, oder die Elektrode 552 ist an den Seitenflächen (oder Endab-

schnitten) einiger Schichten in der EL-Schicht 103G angeordnet, wobei die Elektroneninjectionsschicht 109 und die Isolierschicht 107G dazwischen liegen. Folglich kann verhindert werden, dass die EL-Schicht 103G und die Elektrode 552, besonders die Lochinjektions-/Lochtransportschicht 104G in der EL-Schicht 103G und die Elektrode 552, elektrisch kurzgeschlossen sind.

[0168] Die EL-Schicht 103G in **Fig. 3A** weist die gleiche Struktur auf wie die EL-Schichten 103, 103a, 103b und 103c, die bei der Ausführungsform 1 beschrieben worden sind. Die EL-Schicht 103G kann beispielsweise grünes Licht emittieren.

[0169] Die Licht emittierende Vorrichtung 550R beinhaltet eine Elektrode 551R, die Elektrode 552, eine EL-Schicht 103R und eine Isolierschicht 107R. Es sei angemerkt, dass eine spezifische Struktur jeder Schicht wie bei der Ausführungsform 1 beschrieben ist. Die EL-Schicht 103R weist eine mehrschichtige Struktur aus Schichten mit unterschiedlichen Funktionen auf, die eine Licht emittierende Schicht umfassen. Obwohl **Fig. 3A** unter den Schichten, die in der EL-Schicht 103R enthalten sind, nur eine Lochinjektions-/Lochtransportschicht 104R, eine Licht emittierende Schicht 113R, eine Elektronentransportschicht 108R und die Elektroneninjectionsschicht 109 darstellt, ist die vorliegenden Erfindung nicht darauf beschränkt. Es sei angemerkt, dass die Lochinjektions-/Lochtransportschicht 104R die Schicht mit den Funktionen der Lochinjektionsschicht und der Lochtransportschicht, die bei der Ausführungsform 1 beschrieben worden sind, darstellt und eine mehrschichtige Struktur aufweisen kann. Es sei angemerkt, dass in dieser Beschreibung eine Lochinjektions-/Lochtransportschicht in einer beliebigen Licht emittierenden Vorrichtung auf die vorstehende Weise umformuliert werden kann. Die Elektronentransportschicht 108R kann eine mehrschichtige Struktur aufweisen und kann eine Lochblockierschicht in Kontakt mit der Licht emittierenden Schicht beinhalten, die Löcher blockiert, die sich von der Anodenseite durch die Licht emittierende Schicht in Richtung der Kathodenseite bewegen. Die Elektroneninjectionsschicht 109 kann eine mehrschichtige Struktur aufweisen, bei der einige oder alle Schichten unter Verwendung von unterschiedlichen Materialien ausgebildet werden.

[0170] Wie in **Fig. 3A** dargestellt, wird die Isolierschicht 107R ausgebildet, während ein Fotolack, der über einigen Schichten in der EL-Schicht 103R (der Schichten bis zur Elektronentransportschicht 108R über der Licht emittierenden Schicht 113R bei dieser Ausführungsform) ausgebildet wird, über der Elektrode 551R verbleibt. Daher wird die Isolierschicht 107R in Kontakt mit Seitenflächen (oder Endabschnitten) der vorstehenden Schichten in der EL-Schicht 103R ausgebildet. Folglich kann das Eindringen von Sauerstoff, Feuchtigkeit oder Bestandselementen davon durch die Seitenfläche der EL-Schicht 103R in die Innenseite der EL-Schicht 103R verhindert werden. Für die Isolierschicht 107R kann beispielsweise Aluminiumoxid, Magnesiumoxid, Hafniumoxid, Galliumoxid, Indiumgalliumzinkoxid, Siliziumnitrid oder Siliziumnitridoxid verwendet werden. Die Isolierschicht 107R kann durch ein Sputterverfahren, ein CVD-Verfahren, ein MBE-Verfahren, ein PLD-Verfahren, ein ALD-Verfahren oder dergleichen ausgebildet werden und wird vorzugsweise durch ein ALD-Verfahren ausgebildet, das eine vorteilhafte Abdeckung erzielt.

[0171] Die Elektroneninjectionsschicht 109 wird ausgebildet, um einige Schichten in der EL-Schicht 103R (die Schichten bis zur Elektronentransportschicht 108R über der Licht emittierenden Schicht 113R) und die Isolierschicht 107R zu bedecken. Die Elektroneninjectionsschicht 109 weist vorzugsweise eine mehrschichtige Struktur aus zwei oder mehr Schichten mit unterschiedlichen elektrischen Widerständen auf. Beispielsweise kann die Elektroneninjectionsschicht 109 eine der folgenden Strukturen aufweisen: eine Struktur, bei der eine erste Schicht in Kontakt mit der Elektronentransportschicht 108R unter Verwendung nur eines Elektronentransportmaterials ausgebildet wird und eine zweite Schicht, die unter Verwendung eines Elektronentransportmaterials, das ein Metallmaterial enthält, ausgebildet wird, über der ersten Schicht angeordnet wird; oder die vorstehend erwähnten Struktur, die eine dritte Schicht, die unter Verwendung eines Elektronentransportmaterials, das ein Metallmaterial enthält, ausgebildet wird, zwischen der ersten Schicht und der Elektronentransportschicht 108R beinhaltet.

[0172] Die Elektrode 552 wird über der Elektroneninjectionsschicht 109 ausgebildet. Es sei angemerkt, dass die Elektrode 551R und die Elektrode 552 einen Überlappungsbereich aufweisen. Die EL-Schicht 103R ist zwischen der Elektrode 551R und der Elektrode 552 angeordnet. Daher ist die Elektroneninjectionsschicht 109 an den Seitenflächen (oder Endabschnitten) einiger Schichten in der EL-Schicht 103R angeordnet, wobei die Isolierschicht 107R dazwischen liegt, oder die Elektrode 552 ist an den Seitenflächen (oder Endabschnitten) einiger Schichten in der EL-Schicht 103R angeordnet, wobei die Elektroneninjectionsschicht 109 und die Isolierschicht 107R dazwischen liegen. Folglich können verhindert werden, dass die EL-Schicht 103R und die Elektrode 552, besonders die Lochinjektions-/Lochtransportschicht 104R in der EL-Schicht 103R und die Elektrode 552, elektrisch kurzgeschlossen sind.

[0173] Die EL-Schicht 103R in **Fig. 3A** weist die gleiche Struktur auf wie die EL-Schichten 103, 103a, 103b und 103c, die bei der Ausführungsform 1 beschrieben worden sind. Die EL-Schicht 103R kann beispielsweise rotes Licht emittieren.

[0174] Ein Zwischenraum 580 wird zwischen der EL-Schicht 103B, der EL-Schicht 103G und der EL-Schicht 103R bereitgestellt. In jeder der EL-Schichten weist insbesondere die Lochinjektionsschicht, die in dem Lochtransportbereich zwischen der Anode und der Licht emittierenden Schicht enthalten ist, oft hohe Leitfähigkeit auf; deshalb könnte eine Lochinjektionsschicht, die als Schicht, die benachbarten Licht emittierenden Vorrichtungen gemeinsam ist, ausgebildet wird, zu Nebensprechen (crosstalk) führen. Daher kann das Auftreten von Nebensprechen zwischen benachbarten Licht emittierenden Vorrichtungen unterdrückt werden, indem der Zwischenraum 580 zwischen den EL-Schichten bereitgestellt wird, wie in diesem Strukturbeispiel gezeigt.

[0175] Wenn die elektrische Verbindung zwischen der EL-Schicht 103B, der EL-Schicht 103G und der EL-Schicht 103R in einer Licht emittierenden Einrichtung (einem Anzeigefeld) mit einer hohen Auflösung von mehr als 1000 ppi hergestellt wird, tritt Nebensprechen auf, was zu einem schmalen Farbraum führt, den die Licht emittierende Einrichtung wiedergeben kann. Indem der Zwischenraum 580 in einem hochauflösenden Anzeigefeld mit mehr als 1000 ppi, bevorzugt mehr als 2000 ppi oder bevorzugt in einem ultrahochauflösenden Anzeigefeld mit mehr als 5000 ppi bereitgestellt wird, kann das Anzeigefeld intensive Farben darstellen.

[0176] **Fig. 3B** ist eine Draufsicht auf der Licht emittierenden Einrichtung in **Fig. 3A** in der X-Y-Richtung, und ein Y1-Y2-Querschnitt entspricht der **Fig. 3A**. Wie in **Fig. 3B** dargestellt, weist die Trennwand 528 eine Öffnung 528B, eine Öffnung 528G und eine Öffnung 528R auf. Wie in **Fig. 3A** dargestellt, überlappt die Öffnung 528B die Elektrode 551B, die Öffnung 528G überlappt die Elektrode 551G, und die Öffnung 528R überlappt die Elektrode 551R.

[0177] Die EL-Schichten 103B, 103G und 103R werden derart verarbeitet, dass sie durch eine Strukturierung unter Verwendung eines Photolithographieverfahrens getrennt werden; somit kann eine hochauflösende Licht emittierende Einrichtung (Anzeigefeld) hergestellt werden. Endabschnitte (Seitenflächen) der EL-Schicht (der Lochinjektions-/Lochtransportschicht, der Licht emittierenden Schicht und der Elektronentransportschicht), die durch eine Strukturierung unter Verwendung eines Photolithographieverfahrens verarbeitet werden, weisen im Wesentlichen eine Oberfläche auf (oder sind auf der im Wesentlichen gleichen Ebene angeordnet). In diesem Fall ist der Zwischenraum 580 zwischen den EL-Schichten bevorzugt 5 µm oder kleiner, bevorzugt 1 µm oder kleiner.

[0178] In der EL-Schicht weist insbesondere die Lochinjektionsschicht, die in dem Lochtransportbereich zwischen der Anode und der Licht emittierenden Schicht enthalten ist, oft hohe Leitfähigkeit auf; deshalb könnte eine Lochinjektionsschicht, die als Schicht, die benachbarten Licht emittierenden Vorrichtungen gemeinsam ist, ausgebildet wird, zu Nebensprechen führen. Daher kann das Auftreten von Nebensprechen zwischen benachbarten Licht emittierenden Vorrichtungen unterdrückt werden, indem die EL-Schichten derart verarbeitet werden, dass sie durch eine Strukturierung unter Verwendung eines Photolithographieverfahrens getrennt werden, wie in diesem Strukturbeispiel gezeigt.

<Beispiel 1 für ein Verfahren zum Herstellen einer Licht emittierenden Einrichtung>

[0179] Die Elektrode 551B, die Elektrode 551G und die Elektrode 551R werden ausgebildet, wie in **Fig. 4A** dargestellt. Beispielsweise wird ein leitender Film über der Funktionsschicht 520 über dem ersten Substrat 510 ausgebildet und durch ein Photolithographieverfahren zu vorbestimmten Formen verarbeitet.

[0180] Der leitende Film kann durch ein beliebiges der folgenden Verfahren ausgebildet werden: ein Sputterverfahren, ein chemisches Gasphasenabscheidungs- (chemical vapor deposition, CVD-) Verfahren, ein Vakuumverdampfungsverfahren, ein Puls laserabscheidungs- (pulsed laser deposition, PLD-) Verfahren, ein Atomlagenabscheidungs- (atomic layer deposition, ALD-) Verfahren und dergleichen. Beispiele für das CVD-Verfahren umfassen ein plasmaunterstütztes chemisches Gasphasenabscheidungs- (plasma-enhanced chemical vapor deposition, PECVD-) Verfahren und ein thermisches CVD-Verfahren. Ein Beispiel für ein thermisches CVD-Verfahren umfasst ein metallorganisches CVD- (MOCVD-) Verfahren.

[0181] Der leitende Film kann neben einem vorstehend beschriebenen Photolithographieverfahren durch ein Nanoprägeverfahren, ein Sandstrahlverfahren, ein Lift-off-Verfahren oder dergleichen verarbeitet werden.

Alternativ können inselförmige Dünnschichten durch ein Schichtbildungsungsverfahren unter Verwendung einer Abschirmmaske, wie z. B. einer Metallmaske, direkt ausgebildet werden.

[0182] Es gibt zwei typische Verarbeitungsverfahren, bei dem ein Photolithographieverfahren verwendet wird. Bei einem der Verfahren wird eine Photolackmaske über einem zu verarbeitenden Dünnschicht ausgebildet, der Dünnschicht wird durch Ätzen oder dergleichen verarbeitet, und dann wird die Photolackmaske entfernt. Bei dem anderen Verfahren wird ein lichtempfindlicher Dünnschicht ausgebildet und dann durch eine Belichtung und eine Entwicklung zu einer gewünschten Form verarbeitet.

[0183] Als Licht für die Belichtung bei einem Photolithographieverfahren kann Licht mit der i-Linie (Wellenlänge: 365 nm), Licht mit der g-Linie (Wellenlänge: 436 nm), Licht mit der h-Linie (Wellenlänge: 405 nm) oder Licht, in dem die i-Linie, die g-Linie und die h-Linie gemischt sind, verwendet werden. Alternativ kann Ultraviolettlicht, KrF-Laserlicht, ArF-Laserlicht oder dergleichen verwendet werden. Die Belichtung kann durch eine Technik der Flüssigkeitsimmersionsbelichtung bzw. Immersionslithographie durchgeführt werden. Als Licht für die Belichtung kann/können auch extrem ultraviolettes (EUV-) Licht oder Röntgenstrahlen verwendet werden. Statt des Lichts für die Belichtung kann ein Elektronenstrahl verwendet werden. Vorzugsweise wird EUV, ein Röntgenstrahl oder ein Elektronenstrahl verwendet, da sehr feine Bearbeitung bzw. Strukturierung durchgeführt werden kann. Es sei angemerkt, dass keine Photomaske erforderlich ist, wenn die Belichtung durch Abtasten eines Strahls, wie z. B. eines Elektronenstrahls, durchgeführt wird.

[0184] Um einen Dünnschicht unter Verwendung einer Fotolackmaske zu ätzen, kann ein Trockenätzverfahren, ein Nassätzverfahren, ein Sandstrahlverfahren oder dergleichen verwendet werden.

[0185] Als Nächstes wird die Trennwand 528 zwischen der Elektrode 551B, der Elektrode 551G und der Elektrode 551R ausgebildet, wie in **Fig. 4B** dargestellt. Beispielsweise kann die Trennwand 528 auf eine derartige Weise ausgebildet werden, dass ein Isolierfilm, der die Elektrode 551B, die Elektrode 551G und die Elektrode 551R bedeckt, ausgebildet wird und Öffnungen durch ein Photolithographieverfahren ausgebildet werden, um die Elektrode 551B, die Elektrode 551G und die Elektrode 551R teilweise freizulegen. Beispiele für ein Material, das für die Trennwand 528 verwendet werden kann, umfassen ein anorganisches Material, ein organisches Material und ein Verbundmaterial aus einem anorganischen Material und einem organischen Material. Insbesondere kann ein anorganischer Oxidfilm, ein anorganischer Nitridfilm, ein anorganischer Oxy-nitridfilm oder dergleichen oder ein mehrschichtiges Material, in dem zwei oder mehr Filme, die aus den vorstehenden ausgewählt werden, übereinander angeordnet werden, verwendet werden. Konkreter gesagt: Ein Siliziumoxidfilm, ein Film, der Acryl enthält, ein Film, der Polyimid enthält, oder dergleichen oder ein mehrschichtiges Material, in dem zwei oder mehr Filme, die aus den vorstehenden ausgewählt werden, übereinander angeordnet werden, kann verwendet werden.

[0186] Anschließend werden die Lochinjektions-/Lochtransportschicht 104B, die Licht emittierende Schicht 113B und die Elektronentransportschicht 108B über der Elektrode 551B, der Elektrode 551G, der Elektrode 551R und der Trennwand 528 ausgebildet, wie in **Fig. 5A** dargestellt. Beispielsweise werden die Lochinjektions-/Lochtransportschicht 104B, die Licht emittierende Schicht 113B und die Elektronentransportschicht 108B durch ein Vakuumverdampfungsverfahren über der Elektrode 551B, der Elektrode 551G, der Elektrode 551R und der Trennwand 528 ausgebildet, um sie zu bedecken.

[0187] Dann werden die Lochinjektions-/Lochtransportschicht 104B, die Licht emittierende Schicht 113B und die Elektronentransportschicht 108B über der Elektrode 551B zu vorbestimmten Formen verarbeitet, wie in **Fig. 5B** dargestellt. Beispielsweise wird ein Fotolack durch ein Photolithographieverfahren ausgebildet, und die Lochinjektions-/Lochtransportschicht 104B, die Licht emittierende Schicht 113B und die Elektronentransportschicht 108B über der Elektrode 551G und diejenigen über der Elektrode 551R werden durch Ätzen entfernt, so dass diejenigen über der Elektrode 551B derart verarbeitet werden, dass sie Seitenflächen aufweisen (oder dass ihre Seitenflächen freigelegt werden), das heißt, dass sie eine bandartige Form aufweisen, die sich in die das Blatt des Diagramms schneidende Richtung (die Richtung der X-Achse) erstreckt. Insbesondere wird ein Trockenätzen unter Verwendung eines Fotolacks REG, der über der Lochinjektions-/Lochtransportschicht 104B, der Licht emittierenden Schicht 113B und der Elektronentransportschicht 108B, die die Elektrode 551B überlappen, ausgebildet wird, durchgeführt (siehe **Fig. 5B**). Es sei angemerkt, dass die Trennwand 528 als Ätzstopper verwendet werden kann.

[0188] Als Nächstes werden, wie in **Fig. 5C** dargestellt, die Lochinjektions-/Lochtransportschicht 104G, die Licht emittierende Schicht 113G und die Elektronentransportschicht 108G über dem Fotolack REG, der Elektrode 551G, der Elektrode 551R und der Trennwand 528 ausgebildet, wobei der Fotolack REG verbleibt. Bei-

spielsweise werden die Lochinjektions-/Lochtransportschicht 104G, die Licht emittierende Schicht 113G und die Elektronentransportschicht 108G durch ein Vakuumverdampfungsverfahren über der Elektrode 551G, der Elektrode 551R und der Trennwand 528 ausgebildet, um sie zu bedecken.

[0189] Anschließend werden die Lochinjektions-/Lochtransportschicht 104G, die Licht emittierende Schicht 113G und die Elektronentransportschicht 108G über der Elektrode 551G zu vorbestimmten Formen verarbeitet, wie in **Fig. 6A** dargestellt. Beispielsweise wird ein Fotolack durch ein Photolithographieverfahren über der Lochinjektions-/Lochtransportschicht 104G, der Licht emittierenden Schicht 113G und der Elektronentransportschicht 108G über der Elektrode 551G ausgebildet, und die Lochinjektions-/Lochtransportschicht 104G, die Licht emittierende Schicht 113G und die Elektronentransportschicht 108G über der Elektrode 551B und diejenigen über der Elektrode 551R werden durch Ätzen entfernt, so dass diejenigen über der Elektrode 551G derart verarbeitet werden, dass sie Seitenflächen aufweisen (oder dass ihre Seitenflächen freigelegt werden), das heißt, dass sie eine bandartige Form aufweisen, die sich in die das Blatt des Diagramms schneidende Richtung (die Richtung der X-Achse) erstreckt. Insbesondere wird ein Trockenätzen unter Verwendung des Fotolacks REG, der über der Lochinjektions-/Lochtransportschicht 104G, der Licht emittierenden Schicht 113G und der Elektronentransportschicht 108G, die die Elektrode 551G überlappen, ausgebildet wird, durchgeführt. Es sei angemerkt, dass die Trennwand 528 als Ätzstopper verwendet werden kann.

[0190] Dann werden, wie in **Fig. 6B**, die Lochinjektions-/Lochtransportschicht 104R, die Licht emittierende Schicht 113R und die Elektronentransportschicht 108R über dem Fotolack REG, der Elektrode 551R und der Trennwand 528 ausgebildet, wobei der Fotolack REG über der Elektrode 551B und der Elektrode 551G verbleibt. Beispielsweise werden die Lochinjektions-/Lochtransportschicht 104R, die Licht emittierende Schicht 113R und die Elektronentransportschicht 108R durch ein Vakuumverdampfungsverfahren über der Elektrode 551R, dem Fotolack REG und der Trennwand 528 ausgebildet, um sie zu bedecken.

[0191] Als Nächstes werden die Lochinjektions-/Lochtransportschicht 104R, die Licht emittierende Schicht 113R und die Elektronentransportschicht 108R über der Elektrode 551R zu vorbestimmten Formen verarbeitet, wie in **Fig. 6C** dargestellt. Beispielsweise wird ein Fotolack durch ein Photolithographieverfahren über der Lochinjektions-/Lochtransportschicht 104R, der Licht emittierenden Schicht 113R und der Elektronentransportschicht 108R über der Elektrode 551R ausgebildet, und die Lochinjektions-/Lochtransportschicht 104R, die Licht emittierende Schicht 113R und die Elektronentransportschicht 108R über der Elektrode 551B und diejenigen über der Elektrode 551G werden entfernt, so dass diejenigen über der Elektrode 551R derart verarbeitet werden, dass sie Seitenflächen aufweisen (oder dass ihre Seitenflächen freigelegt werden), das heißt, dass sie eine bandartige Form aufweisen, die sich in die das Blatt des Diagramms schneidende Richtung (die Richtung der X-Achse) erstreckt. Insbesondere wird ein Trockenätzen unter Verwendung des Fotolacks REG, der über der Lochinjektions-/Lochtransportschicht 104R, der Licht emittierenden Schicht 113R und der Elektronentransportschicht 108R, die die Elektrode 551R überlappen, ausgebildet wird, durchgeführt. Es sei angemerkt, dass die Trennwand 528 als Ätzstopper verwendet werden kann.

[0192] Vorzugsweise werden die Lochinjektions-/Lochtransportschicht 104B, die Licht emittierende Schicht 113B und die Elektronentransportschicht 108B zuerst über der Elektrode 551B ausgebildet, dann werden die Lochinjektions-/Lochtransportschicht 104G, die Licht emittierende Schicht 113G und die Elektronentransportschicht 108G über der Elektrode 551G ausgebildet, und schließlich werden die Lochinjektions-/Lochtransportschicht 104R, die Licht emittierende Schicht 113R und die Elektronentransportschicht 108R über der Elektrode 551R ausgebildet, wie in **Fig. 5A** bis **Fig. 5C** und **Fig. 6A** bis **Fig. 6C** dargestellt.

[0193] In den vorstehenden Schritten werden dann, wenn die Lochinjektions-/Lochtransportschicht 104B, die Licht emittierende Schicht 113B und die Elektronentransportschicht 108B über der Elektrode 551G und diejenigen über der Elektrode 551R durch Ätzen entfernt werden, auch die Oberflächen der Elektrode 551G und der Elektrode 551R dem Ätzgas ausgesetzt. Wenn die Lochinjektions-/Lochtransportschicht 104G, die Licht emittierende Schicht 113G und die Elektronentransportschicht 108G über der Elektrode 551R durch Ätzen entfernt werden, wird auch die Oberfläche der Elektrode 551R dem Ätzgas ausgesetzt. Folglich wird die Oberfläche der Elektrode 551B nicht dem Ätzgas ausgesetzt, wohingegen die Oberfläche der Elektrode 551G dem Ätzgas einmal ausgesetzt wird und die Oberfläche der Elektrode 551R dem Ätzgas zweimal ausgesetzt wird.

[0194] Die Oberfläche einer Elektrode könnte durch die Aussetzung an dem Ätzgas beschädigt werden. Des Weiteren könnte eine Licht emittierende Vorrichtung, die unter Verwendung einer Elektrode, deren Oberfläche beschädigt wird, ausgebildet wird, verschlechterte Eigenschaften aufweisen. Es sei angemerkt, dass der Grad des Einflusses des Oberflächenzustandes einer Elektrode auf die Eigenschaften einer Licht emittieren-

den Vorrichtung von der Struktur, Materialien und dergleichen der Licht emittierenden Vorrichtung abhängt. Unter der Licht emittierenden Vorrichtung 550B, der Licht emittierenden Vorrichtung 550G und der Licht emittierenden Vorrichtung 550R wird die Licht emittierende Vorrichtung 550B höchstwahrscheinlich durch den Oberflächenzustand der Elektrode beeinflusst.

[0195] Dementsprechend kann dann, wenn die Lochinjektions-/Lochtransportschicht 104B, die Licht emittierende Schicht 113B und die Elektronentransportschicht 108B über der Elektrode 551B zuerst ausgebildet werden, verhindert werden, dass die Oberfläche der Elektrode 551B dem Ätzgas ausgesetzt wird; daher können verhindert werden, dass die Eigenschaften der Licht emittierenden Vorrichtung 550B, die höchstwahrscheinlich durch den Oberflächenzustand der Elektrode beeinflusst wird, verschlechtert werden.

[0196] Als Nächstes wird die Isolierschicht 107 über dem Fotolack REG, der Lochinjektions-/Lochtransportschicht 104B, der Licht emittierenden Schicht 113B, der Elektronentransportschicht 108B, der Lochinjektions-/Lochtransportschicht 104G, der Licht emittierenden Schicht 113G, der Elektronentransportschicht 108G, der Lochinjektions-/Lochtransportschicht 104R, der Licht emittierenden Schicht 113R, der Elektronentransportschicht 108R und der Trennwand 528 ausgebildet. Beispielsweise wird die Isolierschicht 107 durch ein ALD-Verfahren über dem Fotolack REG, der Lochinjektions-/Lochtransportschicht 104B, der Licht emittierenden Schicht 113B, der Elektronentransportschicht 108B, der Lochinjektions-/Lochtransportschicht 104G, der Licht emittierenden Schicht 113G, der Elektronentransportschicht 108G, der Lochinjektions-/Lochtransportschicht 104R, der Licht emittierenden Schicht 113R, der Elektronentransportschicht 108R und der Trennwand 528 ausgebildet, um sie zu bedecken. In diesem Fall wird die Isolierschicht 107 in Kontakt mit den Seitenflächen der Lochinjektions-/Lochtransportschicht 104B, der Licht emittierenden Schicht 113B, der Elektronentransportschicht 108B, der Lochinjektions-/Lochtransportschicht 104G, der Licht emittierenden Schicht 113G, der Elektronentransportschicht 108G, der Lochinjektions-/Lochtransportschicht 104R, der Licht emittierenden Schicht 113R und der Elektronentransportschicht 108R ausgebildet, wie in **Fig. 6C** dargestellt. Dadurch kann das Eindringen von Sauerstoff, Feuchtigkeit oder Bestandselementen davon durch die Seitenflächen der Lochinjektions-/Lochtransportschicht 104B, der Licht emittierenden Schicht 113B, der Elektronentransportschicht 108B, der Lochinjektions-/Lochtransportschicht 104G, der Licht emittierenden Schicht 113G, der Elektronentransportschicht 108G, der Lochinjektions-/Lochtransportschicht 104R, der Licht emittierenden Schicht 113R und der Elektronentransportschicht 108R in die Innenseite verhindert werden. Beispiele für das Material für die Isolierschicht 107 umfassen Aluminiumoxid, Magnesiumoxid, Hafniumoxid, Galliumoxid, Indiumgalliumzinkoxid, Siliziumnitrid und Siliziumnitridoxid.

[0197] Dann wird, wie in **Fig. 7A** dargestellt, der Fotolack REG entfernt, und die Elektroneninjectionsschicht 109 wird über den Isolierschichten (107B, 107G und 107R) und den Elektronentransportschichten (108B, 108G und 108R) ausgebildet. Die Elektroneninjectionsschicht 109 wird beispielsweise durch ein Vakuumverdampfungsverfahren ausgebildet. Es sei angemerkt, dass die Elektroneninjectionsschicht 109 an den Seitenflächen einiger Schichten (einschließlich der Lochinjektions-/Lochtransportschichten (104R, 104G und 104B), der Licht emittierenden Schichten (113B, 113G und 113R) und der Elektronentransportschichten (108B, 108G und 108R)) in den EL-Schichten (103B, 103G und 103R) angeordnet ist, wobei die Isolierschichten (107B, 107G und 107R) dazwischen liegen.

[0198] Als Nächstes wird die Elektrode 552 ausgebildet, wie in **Fig. 7B**. Die Elektrode 552 wird beispielsweise durch ein Vakuumverdampfungsverfahren ausgebildet. Die Elektrode 552 wird über der Elektroneninjectionsschicht 109 ausgebildet. Es sei angemerkt, dass die Elektrode 552 an den Seitenflächen (oder den Endabschnitten) einiger Schichten (einschließlich der Lochinjektions-/Lochtransportschichten (104R, 104G und 104B), der Licht emittierenden Schichten (113B, 113G und 113R) und der Elektronentransportschichten (108B, 108G und 108R)) in den EL-Schichten (103B, 103G und 103R) angeordnet ist, wobei die Elektroneninjectionsschicht 109 und die Isolierschichten (107B, 107G und 107R) dazwischen liegen. Daher können verhindert werden, dass die EL-Schichten (103B, 103G und 103R) und die Elektrode 552, besonders die Lochinjektions-/Lochtransportschichten (104B, 104G und 104R) in den EL-Schichten (103B, 103G und 103R) und die Elektrode 552, elektrisch kurzgeschlossen sind.

[0199] Durch die vorstehenden Schritten können die EL-Schicht 103B, die EL-Schicht 103G und die EL-Schicht 103R in der Licht emittierenden Vorrichtung 550B, der Licht emittierenden Vorrichtung 550G bzw. der Licht emittierenden Vorrichtung 550R derart verarbeitet werden, dass sie voneinander getrennt werden.

[0200] Die EL-Schichten 103B, 103G und 103R werden derart verarbeitet, dass sie durch eine Strukturierung unter Verwendung eines Photolithographieverfahrens getrennt werden; somit kann eine hochauflösende Licht emittierende Einrichtung (Anzeigefeld) hergestellt werden. Endabschnitte (Seitenflächen) der EL-

Schicht (der Lochinjektions-/Lochtransportschicht, der Licht emittierenden Schicht und der Elektronentransportschicht), die durch eine Strukturierung unter Verwendung eines Photolithographieverfahrens verarbeitet werden, weisen im Wesentlichen eine Oberfläche auf (oder sind auf der im Wesentlichen gleichen Ebene angeordnet).

[0201] In der EL-Schicht weist insbesondere die Lochinjektionsschicht, die in dem Lochtransportbereich zwischen der Anode und der Licht emittierenden Schicht enthalten ist, oft hohe Leitfähigkeit auf; deshalb könnte eine Lochinjektionsschicht, die als Schicht, die benachbarten Licht emittierenden Vorrichtungen gemeinsam ist, ausgebildet wird, zu Nebensprechen führen. Daher kann das Auftreten von Nebensprechen zwischen benachbarten Licht emittierenden Vorrichtungen unterdrückt werden, indem die EL-Schichten derart verarbeitet werden, dass sie durch eine Strukturierung unter Verwendung eines Photolithographieverfahrens getrennt werden, wie in diesem Strukturbeispiel gezeigt.

<Strukturbeispiel 2 der Licht emittierenden Einrichtung 700>

[0202] Die Licht emittierende Einrichtung 700 in **Fig. 8** beinhaltet die Licht emittierende Vorrichtung 550B, die Licht emittierende Vorrichtung 550G, die Licht emittierende Vorrichtung 550R und die Trennwand 528. Die Licht emittierende Vorrichtung 550B, die Licht emittierende Vorrichtung 550G, die Licht emittierende Vorrichtung 550R und die Trennwand 528 werden über der Funktionsschicht 520 ausgebildet, die über dem ersten Substrat 510 bereitgestellt wird. Die Funktionsschicht 520 beinhaltet beispielsweise die Treiberschaltung GD, die Treiberschaltung SD und dergleichen, die aus einer Vielzahl von Transistoren bestehen, und Leitungen, die diese Schaltungen elektrisch verbinden. Es sei angemerkt, dass diese Treiberschaltungen elektrisch mit der Licht emittierenden Vorrichtung 550B, der Licht emittierenden Vorrichtung 550G und der Licht emittierenden Vorrichtung 550R verbunden sind, um sie zu betreiben.

[0203] Die Licht emittierende Vorrichtung 550B, die Licht emittierende Vorrichtung 550G und die Licht emittierende Vorrichtung 550R weisen jeweils die bei der Ausführungsform 1 beschriebene Vorrichtungsstruktur auf. Insbesondere wird der Fall beschrieben, in dem sich die EL-Schicht 103 bei der Struktur in **Fig. 2A** zwischen den Licht emittierenden Vorrichtungen unterscheidet.

[0204] Es sei angemerkt, dass spezifische Strukturen der Licht emittierenden Vorrichtungen in **Fig. 8** gleich sind wie die Strukturen der Licht emittierenden Vorrichtungen 550B, 550G und 550R, die anhand von **Fig. 3A** und **Fig. 3B** beschrieben worden sind.

[0205] Wie in **Fig. 8** dargestellt, sind die Lochinjektions-/Lochtransportschichten (104B, 104G und 104R) in den EL-Schichten (103B, 103G und 103R) der Licht emittierenden Vorrichtungen (550B, 550G und 550R) kleiner als die anderen Funktionsschichten in der EL-Schichten (103B, 103G und 103R) und werden mit den Funktionsschichten bedeckt, die über den Lochinjektions-/Lochtransportschichten angeordnet werden.

[0206] Bei dieser Struktur werden die Lochinjektions-/Lochtransportschichten (104B, 104G und 104R) in den EL-Schichten vollständig voneinander getrennt, indem sie mit den anderen Funktionsschichten bedeckt werden; daher ist die Isolierschicht 107 zum Verhindern eines Kurzschlusses zwischen den Lochinjektions-/Lochtransportschichten und der Elektrode 552, die in dem Strukturbeispiel 1 beschrieben worden ist (siehe **Fig. 3A**), unnötig.

[0207] Die EL-Schichten bei dieser Struktur (die EL-Schichten 103B, 103G und 103R) werden derart verarbeitet, dass sie durch eine Strukturierung unter Verwendung eines Photolithographieverfahrens getrennt werden; somit weisen Endabschnitte (Seitenflächen) der verarbeiteten EL-Schichten (Licht emittierenden Schichten und Elektronentransportschichten) im Wesentlichen eine Oberfläche auf (oder sind auf der im Wesentlichen gleichen Ebene angeordnet).

[0208] In der EL-Schicht weist insbesondere die Lochinjektionsschicht, die in dem Lochtransportbereich zwischen der Anode und der Licht emittierenden Schicht enthalten ist, oft hohe Leitfähigkeit auf; daher könnte eine Lochinjektionsschicht, die als Schicht, die benachbarten Licht emittierenden Vorrichtungen gemeinsam ist, ausgebildet wird, zu Nebensprechen führen. Deswegen kann das Auftreten von Nebensprechen zwischen benachbarten Licht emittierenden Vorrichtungen unterdrückt werden, indem die EL-Schichten derart verarbeitet werden, dass sie durch eine Strukturierung unter Verwendung eines Photolithographieverfahrens getrennt werden, wie in diesem Strukturbeispiel gezeigt.

[0209] In dieser Beschreibung und dergleichen kann eine Vorrichtung, die unter Verwendung einer Metallmaske oder einer feinen Metallmaske (FMM) ausgebildet wird, als Vorrichtung mit einer Metallmaske- (MM-) Struktur bezeichnet werden. In dieser Beschreibung und dergleichen kann eine Vorrichtung, die ohne Verwendung einer Metallmaske oder einer FMM ausgebildet wird, als Vorrichtung mit einer metallmaskenlosen (metal maskless, MML-) Struktur bezeichnet werden.

[0210] In dieser Beschreibung und dergleichen kann eine Struktur, bei der Licht emittierenden Schichten in Licht emittierenden Vorrichtungen von unterschiedlichen Farben (hier Blau (B), Grün (G) und Rot (R)) getrennt ausgebildet oder getrennt strukturiert werden, als Side-by-Side- (SBS-) Struktur bezeichnet werden. In dieser Beschreibung und dergleichen kann eine Licht emittierende Vorrichtung, die weißes Licht emittieren kann, als weißes Licht emittierende Vorrichtung bezeichnet werden. Es sei angemerkt, dass eine Kombination aus weißes Licht emittierenden Vorrichtungen und Farbschichten (z. B. Farbfiltern) eine Vollfarb-Anzeigeeinrichtung erzielt.

[0211] Strukturen von Licht emittierenden Vorrichtungen können grob in eine Single-Struktur und eine Tandem-Struktur klassifiziert werden. Eine Vorrichtung mit einer Single-Struktur beinhaltet eine EL-Schicht zwischen einem Paar von Elektroden, und die EL-Schicht beinhaltet vorzugsweise eine oder mehrere Licht emittierende Schichten. Um eine weiße Lichtemission zu erhalten, werden zwei oder mehr Licht emittierende Schichten, die Licht von Komplementärfarben emittieren, ausgewählt. Beispielsweise kann dann, wenn Emissionsfarben einer ersten Licht emittierenden Schicht und einer zweiten Licht emittierenden Schicht Komplementärfarben sind, eine Licht emittierende Vorrichtung dazu konfiguriert werden, weißes Licht als Ganzes zu emittieren. Das Gleiche gilt für eine Licht emittierende Vorrichtung, die drei oder mehr Licht emittierende Schichten beinhaltet.

[0212] Eine Vorrichtung mit einer Tandem-Struktur beinhaltet zwei oder mehr EL-Schichten zwischen einem Paar von Elektroden, und die EL-Schichten beinhalten jeweils vorzugsweise eine oder mehrere Licht emittierende Schichten. Eine weiße Lichtemission wird durch Kombination von Licht von den Licht emittierenden Schichten in einer Vielzahl von EL-Schichten erhalten. Es sei angemerkt, dass eine Struktur zum Erhalten einer weißen Lichtemission derjenigen in dem Fall einer Single-Struktur ähnlich ist. In einer Vorrichtung mit einer Tandem-Struktur wird vorzugsweise eine Zwischenschicht, wie z. B. eine Ladungserzeugungsschicht, zwischen einer Vielzahl von EL-Schichten bereitgestellt.

[0213] Wenn die weißes Licht emittierende Vorrichtung (mit einer Single-Struktur oder einer Tandem-Struktur) und eine Licht emittierende Vorrichtung mit einer SBS-Struktur miteinander verglichen werden, kann die letztere niedrigeren Stromverbrauch aufweisen als die erstere. Um Stromverbrauch zu verringern, wird vorzugsweise eine Licht emittierende Vorrichtung mit einer SBS-Struktur verwendet. Andererseits wird die weißes Licht emittierende Vorrichtung im Sinne von niedrigeren Herstellungskosten oder einer höheren Herstellungsausbeute bevorzugt, da der Herstellungsprozess der weißes Licht emittierenden Vorrichtung einfacher ist als derjenige einer Licht emittierenden Vorrichtung mit einer SBS-Struktur.

<Strukturbeispiel 3 der Licht emittierenden Einrichtung 700>

[0214] Die Licht emittierende Einrichtung 700 in **Fig. 9A** beinhaltet die Licht emittierende Vorrichtung 550B, die Licht emittierende Vorrichtung 550G, die Licht emittierende Vorrichtung 550R und die Trennwand 528. Die Licht emittierende Vorrichtung 550B, die Licht emittierende Vorrichtung 550G, die Licht emittierende Vorrichtung 550R und die Trennwand 528 werden über der Funktionsschicht 520 ausgebildet, die über dem ersten Substrat 510 bereitgestellt wird. Die Funktionsschicht 520 beinhaltet beispielsweise die Treiberschaltung GD, die Treiberschaltung SD und dergleichen, die aus einer Vielzahl von Transistoren bestehen, und Leitungen, die diese Schaltungen elektrisch verbinden. Es sei angemerkt, dass diese Treiberschaltungen elektrisch mit der Licht emittierenden Vorrichtung 550B, der Licht emittierenden Vorrichtung 550G und der Licht emittierenden Vorrichtung 550R verbunden sind, um sie zu betreiben.

[0215] Die Licht emittierende Vorrichtung 550B, die Licht emittierende Vorrichtung 550G und die Licht emittierende Vorrichtung 550R weisen jeweils die bei der Ausführungsform 1 beschriebene Vorrichtungsstruktur auf. Insbesondere teilen die Licht emittierenden Vorrichtungen die EL-Schicht 103 mit der Struktur in **Fig. 2B, d.** h. einer Tandem-Struktur.

[0216] Die Licht emittierende Vorrichtung 550B weist eine mehrschichtige Struktur in **Fig. 9A** auf, die die Elektrode 551B, die Elektrode 552, EL-Schichten (103P und 103Q), eine Ladungserzeugungsschicht 106B und die Isolierschicht 107 umfasst. Es sei angemerkt, dass eine spezifische Struktur jeder Schicht wie bei

der Ausführungsform 1 beschrieben ist. Die Elektrode 551B und die Elektrode 552 überlappen sich miteinander. Die EL-Schicht 103P und die EL-Schicht 103Q werden übereinander angeordnet, wobei die Ladungserzeugungsschicht 106B dazwischen liegt, und die EL-Schicht 103P, die EL-Schicht 103Q und die Ladungserzeugungsschicht 106B sind zwischen der Elektrode 551B und der Elektrode 552 angeordnet. Es sei angemerkt, dass die EL-Schichten 103P und 103Q jeweils eine mehrschichtige Struktur aus Schichten mit unterschiedlichen Funktionen einschließlich einer Licht emittierenden Schicht aufweisen, wie die EL-Schichten 103, 103a, 103b und 103c, die bei der Ausführungsform 1 beschrieben worden sind. Die EL-Schicht 103P kann beispielsweise blaues Licht emittieren, und die EL-Schicht 103Q kann beispielsweise gelbes Licht emittieren.

[0217] Fig. 9A stellt nur eine Lochinjektions-/Lochtransportschicht 104P unter den Schichten, die in der EL-Schicht 103P enthalten sind, und eine Lochinjektions-/Lochtransportschicht 104Q, eine Licht emittierende Schicht 113Q, eine Elektronentransportschicht 108Q und die Elektroneninjectionsschicht 109 unter den Schichten, die in der EL-Schicht 103Q enthalten sind, dar; jedoch ist eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung nicht darauf beschränkt. In der nachstehenden Beschreibung kann der Begriff „EL-Schicht“ (die EL-Schicht 103P und die EL-Schicht 103Q) der Einfachheit halber verwendet werden, um auch die Schichten, die in der EL-Schicht enthalten sind, zu beschreiben. Die Elektronentransportschicht kann eine mehrschichtige Struktur aufweisen und kann eine Lochblockierschicht zum Blockieren von Löchern, die sich von der Anodenseite durch die Licht emittierende Schicht in Richtung der Kathodenseite bewegen, beinhalten. Die Elektroneninjectionsschicht 109 kann eine mehrschichtige Struktur aufweisen, bei der einige oder alle Schichten unter Verwendung von unterschiedlichen Materialien ausgebildet werden.

[0218] Wie in **Fig. 9A** dargestellt, wird die Isolierschicht 107 ausgebildet, während ein Fotolack, der über einigen Schichten in der EL-Schicht 103Q (der Schichten bis zur Elektronentransportschicht 108Q über der Licht emittierenden Schicht 113Q bei dieser Ausführungsform) ausgebildet wird, über der Elektrode 551B verbleibt. Daher wird die Isolierschicht 107 in Kontakt mit Seitenflächen (oder Endabschnitten) der vorstehenden Schichten in der EL-Schicht 103Q, der EL-Schicht 103P und der Ladungserzeugungsschicht 106B ausgebildet. Folglich kann das Eindringen von Sauerstoff, Feuchtigkeit oder Bestandselementen davon durch die Seitenflächen der EL-Schicht 103P, der EL-Schicht 103Q und der Ladungserzeugungsschicht 106B in die Innenseite verhindert werden. Für die Isolierschicht 107 kann beispielsweise Aluminiumoxid, Magnesiumoxid, Hafniumoxid, Galliumoxid, Indiumgalliumzinkoxid, Siliziumnitrid oder Siliziumnitridoxid verwendet werden. Die Isolierschicht 107 kann durch ein Sputterverfahren, ein CVD-Verfahren, ein MBE-Verfahren, ein PLD-Verfahren, ein ALD-Verfahren oder dergleichen ausgebildet werden und wird vorzugsweise durch ein ALD-Verfahren ausgebildet, das eine vorteilhafte Abdeckung erzielt.

[0219] Die Elektroneninjectionsschicht 109 wird ausgebildet, um einige Schichten in der EL-Schicht 103Q (die Schichten bis zur Elektronentransportschicht 108Q über der Licht emittierenden Schicht 113Q) und die Isolierschicht 107 zu bedecken. Die Elektroneninjectionsschicht 109 weist vorzugsweise eine mehrschichtige Struktur aus zwei oder mehr Schichten mit unterschiedlichen elektrischen Widerständen auf. Beispielsweise kann die Elektroneninjectionsschicht 109 eine der folgenden Strukturen aufweisen: eine Struktur, bei der eine erste Schicht in Kontakt mit der Elektronentransportschicht 108Q unter Verwendung nur eines Elektronentransportmaterials ausgebildet wird und eine zweite Schicht, die unter Verwendung eines Elektronentransportmaterials, das ein Metallmaterial enthält, ausgebildet wird, über der ersten Schicht angeordnet wird; oder die vorstehend erwähnten Struktur, die eine dritte Schicht, die unter Verwendung eines Elektronentransportmaterials, das ein Metallmaterial enthält, ausgebildet wird, zwischen der ersten Schicht und der Elektronentransportschicht 108Q umfasst.

[0220] Die Elektrode 552 wird über der Elektroneninjectionsschicht 109 ausgebildet. Es sei angemerkt, dass die Elektrode 551B und die Elektrode 552 einen Überlappungsbereich aufweisen. Die EL-Schicht 103P, die EL-Schicht 103Q und die Ladungserzeugungsschicht 106B sind zwischen der Elektrode 551B und der Elektrode 552 angeordnet. Daher ist die Elektroneninjectionsschicht 109 an den Seitenflächen (oder Endabschnitten) der EL-Schicht 103Q, der EL-Schicht 103P und der Ladungserzeugungsschicht 106B angeordnet, wobei die Isolierschicht 107 dazwischen liegt, oder die Elektrode 552 ist an den Seitenflächen (oder Endabschnitten) der EL-Schicht 103Q, der EL-Schicht 103P und der Ladungserzeugungsschicht 106B angeordnet, wobei die Elektroneninjectionsschicht 109 und die Isolierschicht 107 dazwischen liegen. Folglich kann verhindert werden, dass die EL-Schicht 103P und die Elektrode 552, besonders die Lochinjektions-/Lochtransportschicht 104P in der EL-Schicht 103P und die Elektrode 552, elektrisch kurzgeschlossen sind. Zudem kann verhindert werden, dass die EL-Schicht 103Q und die Elektrode 552, besonders die Lochinjektions-/Lochtransportschicht 104Q in der EL-Schicht 103Q und die Elektrode 552, elektrisch kurzgeschlossen sind. Außer-

dem kann verhindert werden, dass die Ladungserzeugungsschicht 106B und die Elektrode 552 elektrisch kurzgeschlossen sind.

[0221] Die Licht emittierende Vorrichtung 550G weist eine mehrschichtige Struktur in **Fig. 9A** auf, die die Elektrode 551G, die Elektrode 552, die EL-Schichten (103P und 103Q), eine Ladungserzeugungsschicht 106G und die Isolierschicht 107 umfasst. Es sei angemerkt, dass eine spezifische Struktur jeder Schicht wie bei der Ausführungsform 1 beschrieben ist. Die Elektrode 551G und die Elektrode 552 überlappen sich miteinander. Die EL-Schicht 103P und die EL-Schicht 103Q werden übereinander angeordnet, wobei die Ladungserzeugungsschicht 106G dazwischen liegt, und die EL-Schicht 103P, die EL-Schicht 103Q und die Ladungserzeugungsschicht 106G sind zwischen der Elektrode 551G und der Elektrode 552 angeordnet.

[0222] Wie in **Fig. 9A** dargestellt, wird die Isolierschicht 107 ausgebildet, während ein Fotolack, der über einigen Schichten in der EL-Schicht 103Q (der Schichten bis zur Elektronentransportschicht 108Q über der Licht emittierenden Schicht 113Q bei dieser Ausführungsform) ausgebildet wird, über der Elektrode 551G verbleibt. Daher wird die Isolierschicht 107 in Kontakt mit Seitenflächen (oder Endabschnitten) der vorstehenden Schichten in der EL-Schicht 103Q, der EL-Schicht 103P und der Ladungserzeugungsschicht 106G ausgebildet. Folglich kann das Eindringen von Sauerstoff, Feuchtigkeit oder Bestandteilen davon durch die Seitenflächen der EL-Schicht 103P, der EL-Schicht 103Q und der Ladungserzeugungsschicht 106G in die Innenseite verhindert werden. Für die Isolierschicht 107 kann beispielsweise Aluminiumoxid, Magnesiumoxid, Hafniumoxid, Galliumoxid, Indiumgalliumzinkoxid, Siliziumnitrid oder Siliziumnitridoxid verwendet werden. Die Isolierschicht 107 kann durch ein Sputterverfahren, ein CVD-Verfahren, ein MBE-Verfahren, ein PLD-Verfahren, ein ALD-Verfahren oder dergleichen ausgebildet werden und wird vorzugsweise durch ein ALD-Verfahren ausgebildet, das eine vorteilhafte Abdeckung erzielt.

[0223] Die Elektroneninjectionsschicht 109 wird ausgebildet, um einige Schichten in der EL-Schicht 103Q (die Schichten bis zur Elektronentransportschicht 108Q über der Licht emittierenden Schicht 113Q) und die Isolierschicht 107 zu bedecken. Die Elektroneninjectionsschicht 109 weist vorzugsweise eine mehrschichtige Struktur aus zwei oder mehr Schichten mit unterschiedlichen elektrischen Widerständen auf. Beispielsweise kann die Elektroneninjectionsschicht 109 eine der folgenden Strukturen aufweisen: eine Struktur, bei der eine erste Schicht in Kontakt mit der Elektronentransportschicht 108Q unter Verwendung nur eines Elektronentransportmaterials ausgebildet wird und eine zweite Schicht, die unter Verwendung eines Elektronentransportmaterials, das ein Metallmaterial enthält, ausgebildet wird, über der ersten Schicht angeordnet wird; oder die vorstehend erwähnte Struktur, die eine dritte Schicht, die unter Verwendung eines Elektronentransportmaterials, das ein Metallmaterial enthält, ausgebildet wird, zwischen der ersten Schicht und der Elektronentransportschicht 108Q umfasst.

[0224] Die Elektrode 552 wird über der Elektroneninjectionsschicht 109 ausgebildet. Es sei angemerkt, dass die Elektrode 551G und die Elektrode 552 einen Überlappungsbereich aufweisen. Die EL-Schicht 103P, die EL-Schicht 103Q und die Ladungserzeugungsschicht 106G sind zwischen der Elektrode 551G und der Elektrode 552 angeordnet. Daher ist die Elektroneninjectionsschicht 109 an den Seitenflächen (oder Endabschnitten) der EL-Schicht 103Q, der EL-Schicht 103P und der Ladungserzeugungsschicht 106G angeordnet, wobei die Isolierschicht 107 dazwischen liegt, oder die Elektrode 552 ist an den Seitenflächen (oder Endabschnitten) der EL-Schicht 103Q, der EL-Schicht 103P und der Ladungserzeugungsschicht 106G angeordnet, wobei die Elektroneninjectionsschicht 109 und die Isolierschicht 107 dazwischen liegen. Folglich kann verhindert werden, dass die EL-Schicht 103P und die Elektrode 552, besonders die Lochinjektions-/Lochtransport-schicht 104P in der EL-Schicht 103P und die Elektrode 552, elektrisch kurzgeschlossen sind. Zudem kann verhindert werden, dass die EL-Schicht 103Q und die Elektrode 552, besonders die Lochinjektions-/Lochtransport-schicht 104Q in der EL-Schicht 103Q und die Elektrode 552, elektrisch kurzgeschlossen sind. Außerdem kann verhindert werden, dass die Ladungserzeugungsschicht 106G und die Elektrode 552 elektrisch kurzgeschlossen sind.

[0225] Die Licht emittierende Vorrichtung 550R weist eine mehrschichtige Struktur in **Fig. 9A** auf, die die Elektrode 551R, die Elektrode 552, die EL-Schichten (103P und 103Q), eine Ladungserzeugungsschicht 106R und die Isolierschicht 107 umfasst. Es sei angemerkt, dass eine spezifische Struktur jeder Schicht wie bei der Ausführungsform 1 beschrieben ist. Die Elektrode 551R und die Elektrode 552 überlappen sich miteinander. Die EL-Schicht 103P und die EL-Schicht 103Q werden übereinander angeordnet, wobei die Ladungserzeugungsschicht 106R dazwischen liegt, und die EL-Schicht 103P, die EL-Schicht 103Q und die Ladungserzeugungsschicht 106R sind zwischen der Elektrode 551R und der Elektrode 552 angeordnet.

[0226] Wie in **Fig. 9A** dargestellt, wird die Isolierschicht 107 ausgebildet, während ein Fotolack, der über einigen Schichten in der EL-Schicht 103Q (der Schichten bis zur Elektronentransportschicht 108Q über der Licht emittierenden Schicht 113Q bei dieser Ausführungsform) ausgebildet wird, über der Elektrode 551R verbleibt. Daher wird die Isolierschicht 107 in Kontakt mit Seitenflächen (oder Endabschnitten) der vorstehenden Schichten in der EL-Schicht 103Q, der EL-Schicht 103P und der Ladungserzeugungsschicht 106R ausgebildet. Folglich kann das Eindringen von Sauerstoff, Feuchtigkeit oder Bestandselementen davon durch die Seitenflächen der EL-Schicht 103P, der EL-Schicht 103Q und der Ladungserzeugungsschicht 106R in die Innenseite verhindert werden. Für die Isolierschicht 107 kann beispielsweise Aluminiumoxid, Magnesiumoxid, Hafniumoxid, Galliumoxid, Indiumgalliumzinkoxid, Siliziumnitrid oder Siliziumnitridoxid verwendet werden. Die Isolierschicht 107 kann durch ein Sputterverfahren, ein CVD-Verfahren, ein MBE-Verfahren, ein PLD-Verfahren, ein ALD-Verfahren oder dergleichen ausgebildet werden und wird vorzugsweise durch ein ALD-Verfahren ausgebildet, das eine vorteilhafte Abdeckung erzielt.

[0227] Die Elektroneninjectionsschicht 109 wird ausgebildet, um einige Schichten in der EL-Schicht 103Q (die Schichten bis zur Elektronentransportschicht 108Q über der Licht emittierenden Schicht 113Q) und die Isolierschicht 107 zu bedecken. Die Elektroneninjectionsschicht 109 weist vorzugsweise eine mehrschichtige Struktur aus zwei oder mehr Schichten mit unterschiedlichen elektrischen Widerständen auf. Beispielsweise kann die Elektroneninjectionsschicht 109 eine der folgenden Strukturen aufweisen: eine Struktur, bei der eine erste Schicht in Kontakt mit der Elektronentransportschicht 108Q unter Verwendung nur eines Elektronentransportmaterials ausgebildet wird und eine zweite Schicht, die unter Verwendung eines Elektronentransportmaterials, das ein Metallmaterial enthält, ausgebildet wird, über der ersten Schicht angeordnet wird; oder die vorstehend erwähnten Struktur, die eine dritte Schicht, die unter Verwendung eines Elektronentransportmaterials, das ein Metallmaterial enthält, ausgebildet wird, zwischen der ersten Schicht und der Elektronentransportschicht 108Q umfasst.

[0228] Die Elektrode 552 wird über der Elektroneninjectionsschicht 109 ausgebildet. Es sei angemerkt, dass die Elektrode 551R und die Elektrode 552 einen Überlappungsbereich aufweisen. Die EL-Schicht 103P, die EL-Schicht 103Q und die Ladungserzeugungsschicht 106R sind zwischen der Elektrode 551R und der Elektrode 552 angeordnet. Daher ist die Elektroneninjectionsschicht 109 an den Seitenflächen (oder Endabschnitten) der EL-Schicht 103Q, der EL-Schicht 103P und der Ladungserzeugungsschicht 106R angeordnet, wobei die Isolierschicht 107 dazwischen liegt, oder die Elektrode 552 ist an den Seitenflächen (oder Endabschnitten) der EL-Schicht 103Q, der EL-Schicht 103P und der Ladungserzeugungsschicht 106R angeordnet, wobei die Elektroneninjectionsschicht 109 und die Isolierschicht 107 dazwischen liegen. Folglich kann verhindert werden, dass die EL-Schicht 103P und die Elektrode 552, besonders die Lochinjektions-/Lochtransportschicht 104P in der EL-Schicht 103P und die Elektrode 552, elektrisch kurzgeschlossen sind. Zudem kann verhindert werden, dass die EL-Schicht 103Q und die Elektrode 552, besonders die Lochinjektions-/Lochtransportschicht 104Q in der EL-Schicht 103Q und die Elektrode 552, elektrisch kurzgeschlossen sind. Außerdem kann verhindert werden, dass die Ladungserzeugungsschicht 106R und die Elektrode 552 elektrisch kurzgeschlossen sind.

[0229] Die EL-Schichten (103P und 103Q) und die Ladungserzeugungsschicht (106B, 106G und 106R), die in den Licht emittierenden Vorrichtungen enthalten sind, werden derart verarbeitet, dass sie durch eine Strukturierung unter Verwendung eines Photolithographieverfahrens zwischen den Licht emittierenden Vorrichtungen getrennt werden; somit weisen die Endabschnitte (die Seitenflächen) der verarbeiteten EL-Schichten (der EL-Schicht 103P, der Lochinjektions-/Lochtransportschicht 104Q, der Licht emittierenden Schicht 113Q und der Elektronentransportschicht 108Q) und der verarbeiteten Ladungserzeugungsschichten 106 im Wesentlichen eine Oberfläche auf (oder sind auf der im Wesentlichen gleichen Ebene angeordnet).

[0230] Der Zwischenraum 580 wird zwischen den EL-Schichten (103P und 103Q) und der Ladungserzeugungsschicht (106B, 106G oder 106R) in einer Licht emittierenden Vorrichtung und denjenigen in der benachbarten Licht emittierenden Vorrichtung bereitgestellt. Die Ladungserzeugungsschichten (106B, 106G und 106R) und die Lochinjektionsschicht, die in dem Lochtransportbereich in den EL-Schichten (103P und 103Q) enthalten sind, weisen oft hohe Leitfähigkeit auf; deshalb könnten diese Schichten, die als Schichten, die benachbarten Licht emittierenden Vorrichtungen gemeinsam sind, ausgebildet werden, zu Nebensprechen führen. Daher kann das Auftreten von Nebensprechen zwischen benachbarten Licht emittierenden Vorrichtungen unterdrückt werden, indem der Zwischenraum 580 bereitgestellt wird, wie in diesem Strukturbeispiel gezeigt.

[0231] Wenn die elektrische Verbindung zwischen der EL-Schicht 103B, der EL-Schicht 103G und der EL-Schicht 103R in einer Licht emittierenden Einrichtung (einem Anzeigefeld) mit einer hohen Auflösung von

mehr als 1000 ppi hergestellt wird, tritt Nebensprechen auf, was zu einem schmalen Farbraum führt, den die Licht emittierende Einrichtung wiedergeben kann. Indem der Zwischenraum 580 in einem hochauflösenden Anzeigefeld mit mehr als 1000 ppi, bevorzugt mehr als 2000 ppi oder bevorzugt in einem ultrahochauflösenden Anzeigefeld mit mehr als 5000 ppi bereitgestellt wird, kann das Anzeigefeld intensive Farben darstellen.

[0232] In diesem Strukturbeispiel emittieren die Licht emittierende Vorrichtung 550B, die Licht emittierende Vorrichtung 550G und die Licht emittierende Vorrichtung 550R jeweils weißes Licht. Dementsprechend beinhaltet das zweite Substrat 770 eine Farbschicht CFB, eine Farbschicht CFG und eine Farbschicht CFR. Es sei angemerkt, dass diese Farbschichten derart bereitgestellt werden können, dass sie sich teilweise miteinander überlappen, wie in **Fig. 9A** dargestellt. Wenn sich die Farbschichten teilweise miteinander überlappen, kann der Überlappungsabschnitt als lichtundurchlässiger Film dienen. In diesem Strukturbeispiel wird beispielsweise ein Material, das vorrangig blaues Licht (B) durchlässt, für die Farbschicht CFB verwendet, ein Material, das vorrangig grünes Licht (G) durchlässt, wird für die Farbschicht CFG verwendet, und ein Material, das vorrangig rotes Licht (R) durchlässt, wird für die Farbschicht CFR verwendet.

[0233] **Fig. 9B** stellt eine Struktur der Licht emittierenden Vorrichtung 550B in dem Fall dar, in dem die Licht emittierenden Vorrichtungen 550B, 550G und 550R jeweils eine Licht emittierende Vorrichtung sind, die weißes Licht emittiert. Die EL-Schicht 103P und die EL-Schicht 103Q werden über der Elektrode 551B angeordnet, wobei die Ladungserzeugungsschicht 106B dazwischen liegt. Die EL-Schicht 103P beinhaltet die Licht emittierende Schicht 113B, die blaues Licht EL(1) emittiert, und die EL-Schicht 103Q beinhaltet die Licht emittierende Schicht 113G, die grünes Licht EL(2) emittiert, und die Licht emittierende Schicht 113R, die rotes Licht EL(3) emittiert.

[0234] Es sei angemerkt, dass eine Farbumwandlungsschicht anstelle der Farbschicht verwendet werden kann. Beispielsweise können Nanoteilchen oder Quantenpunkte für die Farbumwandlungsschicht verwendet werden.

[0235] Beispielsweise kann eine Farbumwandlungsschicht, die blaues Licht in grünes Licht umwandelt, anstelle der Farbschicht CFG verwendet werden. Daher kann blaues Licht, das von der Licht emittierenden Vorrichtung 550G emittiert wird, in grünes Licht umgewandelt werden. Außerdem kann eine Farbumwandlungsschicht, die blaues Licht in rotes Licht umwandelt, anstelle der Farbschicht CFR verwendet werden. Daher kann blaues Licht, das von der Licht emittierenden Vorrichtung 550R emittiert wird, in rotes Licht umgewandelt werden.

<Strukturbeispiel 4 der Licht emittierenden Einrichtung 700>

[0236] Die Licht emittierende Einrichtung (das Anzeigefeld) 700 in **Fig. 10** beinhaltet die Licht emittierende Vorrichtung 550B, die Licht emittierende Vorrichtung 550G, die Licht emittierende Vorrichtung 550R und die Trennwand 528. Die Licht emittierende Vorrichtung 550B, die Licht emittierende Vorrichtung 550G, die Licht emittierende Vorrichtung 550R und die Trennwand 528 werden über der Funktionsschicht 520 ausgebildet, die über dem ersten Substrat 510 bereitgestellt wird. Die Funktionsschicht 520 beinhaltet beispielsweise die Treiberschaltung GD, die Treiberschaltung SD und dergleichen, die aus einer Vielzahl von Transistoren bestehen, und Leitungen, die diese Schaltungen elektrisch verbinden. Es sei angemerkt, dass diese Treiberschaltungen elektrisch mit der Licht emittierenden Vorrichtung 550B, der Licht emittierenden Vorrichtung 550G und der Licht emittierenden Vorrichtung 550R verbunden sind, um sie zu betreiben.

[0237] Die Licht emittierende Vorrichtung 550B, die Licht emittierende Vorrichtung 550G und die Licht emittierende Vorrichtung 550R weisen jeweils die bei der Ausführungsform 1 beschriebene Vorrichtungsstruktur auf. Dies ist besonders in dem Fall vorteilhaft, in dem die Licht emittierenden Vorrichtungen die EL-Schicht 103 mit der Struktur in **Fig. 2B**, d. h. einer Tandem-Struktur, teilen.

[0238] Es sei angemerkt, dass spezifische Strukturen der Licht emittierenden Vorrichtungen in **Fig. 10** gleich sind wie die Strukturen der Licht emittierenden Vorrichtungen 550B, 550G und 550R, die anhand von **Fig. 9A** beschrieben worden sind, und dass jede der Licht emittierenden Vorrichtungen weißes Licht emittiert.

[0239] Die Licht emittierende Einrichtung in diesem Strukturbeispiel unterscheidet sich von der Licht emittierenden Einrichtung in **Fig. 9A** dadurch, dass die Farbschicht CFB, die Farbschicht CFG und die Farbschicht CFR, die über den Licht emittierenden Vorrichtungen über dem ersten Substrat 510 ausgebildet werden, enthalten sind.

[0240] Mit anderen Worten: Eine Isolierschicht 573 wird über der Elektrode 552 jeder Licht emittierenden Vorrichtung, die über dem ersten Substrat 510 ausgebildet wird, bereitgestellt, und die Farbschicht CFB, die Farbschicht CFG und die Farbschicht CFR werden über der Isolierschicht 573 bereitgestellt.

[0241] Die Isolierschicht 705 wird über der Farbschicht CFB, der Farbschicht CFG und der Farbschicht CFR bereitgestellt. Die Isolierschicht 705 beinhaltet einen Bereich, der zwischen dem zweiten Substrat 770 und dem ersten Substrat 510 auf der Seite, die sich näher an den Farbschichten (CFB, CFG und CFR) befindet, liegt und mit der Funktionsschicht 520, den Licht emittierenden Vorrichtungen (550B, 550G und 550R) und den Farbschichten CFB, CFG und CFR bereitgestellt wird. Die Isolierschicht 705 weist eine Funktion zum Befestigen des ersten Substrats 510 und des zweiten Substrats 770 auf.

[0242] Für die Isolierschicht 573 und die Isolierschicht 705 kann ein anorganisches Material, ein organisches Material, ein Verbundmaterial aus einem anorganischen Material und einem organischen Material oder dergleichen verwendet werden.

[0243] Als anorganisches Material können ein anorganischer Oxidfilm, ein anorganischer Nitridfilm, ein anorganischer Oxyinitridfilm und dergleichen oder ein mehrschichtiges Material, das erhalten wird, indem einige dieser Filme übereinander angeordnet werden, verwendet werden. Beispielsweise kann ein Film, der einen beliebigen eines Siliziumoxidfilms, eines Siliziumnitridfilms, eines Siliziumoxyinitridfilms, eines Aluminiumoxidfilms und dergleichen umfasst, oder ein Film, der ein Material, das erhalten wird, indem beliebige dieser Filme übereinander angeordnet werden, enthält, verwendet werden. Es sei angemerkt, dass ein Siliziumnitridfilm ein dichter Film ist und eine ausgezeichnete Funktion zum Verhindern einer Diffusion von Verunreinigungen aufweist. Alternativ kann für einen Oxidhalbleiter (z. B. einen IGZO-Film) beispielsweise eine mehrschichtige Struktur aus einem Aluminiumoxidfilm und einem IGZO-Film über dem Aluminiumoxidfilm verwendet werden.

[0244] Als organisches Material können Polyester, Polyolefin, Polyamid, Polyimid, Polycarbonat, Polysiloxan, Acryl und dergleichen oder ein mehrschichtiges Material oder ein Verbundmaterial, das zwei oder mehrere von Harzen, die aus den vorstehenden ausgewählt werden, enthält, verwendet werden. Alternativ kann ein organisches Material, wie z. B. ein reaktiv härtender Klebstoff, ein lichterhärtender Klebstoff, ein wärmehärtender Klebstoff und/oder ein anaerober Klebstoff, verwendet werden.

<Beispiel 2 für ein Verfahren zum Herstellen einer Licht emittierenden Einrichtung>

[0245] Als Nächstes wird ein Verfahren zum Herstellen der Licht emittierenden Einrichtung in **Fig. 10** anhand von **Fig. 11A** bis **Fig. 11C** und **Fig. 12A** und **Fig. 12B** beschrieben.

[0246] Wie in **Fig. 11A** dargestellt, werden die EL-Schicht 103P (einschließlich der Lochinjektions-/Lochtransportschicht 104P), die zu Ladungserzeugungsschichten 106B, 106G und 106R werdende Ladungserzeugungsschicht 106, die Lochinjektions-/Lochtransportschicht 104Q, die Licht emittierende Schicht 113Q und die Elektronentransportschicht 108Q über den Elektroden (551B, 551G und 551R) und der Trennwand 528 (siehe **Fig. 4B**), die über dem ersten Substrat 510 ausgebildet werden, derart ausgebildet, dass sie die Elektroden und die Trennwand 528 bedecken.

[0247] Als Nächstes werden, wie in **Fig. 11B** dargestellt, die EL-Schicht 103P (einschließlich der Lochinjektions-/Lochtransportschicht 104P), die Ladungserzeugungsschicht 106, die Lochinjektions-/Lochtransportschicht 104Q, die Licht emittierende Schicht 113Q und die Elektronentransportschicht 108Q über den Elektroden (551B, 551G und 551R) zu vorbestimmten Formen verarbeitet. Beispielsweise werden die Fotolacke REG durch ein Photolithographieverfahren über der Lochinjektions-/Lochtransportschicht 104Q, der Licht emittierenden Schicht 113Q und der Elektronentransportschicht 108Q über den Elektroden (551B, 551G und 551R) ausgebildet; und Abschnitte, über denen die Fotolacke REG nicht ausgebildet werden, werden durch Ätzen derart entfernt, dass die verbleibenden Abschnitte derart verarbeitet werden, dass sie Seitenflächen aufweisen (oder dass ihre Seitenflächen freigelegt werden), das heißt, dass sie eine bandartige Form aufweisen, die sich in die das Blatt des Diagramms schneidende Richtung (die Richtung der X-Achse) erstreckt. Insbesondere wird ein Trockenätzen unter Verwendung der Fotolacke REG, die über der Elektronentransportschicht 108Q ausgebildet werden, durchgeführt (siehe **Fig. 11C**). Es sei angemerkt, dass die Trennwand 528 als Ätzstopper verwendet werden kann.

[0248] Dann wird die Isolierschicht 107 über den Fotolacken REG, der EL-Schicht 103P, den Ladungserzeugungsschichten (106B, 106G und 106R), der Lochinjektions-/Lochtransportschicht 104Q, der Licht emittierenden Schicht 113Q, der Elektronentransportschicht 108Q und der Trennwand 528 ausgebildet. Beispiels-

weise wird die Isolierschicht 107 durch ein ALD-Verfahren über den Fotolacken REG, der EL-Schicht 103P, den Ladungserzeugungsschichten (106B, 106G und 106R), der Lochinjektions-/Lochtransportschicht 104Q, der Licht emittierenden Schicht 113Q, der Elektronentransportschicht 108Q und der Trennwand 528 ausgebildet, um sie zu bedecken. In diesem Fall wird die Isolierschicht 107 in Kontakt mit der Seitenfläche der EL-Schicht 103P, den Seitenflächen der Ladungserzeugungsschichten (106B, 106G und 106R), der Seitenfläche der Lochinjektions-/Lochtransportschicht 104Q, der Seitenfläche der Licht emittierenden Schicht 113Q und der Seitenfläche der Elektronentransportschicht 108Q ausgebildet, wie in **Fig. 11C** dargestellt. Dadurch kann das Eindringen von Sauerstoff, Feuchtigkeit oder Bestandselementen davon durch die Seitenfläche der EL-Schicht 103P, die Seitenflächen der Ladungserzeugungsschichten (106B, 106G und 106R), die Seitenfläche der Lochinjektions-/Lochtransportschicht 104Q, die Seitenfläche der Licht emittierenden Schicht 113Q und die Seitenfläche der Elektronentransportschicht 108Q in die Innenseite verhindert werden. Beispiele für das Material, das für die Isolierschicht 107 verwendet wird, umfassen Aluminiumoxid, Magnesiumoxid, Hafniumoxid, Galliumoxid, Indiumgalliumzinkoxid, Siliziumnitrid und Siliziumnitridoxid.

[0249] Anschließend werden, wie in **Fig. 12A** dargestellt, die Fotolacke REG entfernt, und die Elektroneninjectionsschicht 109 wird über der Isolierschicht 107, der Elektronentransportschicht 108Q und der Trennwand 528 ausgebildet. Die Elektroneninjectionsschicht 109 wird beispielsweise durch ein Vakuumverdampfungsverfahren ausgebildet. Es sei angemerkt, dass die Elektroneninjectionsschicht 109 an den Seitenflächen einiger Schichten (der Lochinjektions-/Lochtransportschichten 104Q, der Licht emittierenden Schicht 113Q und der Elektronentransportschicht 108Q) in den EL-Schichten 103P und 103Q und den Seitenflächen der Ladungserzeugungsschichten (106B, 106G und 106R) angeordnet ist, wobei die Isolierschicht 107 dazwischen liegt.

[0250] Als Nächstes wird die Elektrode 552 über der Elektroneninjectionsschicht 109 ausgebildet. Die Elektrode 552 wird beispielsweise durch ein Vakuumverdampfungsverfahren ausgebildet. Es sei angemerkt, dass die Elektrode 552 an den Seitenflächen (oder Endabschnitten) einiger Schichten (der Lochinjektions-/Lochtransportschichten 104Q, der Licht emittierenden Schicht 113Q und der Elektronentransportschicht 108Q) in der EL-Schicht 103P und der EL-Schicht 103Q sowie der Ladungserzeugungsschichten (106B, 106G und 106R) angeordnet wird, wobei die Elektroneninjectionsschicht 109 und die Isolierschicht 107 dazwischen liegen. Daher kann verhindert werden, dass die EL-Schichten (103P und 103Q) und die Elektrode 552, besonders die Lochinjektions-/Lochtransportschichten (104P und 104Q) in den EL-Schichten (103P und 103Q) und die Elektrode 552, elektrisch kurzgeschlossen sind.

[0251] Auf die vorstehende Weise können die EL-Schicht 103P (einschließlich der Lochinjektions-/Lochtransportschicht 104P), die Ladungserzeugungsschichten (106B, 106G und 106R) und einige Schichten (einschließlich der Lochinjektions-/Lochtransportschicht 104Q, der Licht emittierenden Schicht 113Q und der Elektronentransportschicht 108Q) in der EL-Schicht 103Q in der Licht emittierenden Vorrichtung 550B, der Licht emittierenden Vorrichtung 550G und der Licht emittierenden Vorrichtung 550R durch eine einzige Strukturierung unter Verwendung eines Photolithographieverfahrens getrennt ausgebildet werden.

[0252] Für die Elektroneninjectionsschicht 109 kann ein beliebiges der Lochtransportmaterialien, die bei der Ausführungsform 1 beschrieben worden sind, verwendet werden.

[0253] Es sei angemerkt, dass die Elektroneninjectionsschicht 109 auch an Seitenflächen ausgebildet wird, die durch Ätzen der EL-Schicht 103P (einschließlich der Lochinjektions-/Lochtransportschicht 104P), der Ladungserzeugungsschichten (106B, 106G und 106R) und der EL-Schicht 103Q (einschließlich der Lochinjektions-/Lochtransportschicht 104Q und der Elektronentransportschicht 108Q) freigelegt werden.

[0254] Die Elektrode 552 wird über der Elektroneninjectionsschicht 109 ausgebildet. Die Elektrode 552 ist an den Seitenflächen der EL-Schicht 103P (einschließlich der Lochinjektions-/Lochtransportschicht 104P), der Ladungserzeugungsschichten (106B, 106G und 106R) und einiger Schichten (einschließlich der Lochinjektions-/Lochtransportschicht 104Q, der Licht emittierenden Schicht 113Q und der Elektronentransportschicht 108Q) in der EL-Schicht 103Q angeordnet, wobei die Isolierschicht 107 dazwischen liegt. Folglich kann verhindert werden, dass die EL-Schicht 103P und die Elektrode 552, besonders die Lochinjektions-/Lochtransportschicht 104P in der EL-Schicht 103P und die Elektrode 552, elektrisch kurzgeschlossen sind. Zudem kann verhindert werden, dass die EL-Schicht 103Q und die Elektrode 552, besonders die Lochinjektions-/Lochtransportschicht 104Q in der EL-Schicht 103Q und die Elektrode 552, elektrisch kurzgeschlossen sind. Außerdem kann verhindert werden, dass die Ladungserzeugungsschichten (106B, 106G und 106R) und die Elektrode 552 elektrisch kurzgeschlossen sind.

[0255] Als Nächstes werden die Isolierschicht 573, die Farbschicht CFB, die Farbschicht CFG, die Farbschicht CFR und die Isolierschicht 705 ausgebildet (siehe **Fig. 12B**).

[0256] Beispielsweise wird die Isolierschicht 573 ausgebildet werden, indem ein flacher Film und ein dichter Film übereinander angeordnet werden. Insbesondere wird der flache Film durch ein Beschichtungsverfahren ausgebildet, und der dichte Film wird durch ein chemisches Gasphasenabscheidungsverfahren, ein Atomlagenabscheidungs- (atomic layer deposition, ALD-) Verfahren oder dergleichen über dem flachen Film ausgebildet. Daher kann die Isolierschicht 573 mit wenigen Defekten und hoher Qualität ausgebildet werden.

[0257] Die Farbschicht CFB, die Farbschicht CFG und die Farbschicht CFR werden beispielsweise derart ausgebildet, dass sie durch die Verwendung eines Farbfotolacks vorbestimmte Formen aufweisen. Es sei angemerkt, dass die Farbschichten derart verarbeitet werden, dass sich die Farbschicht CFR und die Farbschicht CFB über der Trennwand 528 miteinander überlappen. Das kann ein Phänomen unterdrücken, in dem Licht, das von einer Licht emittierenden Vorrichtung emittiert wird, in eine benachbarte Licht emittierende Vorrichtung einfällt.

[0258] Für die Isolierschicht 705 kann ein anorganisches Material, ein organisches Material, ein Verbundmaterial aus einem anorganischen Material und einem organischen Material oder dergleichen verwendet werden.

[0259] Die EL-Schichten (103P und 103Q) und die Ladungserzeugungsschichten (106B, 106G und 106R), die in den Licht emittierenden Vorrichtungen enthalten sind, werden derart verarbeitet, dass sie durch eine Strukturierung unter Verwendung eines Photolithographieverfahrens zwischen den Licht emittierenden Vorrichtungen getrennt werden; daher kann eine hochauflösende Licht emittierende Einrichtung (ein hochauflösendes Anzeigefeld) hergestellt werden. Die Endabschnitte (die Seitenflächen) der EL-Schichten, die durch eine Strukturierung unter Verwendung eines Photolithographieverfahrens verarbeitet werden, weisen im Wesentlichen eine Oberfläche auf (oder sind auf der im Wesentlichen gleichen Ebene angeordnet).

[0260] Die Ladungserzeugungsschichten (106B, 106G und 106R) und die Lochinjektionsschicht, die in dem Lochtransportbereich in den EL-Schichten (103P und 103Q) enthalten sind, weisen oft hohe Leitfähigkeit auf; deshalb könnten diese Schichten, die als Schichten, die benachbarten Licht emittierenden Vorrichtungen gemeinsam sind, ausgebildet werden, zu Nebensprechen führen. Daher kann das Auftreten von Nebensprechen zwischen benachbarten Licht emittierenden Vorrichtungen unterdrückt werden, indem die EL-Schichten derart verarbeitet werden, dass sie durch eine Strukturierung unter Verwendung eines Photolithographieverfahrens getrennt werden, wie in diesem Strukturbeispiel gezeigt.

<Strukturbeispiel 5 der Licht emittierenden Einrichtung 700>

[0261] Die Licht emittierende Einrichtung (das Anzeigefeld) 700 in **Fig. 13** beinhaltet die Licht emittierende Vorrichtung 550B, die Licht emittierende Vorrichtung 550G, die Licht emittierende Vorrichtung 550R und die Trennwand 528. Die Licht emittierende Vorrichtung 550B, die Licht emittierende Vorrichtung 550G, die Licht emittierende Vorrichtung 550R und die Trennwand 528 werden über der Funktionsschicht 520 ausgebildet, die über dem ersten Substrat 510 bereitgestellt wird. Die Funktionsschicht 520 beinhaltet beispielsweise die Treiberschaltung GD, die Treiberschaltung SD und dergleichen, die aus einer Vielzahl von Transistoren bestehen, und Leitungen, die diese Schaltungen elektrisch verbinden. Es sei angemerkt, dass diese Treiberschaltungen elektrisch mit der Licht emittierenden Vorrichtung 550B, der Licht emittierenden Vorrichtung 550G und der Licht emittierenden Vorrichtung 550R verbunden sind, um sie zu betreiben.

[0262] Die Licht emittierende Vorrichtung 550B, die Licht emittierende Vorrichtung 550G und die Licht emittierende Vorrichtung 550R weisen jeweils die bei der Ausführungsform 1 beschriebene Vorrichtungsstruktur auf. Dies ist besonders in dem Fall vorteilhaft, in dem die Licht emittierenden Vorrichtungen die EL-Schicht 103 mit der Struktur in **Fig. 2B, d.** h. einer Tandem-Struktur, teilen.

[0263] Wie in **Fig. 13** dargestellt, wird der Zwischenraum 580 zwischen den Licht emittierenden Vorrichtungen, z. B. zwischen der Licht emittierenden Vorrichtung 550B und der Licht emittierenden Vorrichtung 550G, bereitgestellt. Folglich wird eine Isolierschicht 540 in dem Zwischenraum 580 ausgebildet.

[0264] Beispielsweise kann die Isolierschicht 540 durch ein Photolithographieverfahren in dem Zwischenraum 580 über der Trennwand 528 ausgebildet werden, nachdem die EL-Schicht 103P (einschließlich der Lochinjektions-/Lochtransportschicht 104P), die Ladungserzeugungsschichten (106B, 106G und 106R) und

die EL-Schicht 103Q (einschließlich der Lochinjektions-/Lochtransportschicht 104Q) durch eine Strukturierung unter Verwendung eines Photolithographieverfahrens getrennt ausgebildet worden sind. Des Weiteren kann die Elektrode 552 über der EL-Schicht 103Q (einschließlich der Lochinjektions-/Lochtransportschicht 104Q) und der Isolierschicht 540 ausgebildet werden.

[0265] Bei dieser Struktur werden die EL-Schichten durch die Isolierschicht 540 vollständig voneinander getrennt; daher kann die Isolierschicht 107, die in dem Strukturbeispiel 3 beschrieben worden ist (siehe **Fig. 9A**), unnötig

[0266] Die EL-Schichten (103P und 103Q) und die Ladungserzeugungsschichten (106B, 106G und 106R), die in den Licht emittierenden Vorrichtungen enthalten sind, werden derart verarbeitet, dass sie durch eine Strukturierung unter Verwendung eines Photolithographieverfahrens zwischen den Licht emittierenden Vorrichtungen getrennt werden; daher kann eine hochauflösende Licht emittierende Einrichtung (ein hochauflösendes Anzeigefeld) hergestellt werden. Die Endabschnitte (die Seitenflächen) der EL-Schichten, die durch eine Strukturierung unter Verwendung eines Photolithographieverfahrens verarbeitet werden, weisen im Wesentlichen eine Oberfläche auf (oder sind auf der im Wesentlichen gleichen Ebene angeordnet).

[0267] Die Ladungserzeugungsschichten (106B, 106G und 106R) und die Lochinjektionsschicht, die in dem Lochtransportbereich in den EL-Schichten (103P und 103Q) enthalten sind, weisen oft hohe Leitfähigkeit auf; deshalb könnten diese Schichten, die als Schichten, die benachbarten Licht emittierenden Vorrichtungen gemeinsam sind, ausgebildet werden, zu Nebensprechen führen. Daher kann das Auftreten von Nebensprechen zwischen benachbarten Licht emittierenden Vorrichtungen unterdrückt werden, indem die EL-Schichten derart verarbeitet werden, dass sie durch eine Strukturierung unter Verwendung eines Photolithographieverfahrens getrennt werden, wie in diesem Strukturbeispiel gezeigt.

[0268] Die Strukturen, die bei dieser Ausführungsform beschrieben werden, können in einer geeigneten Kombination mit einer beliebigen der Strukturen, die bei den anderen Ausführungsformen beschrieben werden, verwendet werden.

(Ausführungsform 3)

[0269] Bei dieser Ausführungsform wird eine Licht emittierende Einrichtung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung anhand von **Fig. 14A** und **Fig. 14B**, **Fig. 15A** und **Fig. 15B** sowie **Fig. 16A** und **Fig. 16B** beschrieben. Die Licht emittierende Einrichtung 700 in **Fig. 14A** und **Fig. 14B**, **Fig. 15A** und **Fig. 15B** sowie **Fig. 16A** und **Fig. 16B** beinhaltet die Licht emittierende Vorrichtung, die bei der Ausführungsform 1 beschrieben worden ist. Die Licht emittierende Einrichtung 700, die bei dieser Ausführungsform beschrieben wird, kann als Anzeigefeld bezeichnet werden, da sie in einem Anzeigeabschnitt eines elektronischen Geräts und dergleichen verwendet werden kann.

[0270] Wie in **Fig. 14A** dargestellt, beinhaltet die Licht emittierende Einrichtung 700, die bei dieser Ausführungsform beschrieben wird, einen Anzeigebereich 231, und der Anzeigebereich 231 beinhaltet einen Pixelsatz 703(i,j). Ein Pixelsatz 703(i+1,j), der dem Pixelsatz 703(i,j) benachbart ist, wird bereitgestellt, wie in **Fig. 14B** dargestellt.

[0271] Es sei angemerkt, dass eine Vielzahl von Pixeln in dem Pixel 703(i,j) verwendet werden kann. Beispielsweise kann eine Vielzahl von Pixeln, die Farben unterschiedlicher Farbtöne anzeigen, verwendet werden. Es sei angemerkt, dass eine Vielzahl von Pixeln als Subpixel bezeichnet werden kann. Außerdem kann ein Satz von Subpixeln als Pixel bezeichnet werden.

[0272] Eine derartige Struktur ermöglicht eine additive Mischung oder eine subtraktive Mischung von Farben, die durch die Vielzahl von Pixeln angezeigt werden. Alternativ kann eine Farbe eines Farbtons, den ein einzelnes Pixel nicht anzeigen kann, dargestellt werden.

[0273] Insbesondere können ein Pixel 702B(i,j) zum Anzeigen von Blau, das Pixel 702G(i,j) zum Anzeigen von Grün und das Pixel 702R(i,j) zum Anzeigen von Rot in dem Pixel 703(i,j) verwendet werden. Das Pixel 702B(i,j), das Pixel 702G(i,j) und das Pixel 702R(i,j) können jeweils als Subpixel bezeichnet werden.

[0274] Ein Pixel zum Anzeigen von Weiß oder dergleichen kann zusätzlich zu dem vorstehenden Satz in dem Pixel 703(i,j) verwendet werden. Außerdem können ein Pixel zum Anzeigen von Cyan, ein Pixel zum

Anzeigen von Magenta und ein Pixel zum Anzeigen von Gelb als Subpixel in dem Pixel 703(i,j) verwendet werden.

[0275] Ein Pixel, das Infrarotlicht emittiert, kann zusätzlich zu dem vorstehenden Satz in dem Pixel 703(i,j) verwendet werden. Insbesondere kann ein Pixel, das Licht, das Licht mit einem Wellenlängenbereich von größer als oder gleich 650 nm und kleiner als oder gleich 1000 nm umfasst, emittiert, in dem Pixel 703(i,j) verwendet werden.

[0276] Die Licht emittierende Einrichtung 700 beinhaltet die Treiberschaltung GD und die Treiberschaltung SD um den Anzeigebereich 231 in **Fig. 14A** herum. Die Licht emittierende Einrichtung 700 beinhaltet auch einen Anschluss 519, der elektrisch mit der Treiberschaltung GD, der Treiberschaltung SD und dergleichen verbunden ist. Der Anschluss 519 kann beispielsweise elektrisch mit einer flexiblen gedruckten Leiterplatte FPC1 (siehe **Fig. 16A** und **Fig. 16B**) verbunden sein.

[0277] Die Treiberschaltung GD weist eine Funktion zum Zuführen eines ersten Auswahlsignals und eines zweiten Auswahlsignals auf. Beispielsweise ist die Treiberschaltung GD elektrisch mit einem nachstehend erwähnten leitenden Film G1(i) verbunden, um das erste Auswahlsignal zuzuführen, und ist elektrisch mit einem nachstehend erwähnten leitenden Film G2(i) verbunden, um das zweite Auswahlsignal zuzuführen. Die Treiberschaltung SD weist eine Funktion zum Zuführen eines Bildsignals und eines Steuersignals auf, und das Steuersignal umfasst ein erstes Niveau und ein zweites Niveau. Beispielsweise ist die Treiberschaltung SD elektrisch mit einem nachstehend erwähnten leitenden Film S1g(j) verbunden, um das Bildsignal zuzuführen, und ist elektrisch mit einem nachstehend erwähnten leitenden Film S2g(j) verbunden, um das Steuersignal zuzuführen.

[0278] Wie in **Fig. 16A** dargestellt, beinhaltet die Licht emittierende Einrichtung 700 die Funktionsschicht 520 zwischen dem ersten Substrat 510 und dem zweiten Substrat 770. Die Funktionsschicht 520 umfasst beispielsweise die Treiberschaltung GD, die Treiberschaltung SD und dergleichen sowie Leitungen, die diese Schaltungen elektrisch verbinden. Obwohl **Fig. 16A** die Funktionsschicht 520, die eine Pixelschaltung 530B(i,j), eine Pixelschaltung 530G(i,j) und die Treiberschaltung GD umfasst, darstellt, ist die Funktionsschicht 520 nicht darauf beschränkt.

[0279] Jede Pixelschaltung (z. B. die Pixelschaltung 530B(i,j) und die Pixelschaltung 530G(i,j) in **Fig. 16A**), die in der Funktionsschicht 520 enthalten ist, ist elektrisch mit einer Licht emittierenden Vorrichtung (z. B. einer Licht emittierenden Vorrichtung 550B(i,j) und einer Licht emittierenden Vorrichtung 550G(i,j) in **Fig. 16A**), die über der Funktionsschicht 520 ausgebildet wird, verbunden. Die Isolierschicht 705 wird über der Funktionsschicht 520 und den Licht emittierenden Vorrichtungen bereitgestellt und weist eine Funktion zum Befestigen des zweiten Substrats 770 und der Funktionsschicht 520 auf.

[0280] Als zweites Substrat 770 kann ein Substrat, in dem Berührungssensoren in einer Matrix angeordnet sind, verwendet werden. Beispielsweise kann ein Substrat, das mit kapazitiven Berührungssensoren oder optischen Berührungssensoren versehen ist, als zweites Substrat 770 verwendet werden. Die Licht emittierende Einrichtung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann daher für einen Touchscreen verwendet werden.

[0281] **Fig. 15A** stellt eine spezifische Konfiguration der Pixelschaltung 530G(i,j) dar.

[0282] Wie in **Fig. 15A** dargestellt, beinhaltet die Pixelschaltung 530G(i,j) einen Schalter SW21, einen Schalter SW22, einen Transistor M21, einen Kondensator C21 und einen Knoten N21. Die Pixelschaltung 530G(i,j) beinhaltet einen Knoten N22, einen Kondensator C22 und einen Schalter SW23.

[0283] Der Transistor M21 beinhaltet eine Gate-Elektrode, die elektrisch mit dem Knoten N21 verbunden ist, eine erste Elektrode, die elektrisch mit der Licht emittierenden Vorrichtung 550G(i,j) verbunden ist, und eine zweite Elektrode, die elektrisch mit einem leitenden Film ANO verbunden ist.

[0284] Der Schalter SW21 beinhaltet einen ersten Anschluss, der elektrisch mit dem Knoten N21 verbunden ist, und einen zweiten Anschluss, der elektrisch mit dem leitenden Film S1g(j) verbunden ist, und weist eine Funktion zum Steuern des Durchlass-/Sperrzustandes auf Basis des Potentials des leitenden Films G1(i) auf.

[0285] Der Schalter SW22 beinhaltet einen ersten Anschluss, der elektrisch mit dem leitenden Film S2g(j) verbunden ist, und weist eine Funktion zum Steuern des Durchlass-/Sperrzustandes auf Basis des Potentials des leitenden Films G2(i) auf.

[0286] Der Kondensator C21 beinhaltet einen leitenden Film, der elektrisch mit dem Knoten N21 verbunden ist, und einen leitenden Film, der elektrisch mit einer zweiten Elektrode des Schalters SW22 verbunden ist.

[0287] Folglich kann ein Bildsignal in dem Knoten N21 gespeichert werden. Alternativ kann das Potential des Knotens N21 unter Verwendung des Schalters SW22 geändert werden. Alternativ kann die Intensität von Licht, das von der Licht emittierenden Vorrichtung 550G(i,j) emittiert wird, durch das Potential des Knotens N21 gesteuert werden.

[0288] Fig. 15B stellt ein Beispiel für eine spezifische Struktur des in Fig. 15A beschriebenen Transistors M21 dar. Als Transistor M21 kann ein Bottom-Gate-Transistor, ein Top-Gate-Transistor oder dergleichen je nach Bedarf verwendet werden.

[0289] Der Transistor in Fig. 15B beinhaltet einen Halbleiterfilm 508, einen leitenden Film 504, einen Isolierfilm 506, einen leitenden Film 512A und einen leitenden Film 512B. Der Transistor wird beispielsweise über einem Isolierfilm 501C ausgebildet.

[0290] Der Halbleiterfilm 508 umfasst einen Bereich 508A, der elektrisch mit dem leitenden Film 512A verbunden ist, und einen Bereich 508B, der elektrisch mit dem leitenden Film 512B verbunden ist. Der Halbleiterfilm 508 umfasst einen Bereich 508C zwischen dem Bereich 508A und dem Bereich 508B.

[0291] Der leitende Film 504 umfasst einen Bereich, der den Bereich 508C überlappt, und weist eine Funktion einer Gate-Elektrode auf.

[0292] Der Isolierfilm 506 umfasst einen Bereich, der zwischen dem Halbleiterfilm 508 und dem leitenden Film 504 angeordnet ist. Der Isolierfilm 506 weist eine Funktion eines Gate-Isolierfilms auf.

[0293] Der leitende Film 512A weist eine Funktion einer Source-Elektrode oder eine Funktion einer Drain-Elektrode auf, und der leitende Film 512B weist die Funktion der anderen auf.

[0294] Ein leitender Film 524 kann in dem Transistor verwendet werden. Der leitende Film 524 umfasst einen Bereich, in dem der Halbleiterfilm 508 zwischen dem leitenden Film 504 und dem leitenden Film 524 angeordnet ist. Der leitende Film 524 weist eine Funktion einer zweiten Gate-Elektrode auf. Ein Isolierfilm 501D ist zwischen dem Halbleiterfilm 508 und dem leitenden Film 524 angeordnet und weist eine Funktion eines zweiten Gate-Isolierfilms auf.

[0295] Es sei angemerkt, dass in einem Schritt zum Ausbilden des Halbleiterfilms, der in dem Transistor der Pixelschaltung verwendet wird, der Halbleiterfilm, der in dem Transistor der Treiberschaltung verwendet wird, ausgebildet werden kann. Ein Halbleiterfilm mit der gleichen Zusammensetzung wie der Halbleiterfilm, der in dem Transistor der Pixelschaltung verwendet wird, kann beispielsweise in der Treiberschaltung verwendet werden.

[0296] Für den Halbleiterfilm 508 kann ein Halbleiter, der ein Element der Gruppe 14 enthält, verwendet werden. Insbesondere kann ein Halbleiter, der Silizium enthält, für den Halbleiterfilm 508 verwendet werden.

[0297] Hydriertes amorphes Silizium kann für den Halbleiterfilm 508 verwendet werden. Mikrokristallines Silizium oder dergleichen kann auch für den Halbleiterfilm 508 verwendet werden. In derartigen Fällen kann beispielsweise eine Licht emittierende Einrichtung bereitgestellt werden, die weniger Ungleichmäßigkeit der Anzeige aufweist als eine Licht emittierende Einrichtung (oder ein Anzeigefeld), bei der Polysilizium für den Halbleiterfilm 508 verwendet wird. Außerdem ist es einfach, die Größe der Licht emittierenden Einrichtung zu erhöhen.

[0298] Polysilizium kann für den Halbleiterfilm 508 verwendet werden. In diesem Fall kann beispielsweise die Feldeffektbeweglichkeit des Transistors höher sein als diejenige eines Transistors, bei dem hydriertes amorphes Silizium für den Halbleiterfilm 508 verwendet wird. Als weiteres Beispiel kann die Treiberfähigkeit höher sein als diejenige eines Transistors, bei dem hydriertes amorphes Silizium für den Halbleiterfilm 508 verwendet wird. Als weiteres Beispiel kann das Öffnungsverhältnis des Pixels höher sein als dasjenige in

dem Fall, in dem ein Transistor, bei dem hydriertes amorphes Silizium für den Halbleiterfilm 508 verwendet wird, zum Einsatz kommt.

[0299] Als weiteres Beispiel kann die Zuverlässigkeit des Transistors höher sein als diejenige eines Transistors, bei dem hydriertes amorphes Silizium für den Halbleiterfilm 508 verwendet wird.

[0300] Die Temperatur, die zur Herstellung des Transistors nötig ist, kann beispielsweise niedriger sein als diejenige, die zur Herstellung eines Transistors, bei dem einkristallines Silizium verwendet wird, nötig ist.

[0301] Der Halbleiterfilm, der in dem Transistor der Treiberschaltung verwendet wird, kann in dem gleichen Schritt wie der Halbleiterfilm, der in dem Transistor der Pixelschaltung verwendet wird, ausgebildet werden. Die Treiberschaltung kann über einem Substrat ausgebildet werden, über dem die Pixelschaltung ausgebildet wird. Die Anzahl von Komponenten eines elektronischen Geräts kann verringert werden.

[0302] Einkristallines Silizium kann für den Halbleiterfilm 508 verwendet werden. In diesem Fall kann beispielsweise die Auflösung höher sein als diejenige einer Licht emittierenden Einrichtung (oder eines Anzeigefeldes), bei der hydriertes amorphes Silizium für den Halbleiterfilm 508 verwendet wird. Als weiteres Beispiel kann eine Licht emittierende Einrichtung bereitgestellt werden, die weniger Ungleichmäßigkeit der Anzeige aufweist als eine Licht emittierende Einrichtung, bei der Polysilizium für den Halbleiterfilm 508 verwendet wird. Als weiteres Beispiel können Smartglasses bzw. eine Datenbrille oder Head-Mounted Display bzw. eine am Kopf befestigte Anzeige bereitgestellt werden.

[0303] Ein Metalloxid kann für den Halbleiterfilm 508 verwendet werden. In diesem Fall kann die Pixelschaltung ein Bildsignal für eine längere Zeit halten als eine Pixelschaltung, die einen Transistor beinhaltet, bei dem hydriertes amorphes Silizium für den Halbleiterfilm verwendet wird. Insbesondere kann ein Auswahlsignal mit einer Frequenz von weniger als 30 Hz, bevorzugt weniger als 1 Hz und bevorzugt weniger als einmal pro Minute, zugeführt werden, während ein Flackern unterdrückt wird. Folglich kann die Ermüdung eines Benutzers eines elektronischen Geräts verringert werden. Des Weiteren kann der Stromverbrauch bei der Ansteuerung verringert werden.

[0304] Ein Oxidhalbleiter kann für den Halbleiterfilm 508 verwendet werden. Insbesondere kann ein Oxidhalbleiter, der Indium enthält, ein Oxidhalbleiter, der Indium, Gallium und Zink enthält, oder ein Oxidhalbleiter, der Indium, Gallium, Zink und Zinn enthält, für den Halbleiterfilm 508 verwendet werden.

[0305] Die Verwendung eines Oxidhalbleiters für den Halbleiterfilm erzielt einen Transistor, der einen geringeren Leckstrom in dem Sperrzustand aufweist als ein Transistor, bei dem hydriertes amorphes Silizium für den Halbleiterfilm verwendet wird. Daher wird ein Transistor, bei dem ein Oxidhalbleiter für den Halbleiterfilm verwendet wird, vorzugsweise als Schalter oder dergleichen verwendet. Es sei angemerkt, dass eine Schaltung, bei der ein Transistor, bei dem ein Oxidhalbleiter für den Halbleiterfilm verwendet wird, als Schalter verwendet wird, ein Potential eines potentialfreien Knotens für eine längere Zeit halten kann als eine Schaltung, bei der ein Transistor, bei dem hydriertes amorphes Silizium für den Halbleiterfilm verwendet wird, als Schalter verwendet wird.

[0306] Obwohl die Licht emittierende Einrichtung in **Fig. 16A** eine Struktur, bei der Licht von der Seite des zweiten Substrats 770 extrahiert wird (Top-Emission-Struktur), aufweist, kann, wie in **Fig. 16B** dargestellt, eine Licht emittierende Einrichtung eine Struktur, bei der Licht von der Seite des ersten Substrats 510 extrahiert wird (Bottom-Emission-Struktur), aufweisen. In einer Licht emittierenden Bottom-Emission-Einrichtung wird die erste Elektrode 101 als transflektive Elektrode ausgebildet und die zweite Elektrode 102 wird als reflektierende Elektrode ausgebildet.

[0307] Obwohl **Fig. 16A** und **Fig. 16B** Licht emittierende Aktivmatrix-Einrichtungen darstellen, kann die Struktur der Licht emittierenden Vorrichtung, die bei der Ausführungsform 1 beschrieben worden ist, auf eine Licht emittierende Passivmatrix-Einrichtung in **Fig. 17A** und **Fig. 17B** angewendet werden.

[0308] **Fig. 17A** ist eine perspektivische Ansicht, die die Licht emittierende Passivmatrix-Einrichtung darstellt, und **Fig. 17B** stellt einen Querschnitt entlang der Linie X-Y in **Fig. 17A** dar. In **Fig. 17A** und **Fig. 17B** wird eine EL-Schicht 955 zwischen einer Elektrode 952 und einer Elektrode 956 über einem Substrat 951 bereitgestellt. Ein Endabschnitt der Elektrode 952 ist mit einer Isolierschicht 953 bedeckt. Eine Trennschicht 954 wird über der Isolierschicht 953 bereitgestellt. Die Seitenwände der Trennschicht 954 sind derart schräg, dass der Abstand zwischen beiden Seitenwänden in Richtung der Oberfläche des Substrats allmählich

abnimmt. Mit anderen Worten: Ein Querschnitt der Trennschicht 954 in der Kurzachsenrichtung ist trapezförmig, und die untere Basis (die Seite in Kontakt mit der Isolierschicht 953) ist kürzer als die obere Basis. Die derart bereitgestellte Trennschicht 954 kann Defekte in der Licht emittierenden Vorrichtung aufgrund der statischen Elektrizität oder dergleichen verhindern.

[0309] Die Strukturen, die bei dieser Ausführungsform beschrieben werden, können in einer geeigneten Kombination mit einer beliebigen der Strukturen, die bei den anderen Ausführungsformen beschrieben werden, verwendet werden.

(Ausführungsform 4)

[0310] Bei dieser Ausführungsform werden Strukturen von elektronischen Geräten von Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung anhand von **Fig. 18A bis Fig. 18E**, **Fig. 19A bis Fig. 19E** sowie **Fig. 20A und Fig. 20B** beschrieben.

[0311] **Fig. 18A bis Fig. 18E**, **Fig. 19A bis Fig. 19E** sowie **Fig. 20A und Fig. 20B** stellen jeweils eine Struktur des elektronischen Geräts einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung dar. **Fig. 18A** ist ein Blockdiagramm des elektronischen Geräts, und **Fig. 18B bis Fig. 18E** sind perspektivische Ansichten, die Strukturen des elektronischen Geräts darstellen. **Fig. 19A bis Fig. 19E** sind perspektivische Ansichten, die Strukturen des elektronischen Geräts darstellen. **Fig. 20A und Fig. 20B** sind perspektivische Ansichten, die Strukturen des elektronischen Geräts darstellen.

[0312] Ein elektronisches Gerät 5200B, das bei dieser Ausführungsform beschrieben wird, beinhaltet eine arithmetische Vorrichtung 5210 und eine Eingabe-/Ausgabevorrichtung 5220 (siehe **Fig. 18A**).

[0313] Die arithmetische Vorrichtung 5210 weist eine Funktion zum Empfangen von Bedienungsdaten und eine Funktion zum Zuführen von Bilddaten auf Basis der Bedienungsdaten auf.

[0314] Die Eingabe-/Ausgabevorrichtung 5220 beinhaltet eine Anzeigeeinheit 5230, eine Eingabeeinheit 5240, eine Erfassungseinheit 5250 und eine Kommunikationseinheit 5290 und weist eine Funktion zum Zuführen von Bedienungsdaten und eine Funktion zum Empfangen von Bilddaten auf. Die Eingabe-/Ausgabevorrichtung 5220 weist auch eine Funktion zum Zuführen von Erfassungsdaten, eine Funktion zum Zuführen von Kommunikationsdaten und eine Funktion zum Empfangen von Kommunikationsdaten auf.

[0315] Die Eingabeeinheit 5240 weist eine Funktion zum Zuführen von Bedienungsdaten auf. Beispielsweise führt die Eingabeeinheit 5240 Bedienungsdaten auf Basis der Bedienung von einem Benutzer des elektronischen Geräts 5200B zu.

[0316] Insbesondere kann eine Tastatur, ein Hardware-Knopf, eine Zeigevorrichtung, ein Berührungssensor, ein Beleuchtungsstärkesensor, eine Abbildungsvorrichtung, eine Audioeingabevorrichtung, eine Eingabevorrichtung mittels Blickrichtung, eine Vorrichtung zum Erfassen der Stellung oder dergleichen als Eingabeeinheit 5240 verwendet werden.

[0317] Die Anzeigeeinheit 5230 beinhaltet ein Anzeigefeld und weist eine Funktion zum Anzeigen von Bilddaten auf. Beispielsweise kann das bei der Ausführungsform 2 beschriebene Anzeigefeld für die Anzeigeeinheit 5230 verwendet werden.

[0318] Die Erfassungseinheit 5250 weist eine Funktion zum Zuführen von Erfassungsdaten auf. Beispielsweise weist die Erfassungseinheit 5250 eine Funktion zum Erfassen einer Umgebung, in der das elektronische Gerät verwendet wird, und zum Zuführen der Erfassungsdaten auf.

[0319] Insbesondere kann ein Beleuchtungsstärkesensor, eine Abbildungsvorrichtung, eine Vorrichtung zum Erfassen der Stellung, ein Drucksensor, ein Sensor für menschliche Bewegungen oder dergleichen als Erfassungseinheit 5250 verwendet werden.

[0320] Die Kommunikationseinheit 5290 weist eine Funktion zum Empfangen und Zuführen von Kommunikationsdaten auf. Beispielsweise funktioniert die Kommunikationseinheit 5290 derart, dass sie durch eine drahtlose oder drahtgebundene Kommunikation mit einem anderen elektronischen Gerät oder einem Kommunikationsnetzwerk verbunden ist. Insbesondere weist die Kommunikationseinheit 5290 eine Funktion der

Kommunikation im drahtlosen lokalen Netzwerk, Telefonkommunikation, Nahfeldkommunikation oder dergleichen auf.

[0321] Fig. 18B stellt ein elektronisches Gerät mit einer äußeren Form entlang einer zylindrischen Säule oder dergleichen dar. Ein Beispiel für ein derartiges elektronisches Gerät ist eine digitale Beschilderung. Das Anzeigefeld einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann für die Anzeigeeinheit 5230 verwendet werden. Das elektronische Gerät kann eine Funktion zum Ändern des Anzeigeverfahrens entsprechend der Beleuchtungsstärke einer Verwendungsumgebung aufweisen. Das elektronische Gerät weist eine Funktion zum Ändern des angezeigten Inhalts auf, wenn es das Vorhandensein einer Person erfasst. Daher kann beispielsweise das elektronische Gerät an einer Säule eines Gebäudes bereitgestellt werden. Das elektronische Gerät kann eine Werbung, eine Anleitung oder dergleichen anzeigen.

[0322] Fig. 18C stellt ein elektronisches Gerät mit einer Funktion zum Erzeugen von Bilddaten auf Basis des Wegs eines Zeigers dar, der von einem Benutzer verwendet wird. Beispiele für ein derartiges elektronisches Gerät umfassen eine elektronische Tafel, ein elektronisches schwarzes Brett und eine digitale Beschilderung. Insbesondere kann ein Anzeigefeld mit einer Diagonale von 20 Zoll oder mehr, bevorzugt 40 Zoll oder mehr, bevorzugter 55 Zoll oder mehr verwendet werden. Eine Vielzahl von Anzeigefeldern kann angeordnet sein und als ein Anzeigebereich verwendet werden. Alternativ kann eine Vielzahl von Anzeigefeldern angeordnet sein und als Multiscreen verwendet werden.

[0323] Fig. 18D stellt ein elektronisches Gerät dar, das Daten von einer anderen Vorrichtung empfangen und die Daten auf der Anzeigeeinheit 5230 anzeigen kann. Ein Beispiel für ein derartiges elektronisches Gerät ist ein tragbares elektronisches Gerät. Insbesondere kann das elektronische Gerät mehrere Auswahlmöglichkeiten anzeigen, und der Benutzer kann einige von den Auswahlmöglichkeiten auswählen und eine Antwort an den Sender der Daten senden. Als weiteres Beispiel weist das elektronische Gerät eine Funktion zum Ändern des Anzeigeverfahrens entsprechend der Beleuchtungsstärke einer Verwendungsumgebung auf. Daher kann beispielsweise der Stromverbrauch des tragbaren elektronischen Geräts verringert werden. Als weiteres Beispiel kann das tragbare elektronische Gerät ein Bild derart anzeigen, dass das tragbare elektronische Gerät auch in einer Umgebung bei starkem Außenlicht, wie z. B. draußen bei schönem Wetter, geeignet verwendet wird.

[0324] Fig. 18E stellt ein elektronisches Gerät dar, das die Anzeigeeinheit 5230 mit einer Oberfläche beinhaltet, die entlang einer Seitenfläche eines Gehäuses leicht gekrümmt ist.

[0325] Ein Beispiel für ein derartiges elektronisches Gerät ist ein Mobiltelefon. Die Anzeigeeinheit 5230 beinhaltet ein Anzeigefeld, das beispielsweise eine Funktion zum Anzeigen von Bildern auf der Vorderseite, den Seitenflächen, der Oberseite und der Rückfläche aufweist. Daher kann beispielsweise ein Mobiltelefon nicht nur auf seiner Vorderseite, sondern auch auf seinen Seitenflächen, seiner Oberseite und seiner Rückfläche Daten anzeigen.

[0326] Fig. 19A stellt ein elektronisches Gerät dar, das Daten über das Internet empfangen und die Daten auf der Anzeigeeinheit 5230 anzeigen kann. Ein Beispiel für ein derartiges elektronisches Gerät ist ein Smartphone. Beispielsweise kann der Benutzer eine erstellte Nachricht auf der Anzeigeeinheit 5230 sehen und die erstellte Nachricht an eine andere Vorrichtung senden. Als weiteres Beispiel weist das elektronische Gerät eine Funktion zum Ändern des Anzeigeverfahrens entsprechend der Beleuchtungsstärke einer Verwendungsumgebung auf. Somit kann der Stromverbrauch des Smartphones verringert werden. Als weiteres Beispiel kann das Smartphone ein Bild auf der Anzeigeeinheit 5230 derart anzeigen, dass das Smartphone auch in einer Umgebung bei starkem Außenlicht, wie z. B. draußen bei schönem Wetter, geeignet verwendet wird.

[0327] Fig. 19B stellt ein elektronisches Gerät dar, bei dem eine Fernbedienung als Eingabeeinheit 5240 verwendet werden kann. Ein Beispiel für ein derartiges elektronisches Gerät ist ein Fernsehsystem. Beispielsweise können Daten, die von einem Rundfunksender oder über das Internet empfangen werden, auf der Anzeigeeinheit 5230 angezeigt werden. Das Elektronische Gerät kann durch die Erfassungseinheit 5250 ein Bild des Benutzers aufnehmen und das Bild des Benutzers übertragen. Das elektronische Gerät kann einen Anzeigeverlauf des Benutzers akquirieren und ihn einem Cloud-Dienst bereitstellen. Das elektronische Gerät kann Empfehlungsdaten von einem Cloud-Dienst akquirieren und die Daten auf der Anzeigeeinheit 5230 anzeigen. Alternativ kann ein Programm oder ein bewegtes Bild auf Basis der Empfehlungsdaten angezeigt werden. Als weiteres Beispiel weist das elektronische Gerät eine Funktion zum Ändern des Anzeigeverfahrens entsprechend der Beleuchtungsstärke einer Verwendungsumgebung auf. Folglich kann ein Bild auf der Anzeigeeinheit 5230 derart angezeigt werden, dass das elektronische Gerät geeignet verwendet werden,

selbst wenn das elektronische Gerät mit starkem Außenlicht, das bei schönem Wetter von außen in den Innenraum eintritt, bestrahlt wird.

[0328] Fig. 19C stellt ein elektronisches Gerät dar, das Lehrmaterialien über das Internet empfangen und sie auf der Anzeigeeinheit 5230 anzeigen kann. Ein Beispiel für ein derartiges elektronisches Gerät ist ein Tablet-Computer. Der Benutzer kann durch die Eingabeeinheit 5240 eine Aufgabe eingeben und sie über das Internet senden. Der Benutzer kann eine korrigierte Aufgabe oder die Auswertung von einem Cloud-Dienst erhalten, und sie kann auf der Anzeigeeinheit 5230 angezeigt werden. Der Benutzer kann geeignete Lehrmaterialien auf Basis der Auswertung auswählen, und sie kann angezeigt werden.

[0329] Beispielsweise kann ein Bildsignal von einem anderen elektronischen Gerät empfangen werden und auf der Anzeigeeinheit 5230 angezeigt werden. Wenn das elektronische Gerät auf einen Ständer oder dergleichen gestellt wird, kann die Anzeigeeinheit 5230 als Nebenanzeige verwendet werden. Als weiteres Beispiel kann ein Bild auf der Anzeigeeinheit 5230 derart angezeigt werden, dass das elektronische Gerät in einer Umgebung bei starkem Außenlicht, wie z. B. draußen bei schönem Wetter, geeignet verwendet werden kann.

[0330] Fig. 19D stellt ein elektronisches Gerät dar, das eine Vielzahl von Anzeigeeinheiten 5230 beinhaltet. Ein Beispiel für ein derartiges elektronisches Gerät ist eine Digitalkamera. Beispielsweise kann die Anzeigeeinheit 5230 ein Bild anzeigen, das von der Erfassungseinheit 5250 aufgenommen wird. Ein aufgenommenes Bild kann auf der Anzeigeeinheit 5230 angezeigt werden. Ein aufgenommenes Bild kann unter Verwendung der Eingabeeinheit 5240 dekoriert werden. Alternativ kann eine Nachricht an ein aufgenommenes Bild angehängt werden. Ein aufgenommenes Bild kann über das Internet gesendet werden. Das elektronische Gerät weist eine Funktion zum Ändern der Aufnahmebedingungen entsprechend der Beleuchtungsstärke einer Verwendungsumgebung auf. Folglich kann beispielsweise ein Objekt auf der Anzeigeeinheit 5230 derart angezeigt werden, dass es auch in einer Umgebung bei starkem Außenlicht, wie z. B. draußen bei schönem Wetter, vorteilhaft betrachtet wird.

[0331] Fig. 19E stellt ein elektronisches Gerät dar, bei dem das elektronische Gerät dieser Ausführungsform als Master verwendet wird, um ein anderes elektronisches Gerät, das als Slave verwendet wird, zu steuern. Ein Beispiel für ein derartiges elektronisches Gerät ist ein tragbarer Personal-Computer. Beispielsweise kann ein Teil von Bilddaten auf der Anzeigeeinheit 5230 angezeigt werden, und ein anderer Teil der Bilddaten kann auf einer Anzeigeeinheit eines anderen elektronischen Geräts angezeigt werden. Bildsignale können zugeführt werden. Daten, die von einer Eingabeeinheit eines anderen elektronischen Geräts geschrieben werden, können durch die Kommunikationseinheit 5290 erhalten werden. Daher kann ein großer Anzeigebereich beispielsweise in dem Fall genutzt werden, in dem ein tragbarer Personal-Computer verwendet wird.

[0332] Fig. 20A stellt ein elektronisches Gerät dar, das die Erfassungseinheit 5250 beinhaltet, die eine Beschleunigung oder eine Richtung erfasst. Ein Beispiel für ein derartiges elektronisches Gerät ist ein schutzbrillenartiges elektronisches Gerät. Die Erfassungseinheit 5250 kann Daten über die Position des Benutzers oder die Richtung zuführen, in die der Benutzer schaut. Das elektronische Gerät kann Bilddaten für das rechte Auge und Bilddaten für das linke Auge entsprechend der Position des Benutzers oder der Richtung erzeugen, in die der Benutzer schaut. Die Anzeigeeinheit 5230 umfasst einen Anzeigebereich für das rechte Auge und einen Anzeigebereich für das linke Auge. Daher kann beispielsweise ein Bild der virtuellen Realität, das dem Benutzer ein Immersionsgefühl vermittelt, auf der Anzeigeeinheit 5230 angezeigt werden.

[0333] Fig. 20B stellt ein elektronisches Gerät dar, das eine Abbildungsvorrichtung und die Erfassungseinheit 5250, die eine Beschleunigung oder eine Richtung erfasst, beinhaltet. Ein Beispiel für ein derartiges elektronisches Gerät ist ein brillenartiges elektronisches Gerät. Die Erfassungseinheit 5250 kann Daten über die Position des Benutzers oder die Richtung zuführen, in die der Benutzer schaut. Das elektronische Gerät kann Bilddaten entsprechend der Position des Benutzers oder der Richtung erzeugen, in die der Benutzer schaut. Demzufolge können die Daten beispielsweise zusammen mit einer realen Szene gezeigt werden. Alternativ kann ein Bild der erweiterten Realität auf dem brillenartigen elektronischen Gerät angezeigt werden.

[0334] Es sei angemerkt, dass diese Ausführungsform gegebenenfalls mit einer beliebigen der anderen Ausführungsformen in dieser Beschreibung kombiniert werden kann.

(Ausführungsform 5)

[0335] Bei dieser Ausführungsform wird eine Struktur, bei der die bei der Ausführungsform 2 beschriebene Licht emittierende Vorrichtung in einer Beleuchtungsvorrichtung verwendet wird, anhand von **Fig. 21A** und **Fig. 21B** beschrieben. **Fig. 21A** zeigt einen e-f-Querschnitt in einer Draufsicht auf die Beleuchtungsvorrichtung in **Fig. 21B**.

[0336] In der Beleuchtungsvorrichtung bei dieser Ausführungsform ist eine erste Elektrode 401 über einem Substrat 400 ausgebildet, das ein Träger ist und eine Lichtdurchlässigkeitseigenschaft aufweist. Die erste Elektrode 401 entspricht der ersten Elektrode 101 der Ausführungsform 1. Wenn Licht von der Seite der ersten Elektrode 401 extrahiert wird, wird die erste Elektrode 401 unter Verwendung eines Materials mit einer lichtdurchlässigen Eigenschaft ausgebildet.

[0337] Ein Pad 412 zum Anlegen einer Spannung an eine zweite Elektrode 404 wird über dem Substrat 400 bereitgestellt.

[0338] Eine EL-Schicht 403 ist über der ersten Elektrode 401 ausgebildet. Die Struktur der EL-Schicht 403 entspricht beispielsweise der Struktur der EL-Schicht 103 bei der Ausführungsform 1 oder der Struktur, bei der die EL-Schichten 103a, 103b, und 103c sowie die Ladungserzeugungsschicht 106 (106a und 106b) kombiniert sind. Siehe die entsprechende Beschreibung für diese Strukturen

[0339] Die zweite Elektrode 404 wird derart ausgebildet, dass sie die EL-Schicht 403 bedeckt. Die zweite Elektrode 404 entspricht der zweiten Elektrode 102 der Ausführungsform 1. Die zweite Elektrode 404 wird unter Verwendung eines Materials mit hohem Reflexionsgrad ausgebildet, wenn Licht von der Seite der ersten Elektrode 401 extrahiert wird. Die zweite Elektrode 404 ist mit dem Pad 412 verbunden, wodurch eine Spannung angelegt wird.

[0340] Wie vorstehend beschrieben, beinhaltet die bei dieser Ausführungsform beschriebene Beleuchtungsvorrichtung eine Licht emittierende Vorrichtung, die die erste Elektrode 401, die EL-Schicht 403 und die zweite Elektrode 404 beinhaltet. Da die Licht emittierende Vorrichtung eine hohe Emissionseffizienz aufweist, kann die Beleuchtungsvorrichtung dieser Ausführungsform einen niedrigen Stromverbrauch aufweisen.

[0341] Das Substrat 400, das mit der Licht emittierenden Vorrichtung mit der vorstehenden Struktur bereitgestellt wird, und ein Dichtungssubstrat 407 werden mit Dichtungsmaterialien 405 und 406 befestigt und abgedichtet, wodurch die Beleuchtungsvorrichtung vervollständigt wird. Es ist möglich, nur das Dichtungsmaterial 405 oder das Dichtungsmaterial 406 zu verwenden. Außerdem kann das innere Dichtungsmaterial 406 (nicht in **Fig. 21B** dargestellt) mit einem Trocknungsmittel vermischt werden, was die Adsorption von Feuchtigkeit ermöglicht, was zu einer erhöhten Zuverlässigkeit führt.

[0342] Wenn sich Teile der Kontaktstelle 412 und der ersten Elektrode 401 bis außerhalb der Dichtungsmaterialien 405 und 406 erstrecken, können die erstreckten Teile als externe Eingangsanschlüsse dienen. Ein IC-Chip 420, der mit einem Wandler oder dergleichen montiert ist, kann über den externen Eingangsanschlüssen bereitgestellt werden.

(Ausführungsform 6)

[0343] Bei dieser Ausführungsform werden Anwendungsbeispiele von Beleuchtungsvorrichtungen, die unter Verwendung der Licht emittierenden Einrichtung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung oder der Licht emittierenden Vorrichtung hergestellt werden, die ein Teil der Licht emittierenden Einrichtung ist, anhand von **Fig. 22** beschrieben.

[0344] Eine Deckenbeleuchtung 8001 kann als Beleuchtungsvorrichtung für den Innenraum verwendet werden. Beispiele für die Deckenbeleuchtung 8001 umfassen eine direkt montierte Beleuchtung und eine eingebettete Beleuchtung. Derartige Beleuchtungsvorrichtungen werden unter Verwendung einer Kombination aus der Licht emittierenden Einrichtung und einem Gehäuse oder einer Abdeckung hergestellt. Ein Einsatz bei einer Kabelhängeleuchte (Leuchte, die mittels eines Kabels von einer Decke herabhängt) ist auch möglich.

[0345] Eine Fußbodenbeleuchtung 8002 beleuchtet einen Fußboden, so dass die Sicherheit am Boden verbessert werden kann. Beispielsweise kann sie in einem Schlafzimmer, an einer Treppe und an einem Flur effektiv verwendet werden. In derartigen Fällen können die Größe und Form der Fußbodenbeleuchtung ent-

sprechend den Dimensionen und der Struktur eines Zimmers geändert werden. Die Fußbodenbeleuchtung kann eine stationäre Beleuchtungsanordnung sein, die unter Verwendung einer Kombination aus der Licht emittierenden Einrichtung und einer Stütze hergestellt wird.

[0346] Eine blattförmige Beleuchtung 8003 ist eine dünne blattförmige Beleuchtungsanordnung. Die blattförmige Beleuchtung, die bei Verwendung an einer Wand befestigt wird, ist platzsparend und kann daher zu verschiedensten Zwecken verwendet werden. Des Weiteren kann die Fläche der blattförmigen Beleuchtung leicht vergrößert werden. Die blattförmige Beleuchtung kann auch an einer Wand und einem Gehäuse mit einer gekrümmten Oberfläche verwendet werden.

[0347] Eine Beleuchtungsanordnung 8004 kann verwendet werden, bei der die Richtung von Licht von einer Lichtquelle derart gesteuert wird, dass es sich bei ihr nur um eine erwünschte Richtung handelt.

[0348] Eine Tischlampe 8005 beinhaltet eine Lichtquelle 8006. Als Lichtquelle 8006 kann die Licht emittierende Einrichtung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung oder die Licht emittierende Vorrichtung, die ein Teil der Licht emittierenden Einrichtung ist, verwendet werden.

[0349] Neben den vorstehenden Beispielen kann dann, wenn die Licht emittierende Einrichtung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung oder die Licht emittierende Vorrichtung, die ein Teil der Licht emittierenden Einrichtung ist, als Teil eines Möbelstücks in einem Zimmer verwendet wird, eine Beleuchtungsanordnung, die als Möbelstück dient, erhalten werden.

[0350] Wie vorstehend beschrieben, können verschiedene Beleuchtungsanordnungen, die die Licht emittierende Einrichtung beinhalten, erhalten werden. Es sei angemerkt, dass es sich bei diesen Beleuchtungsanordnungen auch um Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung handelt.

[0351] Die Strukturen, die bei dieser Ausführungsform beschrieben werden, können in einer geeigneten Kombination mit einer beliebigen der Strukturen, die bei den anderen Ausführungsformen beschrieben werden, verwendet werden.

[Beispiel 1]

[0352] In diesem Beispiel werden eine Vorrichtungsstruktur, ein Herstellungsverfahren und Eigenschaften einer Licht emittierenden Vorrichtung 1 und einer Licht emittierenden Vorrichtung 2 beschrieben, die jeweils eine blaue fluoreszierende Vorrichtung sind, die als Licht emittierende Vorrichtung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung hergestellt wird. Es sei angemerkt, dass eine Licht emittierende Vergleichsvorrichtung 3 und eine Licht emittierende Referenzvorrichtung 4 zum Vergleichen von Vorrichtungseigenschaften hergestellt wurden. **Fig. 23** stellt eine Vorrichtungsstruktur der Licht emittierenden Vorrichtungen dar, die in diesem Beispiel verwendet werden, und Tabelle 1 zeigt spezifische Strukturen. Die chemischen Formeln von Materialien, die in diesem Beispiel verwendet werden, werden nachstehend gezeigt.

[Tabelle 1]

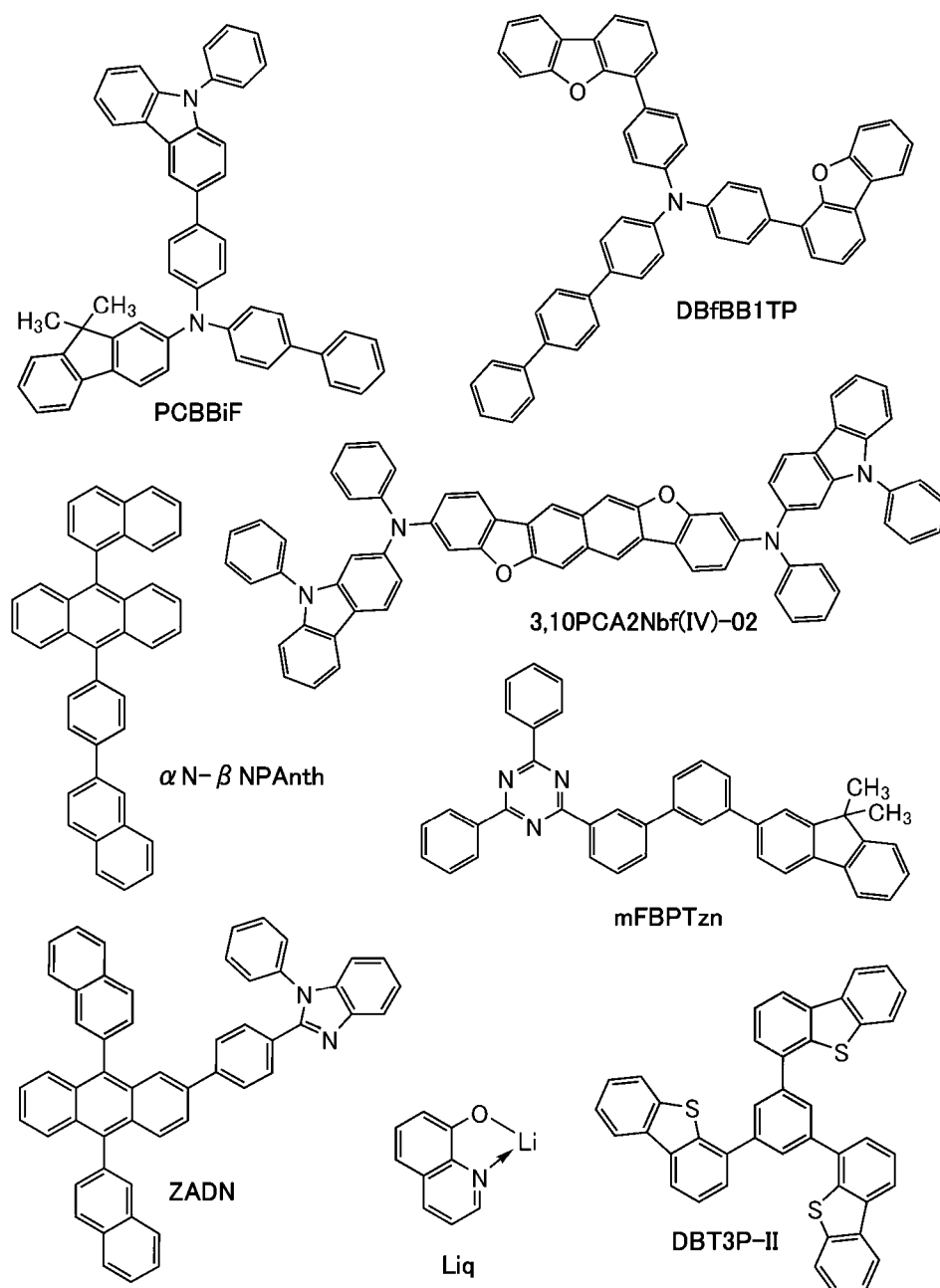
	erste Elekt- rode	Lochin- jektions- schicht	Lochtran- sportschicht		Licht emittie- rende Schicht	Elektronentrans- portschicht		Elekt- rone- nink- jektions- schicht	zweite Elekt- rode	CAP
	901	911	912		913	914		915	903	904
			912-1	912-- 2		914-1	914-2			
Licht emittie- rende Vorrich- tung 1	[TSO\Ag] TSO (10 \100\10 nm)	PCBBiF: OCH D-003 (1:0,03 10nm)	PCBB iF (97, 5 nm)	DBf- BBI TP (10 nm)	*	mFBP- Tzn (20 nm)	ZADN: Liq (1:1 15 nm)	LiF (1 nm)	Ag:Mg (1:0,1 15 nm)	DBT3 P-II (80 nm)

	erste Elekt- rode	Lochin- jektions- schicht	Lochtran- sportschicht		Licht emittie- rende Schicht	Elektronentrans- portschicht		Elekt- rone- ninjek- tions- schicht	zweite Elekt- rode	CAP
	901	911	912		913	914		915	903	904
			912-1	912-- 2		914-1	914-2			
Licht emittie- rende Vorrich- tung 2	ITSO\Ag \ITSO (10 \100\10 nm)	PCBBiF: OCH D-003 (1:0.03 10 nm)	PCBB iF (97, 5 nm)	DBf- BBI TP (10 nm)	*	mFBP- Tzn (20 nm)	ZADN: Liq (1:1 15 nm)	LiF (1 nm)	Ag:Mg (1:0,1 15 nm)	DBT3 P-II (80 nm)
Licht emittie- rende Ver- gleich- svor- richtung 3	ITSO\Ag \ITSO (10 \100\10 nm)	PCBBiF: OCH D-003 (1:0,03 10 nm)	PCBB iF (97, 5 nm)	DBf- BBI TP (10 nm)	*	mFBP- Tzn (20 nm)	ZADN: Liq (1:1 15 nm)	LiF (1 nm)	Ag:Mg (1:0,1 15 nm)	DBT3 P-II (80 nm)
Licht emittie- rende Refe- renzvor- richtung 4	ITSO\Ag \ITSO (10 \100\10 nm)	PCBBiF: OCH D-003 (1:0,03 10 nm)	PCBB iF (97, 5 nm)	DBf- BBI TP (10 nm)	*	mFBP- Tzn (20 nm)	ZADN: Liq (1:1 15 nm)	LiF (1 nm)	Ag:Mg (1:0,1 15 nm)	DBT3 P-II (80 nm)

* α N- β NPAnth:3,10PCA2Nbf(IV)-02 (1:0,015 25 nm)

**In der Tabelle zeigt eine Strichpunktlinie anstelle einer durchgezogenen Linie zwischen zwei Schichten eine N₂-Aussetzungsbehandlung, die zwischen den Ausbildungsschritten der Schichten durchgeführt wird.

[Chemische Formeln 3]



<<Herstellung der Licht emittierenden Vorrichtungen>>

[0353] Bei jeder der Licht emittierenden Vorrichtungen, die in diesem Beispiel beschrieben werden, werden, wie in **Fig. 23** dargestellt, eine Lochinjektionsschicht 911, eine Lochtransportschicht 912, eine Licht emittierende Schicht 913, eine Elektronentransportschicht 914 und eine Elektroneninjectionsschicht 915 in dieser Reihenfolge über einer ersten Elektrode 901 angeordnet, die über einem Substrat 900 ausgebildet ist, und eine zweite Elektrode 903 wird über der Elektroneninjectionsschicht 915 angeordnet. Die Licht emittierenden Vorrichtungen weisen jeweils eine Vorrichtungsstruktur auf, bei der die gleichen Materialien in den Funktionschichten verwendet werden, wie in Tabelle 1 gezeigt. Jedoch unterscheidet sich ein Teil des Herstellungsprozesses zwischen den Licht emittierenden Vorrichtungen. In der Licht emittierenden Referenzvorrichtung 4 wurden die Komponenten von der ersten Elektrode 901 bis zur zweiten Elektrode 903 und eine Cap-Schicht (CAP) 904 sukzessiv ausgebildet. Im Gegensatz dazu wurde in der Licht emittierenden Vorrichtung 1 eine Elektronentransportschicht 914-2 ausgebildet und dann einer Stickstoffatmosphäre (Taupunkt: $-78,0\text{ }^{\circ}\text{C}$, Feuchtigkeitskonzentration: 0,8 ppm, Sauerstoffkonzentration: 1 ppm) vorübergehend eine Stunde lang ausgesetzt (auch als N_2 -Aussetzungsbehandlung bezeichnet), und dann wurden die Elektroneninjectionsschicht 915, die zweite Elektrode 903 und die Cap-Schicht 904 sukzessiv ausgebildet. In der Licht emittierenden Vorrichtung 2 wurde eine Elektronentransportschicht 914-1 ausgebildet und dann einer Stickstoffatmosphäre (Taupunkt: $-78,0\text{ }^{\circ}\text{C}$, Feuchtigkeitskonzentration: 0,8 ppm, Sauerstoffkonzentration: 1 ppm) vorübergehend

eine Stunde lang ausgesetzt, und dann wurden die Elektronentransportschicht 914-2, die Elektroneninjectionsschicht 915, die zweite Elektrode 903 und die Cap-Schicht 904 sukzessiv ausgebildet. In der Licht emittierenden Vergleichsvorrichtung 3 wurde die Licht emittierende Schicht 913 ausgebildet und dann einer Stickstoffatmosphäre (Taupunkt: -78,0 °C, Feuchtigkeitskonzentration: 0,8 ppm, Sauerstoffkonzentration: 1 ppm) vorübergehend eine Stunde lang ausgesetzt, und dann wurden die Elektronentransportschicht 914 (914-1 und 914-2), die Elektroneninjectionsschicht 915, die zweite Elektrode 903 und die Cap-Schicht 904 sukzessiv ausgebildet.

[0354] Als Erstes wurde die erste Elektrode 901 über dem Substrat 900 ausgebildet. Die Elektrodenfläche wurde auf 4 mm² (2 mm × 2 mm) eingestellt. Als Substrat 900 wurde ein Glassubstrat verwendet. Die erste Elektrode 901 wurde auf derartige Weise ausgebildet, dass 10 nm dickes, Siliziumoxid enthaltendes Indiumzinnoxid (ITSO) durch ein Sputterverfahren abgeschieden wurde und dann 100 nm dickes Silber (Ag) durch ein Sputterverfahren abgeschieden wurde und anschließend 10 nm dickes ITSO abgeschieden wurde.

[0355] Für die Vorbehandlung wurde hier eine Oberfläche des Substrats 900 mit Wasser gewaschen, ein Backen wurde eine Stunde lang bei 200 °C durchgeführt, und dann wurde eine UV-Ozonbehandlung 370 Sekunden lang durchgeführt. Danach wurde das Substrat in eine Vakuumverdampfungseinrichtung überführt, in der der Druck auf ungefähr 1×10^{-4} Pa verringert worden war, und wurde einem Vakuumbacken 30 Minuten lang bei 170 °C in einer Heizkammer der Vakuumverdampfungseinrichtung unterzogen, und dann wurde das Substrat ungefähr 30 Minuten lang abgekühlt.

[0356] Als Nächstes wurde die Lochinjectionsschicht 911 über der ersten Elektrode 901 ausgebildet. Die Lochinjectionsschicht 911 wurde auf derartige Weise ausgebildet, dass der Druck in einer Vakuumverdampfungseinrichtung auf 1×10^{-4} Pa verringert wurde und dann N-(1,1'-Biphenyl-4-yl)-N-[4-(9-phenyl-9H-carbazol-3-yl)phenyl]-9,9-dimethyl-9H-fluoren-2-amin (Abkürzung: PCBBiF) und ein Elektronenakzeptormaterial (OCHD-003), das Fluor enthält und ein Molekulargewicht von 672 aufweist, durch Co-Verdampfung in einer Dicke von 10 nm in einem Massenverhältnis von PCBBiF:OCHD-003 = 1:0,03 abgeschieden wurden.

[0357] Anschließend wurde die Lochtransportschicht 912 (eine Lochtransportschicht 912-1 und eine Lochtransportschicht 912-2) über der Lochinjectionsschicht 911 ausgebildet. Zuerst wurde die Lochtransportschicht 912-1 durch Verdampfung unter Verwendung von PCBBiF in einer Dicke von 97,5 nm ausgebildet. Dann wurde die Lochtransportschicht 912-2 durch Verdampfung unter Verwendung von N,N-Bis[4-(dibenzofuran-4-yl)phenyl]-4-amino-p-terphenyl (Abkürzung: DBfBB1TP) in einer Dicke von 10 nm ausgebildet.

[0358] Als Nächstes wurde die Licht emittierende Schicht 913 über der Lochtransportschicht 912 ausgebildet.

[0359] Die Licht emittierende Schicht 913 wurde durch Co-Verdampfung unter Verwendung von 9-(1-Naphthyl)-10-[4-(2-naphthyl)phenyl]anthracen (Abkürzung: α N- β NPAnth) und 3,10-Bis[N-(9-phenyl-9H-carbazol-2-yl)-N-phenylamino]naphtho[2,3-b;6,7-b']bisbenzofuran (Abkürzung: 3,10PCA2Nbf(IV)-02) als Gastmaterial (fluoreszierendes Material) derart ausgebildet, dass das Gewichtsverhältnis von α N- β NPAnth zu 3,10PCA2Nbf(IV)-02 1:0,015 betrug. Die Dicke wurde auf 25 nm eingestellt. Hier wurde bei der Licht emittierenden Vergleichsvorrichtung 3 die Oberfläche der Licht emittierenden Schicht 913 einer Stickstoffatmosphäre (Taupunkt: -78,0 °C, Feuchtigkeitskonzentration: 0,8 ppm, Sauerstoffkonzentration: 1 ppm) vorübergehend eine Stunde lang ausgesetzt, d. h. wurde einer N₂-Aussetzungsbehandlung unterzogen.

[0360] Als Nächstes wurde die Elektronentransportschicht 914 (die Elektronentransportschicht 914-1 und die Elektronentransportschicht 914-2) über der Licht emittierenden Schicht 913 ausgebildet.

[0361] Die Elektronentransportschicht 914-1 wurde durch Verdampfung von 2-[3'-(9,9-Dimethyl-9H-fluoren-2-yl)-1,1'-biphenyl-3-yl]-4,6-diphenyl-1,3,5-triazin (Abkürzung: mFBPTzn) in einer Dicke von 20 nm ausgebildet.

[0362] Hier wurde bei der Licht emittierenden Vorrichtung 2 die Oberfläche der Elektronentransportschicht 914-1 einer Stickstoffatmosphäre (Taupunkt: -78,0 °C, Feuchtigkeitskonzentration: 0,8 ppm, Sauerstoffkonzentration: 1 ppm) vorübergehend eine Stunde lang ausgesetzt, d. h. wurde einer N₂-Aussetzungsbehandlung unterzogen. Dann wurde die Elektronentransportschicht 914-2 durch Co-Verdampfung unter Verwendung von 2-{4-[9,10-Di(naphthalen-2-yl)-2-anthryl]phenyl}-1-phenyl-1H-benzimidazol (Abkürzung: ZADN) und 8-Hydroxychinolino-lithium (Abkürzung: Liq) in einer Dicke von 15 nm in einem Gewichtsverhältnis von ZADN:Liq = 1:1 ausgebildet. Hier wurde bei der Licht emittierenden Vorrichtung 1 die Oberfläche der Elektro-

nentransportschicht 914-2 einer Stickstoffatmosphäre (Feuchtigkeitskonzentration: 1 ppm, Sauerstoffkonzentration: 1 ppm) vorübergehend eine Stunde lang ausgesetzt, d. h. wurde einer N₂-Aussetzungsbehandlung unterzogen.

[0363] Anschließend wurde die Elektroneninjectionsschicht 915 über der Elektronentransportschicht 914 ausgebildet. Die Elektroneninjectionsschicht 915 wurde durch Verdampfung von Lithiumfluorid (LiF) in einer Dicke von 1 nm ausgebildet.

[0364] Danach wurde die zweite Elektrode 903 über der Elektroneninjectionsschicht 915 ausgebildet. Die zweite Elektrode 903 wurde durch Co-Verdampfung unter Verwendung von Silber (Ag) und Magnesium (Mg) in einem Gewichtsverhältnis von Ag:Mg = 1:0,1 ausgebildet. Die Dicke wurde auf 15 nm eingestellt. In diesem Beispiel weist die zweite Elektrode 903 eine Lichtdurchlässigkeitseigenschaft auf und dient als Kathode.

[0365] Durch die vorstehenden Schritte wurde eine Licht emittierende Vorrichtung, die eine EL-Schicht 902 zwischen dem Paar von Elektroden über dem Substrat 900 beinhaltet und eine Top-Emission-Struktur aufweist, bei der Licht durch die zweite Elektrode 903 hindurch extrahiert wird, ausgebildet. Es sei angemerkt, dass es sich bei der in Tabelle 1 gezeigten Licht emittierenden Referenzvorrichtung 4 um eine Licht emittierende Vorrichtung handelt, die in den bisherigen Schritten einer Stickstoffatmosphäre noch nie ausgesetzt (einer N₂-Aussetzungsbehandlung noch nie unterzogen) worden ist. Es sei angemerkt, dass die Lochinjectionsschicht 911, die Lochtransportschicht 912, die Licht emittierende Schicht 913, die Elektronentransportschicht 914 und die Elektroneninjectionsschicht 915, welche in den vorstehenden Schritten beschrieben worden sind, die Funktionsschichten sind, die in der EL-Schicht einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung enthalten sind. Des Weiteren wurde in sämtlichen Verdampfungsschritten des in diesem Beispiel gezeigten Herstellungsverfahrens die Verdampfung durch ein Widerstandserwärmungsverfahren durchgeführt.

[0366] Die Licht emittierende Vorrichtung, die wie vorstehend beschrieben hergestellt wird, beinhaltet die Cap-Schicht (CAP) 904 über der zweiten Elektrode 903. Die Cap-Schicht 904 wurde durch Verdampfung von 4,4',4''-(Benzol-1,3,5-triyl)tri(dibenzothiophen) (Abkürzung: DBT3P-II) in einer Dicke von 80 nm ausgebildet.

[0367] Es sei angemerkt, dass die Vorrichtung, bei der die Komponenten bis zur Cap-Schicht ausgebildet wurden, mit einem weiteren Substrat (nicht dargestellt) abgedichtet wurde. Das Substrat (nicht dargestellt), an dem ein UV-härtendes Dichtungsmittel aufgetragen worden war, wurde in einem Handschuhkasten, der eine Stickstoffatmosphäre enthält, an dem Substrat 900 befestigt, und die Substrate wurden aneinander derart gebunden, dass das Dichtungsmittel angebracht wurde, um die Licht emittierende Vorrichtung, die über dem Substrat 900 ausgebildet wird, zu umschließen. Beim Abdichtungsprozess wurde das Dichtungsmittel mit 365 nm UV-Licht bei 6 J/cm² bestrahlt, um verfestigt zu werden, und das Dichtungsmittel wurde bei 80 °C eine Stunde lang erwärmt, um stabilisiert zu werden.

<<Betriebseigenschaften der Licht emittierenden Vorrichtungen>>

[0368] Die Betriebseigenschaften der hergestellten Licht emittierenden Vorrichtungen wurden gemessen. Es sei angemerkt, dass die Messung bei Raumtemperatur durchgeführt wurde. Als Ergebnisse einer Messung der Betriebseigenschaften der Licht emittierenden Vorrichtungen zeigt **Fig. 24** die Leuchtdichte-Stromdichte-Eigenschaften, **Fig. 25** zeigt die Leuchtdichte-Spannungs-Eigenschaften, **Fig. 26** zeigt die Stromeffizienz-Leuchtdichte-Eigenschaften, **Fig. 27** zeigt die Stromdichte-Spannung-Eigenschaften, und **Fig. 28** zeigt Blauindex (BI)-Leuchtdichte-Eigenschaften. Die Leuchtdichte, die CIE-Chromatizität und die Emissionsspektren wurden mit einem Spektralradiometer (SR-UL1R, hergestellt von TOPCON TECHNOHOUSE CORPORATION) bei normaler Temperatur gemessen.

[0369] Der in **Fig. 28** gezeigte Blauindex (BI) ist ein Wert, der durch Teilen der Stromeffizienz (cd/A) durch die Chromatizität y erhalten wird, und ist einer der Indikatoren von Eigenschaften einer blauen Lichtemission. Es gibt die Tendenz, dass dann, wenn die Chromatizität y kleiner wird, die Farbreinheit der blauen Lichtemission hoch wird. Mit hoher Farbreinheit kann eine breite Palette von Blau dargestellt werden, selbst wenn die Anzahl von Leuchtdichtekomponenten klein ist; somit wird dann, wenn eine blaue Lichtemission mit hoher Farbreinheit verwendet wird, die für die Darstellung von Blau erforderliche Leuchtdichte verringert, was zu einem niedrigeren Stromverbrauch führt. Daher wird BI, der auf der Chromatizität y basiert und einer der Indikatoren der Farbreinheit von Blau ist, als Mittel zum Zeigen der Effizienz einer blauen Lichtemission geeignet.

verwendet. Die Licht emittierende Vorrichtung mit höherem BI kann als blaues Licht emittierende Vorrichtung mit höherer Effizienz für eine Anzeige betrachtet werden.

[0370] Die vorstehenden Ergebnisse zeigen, dass sich bei den anfänglichen Eigenschaften, die in **Fig. 24** bis **Fig. 28** gezeigt werden, die Stromeffizienz, die Leistungseffizienz und dergleichen auf der Seite der niedrigen Leuchtdichte der Licht emittierenden Vorrichtung 1 und der Licht emittierenden Vorrichtung 2, die in diesem Beispiel beschrieben werden, geringfügig von denjenigen der Licht emittierenden Referenzvorrichtung 4 unterscheiden aber ihre Emissionseffizienz auf der Seite der hohen Leuchtdichte, die Vorrichtungseigenschaften einer Licht emittierenden Vorrichtung beeinflusst, im Wesentlichen so hoch wie diejenige der Licht emittierenden Referenzvorrichtung 4 ist.

[0371] **Fig. 29** zeigt die Emissionsspektren zu dem Zeitpunkt, zu dem ein Strom mit einer Stromdichte (10 bis 15 mA/cm²) fließt, mit der die Licht emittierenden Vorrichtungen Licht mit einer Leuchtdichte von ungefähr 1000 cd/m² emittierten. Wie in **Fig. 29** gezeigt, weisen die Emissionsspektren dieser Licht emittierenden Vorrichtungen ein Peak bei etwa 460 nm auf, was vermutlich aus der Lichtemission von 3,10PCA2Nbf(IV)-02 stammt, das in der Licht emittierenden Schicht 913 enthalten ist.

[0372] Als Nächstes wurden an den Licht emittierenden Vorrichtungen 1 und 2, der Licht emittierenden Vergleichsvorrichtung 3 und der Licht emittierenden Referenzvorrichtung 4 Zuverlässigkeitstests durchgeführt. **Fig. 30** zeigt die Ergebnisse der Zuverlässigkeitstests. In **Fig. 30** stellt die vertikale Achse die normierte Leuchtdichte (%) mit einer anfänglichen Leuchtdichte von 100 % dar, und die horizontale Achse stellt die Betriebsdauer (h) der Vorrichtungen dar. Als Zuverlässigkeitstests wurden Betriebstests bei einer konstanten Stromdichte zum Messen einer Änderung der Leuchtdichte mit einer konstanten Stromdichte von 50 mA/cm² bei Raumtemperatur durchgeführt. Wie in den Ergebnissen in **Fig. 30** gezeigt, weisen die Licht emittierende Vorrichtung 1, bei der eine N₂-Aussetzung nach dem Ausbilden der Elektronentransportschicht 914-2 durchgeführt wurde, und die Licht emittierende Vorrichtung 2, bei der eine N₂-Aussetzung nach dem Ausbilden der Elektronentransportschicht 914-1 durchgeführt wurde, die im Wesentlichen ebenso hohe Zuverlässigkeit wie diejenige der Licht emittierenden Referenzvorrichtung 4 auf, bei der eine Aussetzung an einer Stickstoffatmosphäre (eine N₂-Aussetzungsbehandlung) in dem Herstellungsprozess nie durchgeführt wurde. Andererseits weist die Licht emittierende Vergleichsvorrichtung 3, bei der eine N₂-Aussetzung nach dem Ausbilden der Licht emittierenden Schicht 913 durchgeführt wurde, eine niedrigere Zuverlässigkeit als die Licht emittierende Vorrichtung 1 und die Licht emittierende Vorrichtung 2 auf. Somit wurde herausgefunden, dass beim Ausbilden der EL-Schicht in der blauen fluoreszierenden Vorrichtung die Zuverlässigkeit der Licht emittierenden Vorrichtung durch eine N₂-Aussetzung, die mindestens nicht gleich nach dem Ausbilden der Licht emittierenden Schicht 913 sondern nach dem Ausbilden der Funktionsschicht, wie z. B. der Elektronentransportschicht 914, die über der Licht emittierenden Schicht 913 ausgebildet wird, durchgeführt wird, weniger beeinflusst wird. Dieses Ergebnis zeigt, dass eine Aussetzung an der Luft, eine Strukturierung unter Verwendung eines Photolithographieverfahrens und dergleichen nach dem Ausbilden der Funktionsschicht, wie z. B. der Elektronentransportschicht 914, die über der Licht emittierenden Schicht 913 ausgebildet wird, durchgeführt werden können. Mit anderen Worten: Bei der Herstellung einer Vielzahl von Licht emittierenden Vorrichtungen kann eine Strukturierung unter Verwendung eines Photolithographieverfahrens oder dergleichen nach dem Ausbilden der Funktionsschicht, wie z. B. der Elektronentransportschicht 914, durchgeführt werden, und die anschließend auszubildende Funktionsschicht kann unter Verwendung einer Schicht, die der Vielzahl von Licht emittierenden Vorrichtungen gemeinsam ist, ausgebildet werden; daher kann der Herstellungsprozess vereinfacht werden.

[Beispiel 2]

[0373] In diesem Beispiel werden ein Vorrichtungsstruktur, ein Herstellungsverfahren und Eigenschaften einer Licht emittierenden Vorrichtung 5 beschrieben, die eine blaue fluoreszierende Vorrichtung ist, die als Licht emittierende Vorrichtung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung hergestellt wird. Bei der Licht emittierenden Vorrichtung 5 wurde die Oberfläche der Elektronentransportschicht 914-2 einer N₂-Aussetzungsbehandlung unterzogen, indem sie einer Stickstoffatmosphäre (Feuchtigkeitskonzentration: 0,5 ppm, Sauerstoffkonzentration: 4 ppm) vorübergehend eine Stunde lang ausgesetzt wurde, und dann wurden die Elektroneninjectionsschicht 915, die zweite Elektrode 903 und die Cap-Schicht 904 sequenziell ausgebildet. Es sei angemerkt, dass eine Licht emittierende Referenzvorrichtung 6 zum Vergleichen von Vorrichtungseigenschaften hergestellt wurde, ohne dabei eine Aussetzung an einer Stickstoffatmosphäre (eine N₂-Aussetzungsbehandlung) durchzuführen. **Fig. 23** stellt eine Vorrichtungsstruktur der Licht emittierenden Vorrichtungen dar, die in diesem Beispiel verwendet werden, und Tabelle 2 zeigt spezifische Strukturen. Die che-

mischen Formeln von Materialien, die in diesem Beispiel verwendet werden, werden nachstehend gezeigt. Die Vorrichtungen wurden auf ähnliche Weise wie in Beispiel 1 hergestellt.

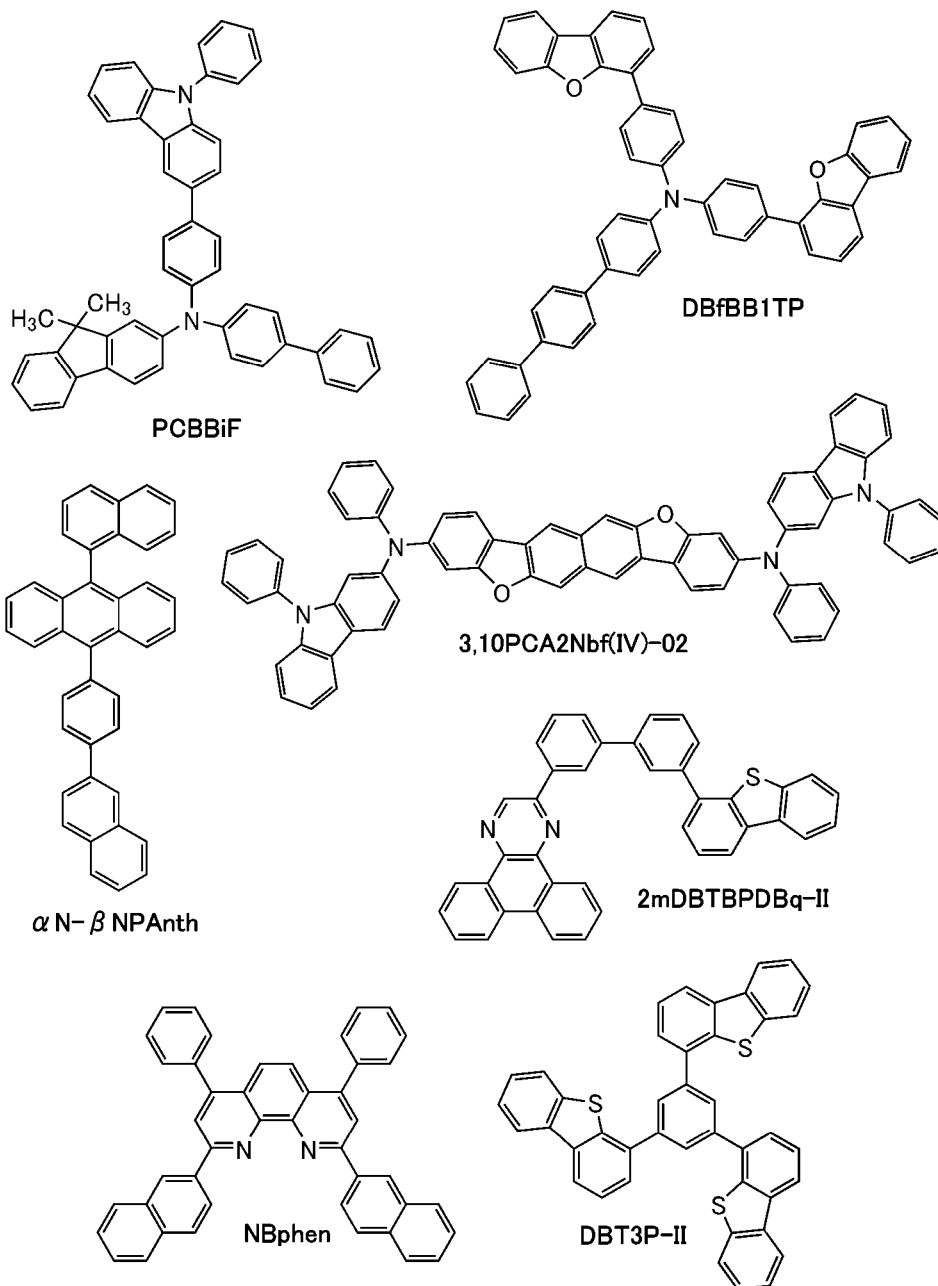
[Tabelle 2]

	erste Elektrode	Lochinjektions-schicht	Lochtransport-schicht		Licht emittierende Schicht	Elektronen-transport-schicht		Elektro-nen-in-jek-tions-schicht	zweite Elektrode	CAP
	901	911	912		913	914		915	903	904
			912-1	912-2		914-1	914-2			
Licht emittierende Vorrichtung 5	TSO\Ag \ TSO (10 \100\10 nm)	PCBBiF: OCH D-003 (1:0,03 10 nm)	PCB BiF (96nm)	DBf-BB 1TP (10 nm)	*	2mD-BTB PDB-q-II (20 nm)	NBphen (10 nm)	LiF (1 nm)	Ag:Mg (1:0,1 15 nm)	DBT3 P-II (80 nm)
Licht emittierende Referenzvorrichtung 6	TSO\Ag \ TSO (10 \100\10 nm)	PCBBiF: OCH D-003 (1:0,03 10 nm)	PCB BiF (96nm)	DBf-BB 1TP (10 nm)	*	2mD-BTB PDB-q-II (20 nm)	NBphen (10 nm)	LiF (1 nm)	Ag:Mg (1:0,1 15 nm)	DBT3 P-II (80 nm)

* α N- β NPAnth:3,10PCA2Nbf(IV)-02 (1:0,015 25 nm)

**In der Tabelle zeigt eine Strichpunktlinie anstelle einer durchgezogenen Linie zwischen zwei Schichten eine N₂-Aussetzungsbehandlung, die zwischen den Ausbildungsschritten der Schichten durchgeführt wird.

[Chemische Formeln 4]



[0374] In den vorstehenden chemischen Formeln werden 2-[3'-(Dibenzothiophen-4-yl)biphenyl-3-yl]dibenzo[f,h]chinoxalin (Abkürzung: 2mDBTBPDBq-II) und 2,9-Bis(naphthalen-2-yl)-4,7-diphenyl-1,10-phenanthrolin (Abkürzung: NBPhen) dargestellt.

<<Betriebseigenschaften der Licht emittierenden Vorrichtungen>>

[0375] Die Betriebseigenschaften der hergestellten Licht emittierenden Vorrichtungen wurden gemessen. Es sei angemerkt, dass die Messung bei Raumtemperatur durchgeführt wurde. Als Ergebnisse einer Messung der Betriebseigenschaften der Licht emittierenden Vorrichtungen zeigt **Fig. 31** die Leuchtdichte-Stromdichte-Eigenschaften, **Fig. 32** zeigt die Leuchtdichte-Spannungs-Eigenschaften, **Fig. 33** zeigt die Stromeffizienz-Leuchtdichte-Eigenschaften, **Fig. 34** zeigt die Stromdichte-Spannung-Eigenschaften, und **Fig. 35** zeigt Blauindex (BI)-Leuchtdichte-Eigenschaften. Die Leuchtdichte, die CIE-Chromatizität und die Emissionsspektren wurden mit einem Spektralradiometer (SR-UL1R, hergestellt von TOPCON TECHNOHOUSE CORPORATION) bei normaler Temperatur gemessen.

[0376] Die vorstehenden Ergebnisse zeigen, dass sich bei den anfänglichen Eigenschaften, die in **Fig. 31** bis **Fig. 35** gezeigt werden, die Stromeffizienz, die Leistungseffizienz und dergleichen auf der Seite der niedrigen Leuchtdichte der Licht emittierenden Vorrichtung 5, die in diesem Beispiel beschrieben wird, geringfügig

von denjenigen der Licht emittierenden Referenzvorrichtung 6 unterscheiden aber ihre Emissionseffizienz auf der Seite der hohen Leuchtdichte, die Vorrichtungseigenschaften einer Licht emittierenden Vorrichtung beeinflusst, im Wesentlichen so hoch wie diejenige der Licht emittierenden Referenzvorrichtung 6 ist.

[0377] Fig. 36 zeigt die Emissionsspektren zu dem Zeitpunkt, zu dem ein Strom mit einer Stromdichte (10 bis 20 mA/cm²) fließt, mit der die Licht emittierenden Vorrichtungen Licht mit einer Leuchtdichte von ungefähr 1000 cd/m² emittierten. Wie in Fig. 36 gezeigt, weisen die Emissionsspektren dieser Licht emittierenden Vorrichtungen ein Peak bei etwa 457 nm auf, was vermutlich aus der Lichtemission von 3,10PCA2Nbf(IV)-02 stammt, das in der Licht emittierenden Schicht 913 enthalten ist.

[0378] Als Nächstes wurden an der Licht emittierenden Vorrichtung 5 und der Licht emittierenden Referenzvorrichtung 6 Zuverlässigkeitstests durchgeführt. Fig. 37 zeigt die Ergebnisse der Zuverlässigkeitstests. In Fig. 37 stellt die vertikale Achse die normierte Leuchtdichte (%) mit einer anfänglichen Leuchtdichte von 100 % dar und die horizontale Achse stellt die Betriebsdauer (h) der Vorrichtungen dar. Als Zuverlässigkeitstests wurden Betriebstests bei einer konstanten Stromdichte zum Messen einer Änderung der Leuchtdichte mit einer konstanten Stromdichte von 50 mA/cm² bei Raumtemperatur durchgeführt. Wie in den Ergebnissen in Fig. 37 gezeigt, weist die Licht emittierende Vorrichtung 5, bei der eine N₂-Aussetzung nach dem Ausbilden der Elektronentransportschicht 914-2 durchgeführt wurde, die im Wesentlichen ebenso hohe Zuverlässigkeit wie diejenige der Licht emittierenden Referenzvorrichtung 6 auf, bei der eine Aussetzung an einer Stickstoffatmosphäre (eine N₂-Aussetzungsbehandlung) in dem Herstellungsprozess nie durchgeführt wurde. Somit wurde herausgefunden, dass beim Ausbilden der EL-Schicht in der blauen fluoreszierenden Vorrichtung eine N₂-Aussetzung mit geringerer Wahrscheinlichkeit die Zuverlässigkeit der Licht emittierenden Vorrichtung beeinflusst, solange sie nach dem Ausbilden der Funktionsschicht, wie z. B. der Elektronentransportschicht 914, durchgeführt wird. Dies bedeutet, dass eine Aussetzung an der Luft, eine Strukturierung unter Verwendung eines Photolithographieverfahrens und dergleichen nach dem Ausbilden der Funktionsschicht, wie z. B. der Elektronentransportschicht 914, durchgeführt werden können. Mit anderen Worten: Bei der Herstellung einer Vielzahl von Licht emittierenden Vorrichtungen kann eine Strukturierung unter Verwendung eines Photolithographieverfahrens oder dergleichen nach dem Ausbilden der Funktionsschicht, wie z. B. der Elektronentransportschicht 914, durchgeführt werden, und die anschließend auszubildende Funktionsschicht kann unter Verwendung einer Schicht, die der Vielzahl von Licht emittierenden Vorrichtungen gemeinsam ist, ausgebildet werden; daher kann der Herstellungsprozess vereinfacht werden.

[Beispiel 3]

[0379] In diesem Beispiel werden ein Vorrichtungsstruktur, ein Herstellungsverfahren und Eigenschaften einer Licht emittierenden Vorrichtung 7 beschrieben, die eine rote phosphoreszierende Vorrichtung ist, die als Licht emittierende Vorrichtung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung hergestellt wird. Bei der Licht emittierenden Vorrichtung 7 wurde die Oberfläche der Elektronentransportschicht 914-2 einer N₂-Aussetzungsbehandlung unterzogen, indem sie einer Stickstoffatmosphäre (Taupunkt: etwa -80 °C, Feuchtigkeitskonzentration: 0,5 ppm, Sauerstoffkonzentration: 3 ppm) vorübergehend eine Stunde lang ausgesetzt wurde, und dann wurden die Elektroneninjectionsschicht 915, die zweite Elektrode 903 und die Cap-Schicht 904 sequenziell ausgebildet. Es sei angemerkt, dass eine Licht emittierende Referenzvorrichtung 8 zum Vergleichen von Vorrichtungseigenschaften hergestellt wurde, ohne dabei eine Aussetzung an einer Stickstoffatmosphäre (eine N₂-Aussetzungsbehandlung) durchzuführen. Fig. 23 stellt eine Vorrichtungsstruktur der Licht emittierenden Vorrichtungen dar, die in diesem Beispiel verwendet werden, und Tabelle 3 spezifische Strukturen zeigt. Die chemischen Formeln von Materialien, die in diesem Beispiel verwendet werden, werden nachstehend gezeigt. Die Vorrichtungen wurden auf ähnliche Weise wie in Beispiel 1 hergestellt.

[Tabelle 3]

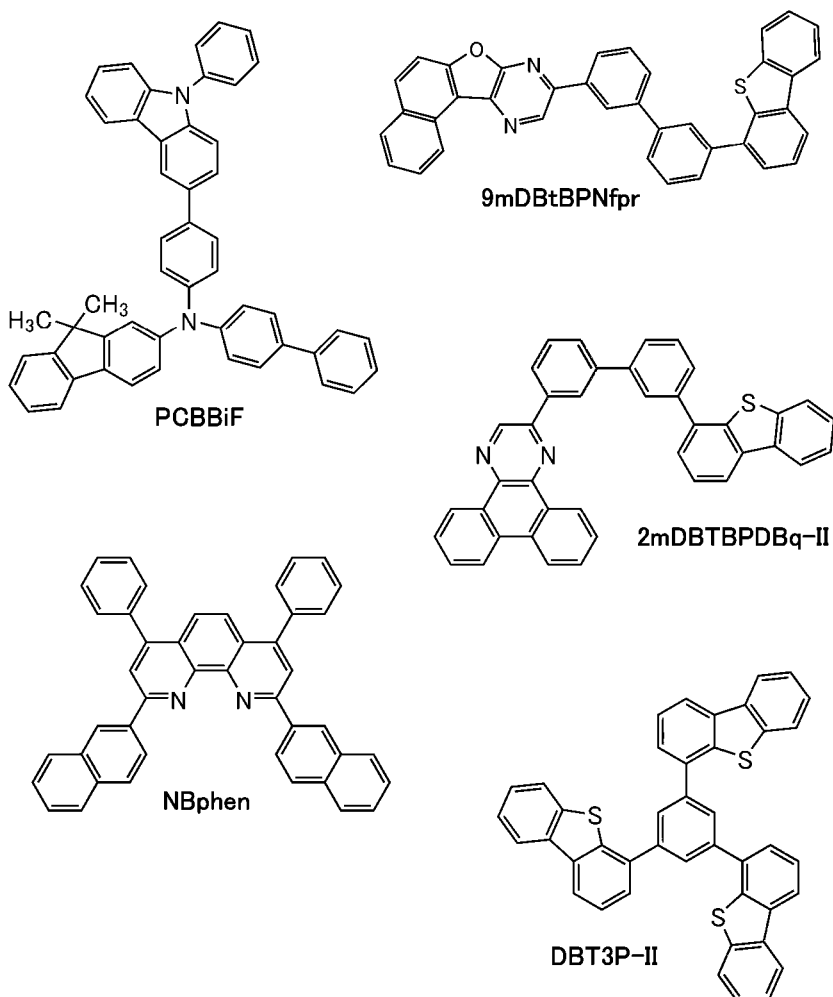
	erste Elektrode	Lochinjektions-schicht	Lochtransport-schicht	Licht emittierende Schicht	Elektronentransport-schicht		Elektroneninjektions-schicht	zweite Elektrode	CAP
	901	911	912	913	914		915	903	904
					914-1	914-2			

Licht emittierende Vorrichtung 7	[TSO\Ag]\ TSO (10\100 10 nm)	PCBBiF: OCH D-003 (1:0,03 10nm)	PCBBiF (192,5 nm)	*	2mDB- TBP DBq-II (20 nm)	NBp- hen (20 nm)	LiF (1 nm)	Ag:Mg (1:0, Ø 15 nm)	DBT3 P-II (80 nm)
Licht emittierende Referenz-Vorrichtung 8	[TSO\Ag]\ TSO (10\100 10 nm)	PCBBiF: OCH D-003 (1:0,03 10nm)	PCBBiF (192,5 nm)	*	2mDB- TBP DBq-II (20 nm)	NBp- hen (20 nm)	LiF (1 nm)	Ag:Mg (1:0, Ø 15 nm)	DBT3 P-II (80 nm)

*9mDBtBPNfpr:PCBBiF:OCPG-006 (0,6:0,4:0,05 40 nm)

**In der Tabelle zeigt eine Strichpunktlinie anstelle einer durchgezogenen Linie zwischen zwei Schichten eine N₂-Aussetzungsbehandlung, die zwischen den Ausbildungsschritten der Schichten durchgeführt wird.

[Chemische Formeln 5]



[0380] In den vorstehenden chemischen Formeln wird 9-[(3'-Dibenzothiophen-4-yl)biphenyl-3-yl]naphtho[1',2':4,5]furo[2,3-b]pyrazin (Abkürzung: 9mDBtBPNfpr) dargestellt.

<<Betriebseigenschaften der Licht emittierenden Vorrichtungen>>

[0381] Die Betriebseigenschaften der hergestellten Licht emittierenden Vorrichtungen wurden gemessen. Es sei angemerkt, dass die Messung bei Raumtemperatur durchgeführt wurde. Als Ergebnisse einer Messung der Betriebseigenschaften der Licht emittierenden Vorrichtungen zeigt **Fig. 38** die Leuchtdichte-Stromdichte-Eigenschaften, **Fig. 39** zeigt die Leuchtdichte-Spannungs-Eigenschaften, **Fig. 40** zeigt die Stromeffizienz-Leuchtdichte-Eigenschaften, und **Fig. 41** zeigt die Stromdichte-Spannung-Eigenschaften. Die Leuchtdichte, die CIE-Chromatizität und die Emissionsspektren wurden mit einem Spektralradiometer (SR-UL1R, hergestellt von TOPCON TECHNOHOUSE CORPORATION) bei normaler Temperatur gemessen.

[0382] Die obigen Ergebnisse offenbaren, dass, wie in den anfänglichen Eigenschaften in **Fig. 38** bis **Fig. 41** gezeigt, die in diesem Beispiel beschriebene Licht emittierende Vorrichtung 7 im Wesentlichen ebenso hohe Emissionseffizienz aufweist wie diejenige der Licht emittierenden Referenzvorrichtung 8.

[0383] **Fig. 42** zeigt die Emissionsspektren zu dem Zeitpunkt, zu dem ein Strom mit einer Stromdichte (10 bis 20 mA/cm²) fließt, mit der die Licht emittierenden Vorrichtungen Licht mit einer Leuchtdichte von ungefähr 1000 cd/m² emittierten. Wie in **Fig. 42** gezeigt, weisen die Emissionsspektren dieser Licht emittierenden Vorrichtungen einen Peak bei etwa 624 nm auf, was vermutlich aus der Lichtemission des roten Phosphoreszenz-Dotierstoffs OCPG-006 stammt, der in der Licht emittierenden Schicht 913 enthalten ist.

[0384] Als Nächstes wurden an der Licht emittierenden Vorrichtung 7 und der Licht emittierenden Referenzvorrichtung 8 Zuverlässigkeitstests durchgeführt. **Fig. 43** zeigt die Ergebnisse der Zuverlässigkeitstests. In **Fig. 43** stellt die vertikale Achse die normierte Leuchtdichte (%) mit einer anfänglichen Leuchtdichte von 100 % dar und die horizontale Achse stellt die Betriebsdauer (h) der Vorrichtungen dar. Als Zuverlässigkeitstests wurden Betriebstests bei einer konstanten Stromdichte zum Messen einer Änderung der Leuchtdichte mit einer konstanten Stromdichte von 50 mA/cm² bei Raumtemperatur durchgeführt. Wie in den Ergebnissen in **Fig. 43** gezeigt, weist die Licht emittierende Vorrichtung 7, bei der eine N₂-Aussetzung nach dem Ausbilden der Elektronentransportschicht 914-2 durchgeführt wurde, die im Wesentlichen ebenso hohe Zuverlässigkeit wie diejenige der Licht emittierenden Referenzvorrichtung 8 auf, bei der eine Aussetzung an einer Stickstoffatmosphäre (eine N₂-Aussetzungsbehandlung) in dem Herstellungsprozess nie durchgeführt wurde. Somit wurde herausgefunden, dass beim Ausbilden der EL-Schicht in der roten phosphoreszierenden Vorrichtung eine N₂-Aussetzung mit geringerer Wahrscheinlichkeit die Zuverlässigkeit der Licht emittierenden Vorrichtung beeinflusst, solange sie nach dem Ausbilden der Funktionsschicht, wie z. B. der Elektronentransportschicht 914, durchgeführt wird. Dieses Ergebnis offenbart, dass eine Aussetzung an der Luft, eine Strukturierung unter Verwendung eines Photolithographieverfahrens und dergleichen nach dem Ausbilden der Funktionsschicht, wie z. B. der Elektronentransportschicht 914, durchgeführt werden können. Mit anderen Worten: Bei der Herstellung einer Vielzahl von Licht emittierenden Vorrichtungen kann eine Strukturierung unter Verwendung eines Photolithographieverfahrens oder dergleichen nach dem Ausbilden der Funktionsschicht, wie z. B. der Elektronentransportschicht 914, durchgeführt werden, und die anschließend auszubildende Funktionsschicht kann unter Verwendung einer Schicht, die der Vielzahl von Licht emittierenden Vorrichtungen gemeinsam ist, ausgebildet werden; daher kann der Herstellungsprozess vereinfacht werden.

[Beispiel 4]

[0385] In diesem Beispiel werden ein Vorrichtungsstruktur, ein Herstellungsverfahren und Eigenschaften einer Licht emittierenden Vorrichtung 9 beschrieben, die eine grüne phosphoreszierende Vorrichtung ist, die als Licht emittierende Vorrichtung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung hergestellt wird. Bei der Licht emittierenden Vorrichtung 9 wurde die Oberfläche der Elektronentransportschicht 914-2 einer N₂-Aussetzungsbehandlung unterzogen, indem sie einer Stickstoffatmosphäre (Taupunkt: etwa -80 °C, Feuchtigkeitskonzentration: 0,5 ppm, Sauerstoffkonzentration: 3 ppm) vorübergehend eine Stunde lang ausgesetzt wurde, und dann wurden die Elektroneninjectionsschicht 915, die zweite Elektrode 903 und die Cap-Schicht 904 sequenziell ausgebildet. Es sei angemerkt, dass eine Licht emittierende Referenzvorrichtung 10 zum Vergleichen von Vorrichtungseigenschaften hergestellt wurde, ohne dabei eine Aussetzung an einer Stickstoffatmosphäre (eine N₂-Aussetzungsbehandlung) durchzuführen. **Fig. 23** stellt eine Vorrichtungsstruktur der Licht emittierenden Vorrichtungen dar, die in diesem Beispiel verwendet werden, und Tabelle 4 zeigt spezifische Strukturen. Die chemischen Formeln von Materialien, die in diesem Beispiel verwendet werden, werden nachstehend gezeigt. Die Vorrichtungen wurden auf ähnliche Weise wie in Beispiel 1 hergestellt.

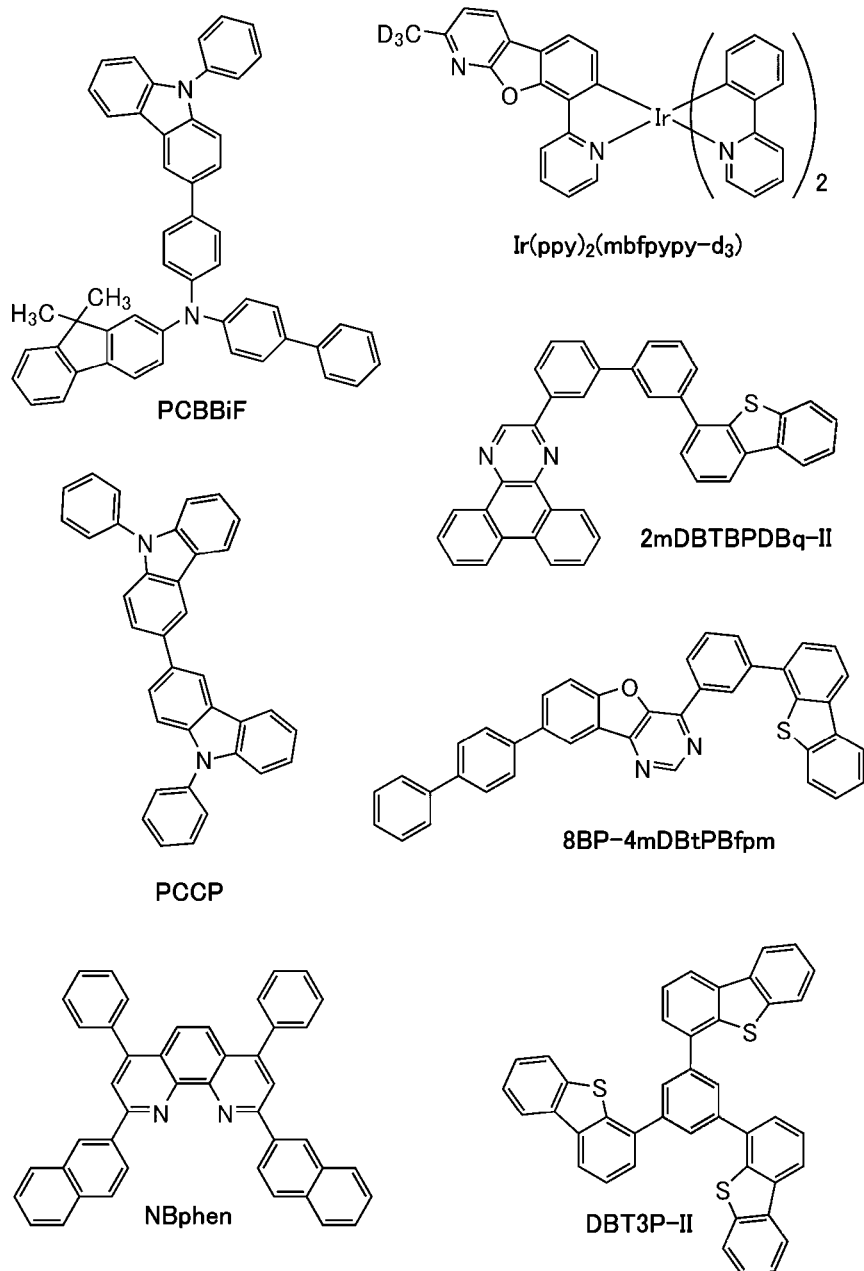
[Tabelle 4]

	erste Elekt- rode	Lochinjek- tions- schicht	Lochtran- sport- schicht	Licht emittie- rende Schicht	Elektronentrans- portschicht		Elektro- nenin- jektions- schicht	zweite Elektrode	CAP
	901	911	912	913	914		915	903	904
					914-1	914-2			
Licht emittie- rende Vorrich- tung 9	[TSO\Ag\ TSO (10 10010 nm)	PCBBiF: OCH D-003 (1:0,03 10 nm)	PCBBiF (139,5 nm)	*	2mDB- TB PDBq- II (20 nm)	NBph- en (15 nm)	LiF (1 nm)	Ag:Mg (1 :0,03 15 nm)	DBT3 P-II (80 nm)
Licht emittie- rende Refe- renzVor- richtung 10	[TSO\Ag\ TSO (10 10010 nm)	PCBBiF: OCH D-003 (1:0,03 10 nm)	PCBBiF (139,5 nm)	*	2mDB- TB PDBq- II (20 nm)	NBph- en (15 nm)	LiF (1 nm)	Ag:Mg (1 :0,03 15 nm)	DBT3 P-II (80 nm)

*8BP-4mDBtPBfpm:PCCP:Ir(ppy)₂(mbfpypy-d3) (0,6:0,4:0,1 50 nm)

**In der Tabelle zeigt eine Strichpunktlinie anstelle einer durchgezogenen Linie zwischen zwei Schichten eine N₂-Aussetzungsbehandlung, die zwischen den Ausbildungsschritten der Schichten durchgeführt wird.

[Chemische Formeln 6]



[0386] In den vorstehenden chemischen Formeln werden 8-(1,1'-Biphenyl-4-yl)-4-[3-(dibenzothiophen-4-yl)phenyl]-[1]benzofuro[3,2-d]pyrimidin (Abkürzung: 8BP-4mDBtPBfpm), [2-d₃-Methyl-(2-pyridinyl-κN)benzofuro[2,3-b]pyridin-κC]bis[2-(2-pyridinyl-κN)phenyl-κC]iridium(III) (Abkürzung: [Ir(ppy)₂(mbfppy-d₃)]) und 9-Phenyl-9H-3-(9-phenyl-9H-carbazol-3-yl)carbazol (Abkürzung: PCCP) dargestellt.

<<Betriebseigenschaften der Licht emittierenden Vorrichtungen>>

[0387] Die Betriebseigenschaften der hergestellten Licht emittierenden Vorrichtungen wurden gemessen. Es sei angemerkt, dass die Messung bei Raumtemperatur (in einer bei 25 °C gehaltenen Atmosphäre) durchgeführt wurde. Als Ergebnisse einer Messung der Betriebseigenschaften der Licht emittierenden Vorrichtungen zeigt **Fig. 44** die Leuchtdichte-Stromdichte-Eigenschaften, **Fig. 45** zeigt die Leuchtdichte-Spannungseigenschaften, **Fig. 46** zeigt die Stromeffizienz-Leuchtdichte-Eigenschaften, und **Fig. 47** zeigt die Stromdichte-Spannungseigenschaften. Die Leuchtdichte, die CIE-Chromatizität und die Emissionsspektren wurden mit einem Spektralradiometer (SR-UL1R, hergestellt von TOPCON TECHNOHOUSE CORPORATION) bei normaler Temperatur gemessen.

[0388] Die obigen Ergebnisse offenbaren, dass, wie in den anfänglichen Eigenschaften in **Fig. 44** bis **Fig. 47** gezeigt, die in diesem Beispiel beschriebene Licht emittierende Vorrichtung 9 im Wesentlichen ebenso hohe Emissionseffizienz aufweist wie diejenige der Licht emittierenden Referenzvorrichtung 10.

[0389] **Fig. 48** zeigt die Emissionsspektren zu dem Zeitpunkt, zu dem ein Strom mit einer Stromdichte (10 bis 20 mA/cm²) fließt, mit der die Licht emittierenden Vorrichtungen Licht mit einer Leuchtdichte von ungefähr 1000 cd/m² emittierten. Wie in **Fig. 48** gezeigt, weist die Emissionsspektren dieser Licht emittierenden Vorrichtungen einen Peak bei etwa 528 nm auf, was vermutlich aus der Lichtemission von [Ir (ppy)₂ (mbfpypy-d₃)] , dem grünen Phosphoreszenz-Dotierstoff, der in der Licht emittierenden Schicht 913 enthalten ist, stammt.

[0390] Als Nächstes wurden an der Licht emittierenden Vorrichtung 9 und der Licht emittierenden Referenzvorrichtung 10 Zuverlässigkeitstests durchgeführt. **Fig. 49** zeigt die Ergebnisse der Zuverlässigkeitstests. In **Fig. 49** stellt die vertikale Achse die normierte Leuchtdichte (%) mit einer anfänglichen Leuchtdichte von 100 % dar und die horizontale Achse stellt die Betriebsdauer (h) der Vorrichtungen dar. Als Zuverlässigkeitstests wurden Betriebstests bei einer konstanten Stromdichte zum Messen einer Änderung der Leuchtdichte mit einer konstanten Stromdichte von 50 mA/cm² bei Raumtemperatur durchgeführt. Wie in den Ergebnissen in **Fig. 49** gezeigt, weist die Licht emittierende Vorrichtung 9, bei der eine N₂-Aussetzung nach dem Ausbilden der Elektronentransportschicht 914-2 durchgeführt wurde, die im Wesentlichen ebenso hohe Zuverlässigkeit wie diejenige der Licht emittierenden Referenzvorrichtung 10 auf, bei der eine Aussetzung an einer Stickstoffatmosphäre (eine N₂-Aussetzungsbehandlung) in dem Herstellungsprozess nie durchgeführt wurde. Somit wurde herausgefunden, dass beim Ausbilden der EL-Schicht in der grünen phosphoreszierenden Vorrichtung eine N₂-Aussetzung mit geringerer Wahrscheinlichkeit die Zuverlässigkeit der Licht emittierenden Vorrichtung beeinflusst, solange sie nach dem Ausbilden der Funktionsschicht, wie z. B. der Elektronentransportschicht 914, durchgeführt wird. Dieses Ergebnis offenbart, dass eine Aussetzung an der Luft, eine Strukturierung unter Verwendung eines Photolithographieverfahrens und dergleichen nach dem Ausbilden der Funktionsschicht, wie z. B. der Elektronentransportschicht 914, durchgeführt werden können. Mit anderen Worten: Bei der Herstellung einer Vielzahl von Licht emittierenden Vorrichtungen kann eine Strukturierung unter Verwendung eines Photolithographieverfahrens oder dergleichen nach dem Ausbilden der Funktionsschicht, wie z. B. der Elektronentransportschicht 914, durchgeführt werden, und die anschließend auszubildende Funktionsschicht kann unter Verwendung einer Schicht, die der Vielzahl von Licht emittierenden Vorrichtungen gemeinsam ist, ausgebildet werden; daher kann der Herstellungsprozess vereinfacht werden.

[Beispiel 5]

[0391] In diesem Beispiel werden ein Vorrichtungsstruktur, ein Herstellungsverfahren und Eigenschaften einer Licht emittierenden Vorrichtung 11 und einer Licht emittierenden Vorrichtung 12 beschrieben, die jeweils eine rote phosphoreszierende Vorrichtung sind, die als Licht emittierende Vorrichtung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung hergestellt wird. Bei der Licht emittierenden Vorrichtung 11 wurde eine Strukturierung unter Verwendung eines Photolithographieverfahrens nach dem Ausbilden der Elektronentransportschicht 914-2 durchgeführt, und dann wurden die Elektroneninjectionsschicht 915, die zweite Elektrode 903 und die Cap-Schicht 904 sequenziell ausgebildet. Bei der Licht emittierenden Vorrichtung 12 wurde eine Strukturierung unter Verwendung eines Photolithographieverfahrens nach dem Ausbilden der Elektronentransportschicht 914-2 durchgeführt, und dann wurde ein Isolierfilm, der die Seitenflächen (oder die Endabschnitten) der Lochinjectionsschicht 911, der Lochtransportschicht 912, der Licht emittierenden Schicht 913, der Elektronentransportschicht 914-1 und der Elektronentransportschicht 914-2 schützt, ausgebildet, wie bei der Licht emittierenden Vorrichtung 100, die anhand von **Fig. 1B** bei der Ausführungsform 1 beschrieben worden ist. Es sei angemerkt, dass eine Licht emittierende Referenzvorrichtung 13 zum Vergleichen von Vorrichtungsseigenschaften ohne Strukturierung unter Verwendung eines Photolithographieverfahrens hergestellt wurde. **Fig. 23** stellt eine Vorrichtungsstruktur der Licht emittierenden Vorrichtungen dar, die in diesem Beispiel verwendet werden, und Tabelle 5 zeigt spezifische Strukturen. Die chemischen Formeln von Materialien, die in diesem Beispiel verwendet werden, werden nachstehend gezeigt.

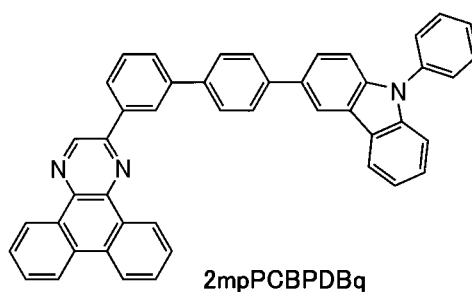
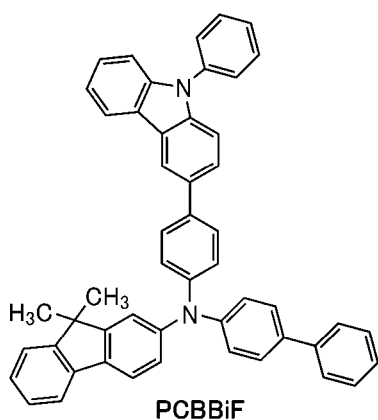
[Tabelle 5]

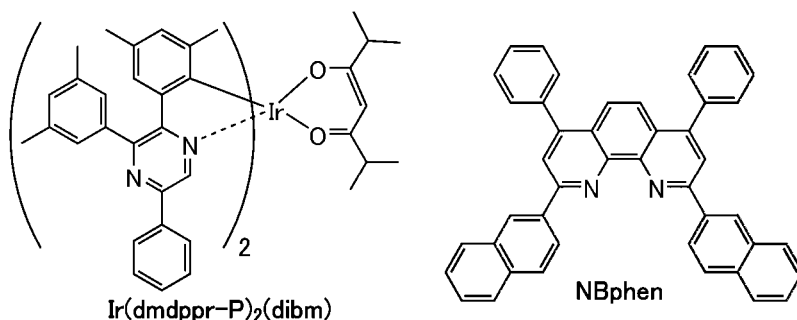
	erste Elektrode	Lochinjektions-schicht	Locht-ran-sport-schicht	Licht emit-tie-rende Schic-ht	Elektronen-transport-schicht		Isolier-schicht (Seiten-fläche)	Elektro-neninjekti-ons-schicht		zweite Elekt-rode	CAP
	901	911	912	913	914		-	915		903	904
					914--1	914--2		91-5-1	91-5-2		
Licht emittie-rende Vorrich-tung 11	APC ITO (100\100 nm)	PCBBiF: OCH D-003 (1:0,03 11,4 nm)	PCBBiF (57,3 nm)	*	2mp-PCB PDB-q (10 nm)	NB-phe-n (10 nm)	-	LiF (1 nm)	Yb (1 nm)	Ag:Mg (1:0,03 15 nm)	IGZ O (70 nm)
Licht emittie-rende Vorrich-tung 12	APC ITO (100\100 nm)	PCBBiF: OCH D-003 (1:0,03 11,4 nm)	PCBBiF (57,3 nm)	*	2mp-PCB PDB-q (10 nm)	NB-phe-n (10 nm)	AlOx SiN (15 nm\90 nm)	LiF (1 nm)	Yb (1 nm)	Ag:Mg (1:0,03 15 nm)	IGZ O (70 nm)
Licht emittie-rende Referenzvor-richtung 13	APC ITO (100\100 nm)	PCBBiF: OCH D-003 (1:0,03 11,4 nm)	PCBBiF (57,3 nm)	*	2mp-PCB PDB-q (10 nm)	NB-phe-n (10 nm)	-	LiF (1 nm)	Yb (1 nm)	Ag:Mg (1:0,03 15 nm)	IGZ O (70 nm)

*2mpPCBPDBq:PCBBiF:Ir(dmdppr-P)₂(dibm) (0,8:0,2:0,06 74,4 nm)

**In der Tabelle zeigt eine Strichpunktlinie anstelle einer durchgezogenen Linie zwischen zwei Schichten eine Strukturierung unter Verwendung eines Photolithographieverfahrens, die zwischen den Ausbildungsschritten der Schichten durchgeführt wird.

[Chemische Formeln 7]





[0392] In den vorstehenden chemischen Formeln werden 2-[4'-(9-Phenyl-9H-carbazol-3-yl)-3,1'-biphenyl-1-yl]dibenzo[f,h]chinoxalin (Abkürzung: 2mpPCBPDBq) und Bis{4,6-dimethyl-2-[3-(3,5-dimethylphenyl)-5-phenyl-2-pyrazinyl-κN]phenyl-κC} (2,6-dimethyl-3,5-heptandionato-κ²O,O')iridium(III) (Abkürzung: $\text{Ir(dmdppr-P)}_2(\text{dibm})$) dargestellt.

<<Betriebseigenschaften der Licht emittierenden Vorrichtungen>>

[0393] Die Betriebseigenschaften der hergestellten Licht emittierenden Vorrichtungen wurden gemessen. Es sei angemerkt, dass die Messung bei Raumtemperatur durchgeführt wurde. Als Ergebnisse einer Messung der Betriebseigenschaften der Licht emittierenden Vorrichtungen zeigt **Fig. 50** die Leuchtdichte-Stromdichte-Eigenschaften, **Fig. 51** zeigt die Leuchtdichte-Spannungs-Eigenschaften, **Fig. 52** zeigt die Stromeffizienz-Leuchtdichte-Eigenschaften, **Fig. 53** zeigt die Stromdichte-Spannung-Eigenschaften, **Fig. 54** zeigt die Leistungseffizienz-Leuchtdichte-Eigenschaften, und **Fig. 55** zeigt die externen Quanteneffizienz-Leuchtdichte-Eigenschaften. Die Leuchtdichte, die CIE-Chromatizität und die Emissionsspektren wurden mit einem Spektラルradiometer (SR-UL1R, hergestellt von TOPCON TECHNOHOUSE CORPORATION) bei normaler Temperatur gemessen.

[0394] Die vorstehenden Ergebnisse offenbaren, dass die Licht emittierende Vorrichtung 11 und die Licht emittierende Vorrichtung 12, bei denen jeweils eine Strukturierung unter Verwendung eines Photolithographieverfahrens durchgeführt wurde, vorteilhafte anfängliche Eigenschaften aufweisen.

[0395] In den in **Fig. 51** gezeigten Leuchtdichte-Spannungs-Eigenschaften erhöht sich die Spannung der Licht emittierenden Vorrichtung 11 im Vergleich zu derjenigen der Licht emittierenden Referenzvorrichtung 13, wohingegen die Spannung der Licht emittierenden Vorrichtung 12 gleich derjenigen der Licht emittierenden Referenzvorrichtung 13 ist. Dies zeigt, dass eine Erhöhung der Spannung der Licht emittierenden Vorrichtung durch das Ausbilden des Isolierfilms, der die Seitenflächen (oder die Endabschnitte) der Lochinjektionsschicht 911, der Lochtransportschicht 912, der Licht emittierenden Schicht 913, der Elektronentransportschicht 914-1 und der Elektronentransportschicht 914-2 schützt, nach der Strukturierung unter Verwendung eines Photolithographieverfahrens unterdrückt werden kann.

[0396] **Fig. 56** zeigt die Emissionsspektren zu dem Zeitpunkt, zu dem ein Strom mit einer Stromdichte (10 bis 20 mA/cm²) floss, mit der die Licht emittierenden Vorrichtungen Licht mit einer Leuchtdichte von ungefähr 1000 cd/m² emittierten. Wie in **Fig. 56** gezeigt, weisen die Emissionsspektren dieser Licht emittierenden Vorrichtungen einen Peak bei etwa 635 nm auf, was vermutlich aus der Lichtemission von $\text{Ir(dmdppr-P)}_2(\text{dibm})$, dem roten Phosphoreszenz-Dotierstoff, der in der Licht emittierenden Schicht 913 enthalten ist, stammt.

[0397] Als Nächstes wurden an den Licht emittierenden Vorrichtungen 11 und 12 sowie der Licht emittierenden Referenzvorrichtung 13 Zuverlässigkeitstests durchgeführt. **Fig. 57** zeigt die Ergebnisse der Zuverlässigkeitstests. In **Fig. 57** stellt die vertikale Achse die normierte Leuchtdichte (%) mit einer anfänglichen Leuchtdichte von 100 % dar und die horizontale Achse stellt die Betriebsdauer (h) der Vorrichtungen dar. Als Zuverlässigkeitstests wurden Betriebstests bei einer konstanten Stromdichte zum Messen einer Änderung der Leuchtdichte mit einer konstanten Stromdichte von 50 mA/cm² bei Raumtemperatur durchgeführt.

[0398] Aus den in **Fig. 57** gezeigten Ergebnissen erkennt man, dass sich die Zuverlässigkeit der Licht emittierenden Vorrichtung 11 und der Licht emittierenden Vorrichtung 12 nicht groß von derjenigen der Licht emittierenden Referenzvorrichtung 13 unterscheidet. Somit wurde herausgefunden, dass beim Ausbilden der EL-Schicht in der Licht emittierenden Vorrichtung eine Strukturierung unter Verwendung eines Photolithographie-

verfahrens mit geringerer Wahrscheinlichkeit die Zuverlässigkeit der Licht emittierenden Vorrichtung beeinflusst, solange sie nach dem Ausbilden der Funktionsschicht, wie z. B. der Elektronentransportschicht 914, durchgeführt wird. Mit anderen Worten: Bei der Herstellung einer Vielzahl von Licht emittierenden Vorrichtungen kann eine Strukturierung unter Verwendung eines Photolithographieverfahrens oder dergleichen nach dem Ausbilden der Funktionsschicht, wie z. B. der Elektronentransportschicht 914, durchgeführt werden, und die anschließend auszubildende Funktionsschicht kann unter Verwendung einer Schicht, die der Vielzahl von Licht emittierenden Vorrichtungen gemeinsam ist, ausgebildet werden; daher kann der Herstellungsprozess vereinfacht werden.

[0399] Diese Anmeldung basiert auf der japanischen Patentanmeldung mit der Seriennr. 2020-219866, eingereicht beim japanischen Patentamt am 29. Dezember 2020, und der japanischen Patentanmeldung mit der Seriennr. 2021-188595, eingereicht beim japanischen Patentamt am 19. November 2021, deren gesamte Inhalte hiermit zum Gegenstand der vorliegenden Offenlegung gemacht sind.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Zitierte Patentliteratur

- JP 2012160473 [0004]

Patentansprüche

1. Licht emittierende Vorrichtung, die umfasst:
eine zweite Elektrode über einer ersten Elektrode, wobei eine EL-Schicht dazwischen liegt,
wobei die EL-Schicht eine Licht emittierende Schicht, eine Elektronentransportschicht und eine Elektroneninjectionsschicht umfasst,
wobei die Elektronentransportschicht über der Licht emittierenden Schicht liegt,
wobei eine Isolierschicht in Kontakt mit Seitenflächen der Licht emittierenden Schicht und der Elektronentransportschicht ist,
wobei die Elektroneninjectionsschicht über der Elektronentransportschicht liegt, und
wobei die Elektroneninjectionsschicht in Kontakt mit der Elektronentransportschicht und der Isolierschicht ist.
2. Licht emittierende Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Elektroneninjectionsschicht ein Verbundmaterial, in dem eine organische Verbindung und ein Elektronendonator gemischt werden, oder ein Verbundmaterial, in dem eine organische Verbindung und eines von einem Alkalimetall, einem Erdalkalimetall, einem Seltenerdmetall und einem Metall, das zu der Gruppe 5, der Gruppe 7, der Gruppe 9, der Gruppe 11 oder der Gruppe 13 des Periodensystems gehört, gemischt werden, umfasst.
3. Licht emittierende Einrichtung, die umfasst:
die Licht emittierende Vorrichtung nach Anspruch 1; und
einen Transistor und/oder ein Substrat.
4. Elektronisches Gerät, das umfasst:
die Licht emittierende Einrichtung nach Anspruch 3; und mindestens eines/einen von einem Sensor, einem Bedienknopf,
einem Lautsprecher und einem Mikrofon.
5. Beleuchtungsvorrichtung, die umfasst:
die Licht emittierende Einrichtung nach Anspruch 3; und
ein Gehäuse.
6. Licht emittierende Vorrichtung, die umfasst:
eine zweite Elektrode über einer ersten Elektrode, wobei eine EL-Schicht dazwischen liegt,
wobei die EL-Schicht eine Lochinjectionsschicht, eine Licht emittierende Schicht, eine Elektronentransportschicht und eine Elektroneninjectionsschicht umfasst,
wobei die Lochinjectionsschicht über der ersten Elektrode liegt,
wobei die Licht emittierende Schicht über der Lochinjectionsschicht liegt,
wobei die Elektronentransportschicht über der Licht emittierenden Schicht liegt,
wobei eine Isolierschicht in Kontakt mit Seitenflächen der Lochinjectionsschicht, der Licht emittierenden Schicht und der Elektronentransportschicht ist,
wobei die Elektroneninjectionsschicht über der Elektronentransportschicht liegt, und
wobei die Elektroneninjectionsschicht in Kontakt mit der Elektronentransportschicht und der Isolierschicht ist.
7. Licht emittierende Vorrichtung nach Anspruch 6, wobei die Elektroneninjectionsschicht ein Verbundmaterial, in dem eine organische Verbindung und ein Elektronendonator gemischt werden, oder ein Verbundmaterial, in dem eine organische Verbindung und eines von einem Alkalimetall, einem Erdalkalimetall, einem Seltenerdmetall und einem Metall, das zu der Gruppe 5, der Gruppe 7, der Gruppe 9, der Gruppe 11 oder der Gruppe 13 des Periodensystems gehört, gemischt werden, umfasst.
8. Licht emittierende Einrichtung, die umfasst:
die Licht emittierende Vorrichtung nach Anspruch 6; und
einen Transistor und/oder ein Substrat.
9. Elektronisches Gerät, das umfasst:
die Licht emittierende Einrichtung nach Anspruch 8; und
mindestens eines/einen von einem Sensor, einem Bedienknopf,
einem Lautsprecher und einem Mikrofon.

10. Beleuchtungsvorrichtung, die umfasst:
die Licht emittierende Einrichtung nach Anspruch 8; und
ein Gehäuse.

11. Eine Licht emittierende Einrichtung, die eine erste Licht emittierende Vorrichtung und eine zweite Licht emittierende Vorrichtung, die einander benachbart sind, umfasst,
wobei die erste Licht emittierende Vorrichtung eine zweite Elektrode über einer ersten Elektrode umfasst,
wobei eine erste EL-Schicht dazwischen liegt,
wobei die erste EL-Schicht eine erste Licht emittierende Schicht, eine erste Elektronentransportschicht und eine Elektroneninjectionsschicht umfasst,
wobei die erste Elektronentransportschicht über der ersten Licht emittierenden Schicht liegt,
wobei eine erste Isolierschicht in Kontakt mit Seitenflächen der ersten Licht emittierenden Schicht und der ersten Elektronentransportschicht ist,
wobei die Elektroneninjectionsschicht über der ersten Elektronentransportschicht liegt,
wobei die zweite Licht emittierende Vorrichtung die zweite Elektrode über einer dritten Elektrode umfasst,
wobei eine zweite EL-Schicht dazwischen liegt,
wobei die zweite EL-Schicht eine zweite Licht emittierende Schicht, eine zweite Elektronentransportschicht und die Elektroneninjectionsschicht umfasst,
wobei die zweite Elektronentransportschicht über der zweiten Licht emittierenden Schicht liegt,
wobei eine zweite Isolierschicht in Kontakt mit Seitenflächen der zweiten Licht emittierenden Schicht und der zweiten Elektronentransportschicht ist,
wobei die Elektroneninjectionsschicht über der ersten Elektronentransportschicht und der zweiten Elektronentransportschicht liegt, und
wobei die Elektroneninjectionsschicht in Kontakt mit der ersten Elektronentransportschicht, der zweiten Elektronentransportschicht, der ersten Isolierschicht und der zweiten Isolierschicht ist.

12. Licht emittierende Einrichtung nach Anspruch 11, wobei die zweite Elektrode an den Seitenflächen der ersten Licht emittierenden Schicht und der zweiten Licht emittierenden Schicht angeordnet ist, wobei die Elektroneninjectionsschicht dazwischen liegt.

13. Licht emittierende Einrichtung nach Anspruch 11, wobei die zweite Elektrode an den Seitenflächen der ersten Elektronentransportschicht, der zweiten Elektronentransportschicht, der ersten Licht emittierenden Schicht und der zweiten Licht emittierenden Schicht angeordnet ist, wobei die Elektroneninjectionsschicht dazwischen liegt.

14. Licht emittierende Einrichtung nach Anspruch 11, wobei die Elektroneninjectionsschicht ein Verbundmaterial, in dem eine organische Verbindung und ein Elektronendonator gemischt werden, oder ein Verbundmaterial, in dem eine organische Verbindung und eines von einem Alkalimetall, einem Erdalkalimetall, einem Seltenerdmetall und einem Metall, das zu der Gruppe 5, der Gruppe 7, der Gruppe 9, der Gruppe 11 oder der Gruppe 13 des Periodensystems gehört, gemischt werden, umfasst.

15. Elektronisches Gerät, das umfasst:
die Licht emittierende Einrichtung nach Anspruch 11; und mindestens eines/einen von einem Sensor, einem Bedienknopf,
einem Lautsprecher und einem Mikrofon.

16. Beleuchtungsvorrichtung, die umfasst:
die Licht emittierende Einrichtung nach Anspruch 11; und
ein Gehäuse.

17. Licht emittierende Einrichtung, die eine erste Licht emittierende Vorrichtung und eine zweite Licht emittierende Vorrichtung, die einander benachbart sind, umfasst,
wobei die erste Licht emittierende Vorrichtung eine zweite Elektrode über einer ersten Elektrode umfasst,
wobei eine erste EL-Schicht dazwischen liegt,
wobei die erste EL-Schicht eine erste Lochinjectionsschicht, eine erste Licht emittierende Schicht, eine erste Elektronentransportschicht und eine Elektroneninjectionsschicht umfasst,
wobei die erste Lochinjectionsschicht über der ersten Elektrode liegt,
wobei die erste Licht emittierende Schicht über der ersten Lochinjectionsschicht liegt,
wobei die erste Elektronentransportschicht über der ersten Licht emittierenden Schicht liegt,
wobei eine erste Isolierschicht in Kontakt mit Seitenflächen der ersten Lochinjectionsschicht, der ersten

Licht emittierenden Schicht und der ersten Elektronentransportschicht ist,
 wobei die Elektroneninjectionsschicht über der ersten Elektronentransportschicht liegt,
 wobei die zweite Licht emittierende Vorrichtung die zweite Elektrode über einer dritten Elektrode umfasst,
 wobei eine zweite EL-Schicht dazwischen liegt,
 wobei die zweite EL-Schicht eine zweite Lochinjektionsschicht, eine zweite Licht emittierende Schicht, eine
 zweite Elektronentransportschicht und die Elektroneninjectionsschicht umfasst,
 wobei die zweite Lochinjektionsschicht über der dritten Elektrode liegt,
 wobei die zweite Licht emittierende Schicht über der zweiten Lochinjektionsschicht liegt,
 wobei die zweite Elektronentransportschicht über der zweiten Licht emittierenden Schicht liegt,
 wobei eine zweite Isolierschicht in Kontakt mit Seitenflächen der zweiten Lochinjektionsschicht, der zweiten
 Licht emittierenden Schicht und der zweiten Elektronentransportschicht ist,
 wobei die Elektroneninjectionsschicht über der ersten Elektronentransportschicht und der zweiten Elektro-
 nentransportschicht liegt, und
 wobei die Elektroneninjectionsschicht in Kontakt mit der ersten Elektronentransportschicht, der zweiten
 Elektronentransportschicht, der ersten Isolierschicht und der zweiten Isolierschicht ist.

18. Licht emittierende Einrichtung nach Anspruch 17, wobei die zweite Elektrode an den Seitenflächen
 der ersten Licht emittierenden Schicht und der zweiten Licht emittierenden Schicht angeordnet ist, wobei
 die Elektroneninjectionsschicht dazwischen liegt.

19. Licht emittierende Einrichtung nach Anspruch 17, wobei die zweite Elektrode an den Seitenflächen
 der ersten Elektronentransportschicht, der zweiten Elektronentransportschicht, der ersten Licht emittieren-
 den Schicht und der zweiten Licht emittierenden Schicht angeordnet ist, wobei die Elektroneninjektions-
 schicht dazwischen liegt.

20. Licht emittierende Einrichtung nach Anspruch 17, wobei die Elektroneninjectionsschicht ein Verbund-
 material, in dem eine organische Verbindung und ein Elektronendonator gemischt werden, oder ein Ver-
 bundmaterial, in dem eine organische Verbindung und eines von einem Alkalimetall, einem Erdalkalimetall,
 einem Seltenerdmetall und einem Metall, das zu der Gruppe 5, der Gruppe 7, der Gruppe 9, der Gruppe
 11 oder der Gruppe 13 des Periodensystems gehört, gemischt werden, umfasst.

21. Elektronisches Gerät, das umfasst:
 die Licht emittierende Einrichtung nach Anspruch 17; und mindestens eines/einen von einem Sensor, einem
 Bedienknopf,
 einem Lautsprecher und einem Mikrofon.

22. Beleuchtungsvorrichtung, die umfasst:
 die Licht emittierende Einrichtung nach Anspruch 17; und
 ein Gehäuse.

Es folgen 44 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig. 1A

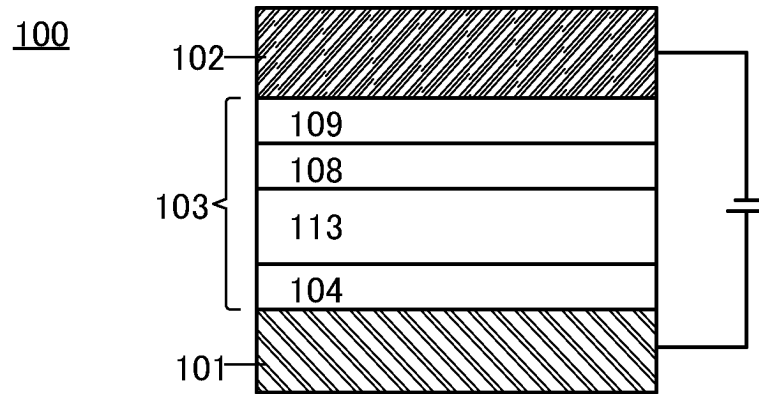


Fig. 1B

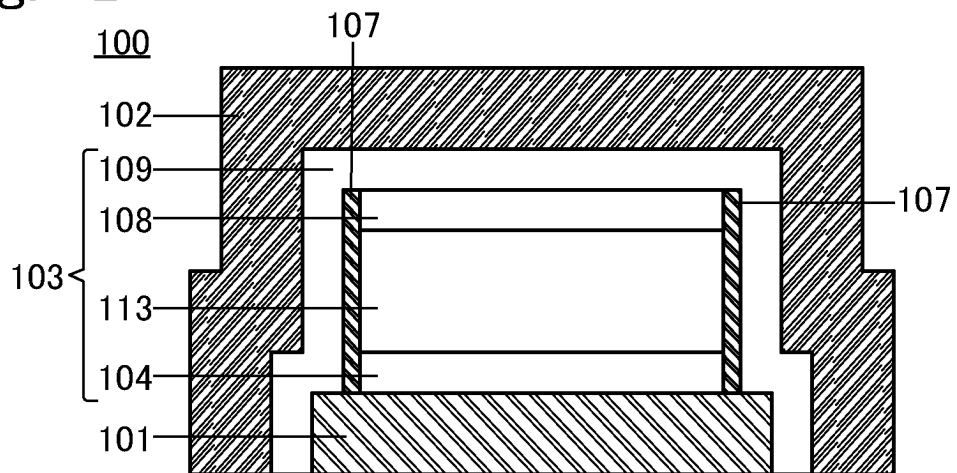


Fig. 1C

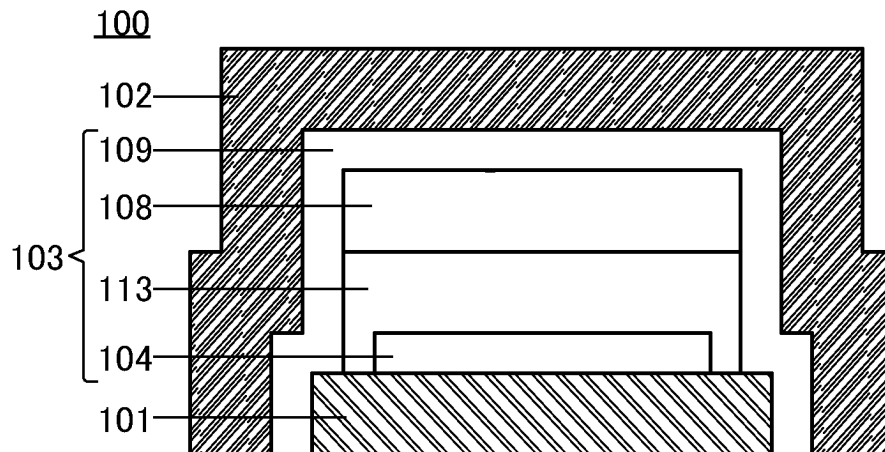


Fig. 2A

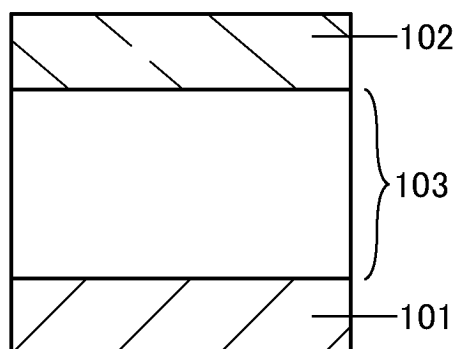


Fig. 2B

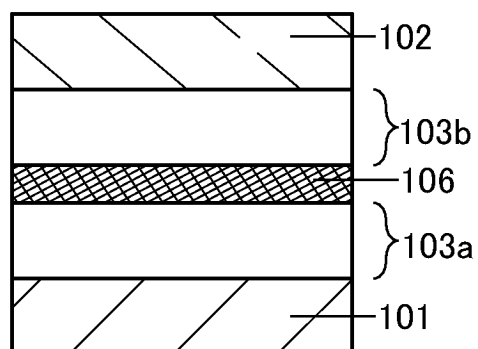


Fig. 2C

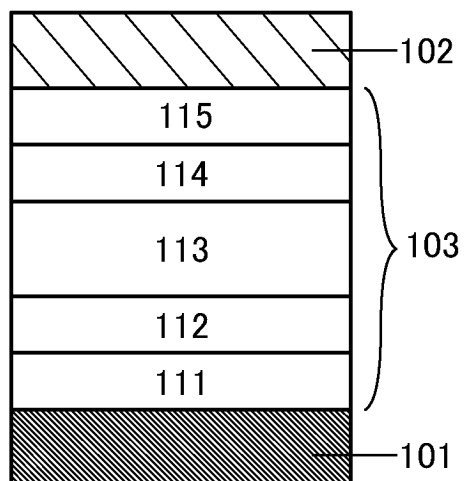


Fig. 2D

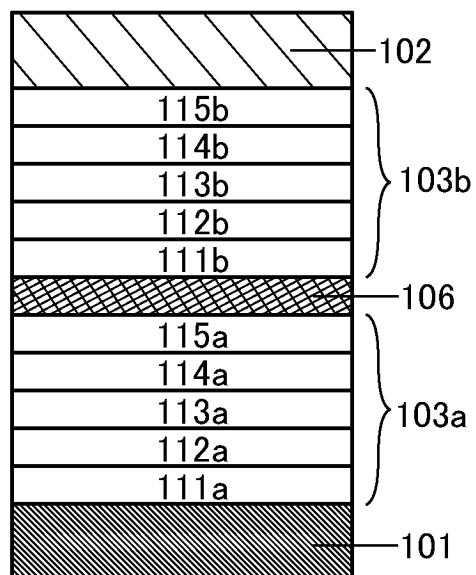


Fig. 2E

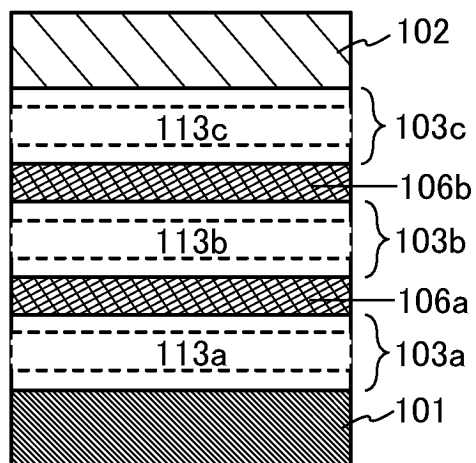


Fig. 3A

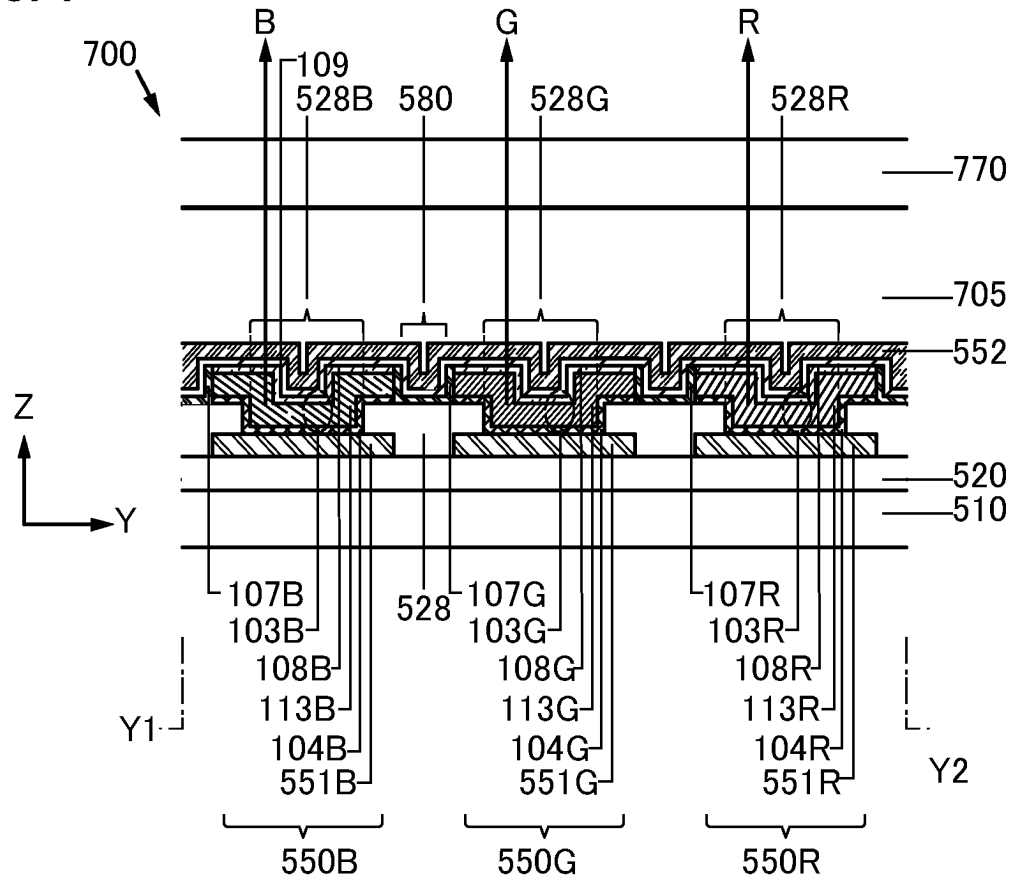


Fig. 3B

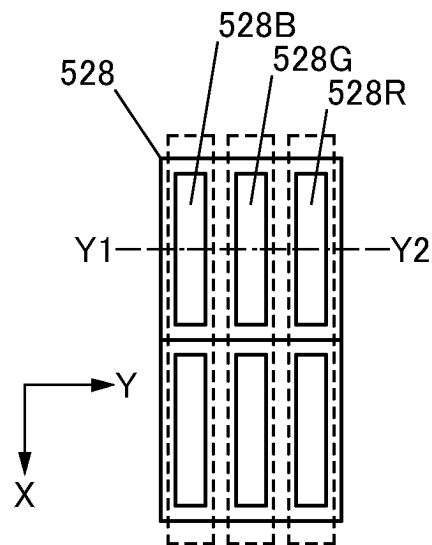


Fig. 4A

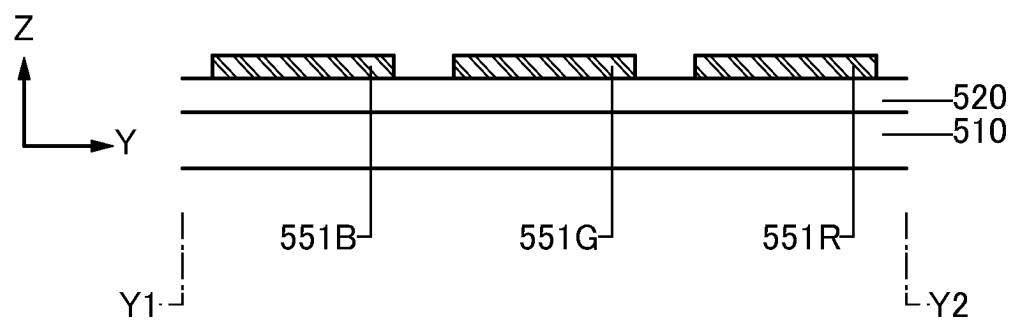


Fig. 4B

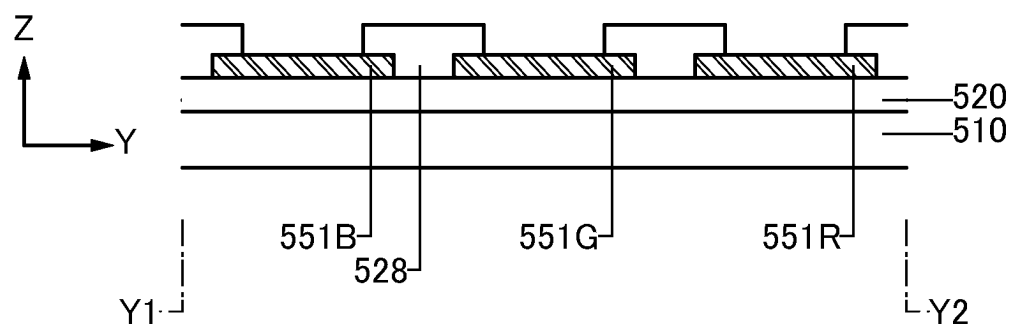


Fig. 5A

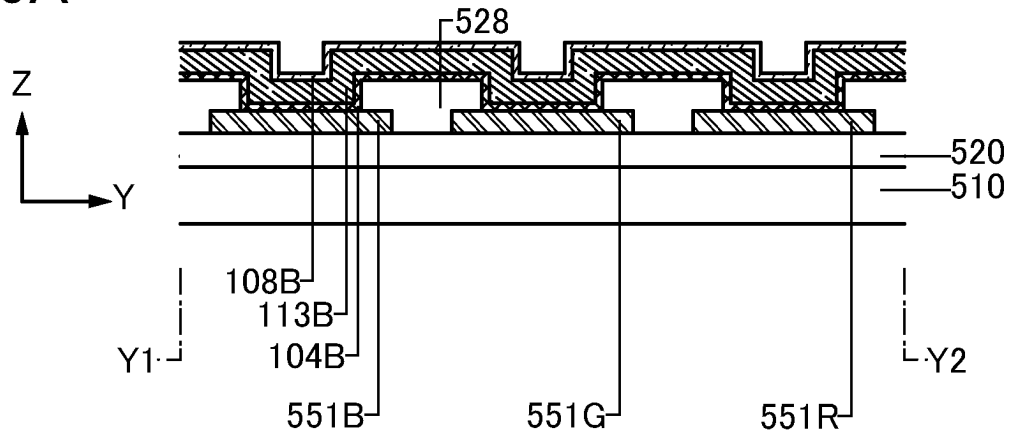


Fig. 5B

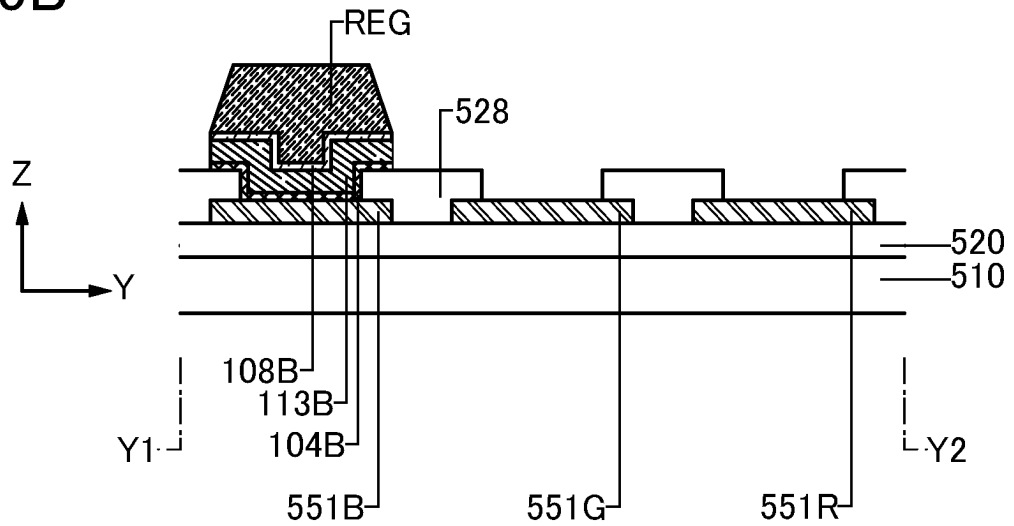


Fig. 5C

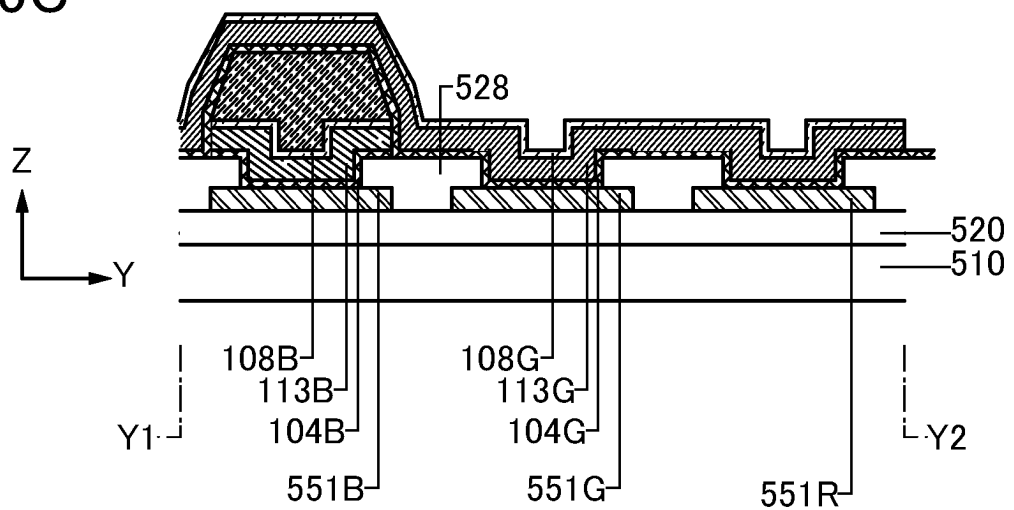


Fig. 6A

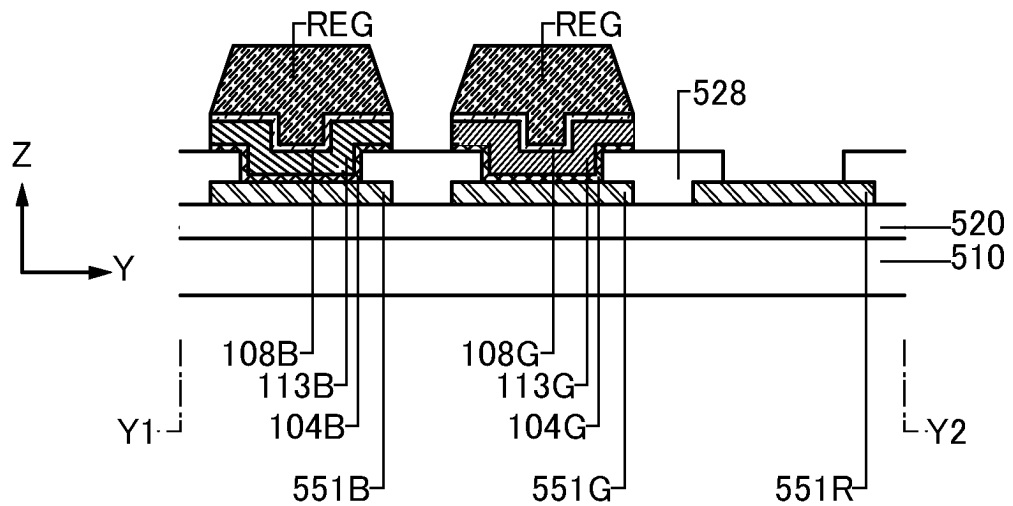


Fig. 6B

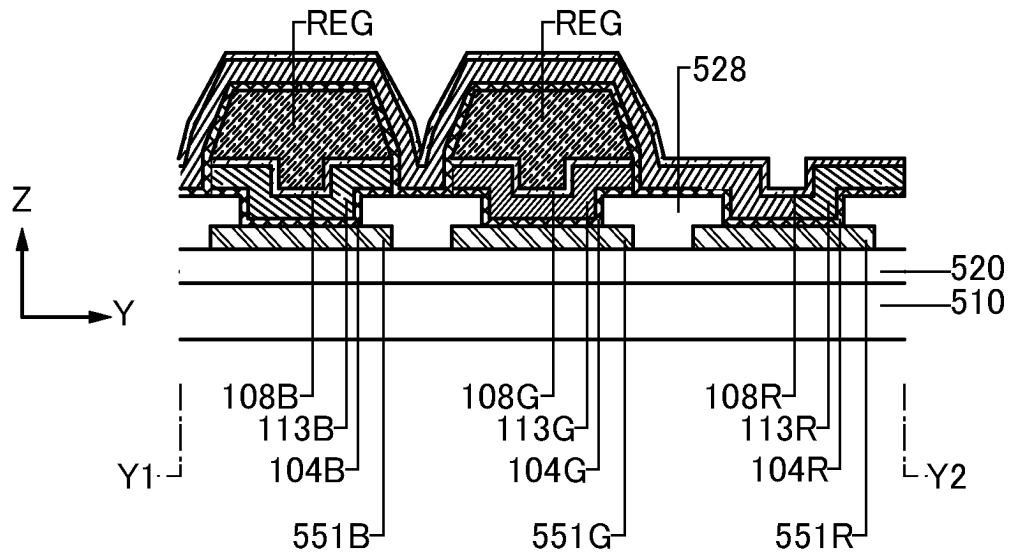


Fig. 6C

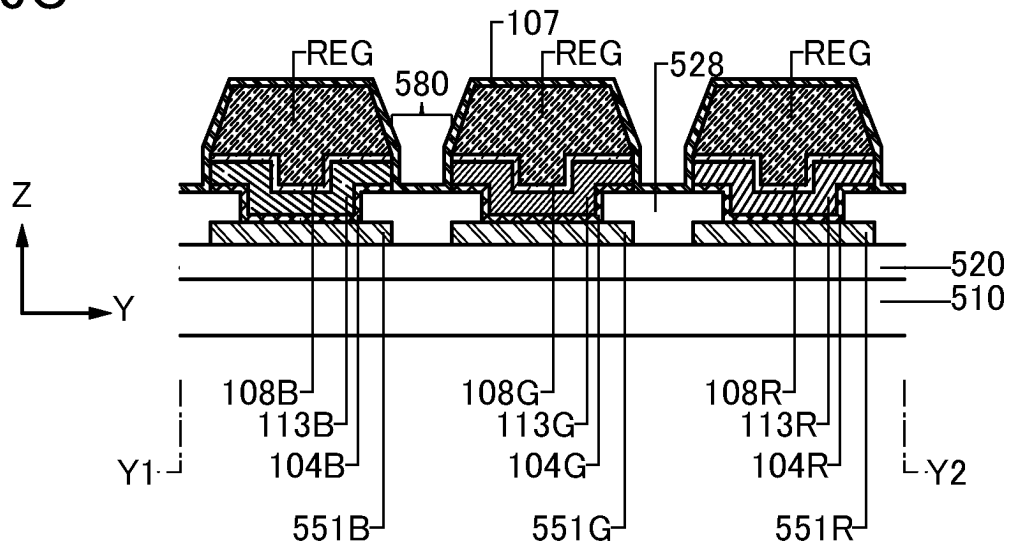


Fig. 7A

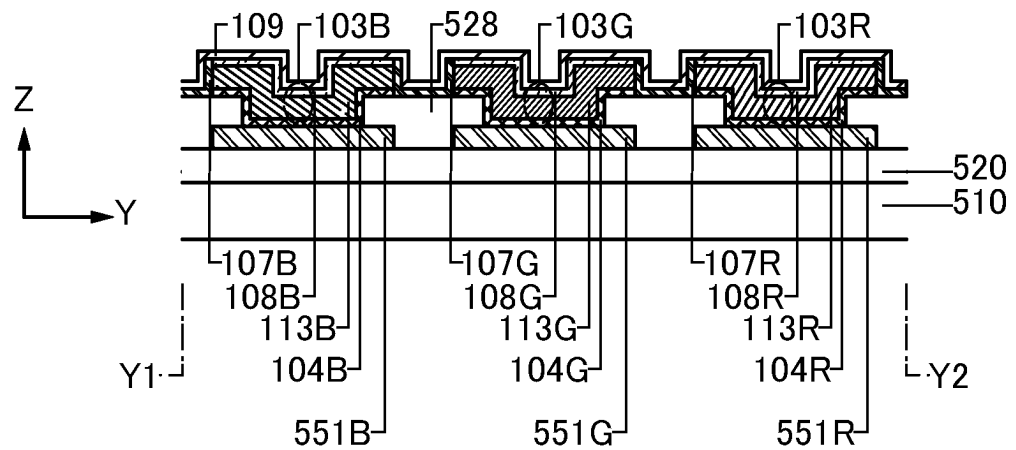


Fig. 7B

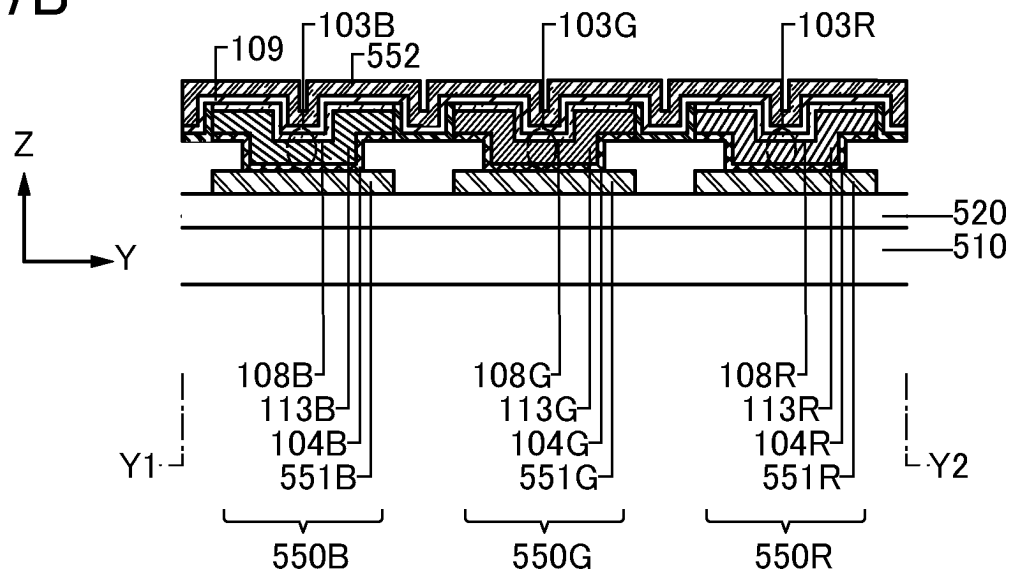


Fig. 8

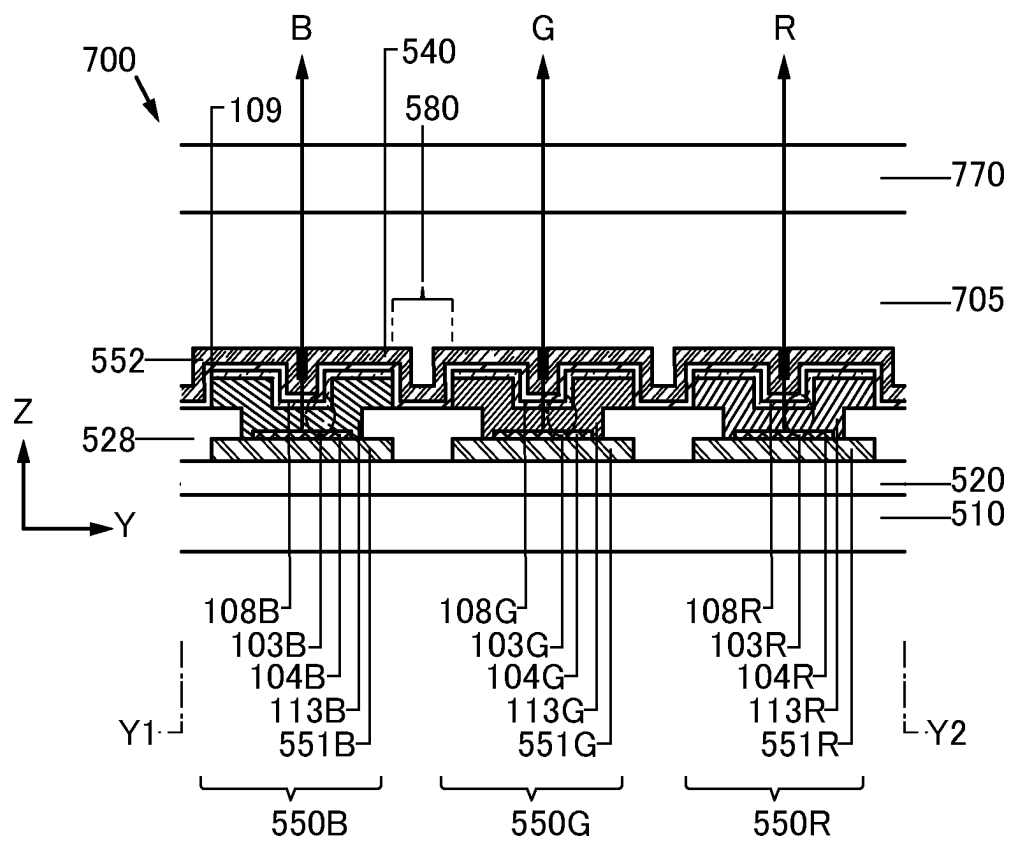


Fig. 10

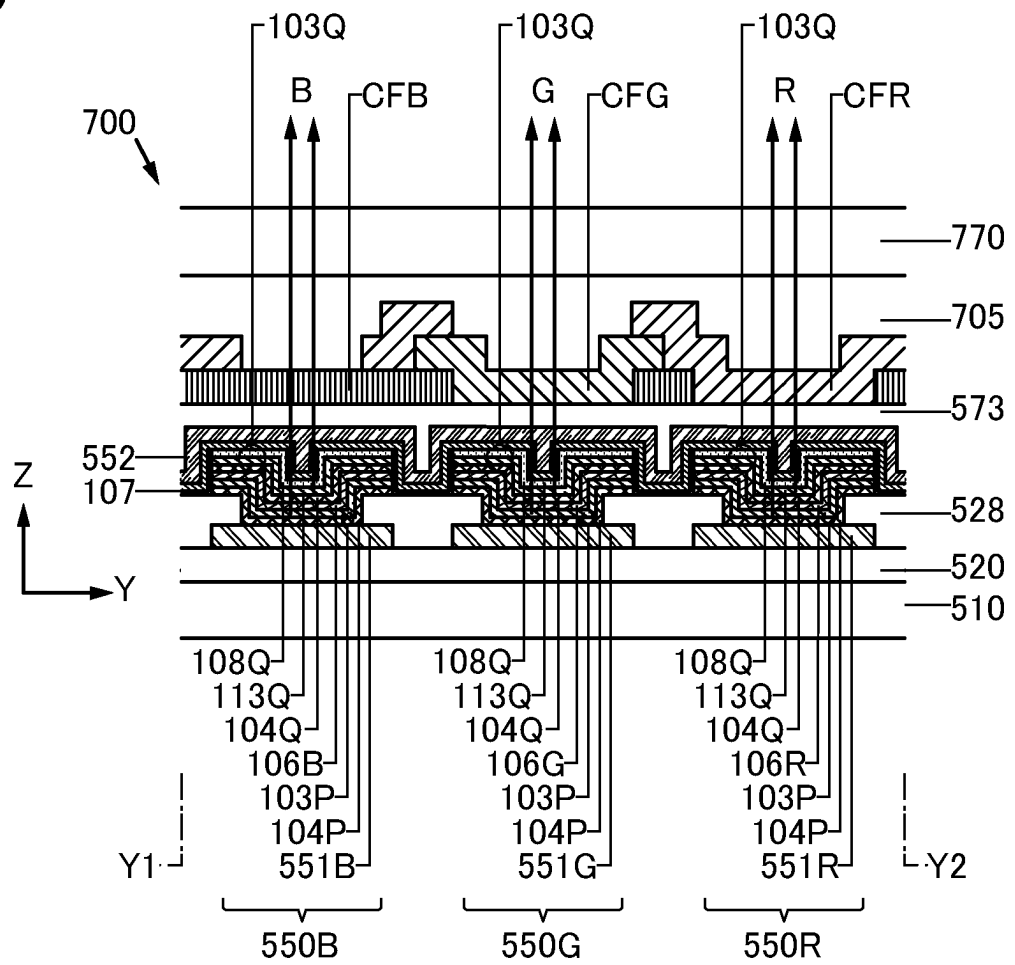


Fig. 11A

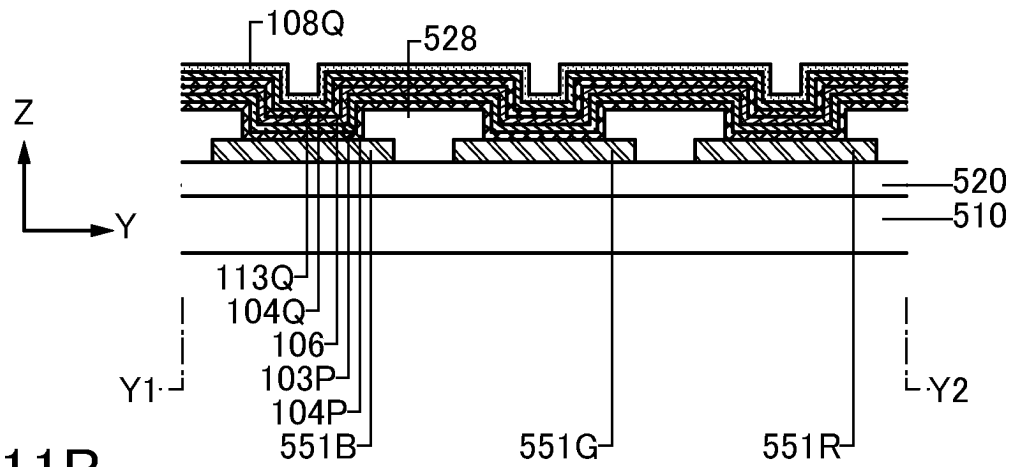


Fig. 11B

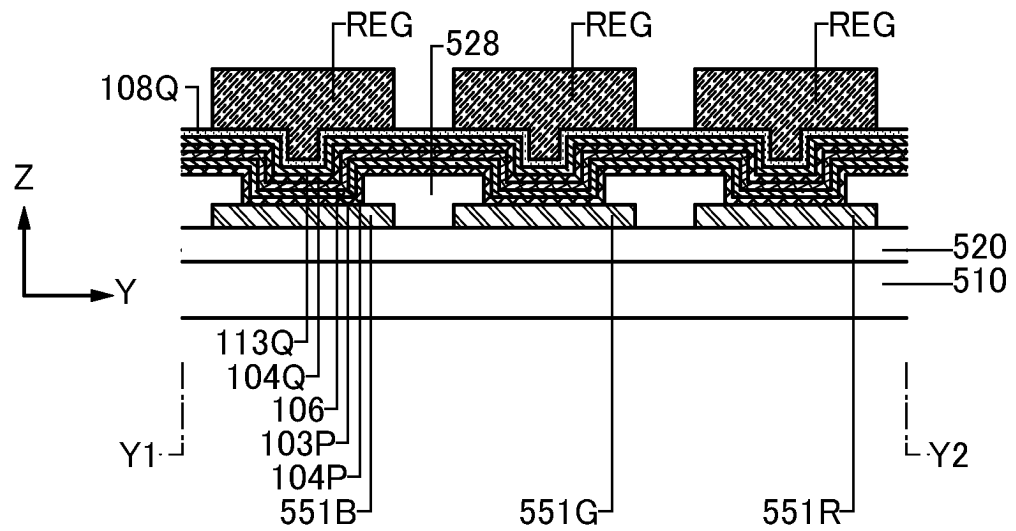


Fig. 11C

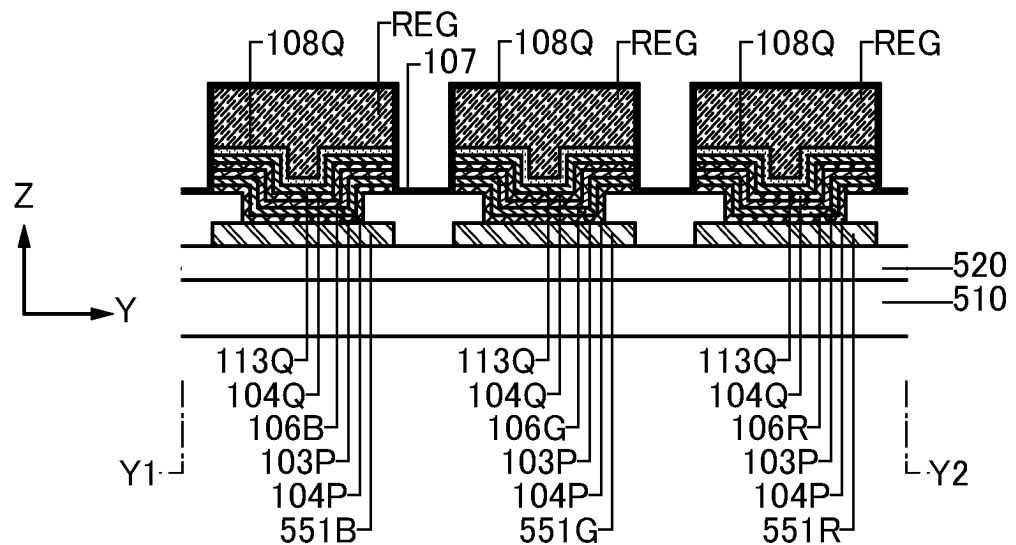


Fig. 12A

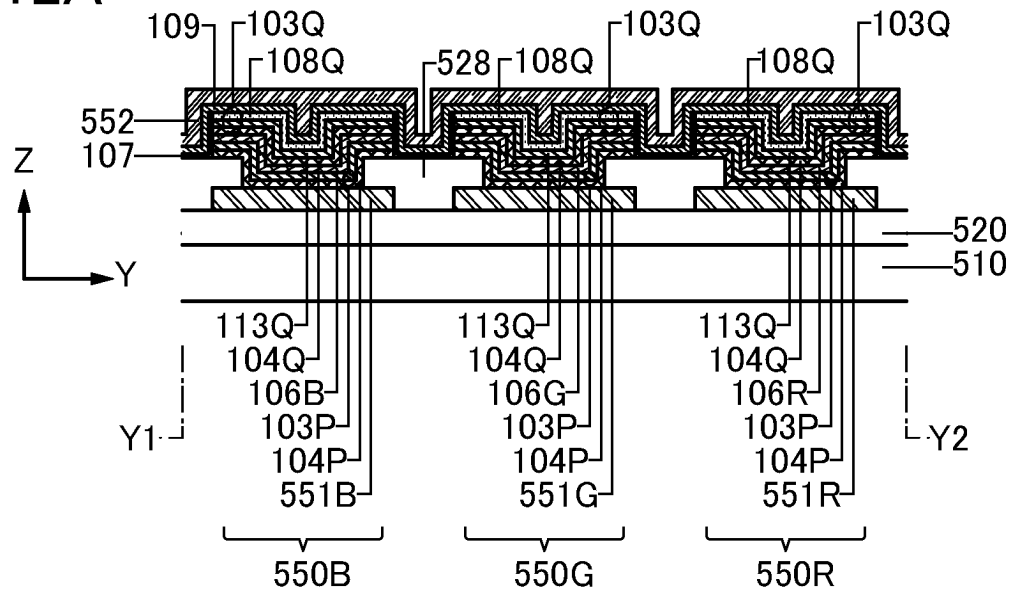


Fig. 12B

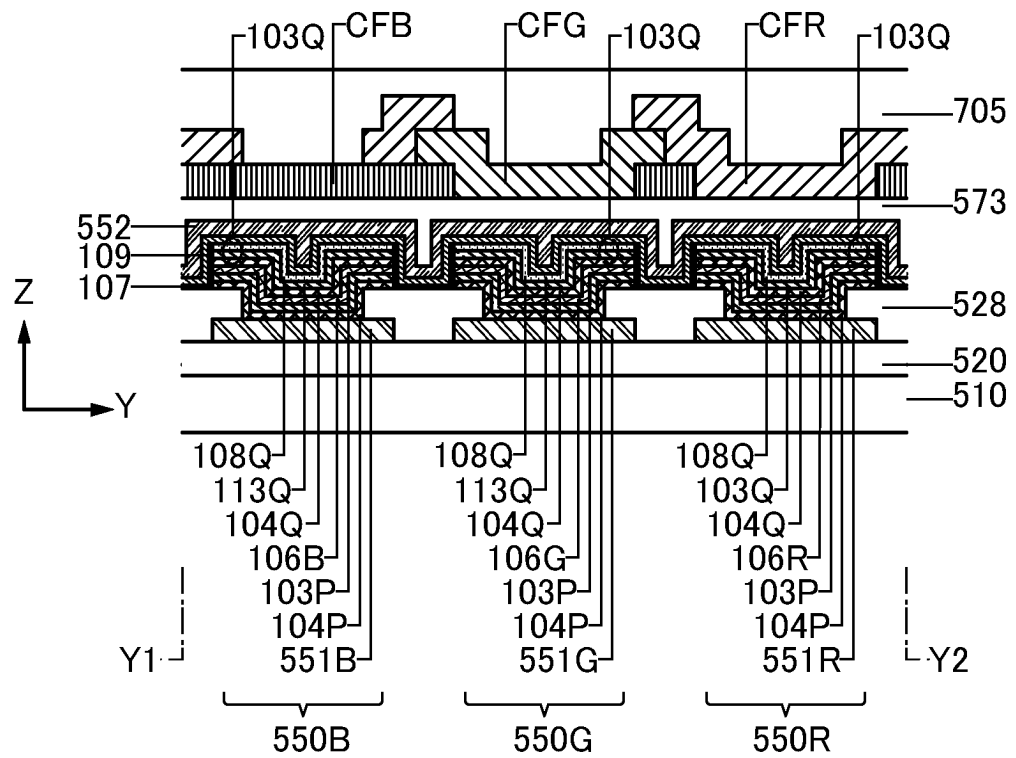


Fig. 13

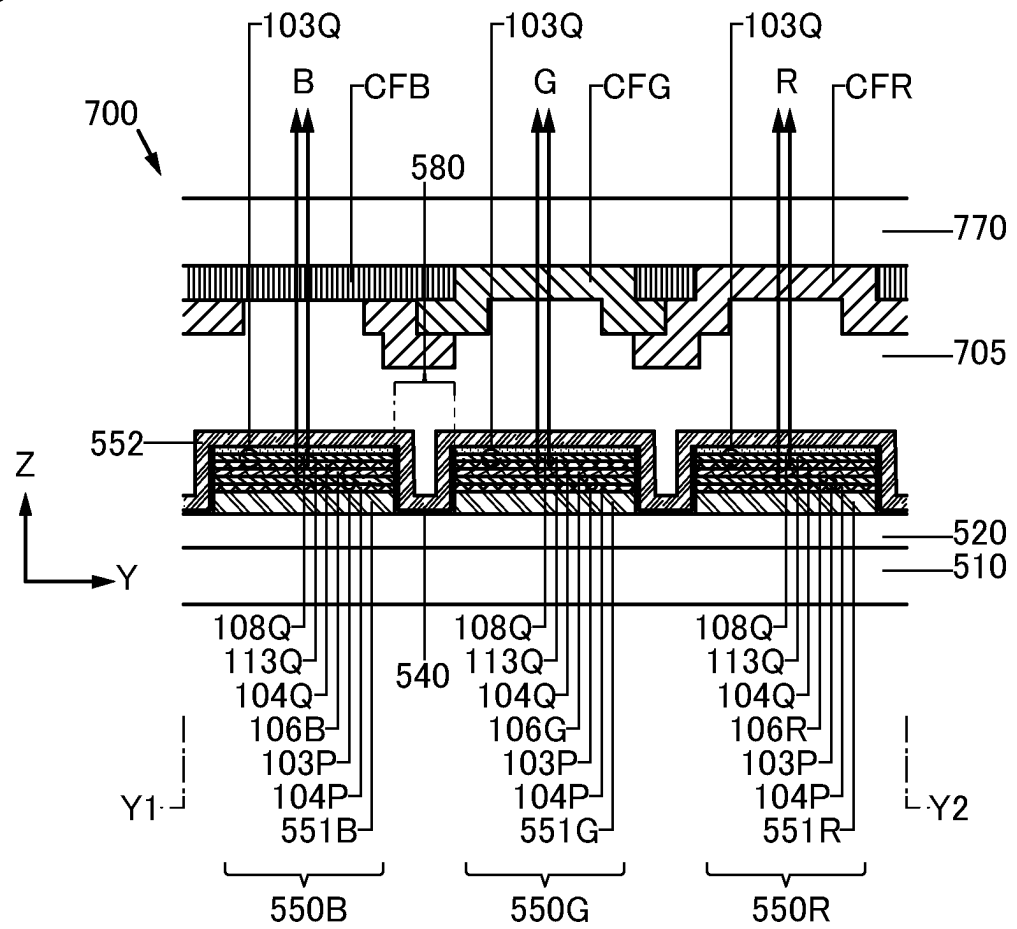


Fig. 14A

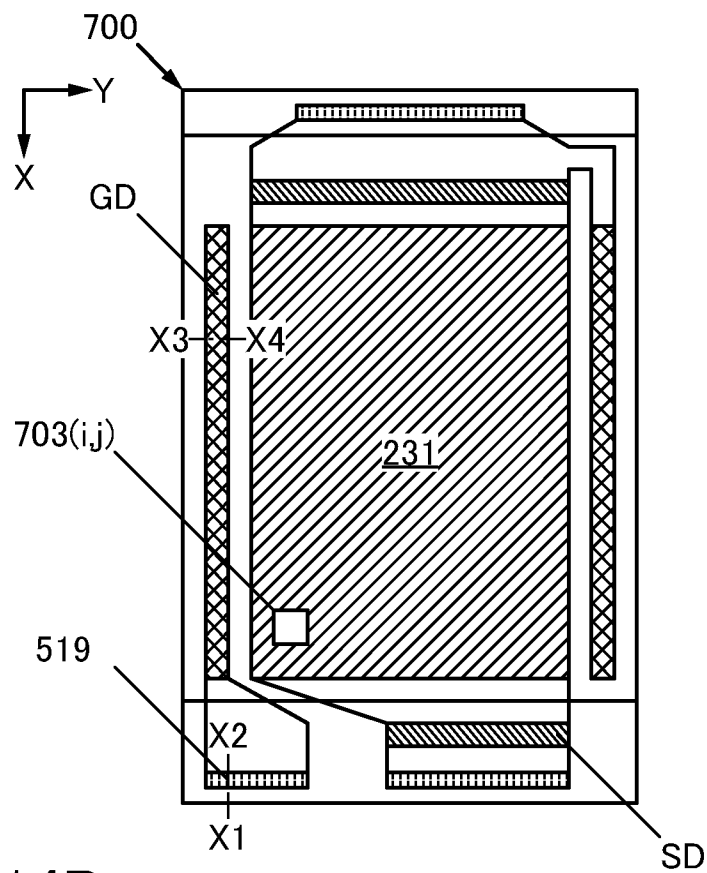


Fig. 14B

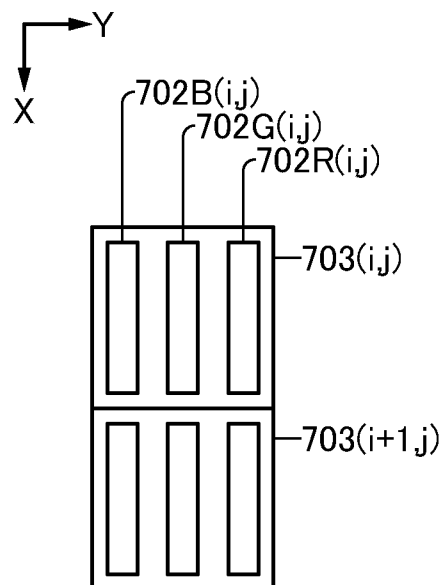


Fig. 15A

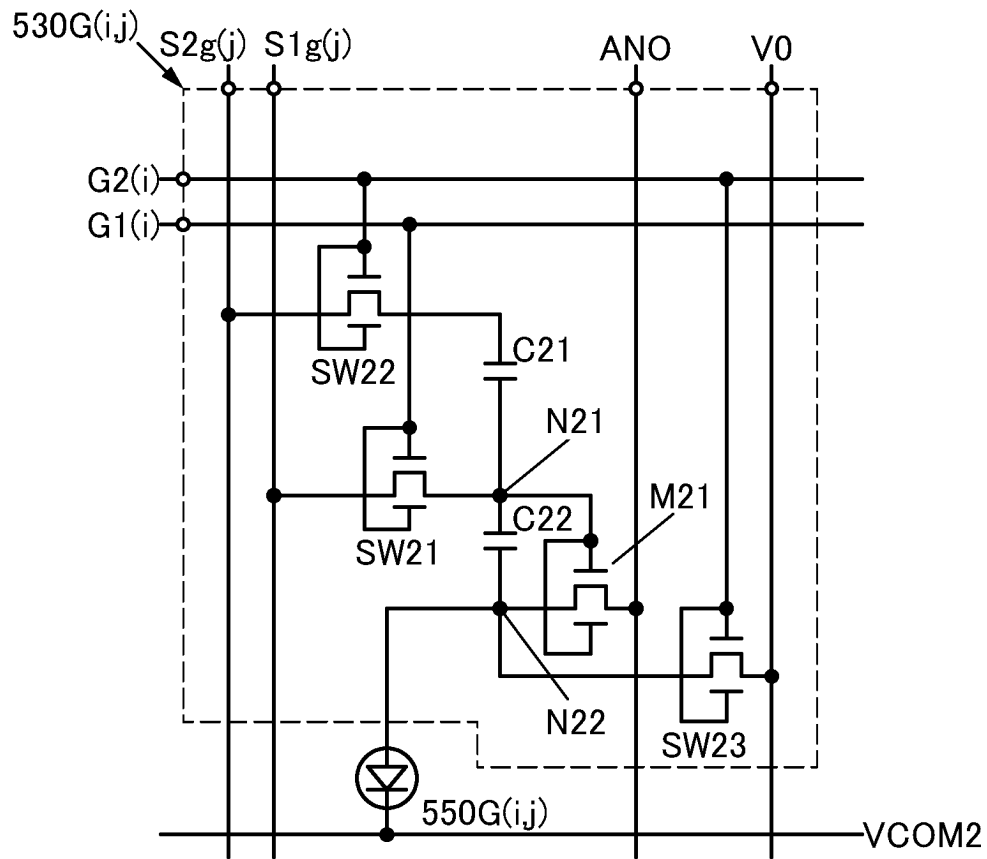


Fig. 15B

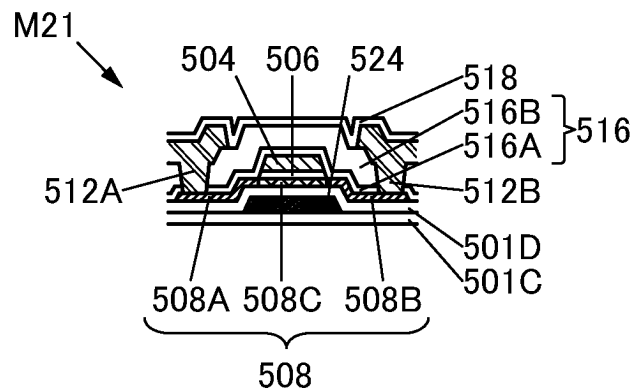


Fig. 16A

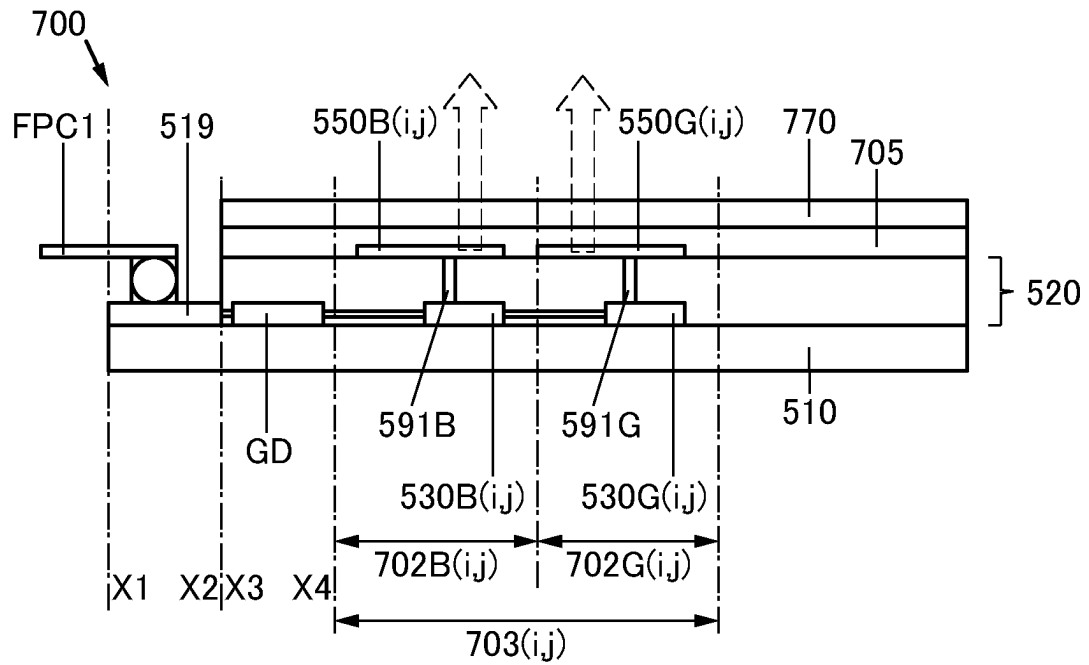


Fig. 16B

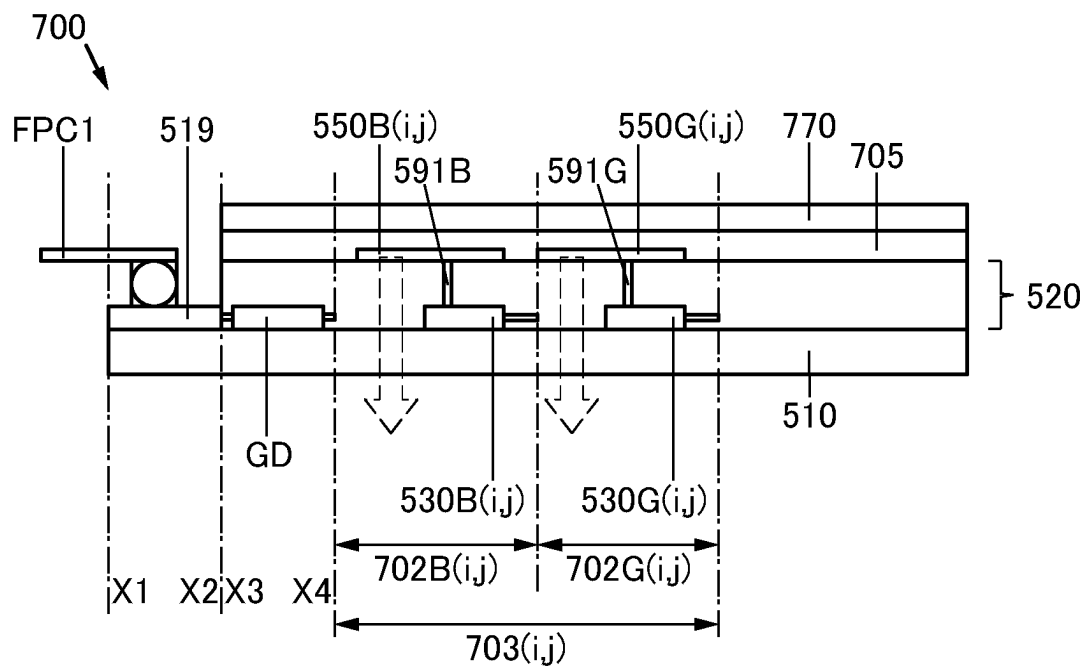


Fig. 17A

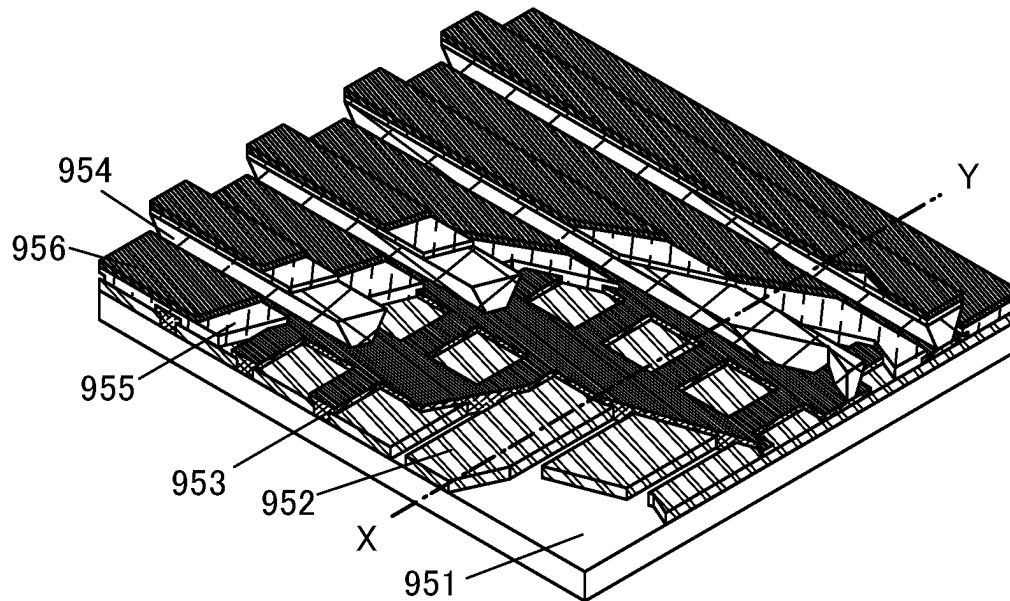


Fig. 17B

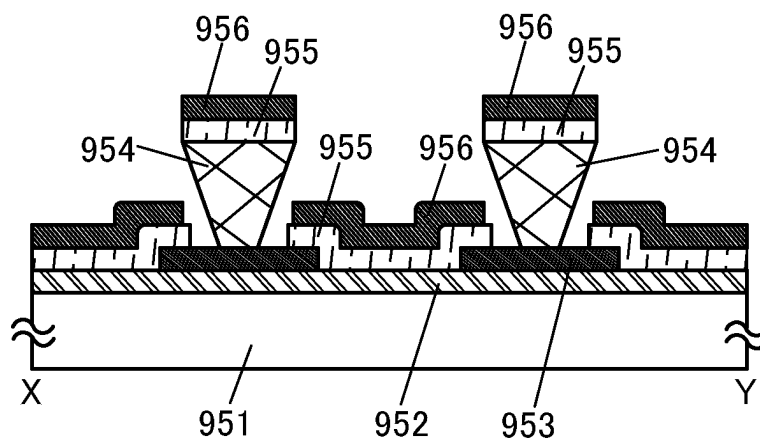


Fig. 18A

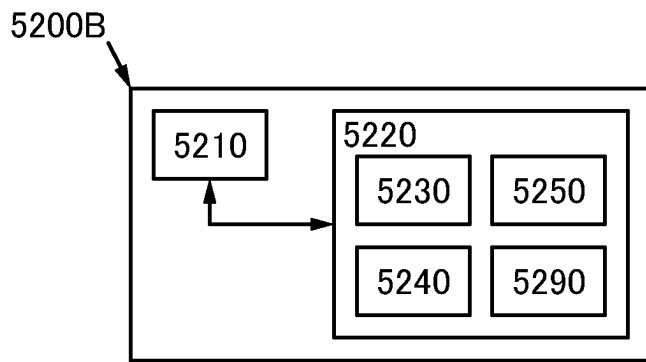


Fig. 18B

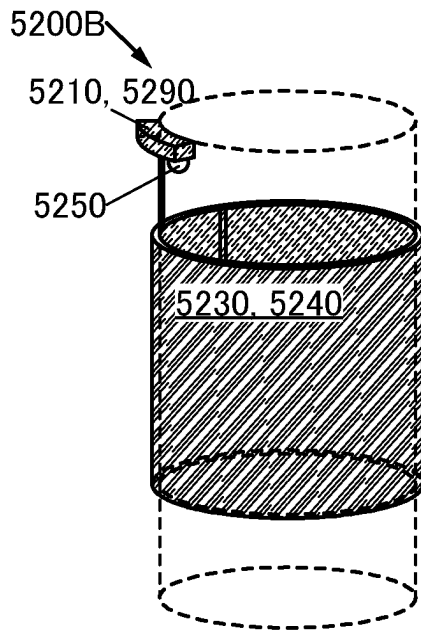


Fig. 18C

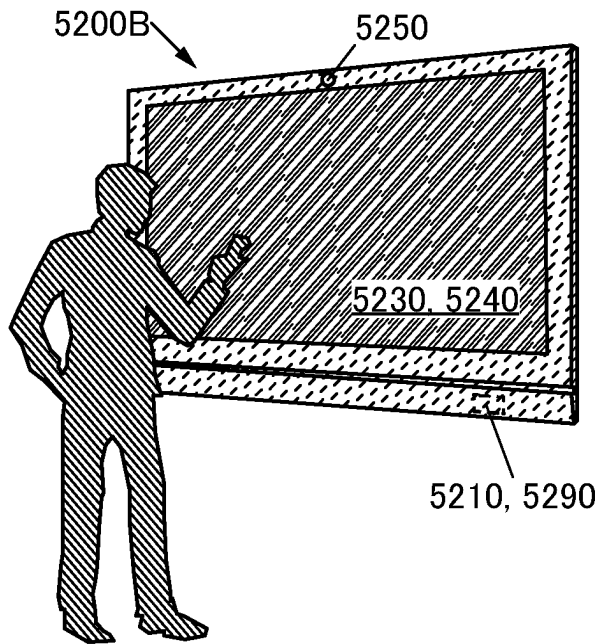


Fig. 18D

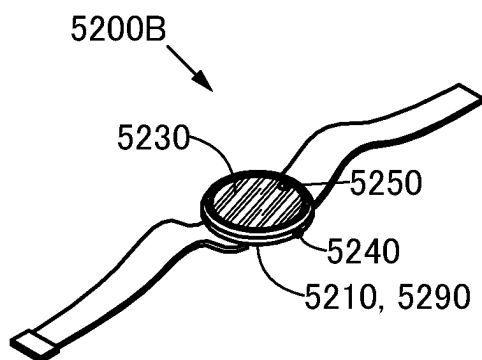


Fig. 18E

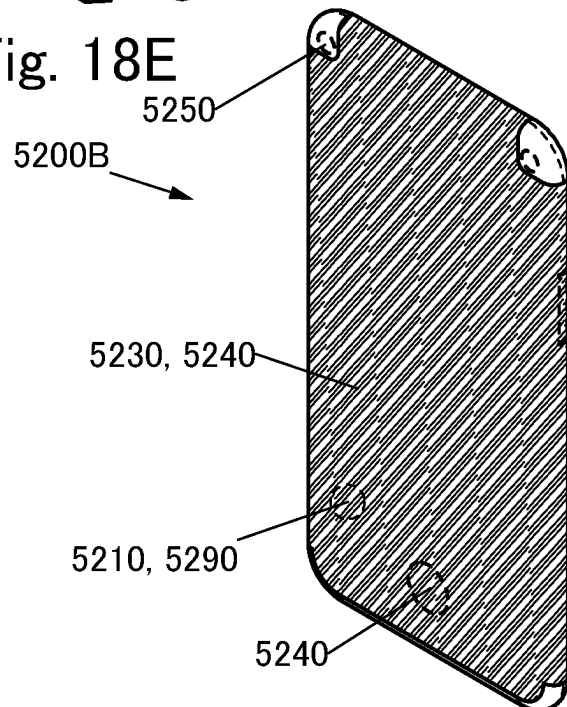


Fig. 19A

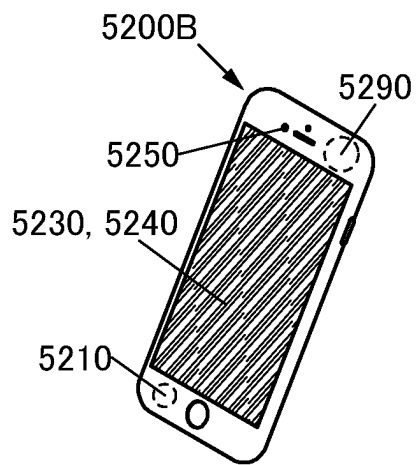


Fig. 19B

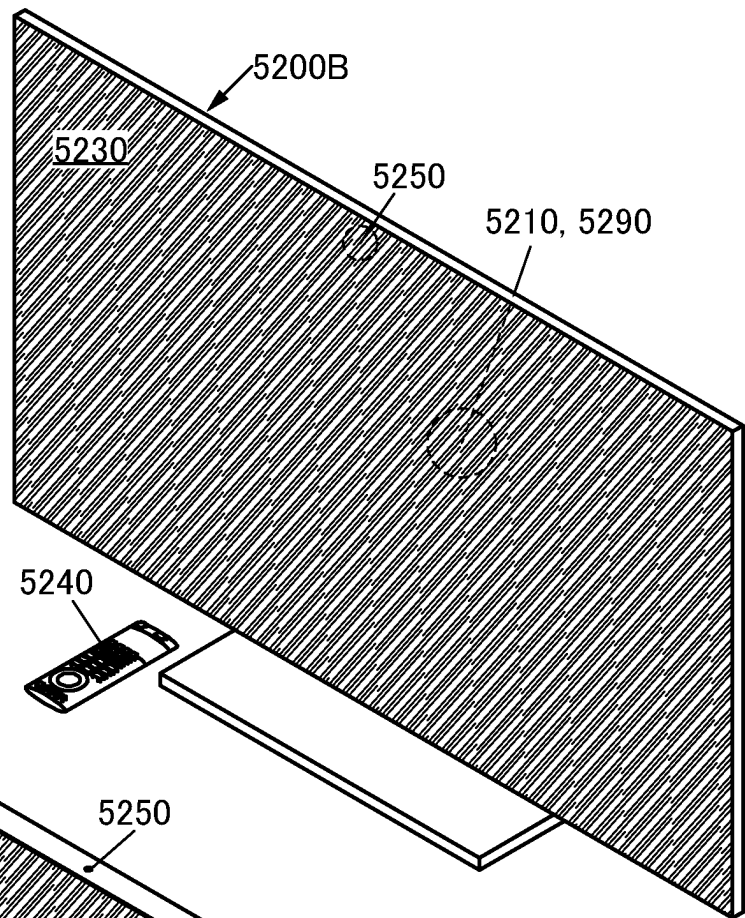


Fig. 19C

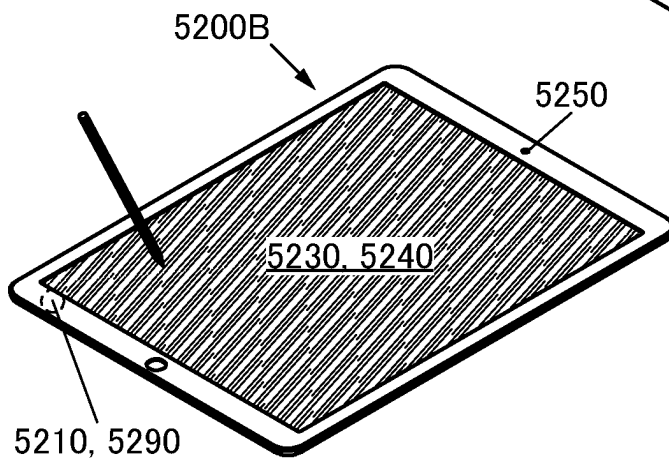


Fig. 19D

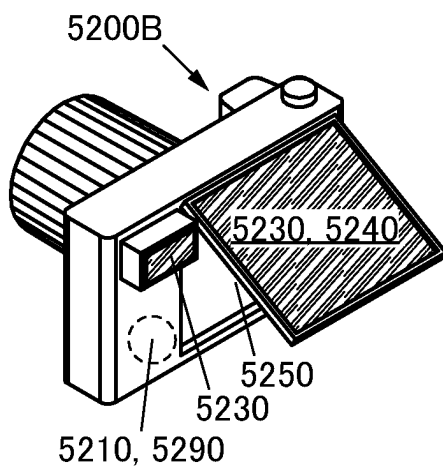


Fig. 19E

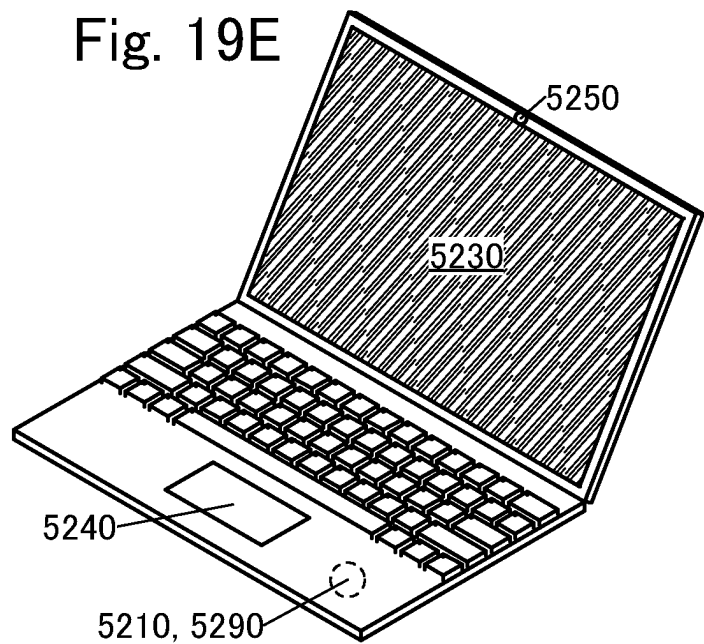


Fig. 20A

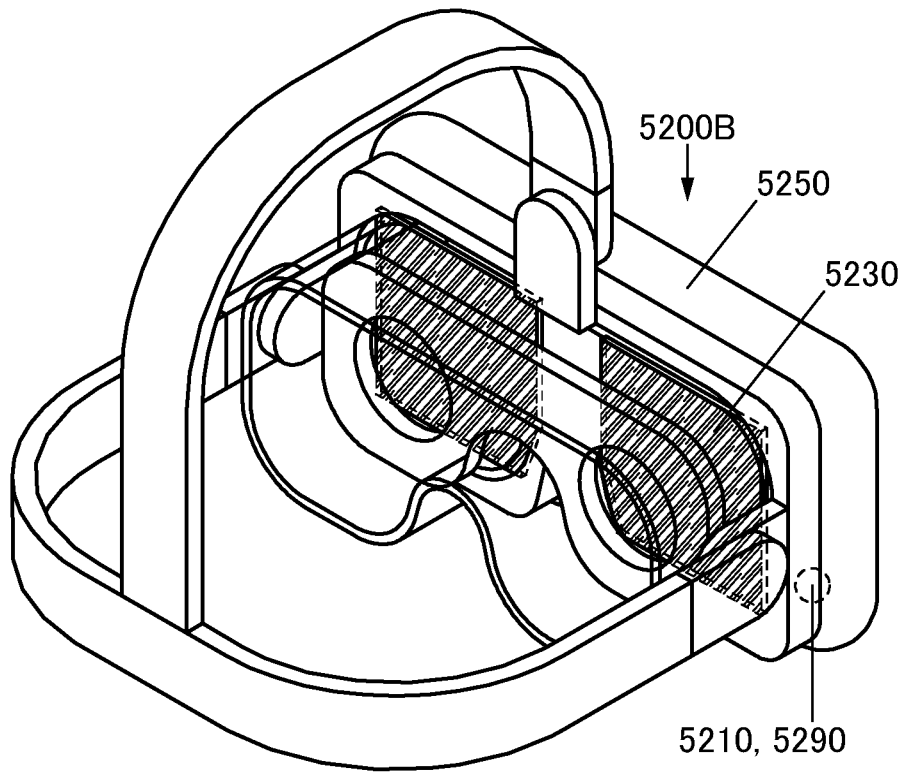


Fig. 20B

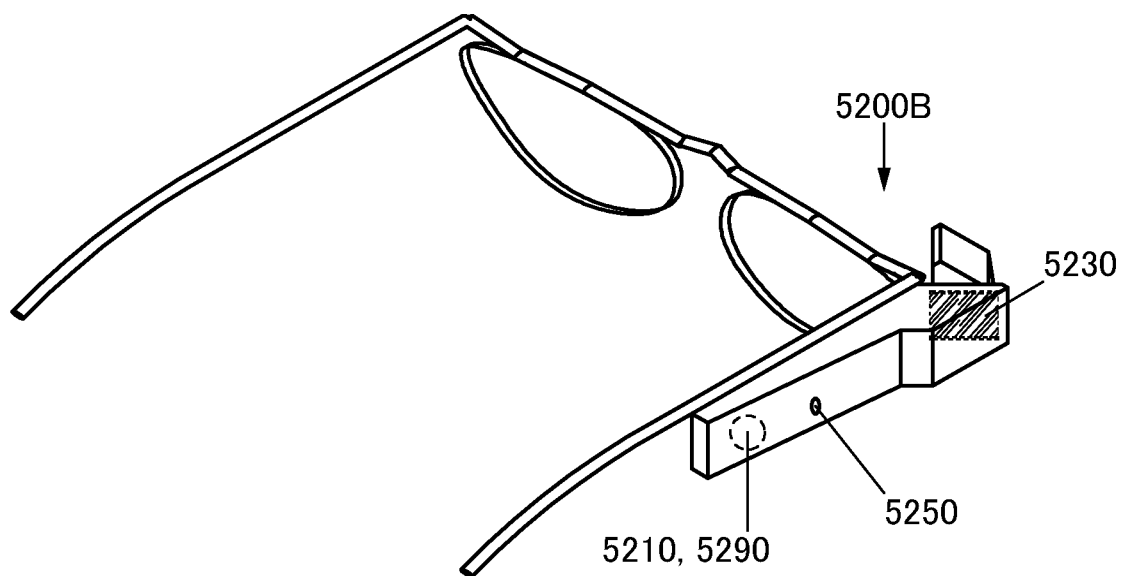


Fig. 21A

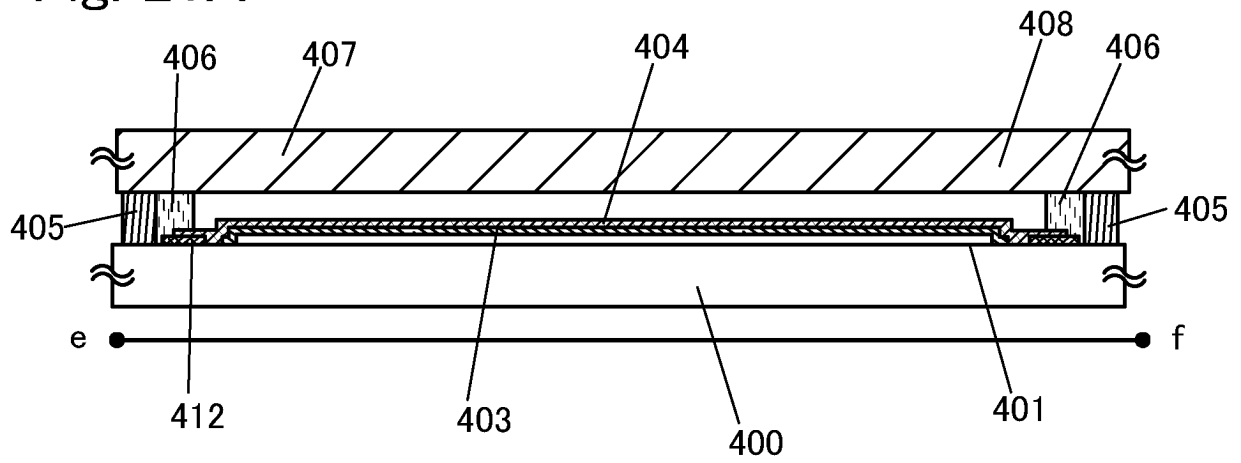


Fig. 21B

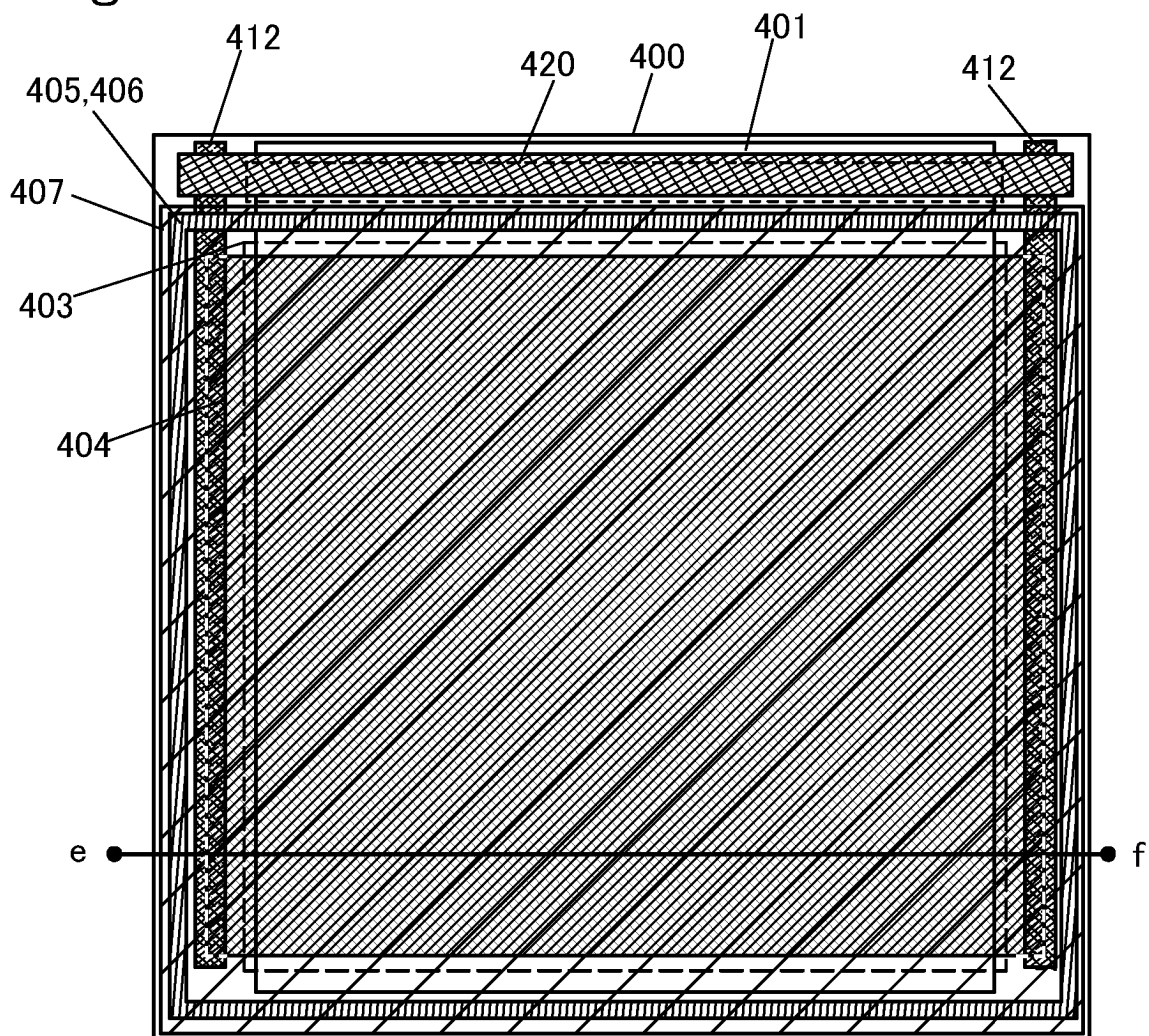


Fig. 22

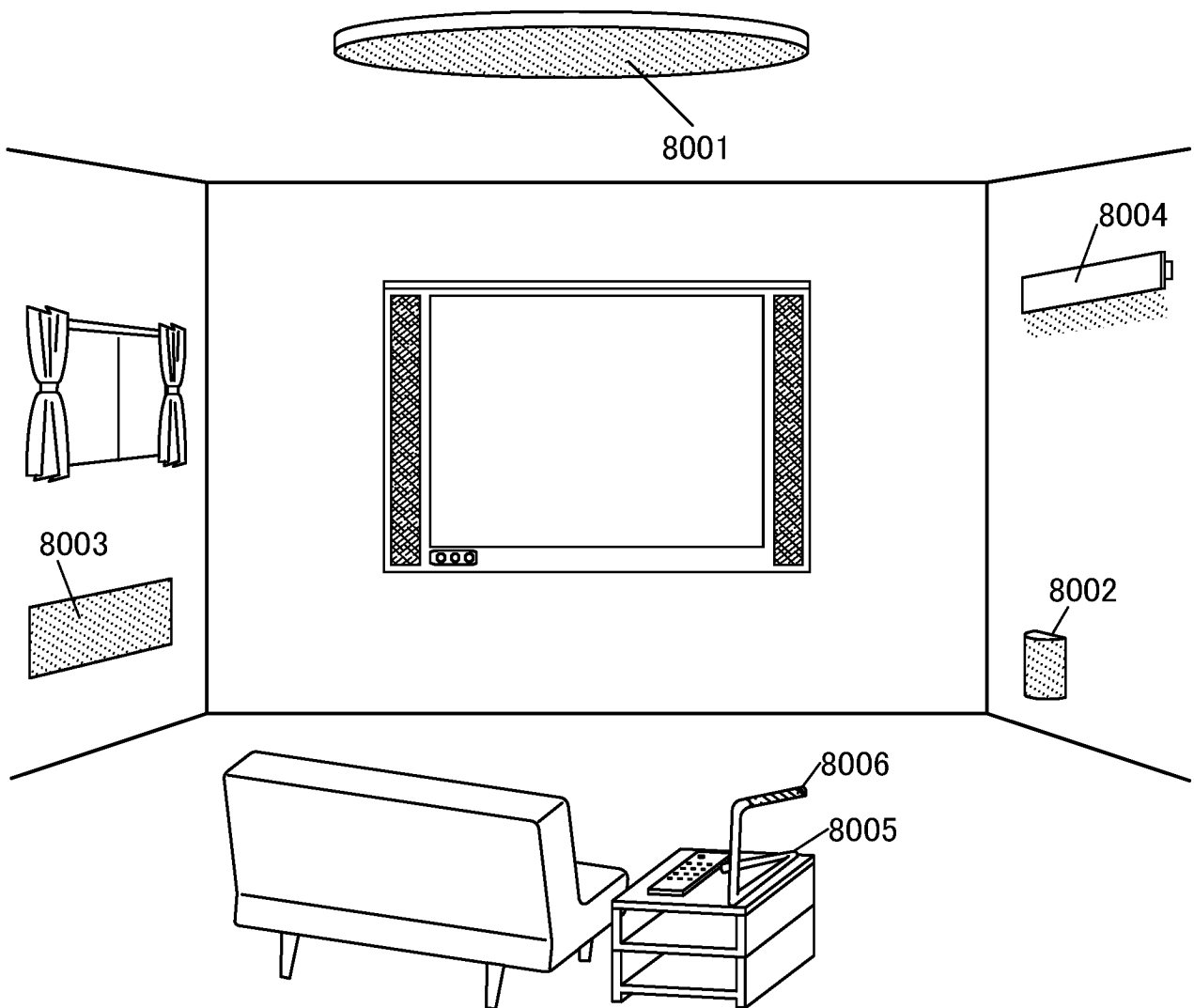


Fig. 23

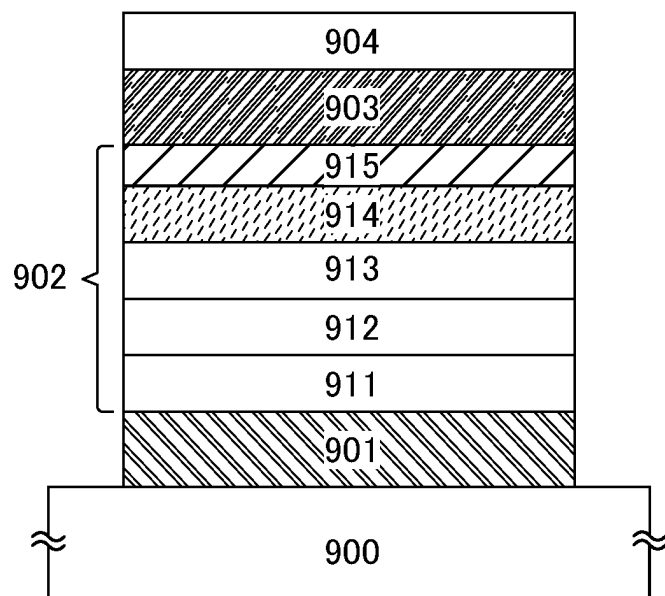


Fig. 24

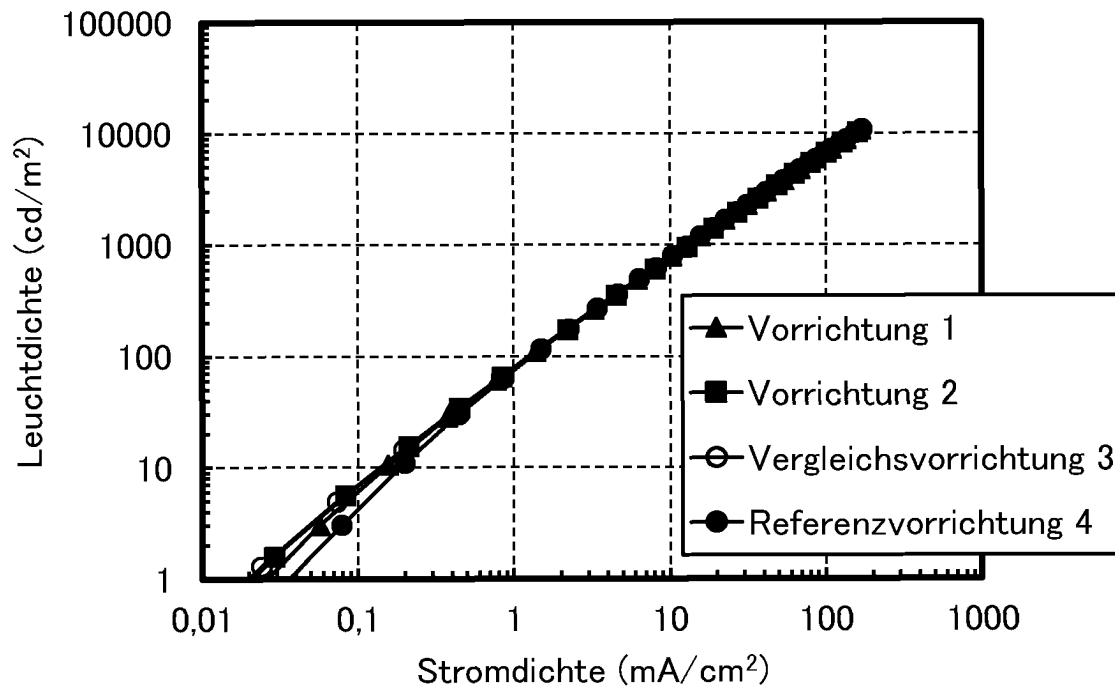


Fig. 25

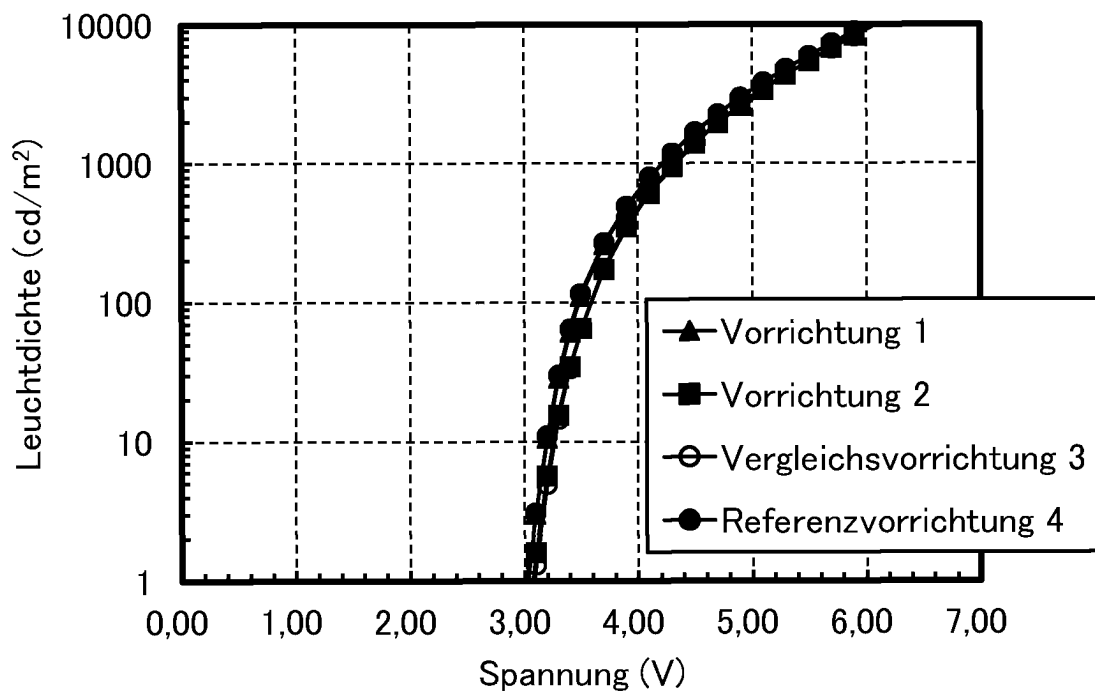


Fig. 26

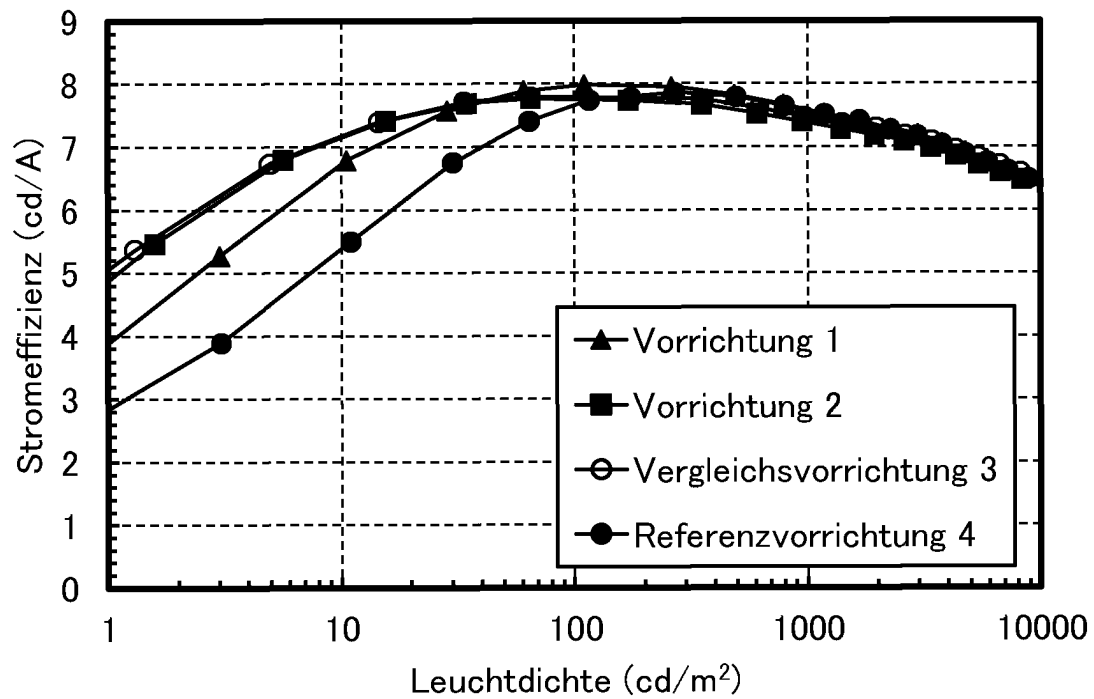


Fig. 27

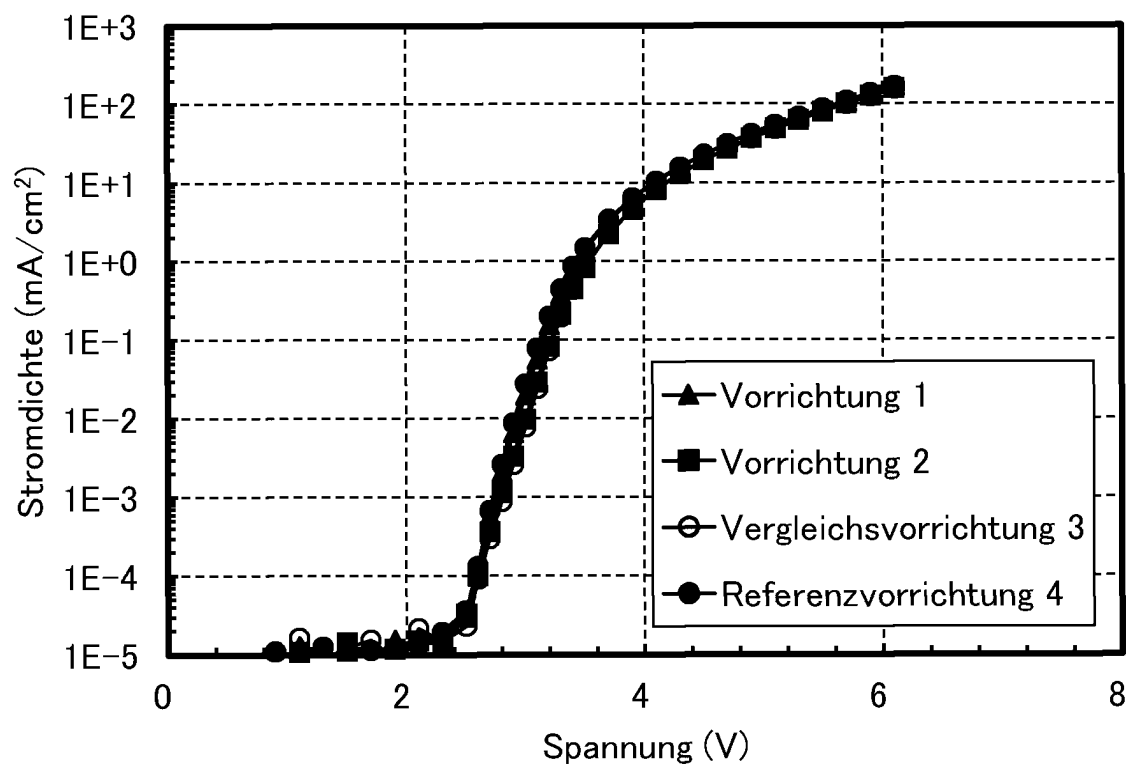


Fig. 28

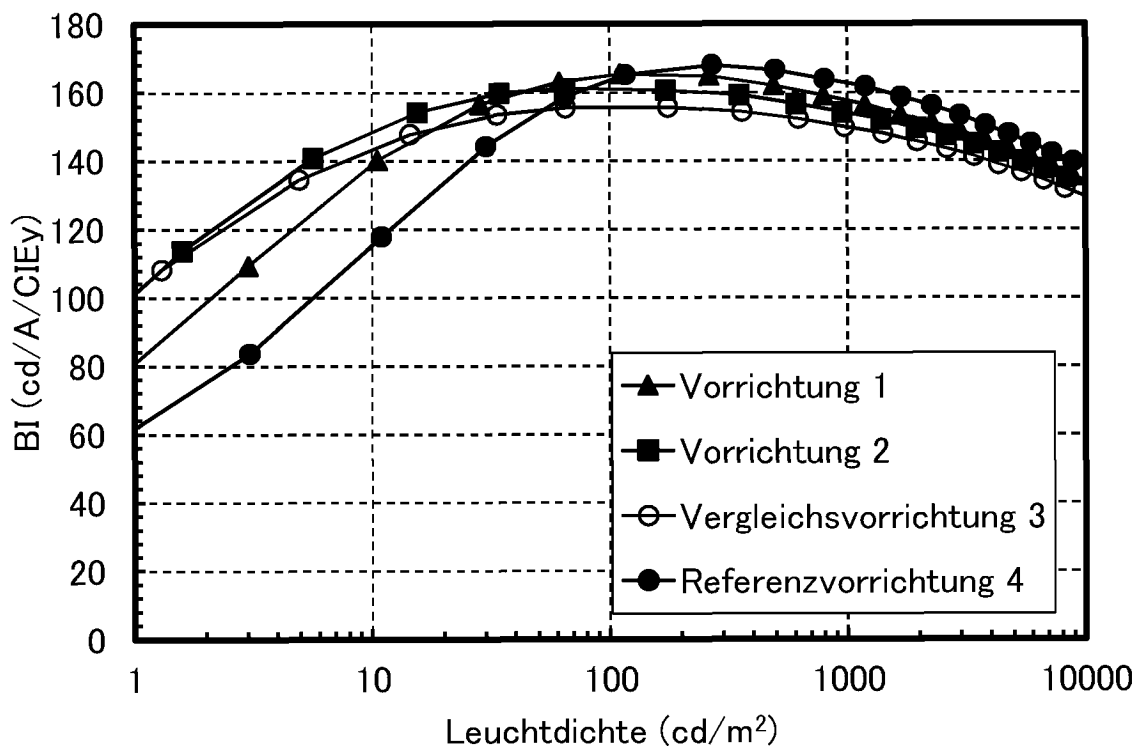


Fig. 29

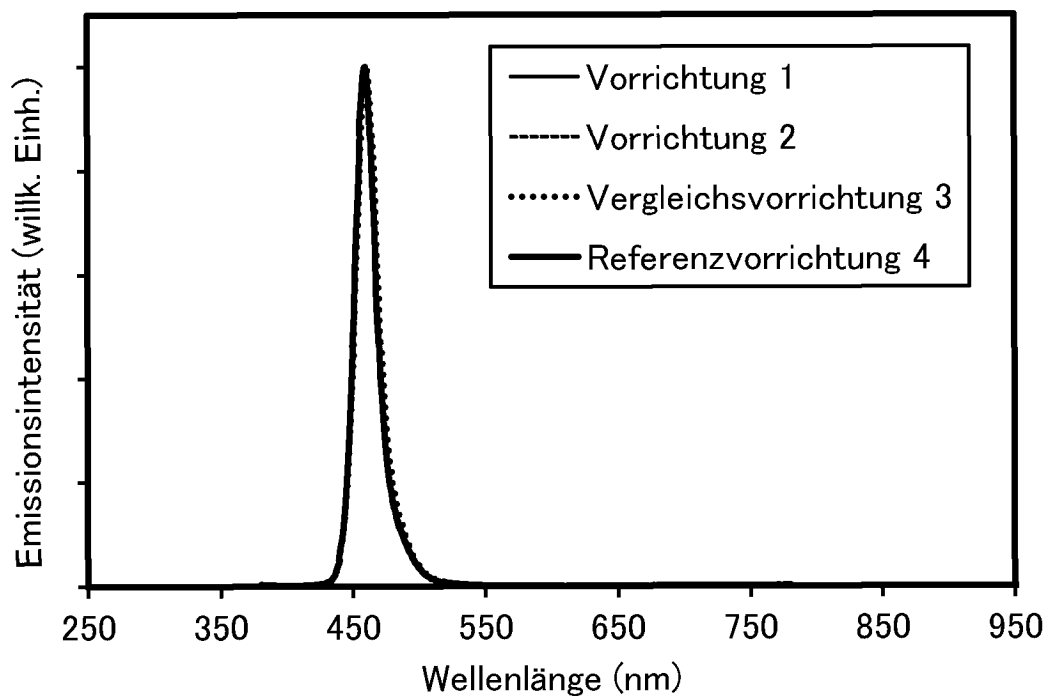


Fig. 30

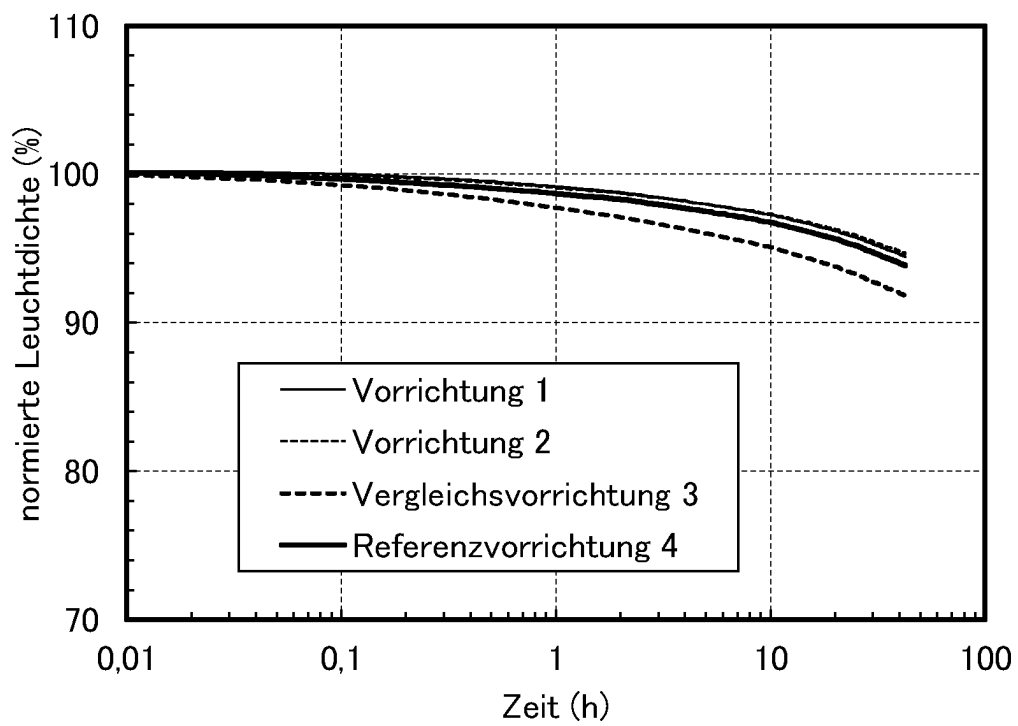


Fig. 31

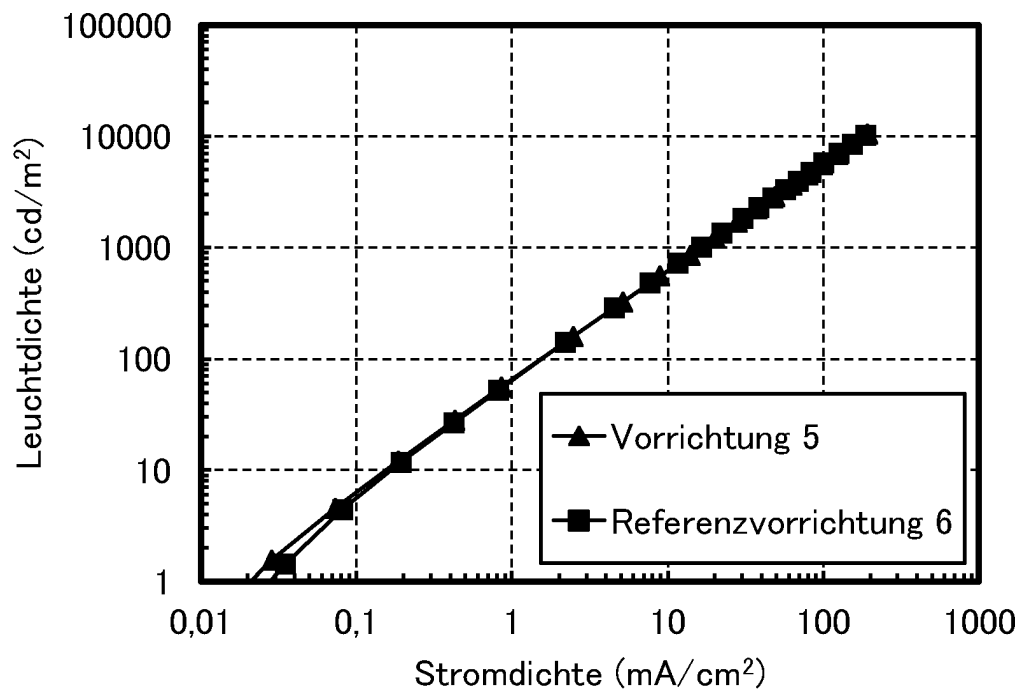


Fig. 32

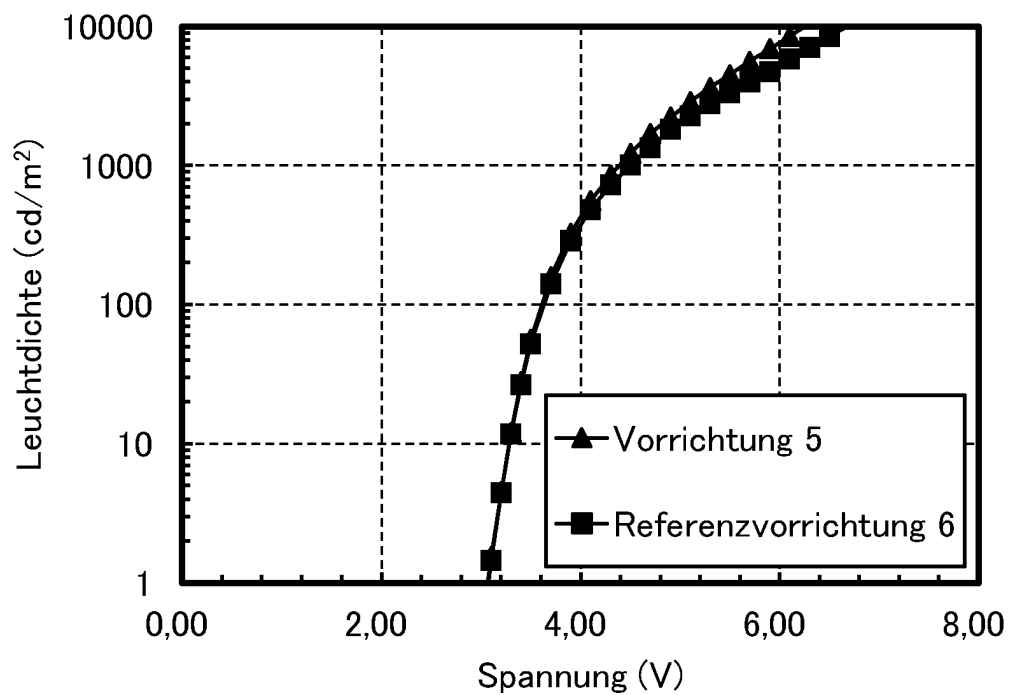


Fig. 33

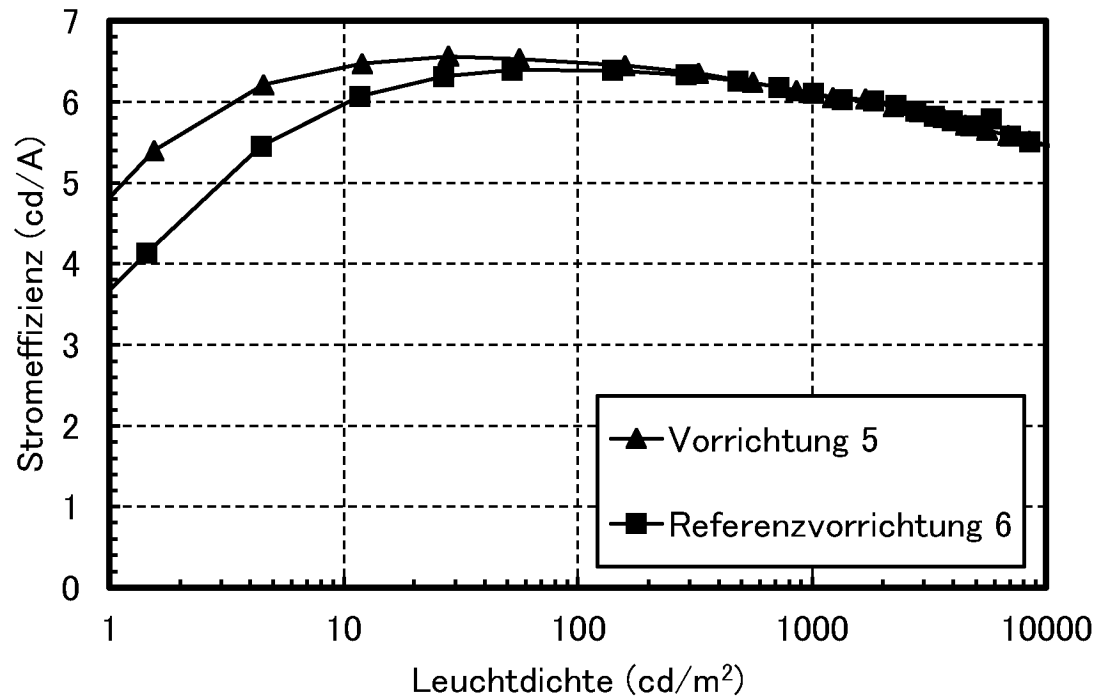


Fig. 34

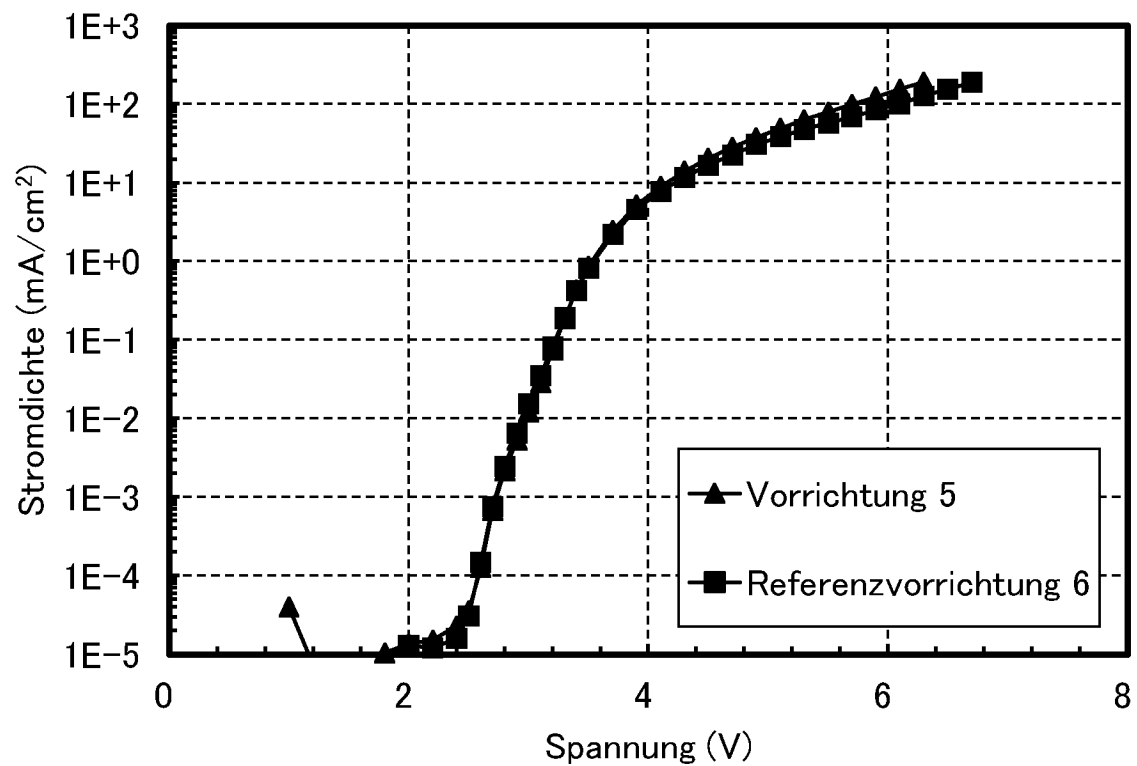


Fig. 35

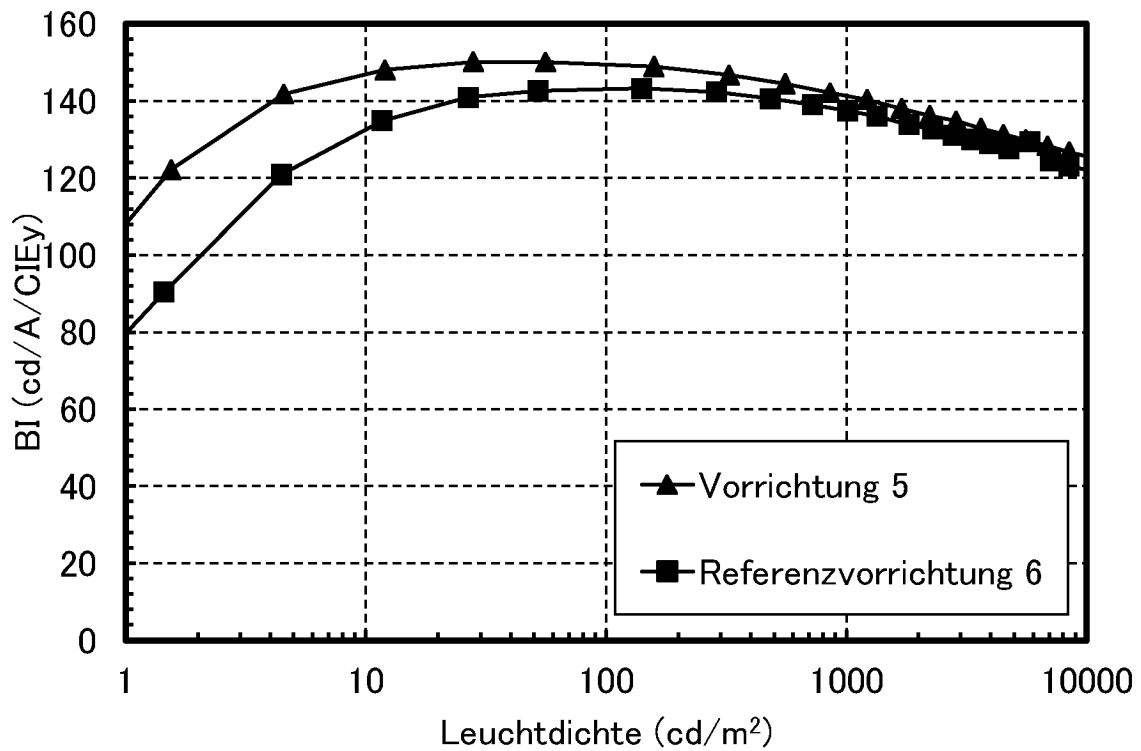


Fig. 36

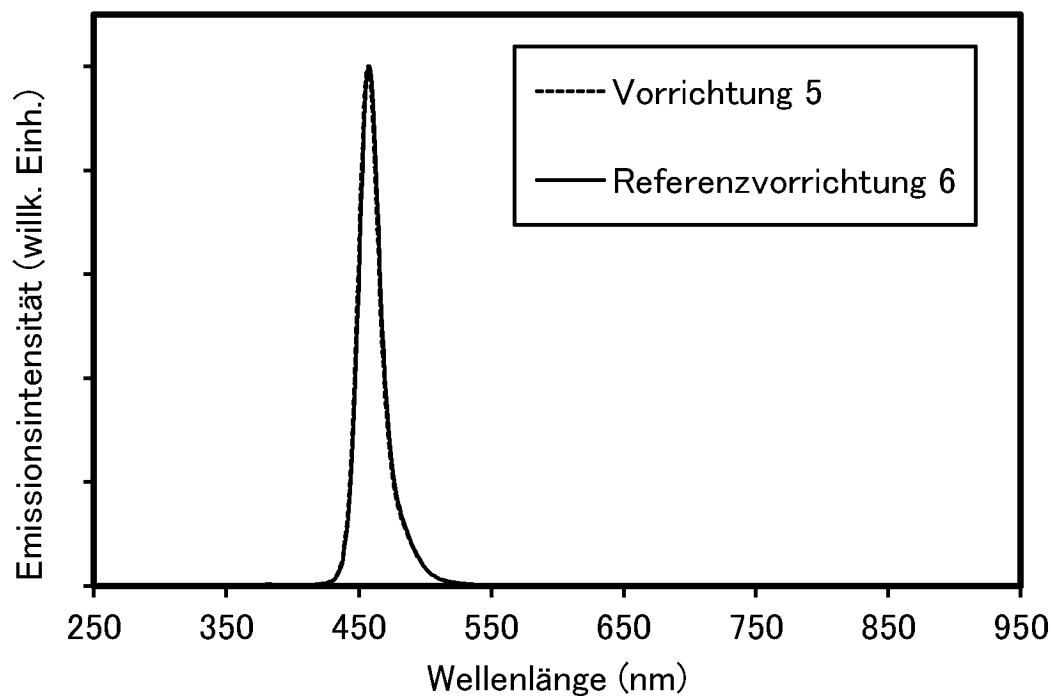


Fig. 37

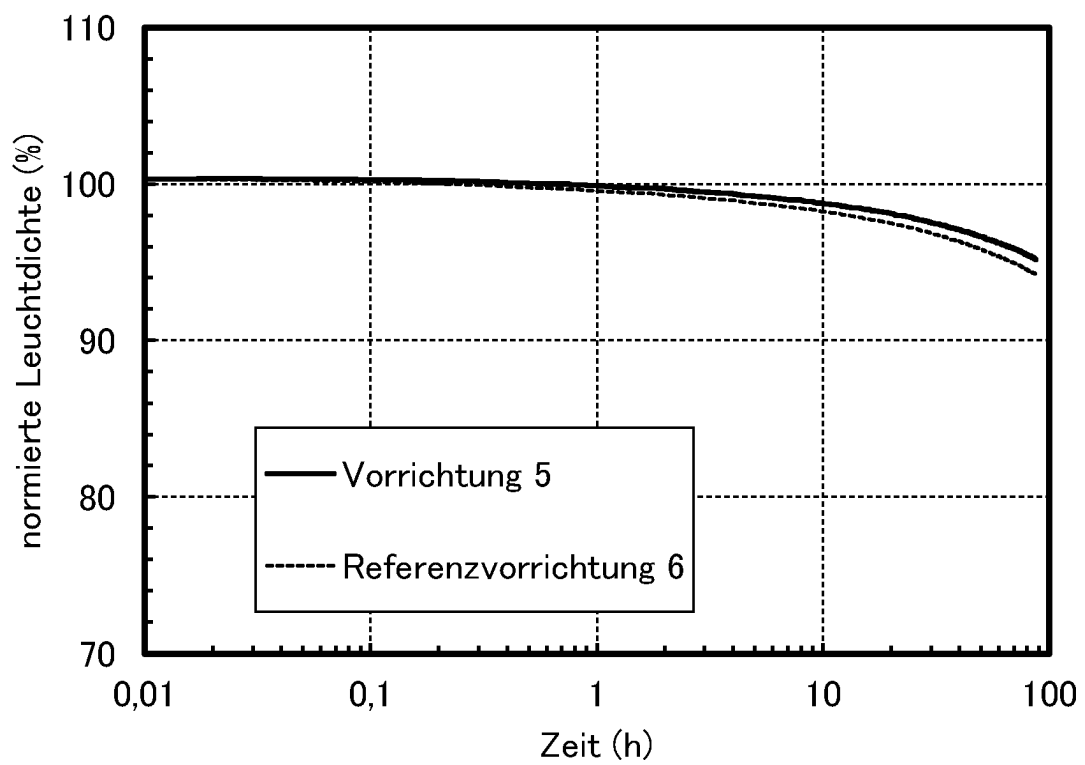


Fig. 38

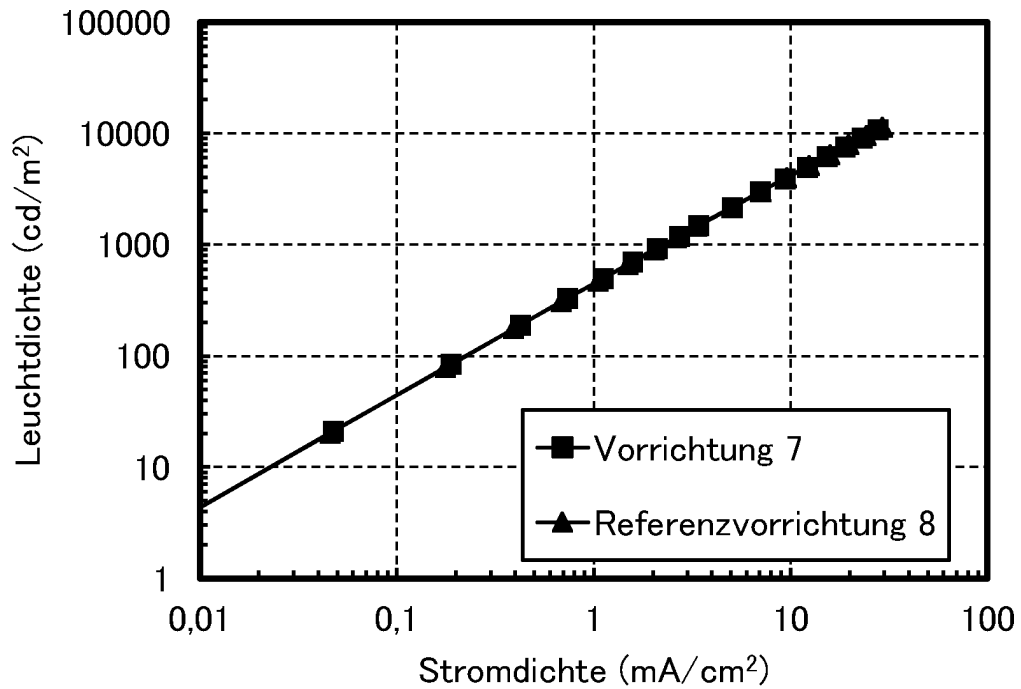


Fig. 39

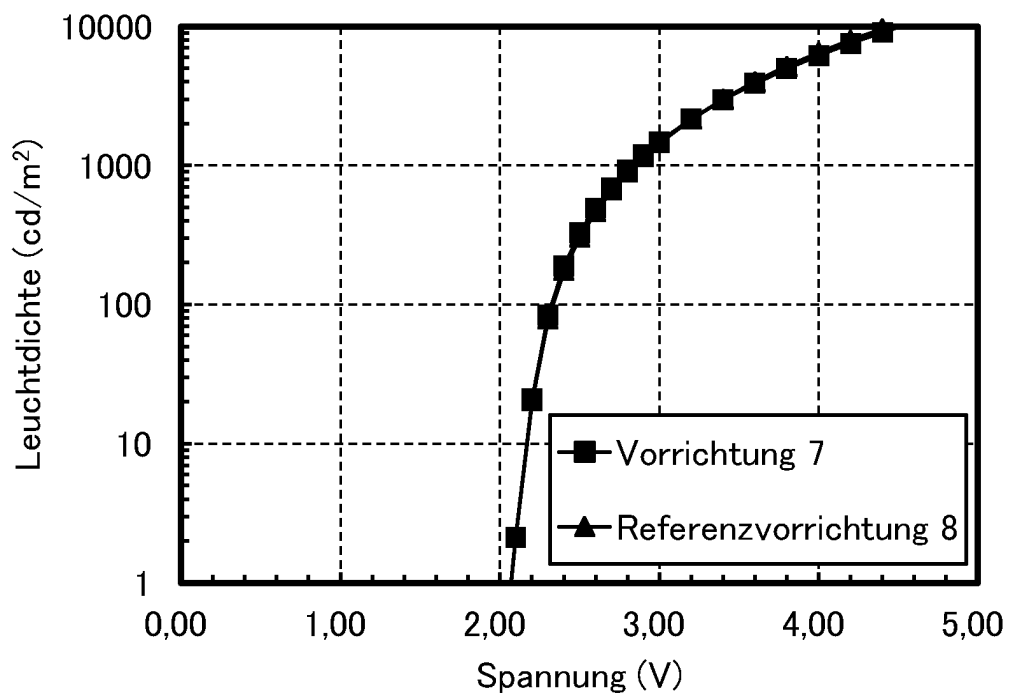


Fig. 40

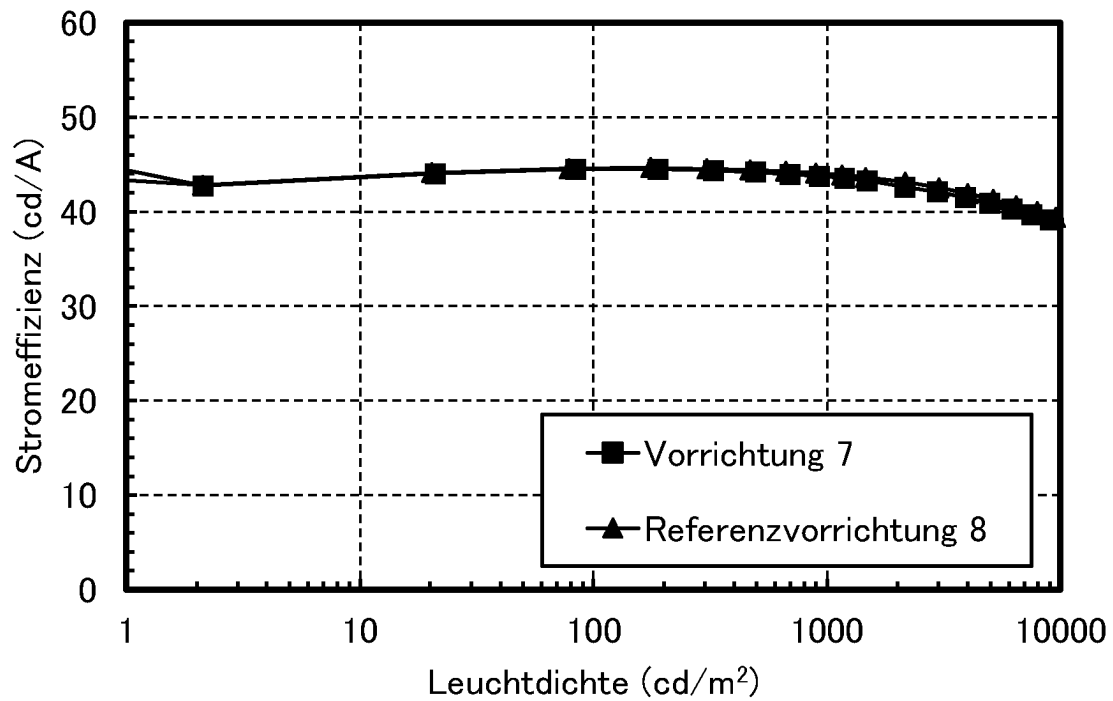


Fig. 41

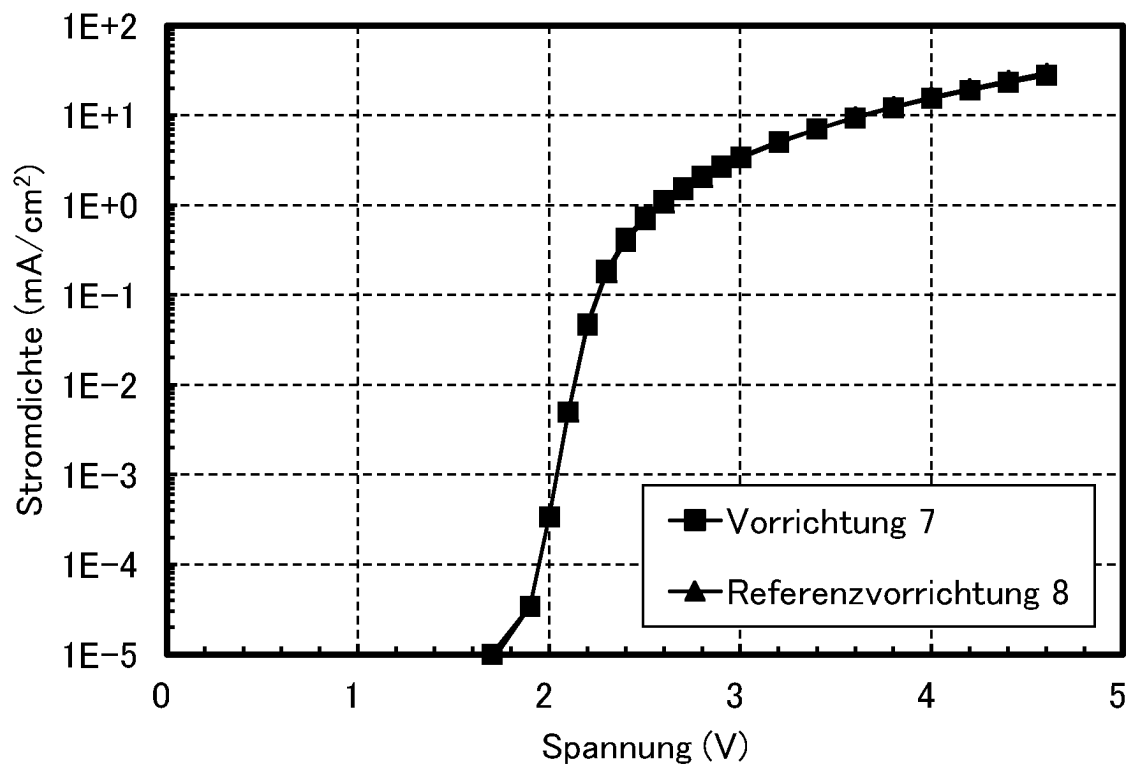


Fig. 42

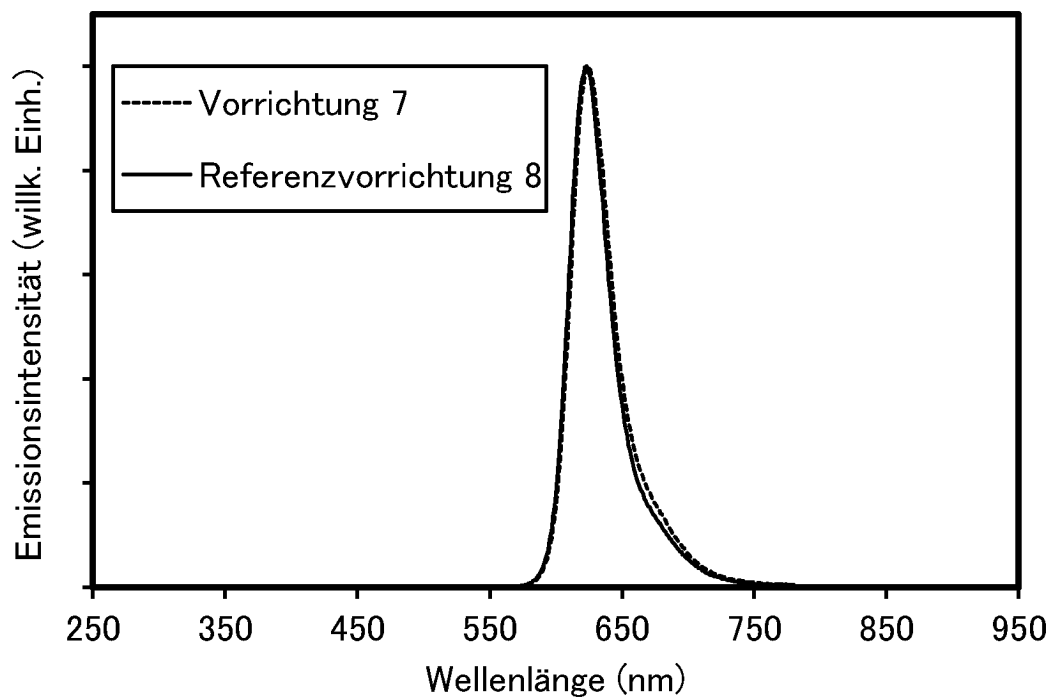


Fig. 43

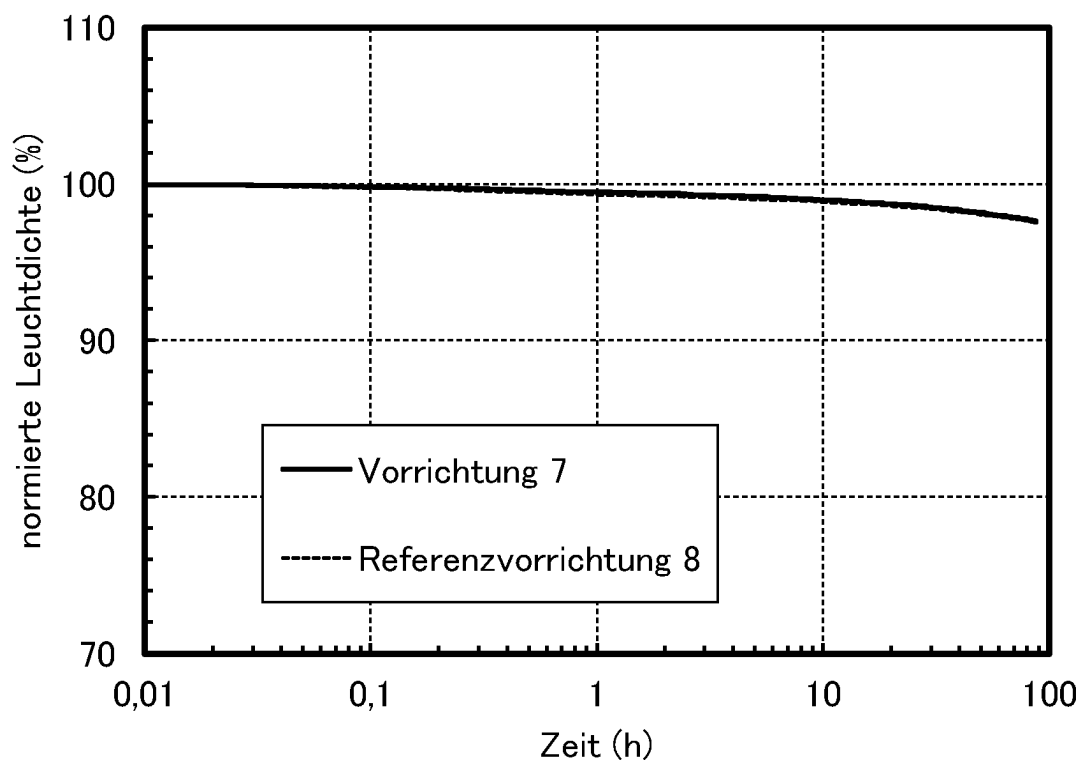


Fig. 44

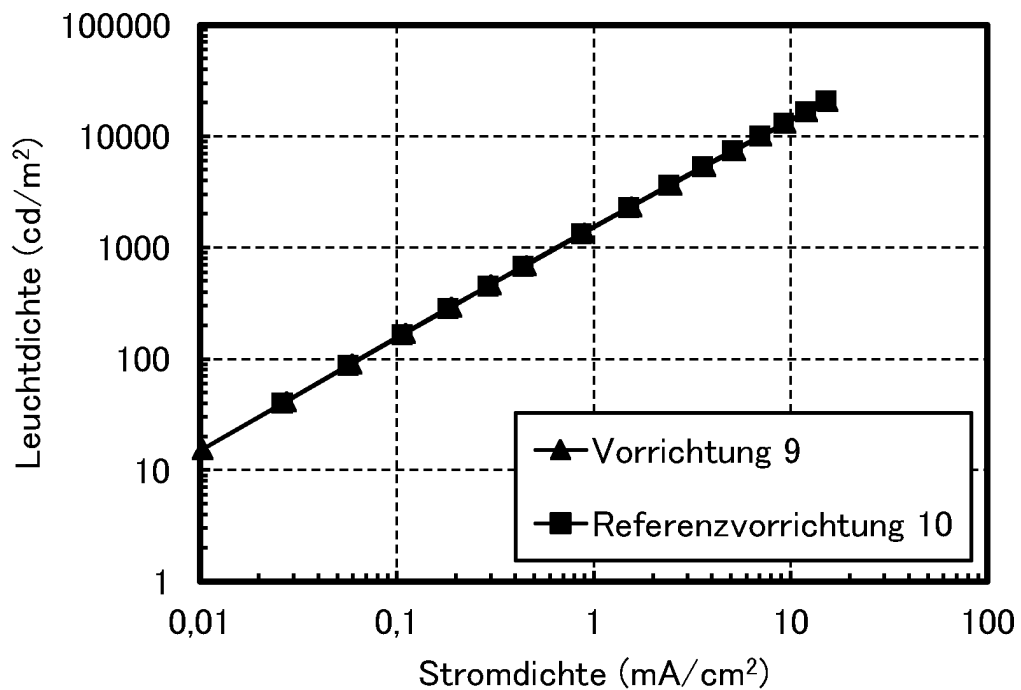


Fig. 45

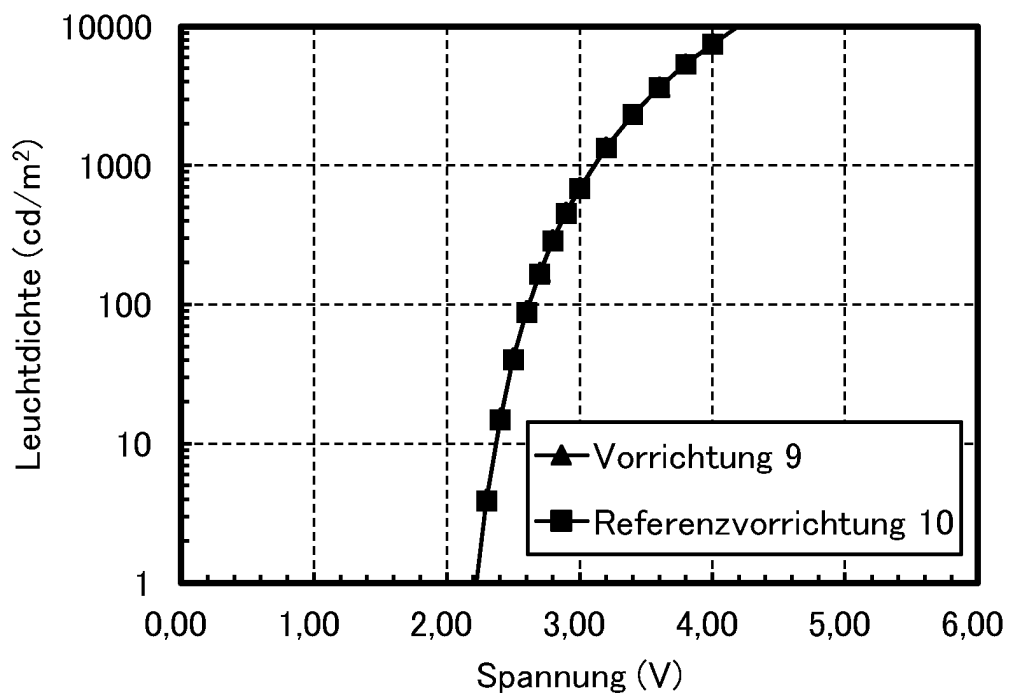


Fig. 46

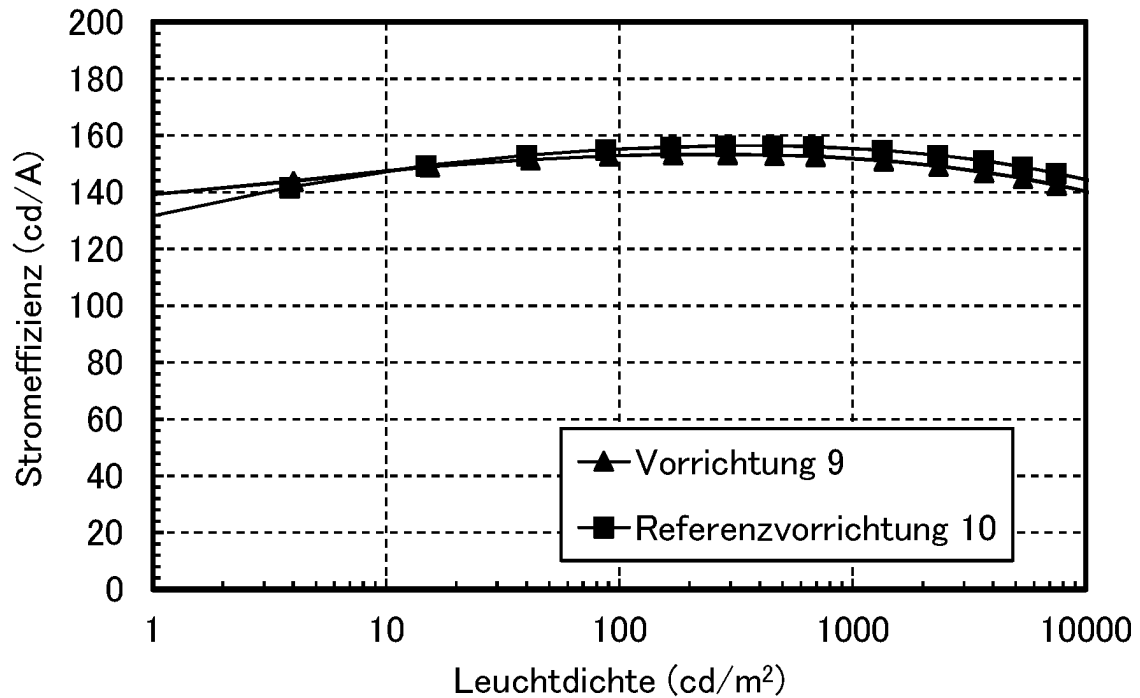


Fig. 47

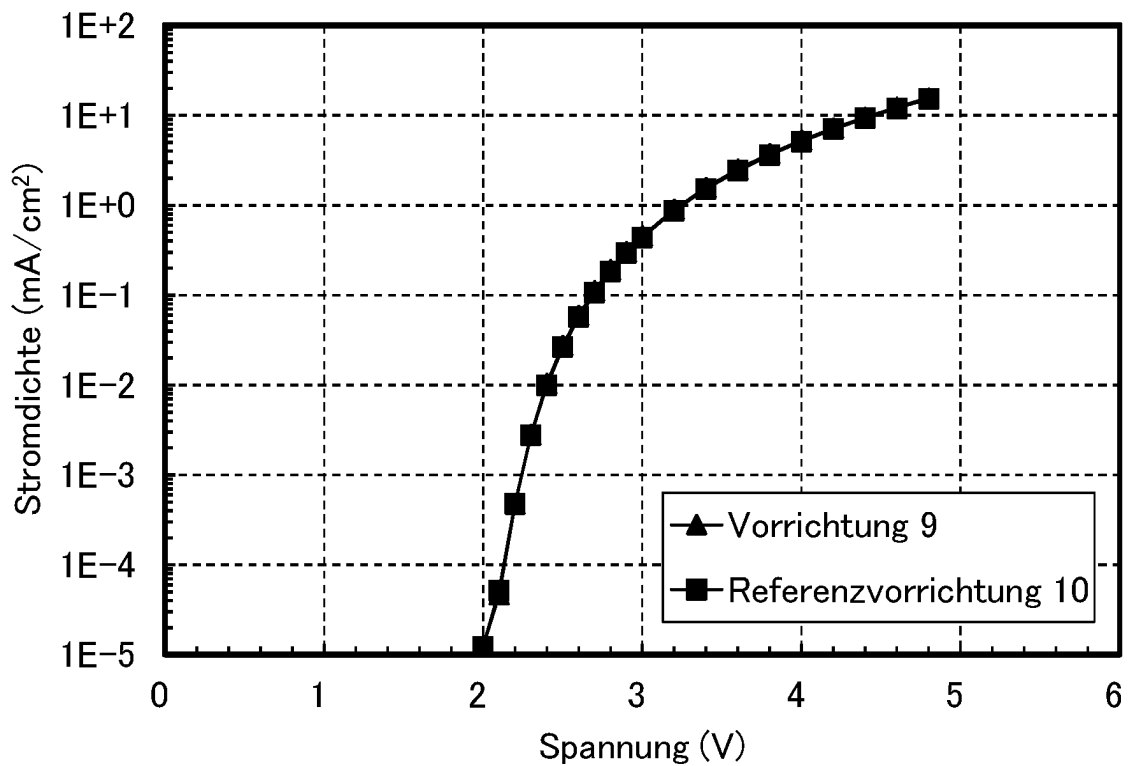


Fig. 48

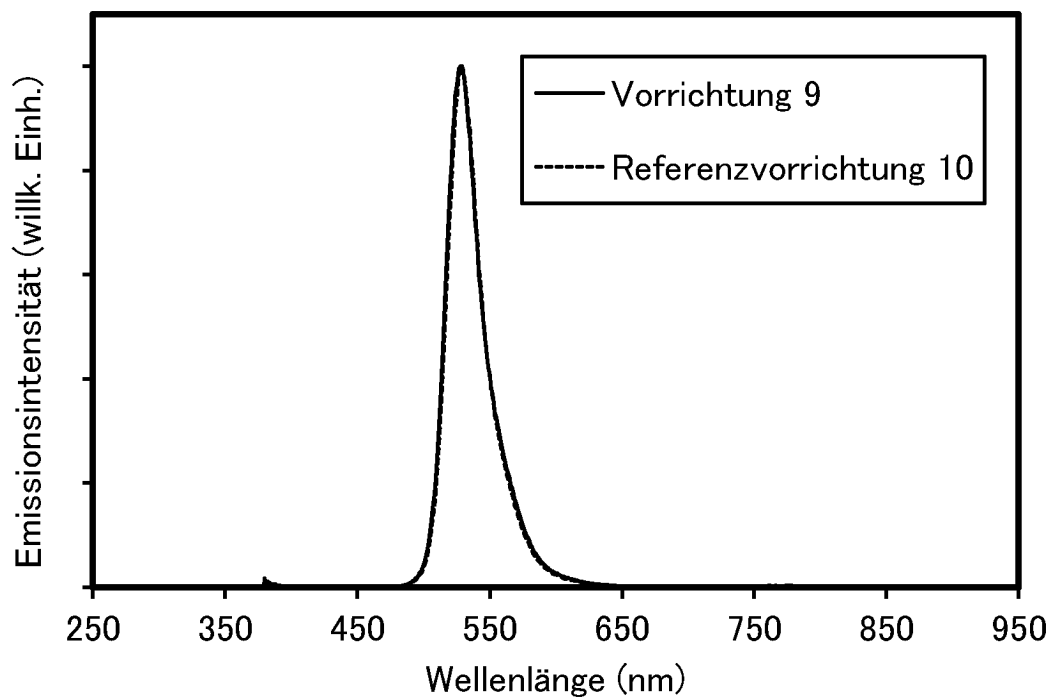


Fig. 49

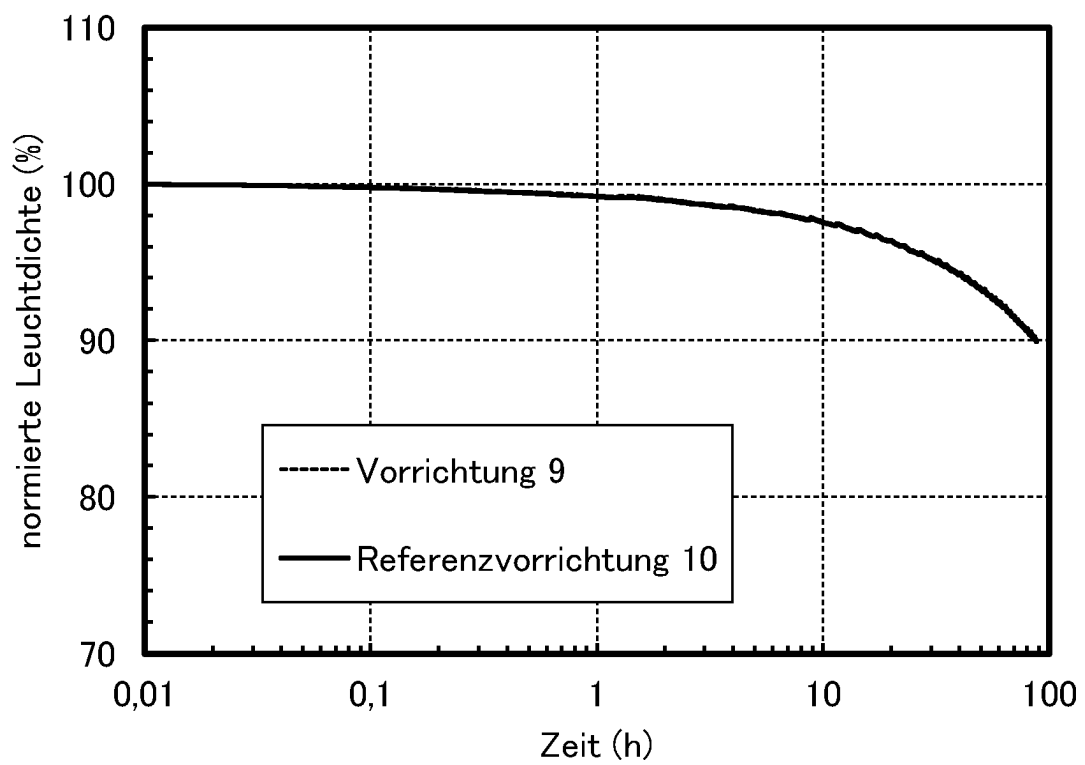


Fig. 50

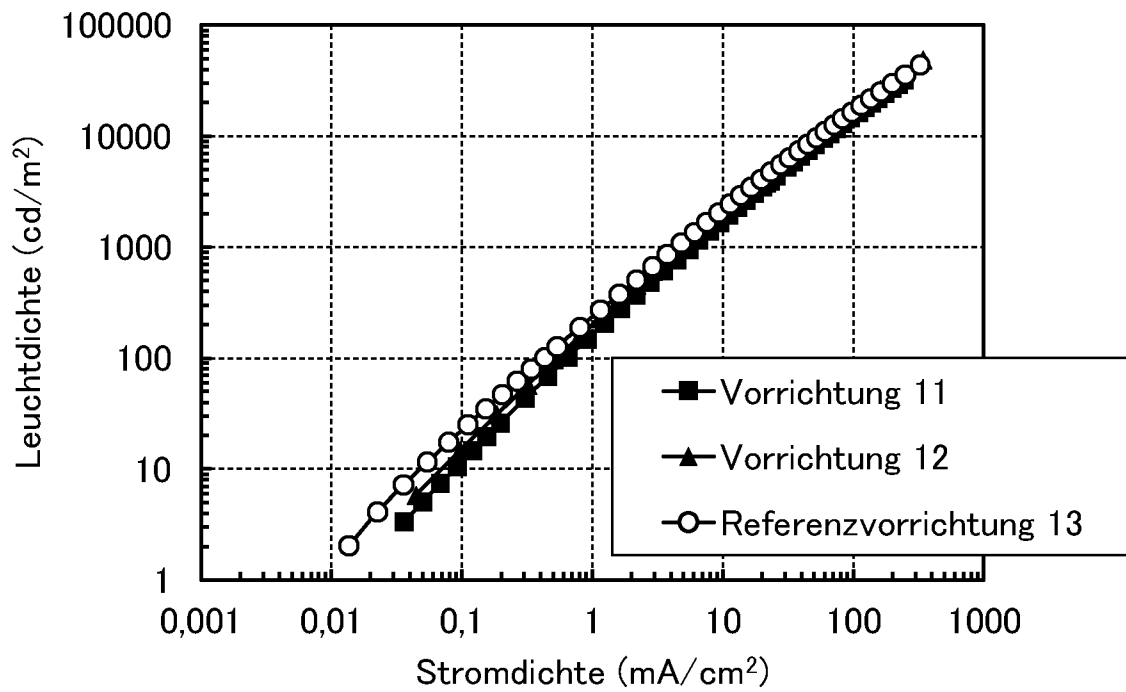


Fig. 51

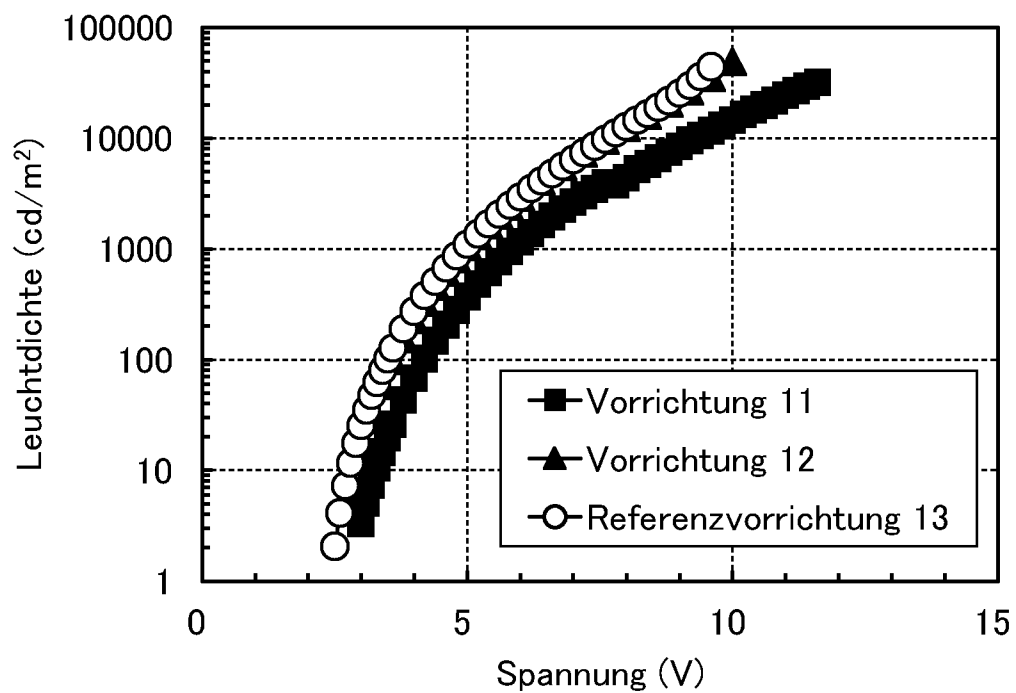


Fig. 52

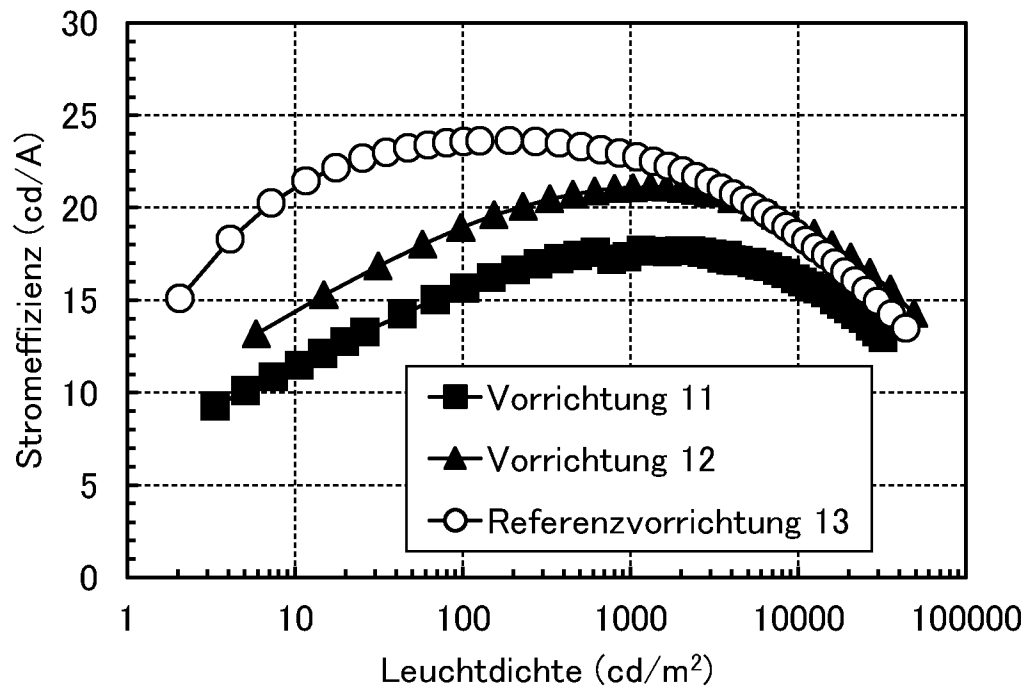


Fig. 53

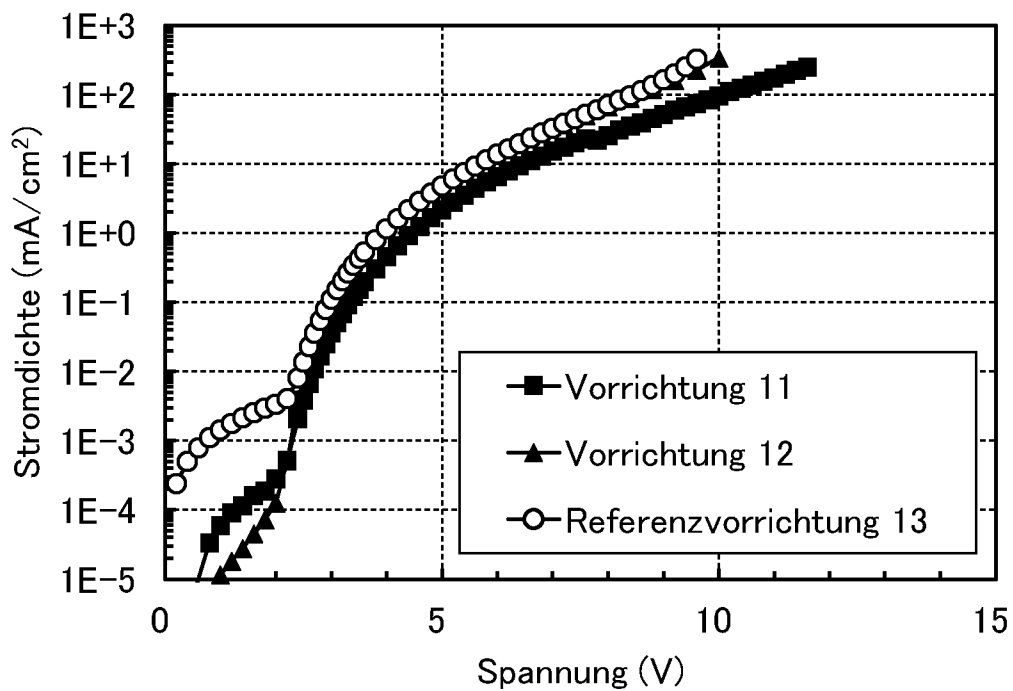


Fig. 54

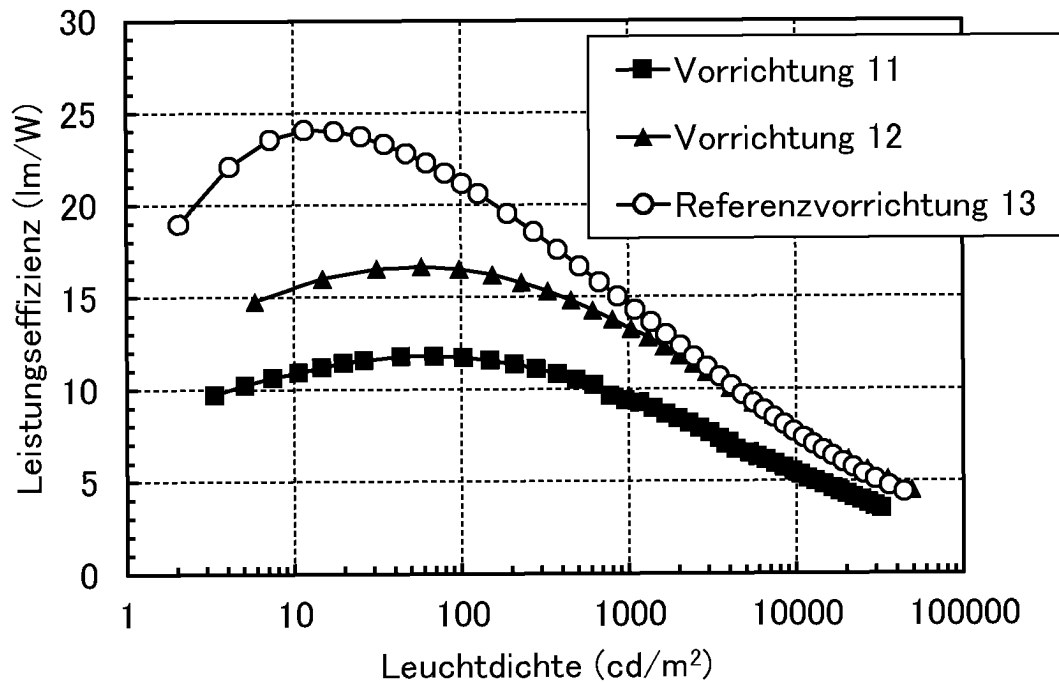


Fig. 55

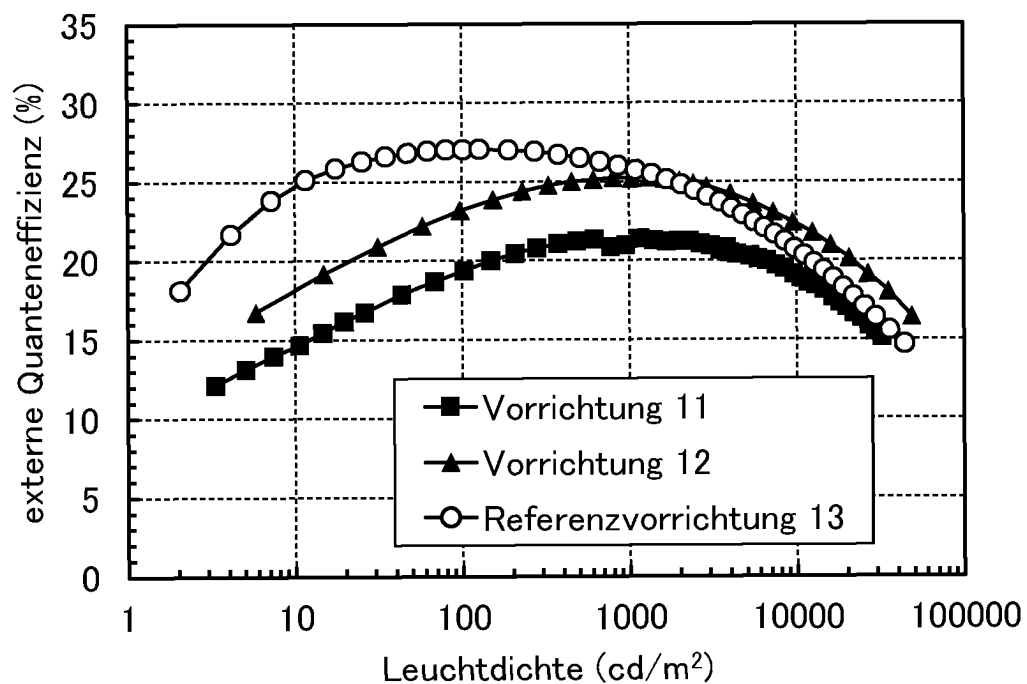


Fig. 56

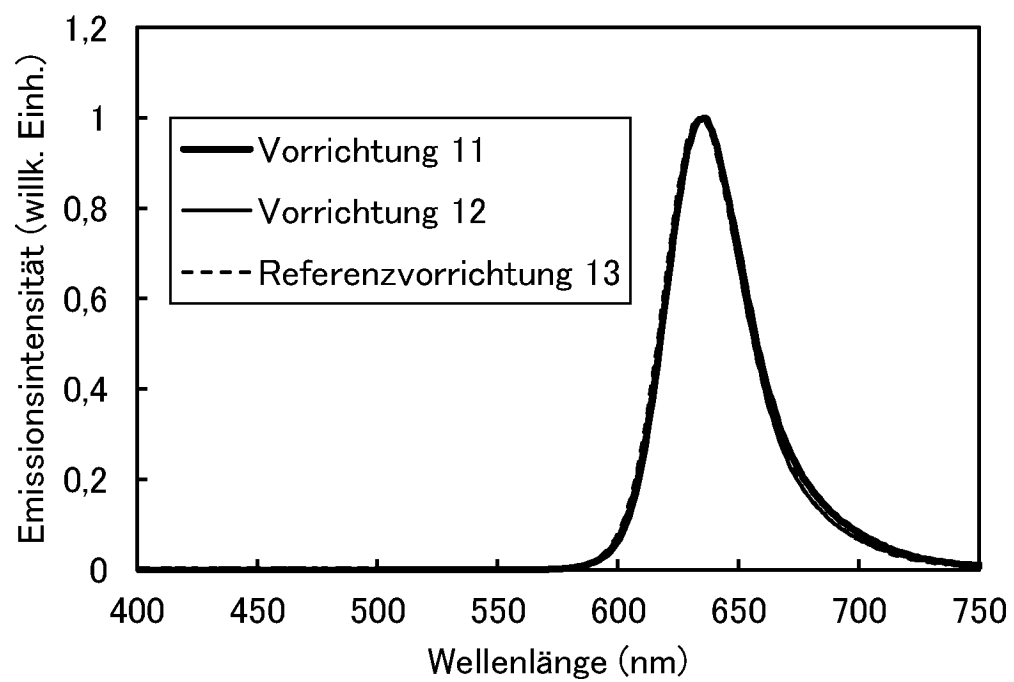


Fig. 57

