



(10) **DE 11 2018 001 365 T5** 2019.11.28

(12)

Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2018/167606**
in der deutschen Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2
IntPatÜG)

(51) Int Cl.: **C07D 491/048** (2006.01)
H01L 51/50 (2006.01)

(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2018 001 365.0**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/IB2018/051455**

(86) PCT-Anmeldetag: **07.03.2018**

(87) PCT-Veröffentlichungstag: **20.09.2018**

(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **28.11.2019**

(30) Unionspriorität:
2017-051536 16.03.2017 JP

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

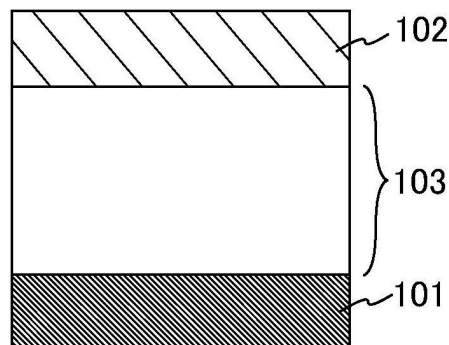
(72) Erfinder:
**Kurihara, Miki, Atsugi-shi, Kanagawa-ken, JP;
Yoshizumi, Hideko, Atsugi-shi, Kanagawa-ken,
JP; Watabe, Satomi, Atsugi-shi, Kanagawa-ken,
JP; Kido, Hiromitsu, Atsugi-shi, Kanagawa-ken,
JP; Seo, Satoshi, Atsugi-shi, Kanagawa-ken, JP**

(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: **Organische Verbindung, Licht emittierendes Element, Licht emittierende Vorrichtung,
elektronisches Gerät und Beleuchtungsvorrichtung**

(57) Zusammenfassung: Eine neuartige organische Verbindung wird bereitgestellt. Das heißt, es wird eine neuartige organische Verbindung bereitgestellt, die effektiv zur Verbesserung der Zuverlässigkeit eines Licht emittierenden Elements beiträgt. Die organische Verbindung beinhaltet einen kondensierten Ring mit einem Pyrimidinring und wird durch die allgemeine Formel (G1) dargestellt. In der allgemeinen Formel (G1) stellt A eine Gruppe mit 6 bis 100 Kohlenstoffatomen dar und beinhaltet mindestens einen von einem aromatischen Ring und einem heteroaromatischen Ring. Der aromatische Ring und der heteroaromatische Ring können jeweils einen Substituenten beinhalten. Darüber hinaus stellt Q Sauerstoff oder Schwefel dar. Ein Ring X stellt einen substituierten oder unsubstituierten Naphthalinring oder einen substituierten oder unsubstituierten Phenanthrenring dar.



Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung betrifft eine organische Verbindung, ein Licht emittierendes Element, eine Licht emittierende Vorrichtung, ein elektronisches Gerät und eine Beleuchtungsvorrichtung. Es sei angemerkt, dass eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung nicht auf das vorstehende technische Gebiet beschränkt ist. Das heißt, dass eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung einen Gegenstand, ein Verfahren, ein Herstellungsverfahren oder ein Betriebsverfahren betrifft. Eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung betrifft zusätzlich einen Prozess, eine Maschine, ein Erzeugnis und eine Zusammensetzung. Konkrete Beispiele umfassen eine Halbleitervorrichtung, eine Anzeigevorrichtung und eine Flüssigkristallanzeigevorrichtung.

Stand der Technik

[0002] Ein Licht emittierendes Element, das eine EL-Schicht zwischen einem Paar von Elektroden beinhaltet (auch als organisches EL-Element bezeichnet), weist Eigenschaften auf, wie z. B. Dünnheit, Leichtigkeit, eine hohe Reaktionsgeschwindigkeit auf eingegebene Signale und einen niedrigen Stromverbrauch; daher hat eine Anzeige, die ein derartiges Licht emittierendes Element beinhaltet, als Flachbildschirmanzeige der nächsten Generation Aufmerksamkeit auf sich gezogen.

[0003] Bei einem Licht emittierenden Element bewirkt eine Spannung, die zwischen einem Paar von Elektroden angelegt wird, eine Rekombination von Elektronen und Löchern, welche von den Elektroden injiziert werden, in einer EL-Schicht, was eine Licht emittierende Substanz (organische Verbindung), die in der EL-Schicht enthalten ist, in einen Anregungszustand versetzt. Licht wird emittiert, wenn die Licht emittierende Substanz von dem Anregungszustand in den Grundzustand zurückkehrt. Bei dem Anregungszustand kann es sich um einen Singulett-Anregungszustand (S^*) und einen Triplett-Anregungszustand (T^*) handeln. Eine Lichtemission von einem Singulett-Anregungszustand wird als Fluoreszenz bezeichnet, und eine Lichtemission von einem Triplett-Anregungszustand wird als Phosphoreszenz bezeichnet. Es wird davon ausgegangen, dass das statistische Erzeugungsverhältnis dieser bei dem Licht emittierenden Element $S^*:T^* = 1:3$ ist. Da das Spektrum des von einer Licht emittierenden Substanz emittierten Lichts von der Licht emittierenden Substanz abhängt, können durch Verwendung unterschiedlicher Arten von organischen Verbindungen als Licht emittierende Substanzen Licht emittierende Elemente erhalten werden, die verschiedene Farben aufweisen.

[0004] Um Elementeigenschaften eines derartigen Licht emittierenden Elements zu verbessern, sind die Verbesserung einer Elementstruktur, die Entwicklung eines Materials und dergleichen aktiv durchgeführt worden (siehe beispielsweise Patentdokument 1).

[Referenz]

[Patentdokument]

[0005] [Patentdokument 1] Japanische Patentoffenlegungsschrift Nr. 2010-182699

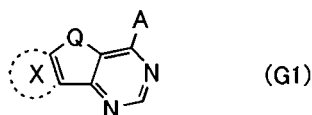
Offenbarung der Erfindung

[0006] Bei der Entwicklung von Licht emittierenden Elementen sind organische Verbindungen, die bei dem Licht emittierenden Element verwendet werden, sehr wichtig, um die Zuverlässigkeit zu verbessern. Somit ist es eine Aufgabe einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, eine neuartige organische Verbindung bereitzustellen. Das heißt, dass es eine Aufgabe ist, eine neuartige organische Verbindung bereitzustellen, die effektiv zur Verbesserung der Zuverlässigkeit eines Licht emittierenden Elements beiträgt. Eine weitere Aufgabe einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist, eine neuartige organische Verbindung bereitzustellen, die bei einem Licht emittierenden Element verwendet werden kann. Eine weitere Aufgabe einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist, eine neuartige organische Verbindung bereitzustellen, die in einer EL-Schicht eines Licht emittierenden Elements verwendet werden kann. Eine weitere Aufgabe ist, ein neuartiges und sehr zuverlässiges, Licht emittierendes Element bereitzustellen, bei dem eine neuartige organische Verbindung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung verwendet wird. Eine weitere Aufgabe ist, eine neuartige Licht emittierende Vorrichtung, ein neuartiges elektronisches Gerät oder eine neuartige Beleuchtungsvorrichtung bereitzustellen. Es sei angemerkt, dass die Beschreibung dieser Aufgaben dem Vorhandensein weiterer Aufgaben nicht im Wege steht. Bei einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung

ist es nicht notwendigerweise erforderlich, 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 organische Verbindung, die einen kondensierten Ring mit einem Pyrimidinring umfasst und durch die allgemeine Formel (G1) dargestellt wird.

[Chemische Formel 1]

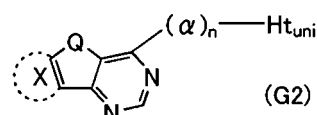


[0008] In der allgemeinen Formel (G1) stellt A eine Gruppe mit 6 bis 100 Kohlenstoffatomen dar und beinhaltet mindestens einen von einem aromatischen Ring und einem heteroaromatischen Ring. Es sei angemerkt, dass der aromatische Ring und der heteroaromatische Ring jeweils einen Substituenten beinhalten können. Darüber hinaus stellt Q Sauerstoff oder Schwefel dar. Ein Ring X stellt einen substituierten oder unsubstituierten Naphthalinring oder einen substituierten oder unsubstituierten Phenanthrenring dar.

[0009] In der obigen Struktur beinhaltet A vorzugsweise einen/eine oder mehrere von einem Benzolring, einem Naphthalinring, einem Fluorenring, einem Phenanthrenring, einem Triphenylenring, einem heteroaromatischen Ring mit einem Dibenzothiophenring, einem heteroaromatischen Ring mit einem Dibenzofuranring, einem heteroaromatischen Ring mit einem Carbazolring, einem Benzimidazolring und einer Triphenylaminstruktur, wobei die Ringe und die Struktur jeweils vorzugsweise einen Substituenten beinhalten.

[0010] Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist eine organische Verbindung, die durch die folgende allgemeine Formel (G2) dargestellt wird.

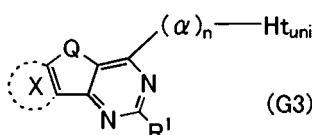
[Chemische Formel 2]



[0011] In der allgemeinen Formel (G2) stellt α eine substituierte oder unsubstituierte Phenylengruppe dar, und n stellt eine ganze Zahl von 0 bis 4 dar. Außerdem stellt Ht_{uni} ein Lochtransportgerüst dar. Darüber hinaus stellt Q Sauerstoff oder Schwefel dar. Ein Ring X stellt einen substituierten oder unsubstituierten Naphthalinring oder einen substituierten oder unsubstituierten Phenanthrenring dar.

[0012] Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist eine organische Verbindung, die durch die folgende allgemeine Formel (G3) dargestellt wird.

[Chemische Formel 3]

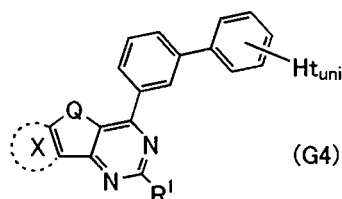


[0013] In der allgemeinen Formel (G3) stellt α eine substituierte oder unsubstituierte Phenylengruppe dar, und n stellt eine ganze Zahl von 1 bis 4 dar. Außerdem stellt Ht_{uni} ein Lochtransportgerüst dar. Darüber hinaus

stellt R^1 Wasserstoff, eine Alkylgruppe mit 1 bis 6 Kohlenstoffatomen, einen substituierten oder unsubstituierten monocyclischen gesättigten Kohlenwasserstoff mit 5 bis 7 Kohlenstoffatomen, einen substituierten oder unsubstituierten polycyclischen gesättigten Kohlenwasserstoff mit 7 bis 10 Kohlenstoffatomen oder eine substituierte oder unsubstituierte Arylgruppe mit 6 bis 13 Kohlenstoffatomen dar. Außerdem stellt Q Sauerstoff oder Schwefel dar. Ein Ring X stellt einen substituierten oder unsubstituierten Naphthalinring oder einen substituierten oder unsubstituierten Phenanthrenring dar.

[0014] Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist eine organische Verbindung, die durch die folgende allgemeine Formel (G4) dargestellt wird.

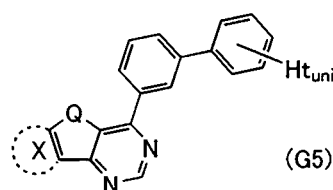
[Chemische Formel 4]



[0015] In der allgemeinen Formel (G4) stellt Ht_{uni} ein Lochtransportgerüst dar. Darüber hinaus stellt R^1 Wasserstoff, eine Alkylgruppe mit 1 bis 6 Kohlenstoffatomen, einen substituierten oder unsubstituierten monocyclischen gesättigten Kohlenwasserstoff mit 5 bis 7 Kohlenstoffatomen, einen substituierten oder unsubstituierten polycyclischen gesättigten Kohlenwasserstoff mit 7 bis 10 Kohlenstoffatomen oder eine substituierte oder unsubstituierte Arylgruppe mit 6 bis 13 Kohlenstoffatomen dar. Darüber hinaus stellt Q Sauerstoff oder Schwefel dar. Ein Ring X stellt einen substituierten oder unsubstituierten Naphthalinring oder einen substituierten oder unsubstituierten Phenanthrenring dar.

[0016] Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist eine organische Verbindung, die durch die folgende allgemeine Formel (G5) dargestellt wird.

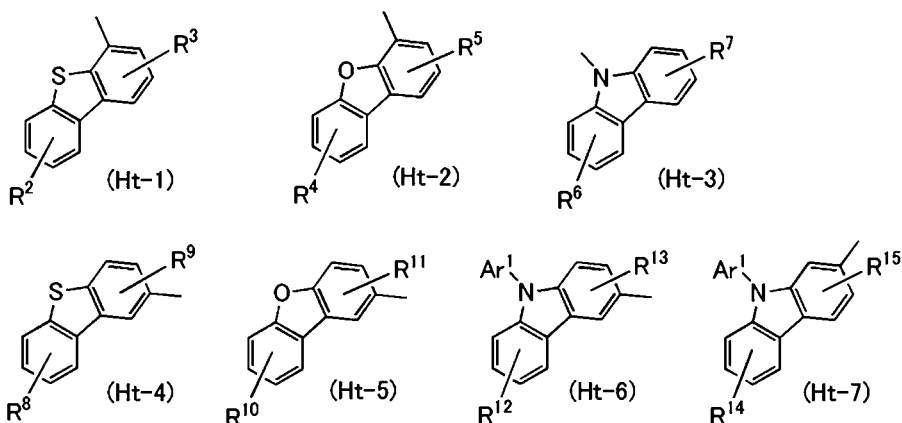
[Chemische Formel 5]



[0017] In der allgemeinen Formel (G5) stellt Ht_{uni} ein Lochtransportgerüst dar. Darüber hinaus stellt Q Sauerstoff oder Schwefel dar. Ein Ring X stellt einen substituierten oder unsubstituierten Naphthalinring oder einen substituierten oder unsubstituierten Phenanthrenring dar.

[0018] Die organischen Verbindungen von Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung, die durch die allgemeinen Formeln (G2) bis (G5) dargestellt werden, beinhalten jeweils vorzugsweise ein Lochtransportgerüst (Ht_{uni}). Es sei angemerkt, dass Ht_{uni} vorzugsweise eine Pyrrolringstruktur, eine Furanringstruktur oder eine Thiophenringstruktur aufweist. Insbesondere weist Ht_{uni} vorzugsweise eine Struktur auf, die durch eine der allgemeinen Formeln (Ht-1) bis (Ht-7) dargestellt wird.

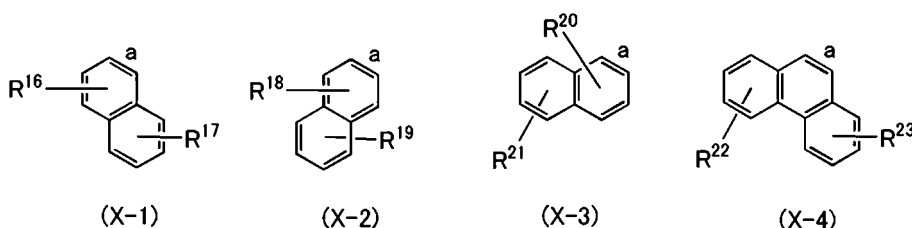
[Chemische Formeln 6]



[0019] In den allgemeinen Formeln (Ht-1) bis (Ht-7) stellen R² bis R¹⁵ jeweils 1 bis 4 Substituenten dar und sie stellen unabhängig voneinander Wasserstoff, eine Alkylgruppe mit 1 bis 6 Kohlenstoffatomen oder eine substituierte oder unsubstituierte Phenylgruppe dar. Darüber hinaus stellt Ar¹ eine substituierte oder unsubstituierte Arylgruppe mit 6 bis 13 Kohlenstoffatomen dar.

[0020] Der Ring X in den allgemeinen Formeln (G1) bis (G5) wird durch eine der allgemeinen Formeln (X-1) bis (X-4) dargestellt und ist mit einem benachbarten Ring an einer durch a dargestellten Position kondensiert.

[Chemische Formeln 7]



[0021] In den allgemeinen Formeln (X-1) bis (X-4) stellen R¹⁶ bis R²³ jeweils 1 bis 4 Substituenten dar und sie stellen unabhängig voneinander Wasserstoff, eine Alkylgruppe mit 1 bis 6 Kohlenstoffatomen oder eine substituierte oder unsubstituierte Phenylgruppe dar.

[0022] Eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist die organische Verbindung, die einen kondensierten Ring mit einem Pyrimidinring umfasst, d. h., die organische Verbindung weist vorzugsweise eine Struktur auf, bei der eine spezifische Ringstruktur mit einem mit dem Pyrimidinring kondensierten Heteroring kondensiert ist. Es sei angemerkt, dass sich die spezifische Ringstruktur auf die Struktur des Rings X in den allgemeinen Formeln (G1) bis (G5) bezieht und sich vorzugsweise beispielsweise auf eine der Strukturen bezieht, die durch die allgemeinen Formeln (X-1) bis (X-4) dargestellt werden.

[0023] Eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist die organische Verbindung, die einen kondensierten Ring mit einem Pyrimidinring umfasst, und die organische Verbindung kann ferner ein Lochtransportgerüst (Ht_{uni}) beinhalten. Es sei angemerkt, dass die organische Verbindung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung mit einer solchen Struktur eine bipolare Eigenschaft aufgrund einer Lochtransporteigenschaft von Ht_{uni} und einer Elektronentransporteigenschaft des kondensierten Rings mit dem Pyrimidinring aufweist. Wenn die organische Verbindung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung eine bipolare Eigenschaft aufweist, ist die Verwendung der organischen Verbindung als Wirtsmaterial sehr effektiv bei der Herstellung eines Licht emittierenden Elements, da das Auswahlpektrum für Gastmaterialien, die mit dem Wirtsmaterial kombiniert werden können, erweitert wird. Das Lochtransportgerüst (Ht_{uni}) weist vorzugsweise eine Pyrrolringstruktur, eine Furanringstruktur, eine Thiophenringstruktur oder dergleichen auf. Bevorzugter

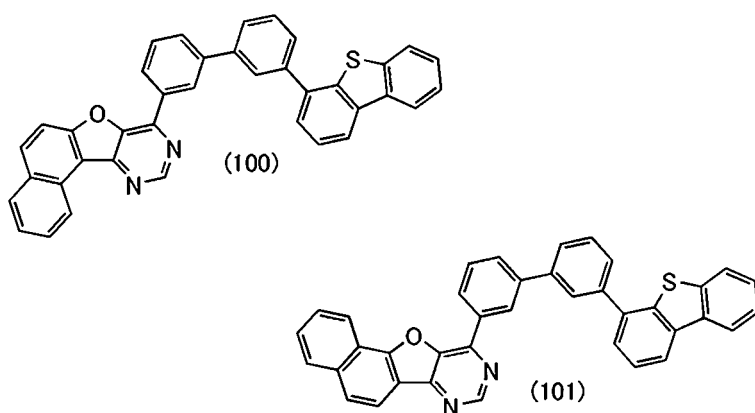
weist das Lochtransportgerüst (Ht_{uni}) eine Struktur auf, die durch eine der allgemeinen Formeln (Ht-1) bis (Ht-7) dargestellt wird.

[0024] Eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist die organische Verbindung, die einen kondensierten Ring mit einem Pyrimidinring umfasst. Wenn der kondensierte Ring, der einen Pyrimidinring aufweist, einen kondensierten Ring, wie z. B. einen substituierten oder unsubstituierten Naphthalinring oder einen substituierten oder unsubstituierten Phenanthrenring, umfasst, ist das LUMO weit über den kondensierten Ring verteilt, wodurch die organische Verbindung stabilisiert wird. Dadurch wird der elektrische Widerstand gegen Elektronen erhöht. Darüber hinaus wird die Stabilität gegen ein Exziton erhöht. Daher wird die Struktur, bei der der kondensierte Ring mit einem Pyrimidinring den kondensierten Ring umfasst, vorzugsweise für eine Transportschicht und eine Licht emittierende Schicht verwendet, wobei in diesem Fall die Zuverlässigkeit eines Licht emittierenden Elements verbessert wird.

[0025] Die organischen Verbindungen von Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung, die durch die allgemeinen Formeln (G1), (G2) und (G5) dargestellt werden, in denen jeweils ein Kohlenstoffatom zwischen zwei Stickstoffatomen, die einen Pyrimidinring bilden, an ein als Substituent dienendes Wasserstoffatom gebunden ist, weisen tendenziell tiefere LUMO-Niveaus auf als eine organische Verbindung, in der ein Kohlenstoffatom an einen anderen Substituenten als ein Wasserstoffatom gebunden ist. Somit wird ein Exciplex leicht durch eine bzw. von einer Vielzahl von Wirtsmaterialien gebildet, und es ist vorzuziehen, ein Element zu verwenden, das die Energieübertragung von dem Exciplex, der durch die Vielzahl von Wirtsmaterialien gebildet wird, auf ein Gastmaterial nutzt (diese Energieübertragung wird auch als ExTET bezeichnet), da dadurch die Emissionseffizienz erhöht werden kann.

[0026] Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist eine organische Verbindung, die durch die Strukturformel (100) oder die Strukturformel (101) dargestellt wird.

[Chemische Formeln 8]



[0027] Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist ein Licht emittierendes Element, das unter Verwendung einer organischen Verbindung ausgebildet wird, die einen kondensierten Ring mit einem Pyrimidinring umfasst. Die vorliegende Erfindung umfasst auch ein Licht emittierendes Element, das unter Verwendung der vorstehenden organischen Verbindung und eines Gastmaterials ausgebildet wird.

[0028] Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist ein Licht emittierendes Element, das die organische Verbindung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung beinhaltet. Es sei angemerkt, dass die vorliegende Erfindung auch ein Licht emittierendes Element umfasst, bei dem eine EL-Schicht, die zwischen einem Paar von Elektroden bereitgestellt ist, oder eine Licht emittierende Schicht, die in der EL-Schicht enthalten ist, die organische Verbindung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung enthält. Zusätzlich zu den vorstehenden Licht emittierenden Elementen ist auch eine Licht emittierende Vorrichtung, die einen Transistor, ein Substrat oder dergleichen beinhaltet, auch im Schutzbereich der Erfindung enthalten. Zusätzlich zu der Licht emittierenden Vorrichtung sind auch ein elektronisches Gerät und eine Beleuchtungsvorrichtung, welche ein Mikrofon, eine Kamera, einen Bedienknopf, einen externen Verbindungsabschnitt, ein Gehäuse, eine Abdeckung, eine Halterung (support), einen Lautsprecher oder dergleichen beinhalten, im Schutzbereich der Erfindung enthalten.

[0029] Der Schutzbereich einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung umfasst eine Licht emittierende Vorrichtung, die ein Licht emittierendes Element beinhaltet, und eine Beleuchtungsvorrichtung, die die Licht emittierende Vorrichtung beinhaltet. Die Licht emittierende Vorrichtung in dieser Beschreibung bezeichnet demzufolge eine Bildanzeigevorrichtung und eine Lichtquelle (darunter auch eine Beleuchtungsvorrichtung). Zusätzlich umfasst die Kategorie der Licht emittierenden Vorrichtung alle folgenden Module: ein Modul, bei dem ein Verbinder, wie z. B. eine flexible gedruckte Schaltung (flexible printed circuit, FPC) oder ein Tape Carrier Package (TCP) mit einer Licht emittierenden Vorrichtung verbunden ist, ein Modul, bei dem eine gedruckte Leiterplatte am Ende eines TCP bereitgestellt ist, und ein Modul, bei dem eine integrierte Schaltung (integrated circuit, IC) durch ein Chip-on-Glass-(COG-) Verfahren direkt an einem Licht emittierenden Element montiert ist.

[0030] Einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung entsprechend kann eine neuartige organische Verbindung bereitgestellt werden. Mit anderen Worten: Eine neuartige organische Verbindung, die effektiv zur Verbesserung der Zuverlässigkeit eines Licht emittierenden Elements beiträgt, kann bereitgestellt werden. Einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung entsprechend kann eine neuartige organische Verbindung bereitgestellt werden, die bei einem Licht emittierenden Element verwendet werden kann. Entsprechend einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann eine neuartige organische Verbindung bereitgestellt werden, die in einer EL-Schicht eines Licht emittierenden Elements verwendet werden kann. Entsprechend einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann ein neuartiges und sehr zuverlässiges Licht emittierendes Element bereitgestellt werden, bei dem eine neuartige organische Verbindung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung verwendet wird. Zudem kann eine neuartige Licht emittierende Vorrichtung, ein neuartiges elektronisches Gerät oder eine neuartige Beleuchtungsvorrichtung bereitgestellt werden. Es sei angemerkt, dass die Beschreibung dieser Effekte dem Vorhandensein weiterer Effekte nicht im Wege steht. Bei einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist es nicht notwendigerweise erforderlich, sämtliche Effekte zu erzielen. Weitere Effekte werden aus der Erläuterung der Beschreibung, der Zeichnungen, der Patentansprüche und dergleichen ersichtlich und können davon abgeleitet werden

Figurenliste

[0031] In den begleitenden Zeichnungen:

Fig. 1A bis Fig. 1E veranschaulichen Strukturen von Licht emittierenden Elementen;

Fig. 2A bis Fig. 2C veranschaulichen Licht emittierende Vorrichtungen;

Fig. 3A und Fig. 3B veranschaulichen eine Licht emittierende Vorrichtung;

Fig. 4A bis Fig. 4G veranschaulichen elektronische Geräte;

Fig. 5A bis Fig. 5C veranschaulichen ein elektronisches Gerät;

Fig. 6A und Fig. 6B veranschaulichen ein Fahrzeug;

Fig. 7A bis Fig. 7D veranschaulichen Beleuchtungsvorrichtungen;

Fig. 8 veranschaulicht Beleuchtungsvorrichtungen;

Fig. 9 ist ein ^1H -NMR-Diagramm einer organischen Verbindung, die durch die Strukturformel **(100)** dargestellt wird;

Fig. 10A und Fig. 10B zeigen jeweils ein UV-VIS-Absorptionsspektrum und ein Emissionsspektrum der organischen Verbindung, die durch die Strukturformel **(100)** dargestellt wird;

Fig. 11 zeigt UHPLC-Ergebnisse der organischen Verbindung, die durch die Strukturformel **(100)** dargestellt wird;

Fig. 12 ist ein ^1H -NMR-Diagramm einer organischen Verbindung, die durch die Strukturformel **(101)** dargestellt wird;

Fig. 13 veranschaulicht ein Licht emittierendes Element;

Fig. 14 zeigt Emissionsspektren eines Licht emittierenden Elements **1**, eines Licht emittierenden Vergleichselements **2** und eines Licht emittierenden Vergleichselements **3**;

Fig. 15 zeigt die Zuverlässigkeit des Licht emittierenden Elements **1**, des Licht emittierenden Vergleichselements **2** und des Licht emittierenden Vergleichselements **3**;

Fig. 16 zeigt Emissionsspektren eines Licht emittierenden Elements **4** und eines Licht emittierenden Elements **5**;

Fig. 17 zeigt Emissionsspektren eines Licht emittierenden Elements **6** und eines Licht emittierenden Vergleichselements **7**; und

Fig. 18 zeigt die Zuverlässigkeit des Licht emittierenden Elements **6** und des Licht emittierenden Vergleichselements **7**.

Beste Art zum Ausführen der Erfindung

[0032] Nachfolgend werden Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beschrieben. Es sei angemerkt, dass die vorliegende Erfindung nicht auf die folgende Beschreibung beschränkt ist; die Arten und Details der vorliegenden Erfindung können auf verschiedene Weise modifiziert werden, ohne vom Grundgedanken und Schutzbereich der vorliegenden Erfindung abzuweichen. Daher sollte die vorliegende Erfindung nicht als auf die Beschreibung der folgenden Ausführungsformen beschränkt angesehen werden.

[0033] Es sei angemerkt, dass die Position, die Größe, der Bereich oder dergleichen jeder Komponente, die in Zeichnungen und dergleichen dargestellt ist, in einigen Fällen zum leichten Verständnis nicht genau dargestellt ist. Die offenbarte Erfindung ist daher nicht notwendigerweise auf die Position, die Größe, den Bereich oder dergleichen beschränkt, welche in den Zeichnungen und dergleichen offenbart sind.

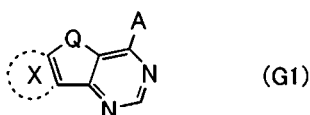
[0034] Bei der auf den Zeichnungen beruhenden Erläuterung der Strukturen der vorliegenden Erfindung in dieser Beschreibung und dergleichen werden gleiche Komponenten in unterschiedlichen Zeichnungen mit dem gleichen Bezugszeichen versehen.

(Ausführungsform 1)

[0035] Bei dieser Ausführungsform werden organische Verbindungen von Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung beschrieben.

[0036] Die bei dieser Ausführungsform beschriebene organische Verbindung beinhaltet einen kondensierten Ring mit einem Pyrimidinring und weist eine Struktur auf, die durch die allgemeine Formel (G1) dargestellt wird.

[Chemische Formel 9]

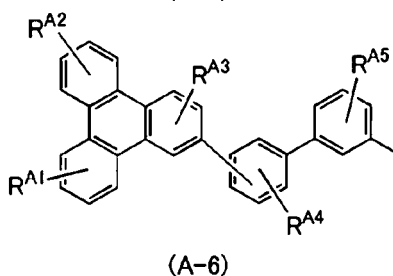
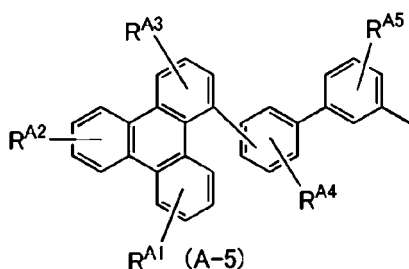
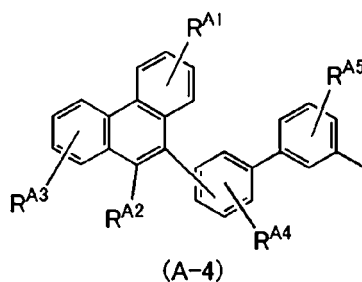
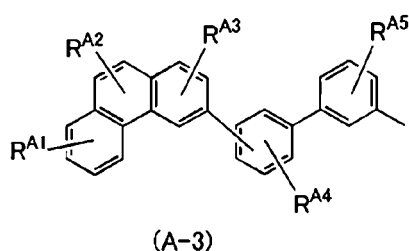
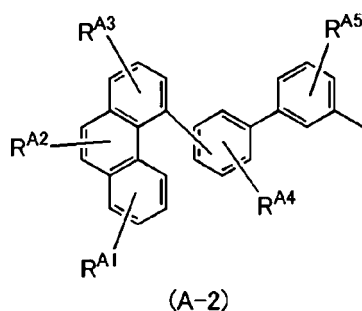
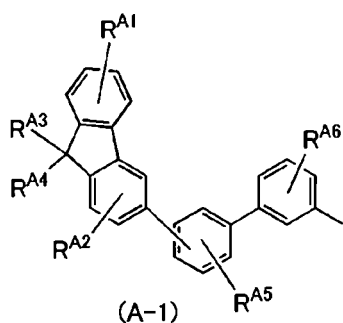


[0037] Es sei angemerkt, dass in der allgemeinen Formel (G1) A eine Gruppe mit 6 bis 100 Kohlenstoffatomen darstellt und mindestens einen von einem aromatischen Ring und einem heteroaromatischen Ring umfasst. Der aromatische Ring und der heteroaromatische Ring können jeweils einen Substituenten beinhalten. Darüber hinaus stellt Q Sauerstoff oder Schwefel dar. Ein Ring X stellt einen substituierten oder unsubstituierten Naphthalinring oder einen substituierten oder unsubstituierten Phenanthrenring dar.

[0038] In der allgemeinen Formel (G1) beinhaltet A vorzugsweise einen/eine oder mehrere von einem Benzolring, einem Naphthalinring, einem Fluorenring, einem Phenanthrenring, einem Triphenylenring, einem heteroaromatischen Ring mit einem Dibenzothiophenring, einem heteroaromatischen Ring mit einem Dibenzofuranring, einem heteroaromatischen Ring mit einem Carbazolring, einem Benzimidazolring und einer Triphenylaminstruktur, wobei die Ringe und die Struktur jeweils vorzugsweise einen Substituenten beinhalten.

[0039] Typische Beispiele für A, d. h. die Gruppe mit 6 bis 100 Kohlenstoffatomen, in der allgemeinen Formel (G1) umfassen Gruppen, die durch die allgemeinen Formeln (A-1) bis (A-6) dargestellt werden. Es sei angemerkt, dass die unten gezeigten Gruppen lediglich typische Beispiele sind und die Gruppe mit 6 bis 100 Kohlenstoffatomen nicht auf diese Beispiele beschränkt ist.

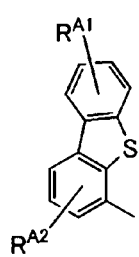
[Chemische Formeln 10]



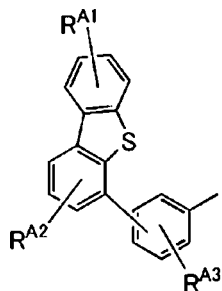
[0040] In den allgemeinen Formeln (A-1) bis (A-6) stellen R^{A1} bis R^{A6} jeweils 1 bis 4 Substituenten dar, und die Substituenten stellen unabhängig voneinander Wasserstoff, eine Alkylgruppe mit 1 bis 6 Kohlenstoffatomen, einen substituierten oder unsubstituierten monocyclischen gesättigten Kohlenwasserstoff mit 5 bis 7 Kohlenstoffatomen, einen substituierten oder unsubstituierten polycyclischen gesättigten Kohlenwasserstoff mit 7 bis 10 Kohlenstoffatomen und eine substituierte oder unsubstituierte Arylgruppe mit 6 bis 13 Kohlenstoffatomen dar.

[0041] Weitere typische Beispiele für A, d. h. die Gruppe mit 6 bis 100 Kohlenstoffatomen, in der allgemeinen Formel (G1) umfassen Gruppen, die durch die allgemeinen Formeln (A-10) bis (A-25) dargestellt werden. Es sei angemerkt, dass die unten gezeigten Gruppen lediglich typische Beispiele sind und A nicht auf diese Beispiele beschränkt ist.

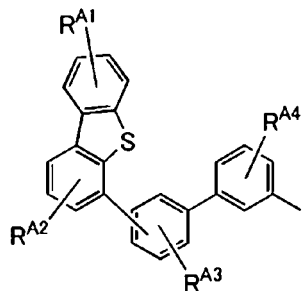
[Chemische Formeln 11]



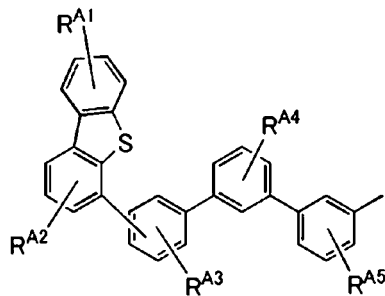
(A-10)



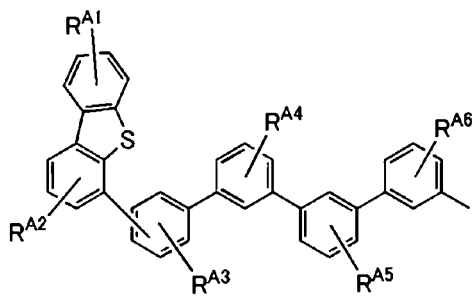
(A-11)



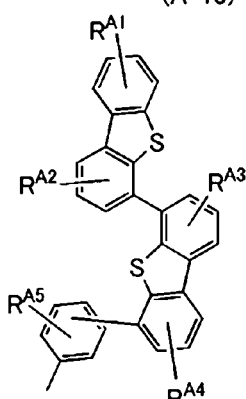
(A-12)



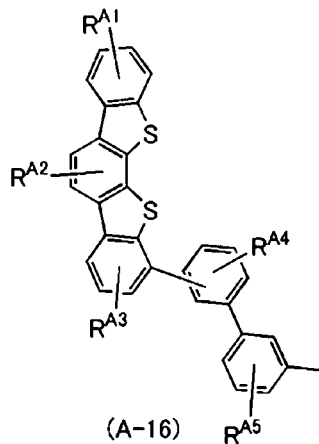
(A-13)



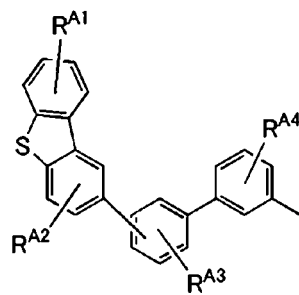
(A-14)



(A-15)

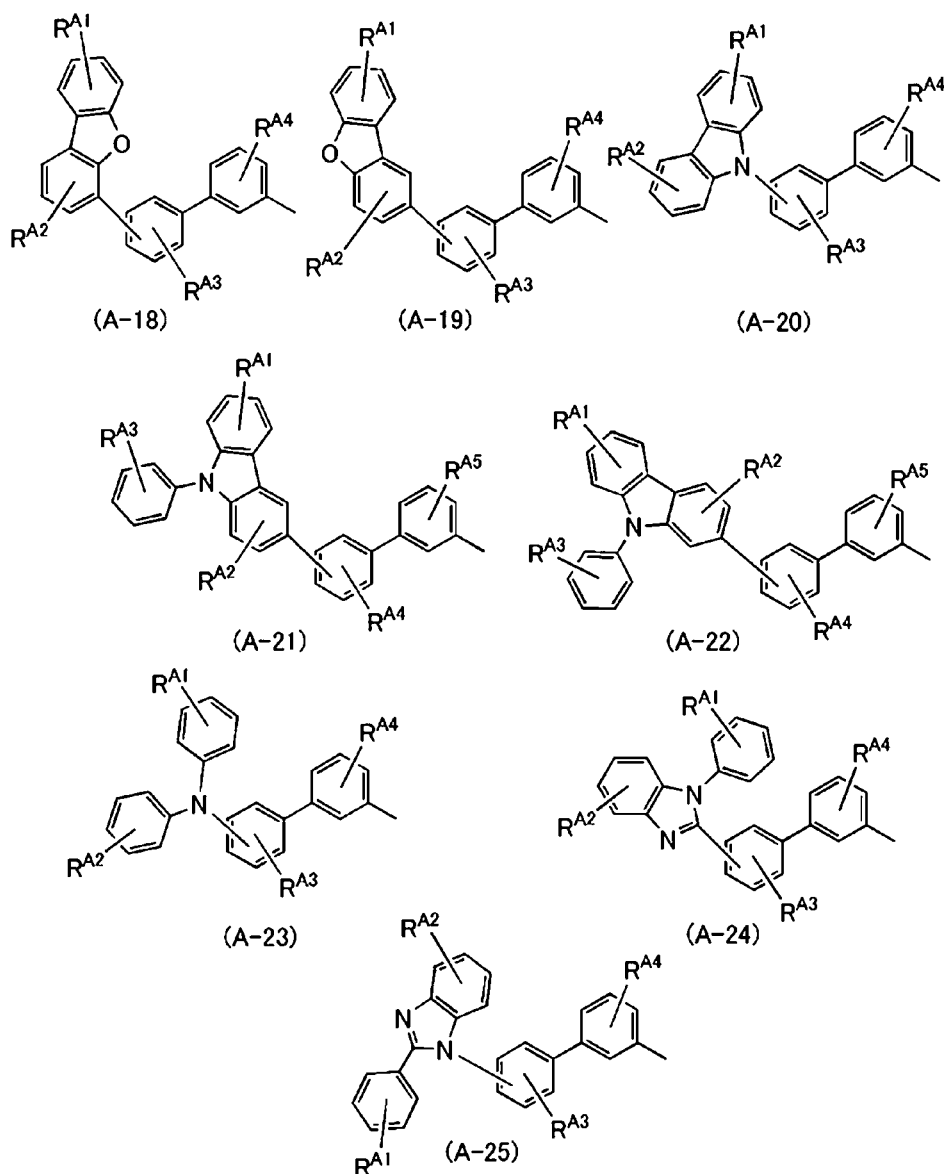


(A-16)



(A-17)

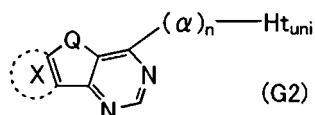
[Chemische Formeln 12]



[0042] In den allgemeinen Formeln (A-10) bis (A-25) stellen R^{A1} bis R^{A6} jeweils 1 bis 4 Substituenten dar, und die Substituenten stellen unabhängig voneinander Wasserstoff, eine Alkylgruppe mit 1 bis 6 Kohlenstoffatomen, einen substituierten oder unsubstituierten monocyclischen gesättigten Kohlenwasserstoff mit 5 bis 7 Kohlenstoffatomen, einen substituierten oder unsubstituierten polycyclischen gesättigten Kohlenwasserstoff mit 7 bis 10 Kohlenstoffatomen und eine substituierte oder unsubstituierte Arylgruppe mit 6 bis 13 Kohlenstoffatomen dar. Wenn R^{A1} bis R^{A6} jeweils den Substituenten darstellen, wird davon ausgegangen, dass der Substituent eine Gruppe ist, die die Eigenschaften der Verbindung nicht wesentlich verändert, wie beispielsweise eine Alkylgruppe mit 1 bis 3 Kohlenstoffatomen.

[0043] Eine weitere bei dieser Ausführungsform beschriebene organische Verbindung beinhaltet einen kondensierten Ring mit einem Pyrimidinring und weist eine Struktur auf, die durch die allgemeine Formel (G2) dargestellt wird.

[Chemische Formel 13]

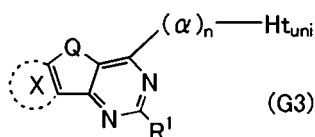


[0044] Es sei angemerkt, dass in der allgemeinen Formel (G2) α eine substituierte oder unsubstituierte Phenylengruppe darstellt, und n stellt eine ganze Zahl von 0 bis 4 dar. Außerdem stellt Ht_{uni} ein Lochtransportgerüst dar. Darüber hinaus stellt Q Sauerstoff oder Schwefel dar. Der Ring X stellt einen substituierten oder unsubstituierten Naphthalinring oder einen substituierten oder unsubstituierten Phenanthrenring dar.

[0045] In der allgemeinen Formel (G2) ist n vorzugsweise 1 oder mehr, um die Wechselwirkung zwischen Ht_{uni} und dem Ring X zu unterbinden bzw. zu verhindern und ein hohes Triplett-Anregungsniveau (T_1 -Niveau) aufrechtzuerhalten; um eine thermophysikalische Eigenschaft und die Stabilität eines Moleküls zu verbessern, ist n vorzugsweise 2. Außerdem ist, wenn n gleich 2 ist, die zweiwertige Gruppe, die durch α und n dargestellt wird, vorzugsweise eine 1,1'-Biphenyl-3,3'-diylgruppe oder eine 1,1'-Biphenyl-3,4'-diylgruppe.

[0046] Eine weitere bei dieser Ausführungsform beschriebene organische Verbindung beinhaltet einen kondensierten Ring mit einem Pyrimidinring und weist eine Struktur auf, die durch die allgemeine Formel (G3) dargestellt wird.

[Chemische Formel 14]

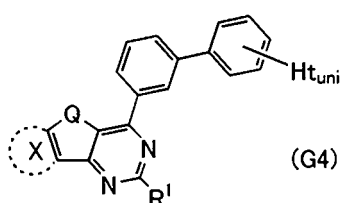


[0047] Es sei angemerkt, dass in der allgemeinen Formel (G3) α eine substituierte oder unsubstituierte Phenylengruppe darstellt, und n stellt eine ganze Zahl von 1 bis 4 dar. Außerdem stellt Ht_{uni} ein Lochtransportgerüst dar. Darüber hinaus stellt R^1 Wasserstoff, eine Alkylgruppe mit 1 bis 6 Kohlenstoffatomen, einen substituierten oder unsubstituierten monocyclischen gesättigten Kohlenwasserstoff mit 5 bis 7 Kohlenstoffatomen, einen substituierten oder unsubstituierten polycyclischen gesättigten Kohlenwasserstoff mit 7 bis 10 Kohlenstoffatomen oder eine substituierte oder unsubstituierte Arylgruppe mit 6 bis 13 Kohlenstoffatomen dar. Darüber hinaus stellt Q Sauerstoff oder Schwefel dar. Der Ring X stellt einen substituierten oder unsubstituierten Naphthalinring oder einen substituierten oder unsubstituierten Phenanthrenring dar.

[0048] In der allgemeinen Formel (G3) ist n 1 oder mehr, um die Wechselwirkung zwischen Ht_{uni} und dem Ring X oder R^1 zu unterbinden und ein hohes Triplett-Anregungsniveau (T_1 -Niveau) aufrechtzuerhalten; um eine thermophysikalische Eigenschaft und die Stabilität eines Moleküls zu verbessern, ist n vorzugsweise 2. Außerdem ist, wenn n gleich 2 ist, die zweiwertige Gruppe, die durch α und n dargestellt wird, vorzugsweise eine 1,1'-Biphenyl-3,3'-diylgruppe oder eine 1,1'-Biphenyl-3,4'-diylgruppe.

[0049] Eine weitere bei dieser Ausführungsform beschriebene organische Verbindung beinhaltet einen kondensierten Ring mit einem Pyrimidinring und weist eine Struktur auf, die durch die allgemeine Formel (G4) dargestellt wird.

[Chemische Formel 15]

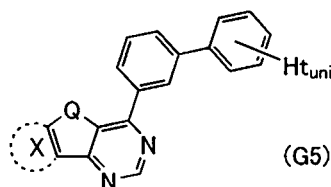


[0050] Es sei angemerkt, dass in der allgemeinen Formel (G4) Ht_{uni} ein Lochtransportgerüst darstellt. Darüber hinaus stellt R^1 Wasserstoff, eine Alkylgruppe mit 1 bis 6 Kohlenstoffatomen, einen substituierten oder unsubstituierten monocyclischen gesättigten Kohlenwasserstoff mit 5 bis 7 Kohlenstoffatomen, einen substituierten oder unsubstituierten polycyclischen gesättigten Kohlenwasserstoff mit 7 bis 10 Kohlenstoffatomen oder eine substituierte oder unsubstituierte Arylgruppe mit 6 bis 13 Kohlenstoffatomen dar. Darüber hinaus stellt Q Sau-

erstoff oder Schwefel dar. Der Ring X stellt einen substituierten oder unsubstituierten Naphthalinring oder einen substituierten oder unsubstituierten Phenanthrenring dar.

[0051] Eine weitere bei dieser Ausführungsform beschriebene organische Verbindung beinhaltet einen kondensierten Ring mit einem Pyrimidinring und weist eine Struktur auf, die durch die allgemeine Formel (G5) dargestellt wird.

[Chemische Formel 16]

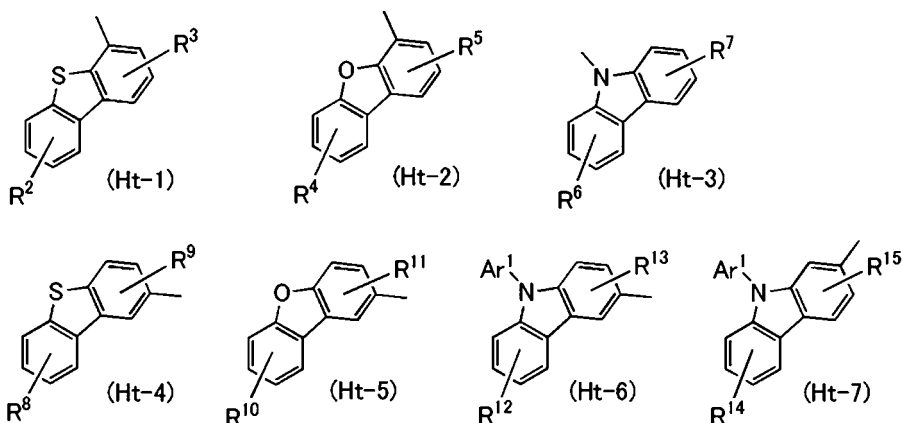


[0052] Es sei angemerkt, dass in der allgemeinen Formel (G5) Ht_{uni} ein Lochtransportgerüst darstellt. Außerdem stellt Q Sauerstoff oder Schwefel dar. Der Ring X stellt einen substituierten oder unsubstituierten Naphthalinring oder einen substituierten oder unsubstituierten Phenanthrenring dar.

[0053] In den allgemeinen Formeln (G2) bis (G5) weist Ht_{uni} vorzugsweise eine Pyrrolringstruktur, eine Furanringstruktur oder eine Thiophenringstruktur auf. Beispiele für einen Ring, der in diesen Ringstrukturen enthalten ist, umfassen einen Pyrrolring, einen Furanring, einen Thiophenring, einen Indolring, einen Isoindolring, einen Benzofuranring, einen Isobenzofuranring, einen Benzothiophenring, einen Isobenzothiophenring, einen Carbazolring, einen Dibenzofuranring, einen Dibenzothiophenring, einen Naphthofuranring, einen Naphthothiophenring, einen Benzocarbazolring, einen Dibenzocarbazolring, einen Benzonaphthofuranring, einen Benzonaphthothiophenring und einen Benzothienobenzothiophenring. Darüber hinaus können diese Ringe jeweils einen der später beschriebenen Substituenten beinhalten.

[0054] In den allgemeinen Formeln (G2) bis (G5) weist Ht_{uni} vorzugsweise eine Struktur auf, die durch eine der allgemeinen Formeln (Ht-1) bis (Ht-7) dargestellt wird.

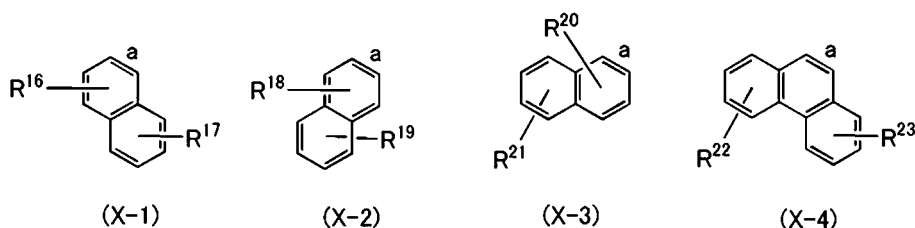
[Chemische Formeln 17]



[0055] In den allgemeinen Formeln (Ht-1) bis (Ht-7) stellen R^2 bis R^{15} jeweils 1 bis 4 Substituenten dar und sie stellen unabhängig voneinander Wasserstoff, eine Alkylgruppe mit 1 bis 6 Kohlenstoffatomen oder eine substituierte oder unsubstituierte Phenylgruppe dar. Darüber hinaus stellt Ar^1 eine substituierte oder unsubstituierte Arylgruppe mit 6 bis 13 Kohlenstoffatomen dar.

[0056] Der Ring X in den allgemeinen Formeln (G1) bis (G5) wird durch eine der allgemeinen Formeln (X-1) bis (X-4) dargestellt und ist mit einem benachbarten Ring an einer durch a dargestellten Position kondensiert.

[Chemische Formeln 18]



[0057] In den allgemeinen Formeln (X-1) bis (X-4) stellen R^{16} bis R^{23} jeweils 1 bis 4 Substituenten dar und sie stellen unabhängig voneinander Wasserstoff, eine Alkylgruppe mit 1 bis 6 Kohlenstoffatomen oder eine substituierte oder unsubstituierte Phenylgruppe dar.

[0058] Die organischen Verbindungen von Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung beinhalten jeweils einen kondensierten Ring mit einem Pyrimidinring. Es sei angemerkt, dass ein Licht emittierendes Element, bei dem eine spezifische Ringstruktur mit einem mit einem Pyrimidinring kondensierten Heteroring kondensiert ist, eine höhere Zuverlässigkeit aufweisen kann als ein Licht emittierendes Element, bei dem eine der Ringstrukturen, die nicht die spezifische Ringstruktur sind, mit einem mit einem Pyrimidinring kondensierten Heteroring kondensiert ist. Somit kann ein Licht emittierendes Element, das eine organische Verbindung beinhaltet, in der der Ring X in den allgemeinen Formeln (G1) bis (G5) mit einem benachbarten Ring (einem Heteroring, der mit einem Pyrimidinring kondensiert ist) an einer Position a in einer spezifischen Ringstruktur, die durch eine der allgemeinen Formeln (X-1) bis (X-4) dargestellt wird, kondensiert ist, eine höhere Zuverlässigkeit aufweisen als ein Licht emittierendes Element, das eine organische Verbindung beinhaltet, in der eine der anderen Ringstrukturen fusioniert ist.

[0059] Die organischen Verbindungen von Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung beinhalten jeweils einen kondensierten Ring mit einem Pyrimidinring und können ferner ein Lochtransportgerüst (Ht_{uni}) beinhalten. Es sei angemerkt, dass die organische Verbindung mit einer solchen Struktur eine bipolare Eigenschaft aufgrund einer Lochtransporteigenschaft von Ht_{uni} und einer Elektronentransporteigenschaft des kondensierten Rings mit dem Pyrimidinring aufweist. Wenn die organische Verbindung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung eine bipolare Eigenschaft aufweist, ist die Verwendung der organischen Verbindung als Wirtsmaterial sehr effektiv bei der Herstellung eines Licht emittierenden Elements, da das Auswahlpektrum für Gastmaterialien, die mit dem Wirtsmaterial kombiniert werden können, erweitert wird. Das Lochtransportgerüst (Ht_{uni}) weist vorzugsweise eine Pyrrolringstruktur, eine Furanringstruktur, eine Thiophenringstruktur oder dergleichen auf. Insbesondere weist das Lochtransportgerüst (Ht_{uni}) vorzugsweise eine Struktur auf, die durch eine der allgemeinen Formeln (Ht-1) bis (Ht-7) dargestellt wird.

[0060] In dem Fall, in dem der aromatische Ring, der heteroaromatische Ring, der substituierte oder unsubstituierte Naphthalinring oder der substituierte oder unsubstituierte Phenanthrenring in der allgemeinen Formel (G1); die substituierte oder unsubstituierte Phenylengruppe, der substituierte oder unsubstituierte Naphthalinring oder der substituierte oder unsubstituierte Phenanthrenring in der allgemeinen Formel (G2); die substituierte oder unsubstituierte Phenylengruppe, der substituierte oder unsubstituierte monocyclische gesättigte Kohlenwasserstoff mit 5 bis 7 Kohlenstoffatomen, der substituierte oder unsubstituierte polycyclische gesättigte Kohlenwasserstoff mit 7 bis 10 Kohlenstoffatomen, die substituierte oder unsubstituierte Arylgruppe mit 6 bis 13 Kohlenstoffatomen, der substituierte oder unsubstituierte Naphthalinring oder der substituierte oder unsubstituierte Phenanthrenring in der allgemeinen Formel (G3); der substituierte oder unsubstituierte monocyclische gesättigte Kohlenwasserstoff mit 5 bis 7 Kohlenstoffatomen, der substituierte oder unsubstituierte polycyclische gesättigte Kohlenwasserstoff mit 7 bis 10 Kohlenstoffatomen, die substituierte oder unsubstituierte Arylgruppe mit 6 bis 13 Kohlenstoffatomen, der substituierte oder unsubstituierte Naphthalinring oder der substituierte oder unsubstituierte Phenanthrenring in der allgemeinen Formel (G4); der substituierte oder unsubstituierte Naphthalinring oder der substituierte oder unsubstituierte Phenanthrenring in der allgemeinen Formel (G5); oder Ht_{uni} in den allgemeinen Formeln (G2) bis (G5) einen Substituenten beinhaltet, umfassen Beispiele für den Substituenten eine Alkylgruppe mit 1 bis 6 Kohlenstoffatomen, wie beispielsweise eine Methylgruppe, eine Ethylgruppe, eine Propylgruppe, eine Isopropylgruppe, eine Butylgruppe, eine Isobutylgruppe, eine sec-Butylgruppe, eine tert-Butylgruppe, eine Pentylgruppe oder eine Hexylgruppe; eine Cycloalkylgruppe mit 5 bis 7 Kohlenstoffatomen, wie beispielsweise eine Cyclopentylgruppe, eine Cyclohexylgruppe, eine Cycloheptylgruppe, eine 1-Norbornylgruppe oder eine 2-Norbornylgruppe; eine Arylgruppe mit 6 bis 12 Kohlenstoff-

atomen, wie beispielsweise eine Phenylgruppe oder eine Biphenylgruppe; und eine Heteroarylgruppe mit 4 bis 18 Kohlenstoffatomen, wie beispielsweise eine 9-Carbazolylgruppe oder eine 9-Phenyl-3-Carbazolylgruppe.

[0061] Spezifische Beispiele für den substituierten oder unsubstituierten Naphthalinring in den allgemeinen Formeln (G1) bis (G5) umfassen Naphthalin, 1-Phenylnaphthalin und 2-Phenylnaphthalin.

[0062] Spezifische Beispiele für den substituierten oder unsubstituierten Phenanthrenring in den allgemeinen Formeln (G1) bis (G5) umfassen Phenanthren, 1-Phenylphenanthren und 1,8-Diphenylphenanthren.

[0063] Spezifische Beispiele für die Alkylgruppe mit 1 bis 6 Kohlenstoffatomen in den allgemeinen Formeln (A-10) bis (A-25) und den allgemeinen Formeln (G3) und (G4) umfassen eine Methylgruppe, eine Ethylgruppe, eine Propylgruppe, eine Isopropylgruppe, eine Butylgruppe, eine sek-Butylgruppe, eine Isobutylgruppe, eine tert-Butylgruppe, eine Pentylgruppe, eine Isopentylgruppe, eine sek-Pentylgruppe, eine tert-Pentylgruppe, eine Neopentylgruppe, eine Hexylgruppe, eine Isohexylgruppe, eine sek-Hexylgruppe, eine tert-Hexylgruppe, eine Neohexylgruppe, eine 3-Methylpentylgruppe, eine 2-Methylpentylgruppe, eine 2-Ethylbutylgruppe, eine 1,2-Dimethylbutylgruppe und eine 2,3-Dimethylbutylgruppe.

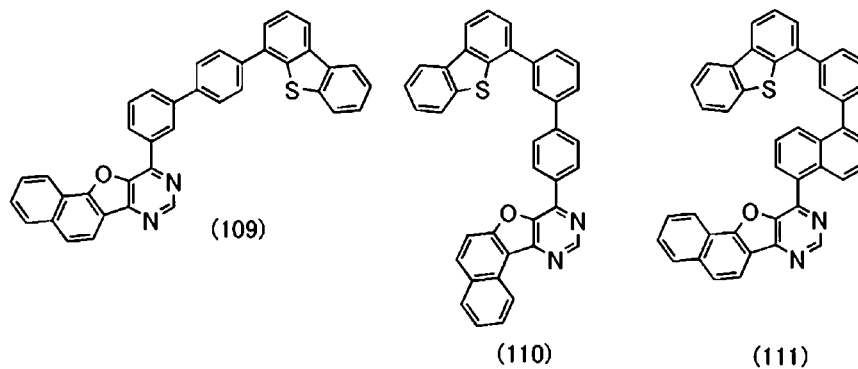
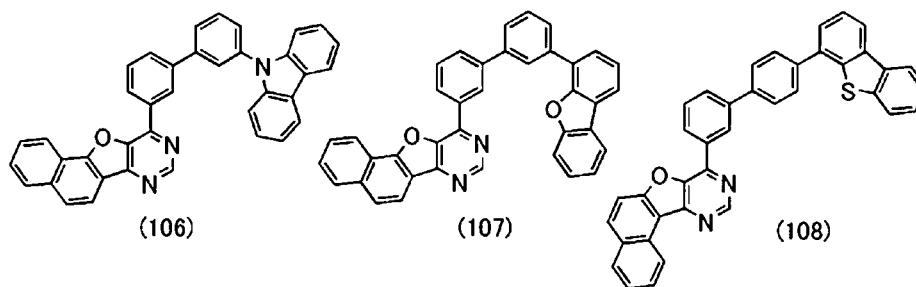
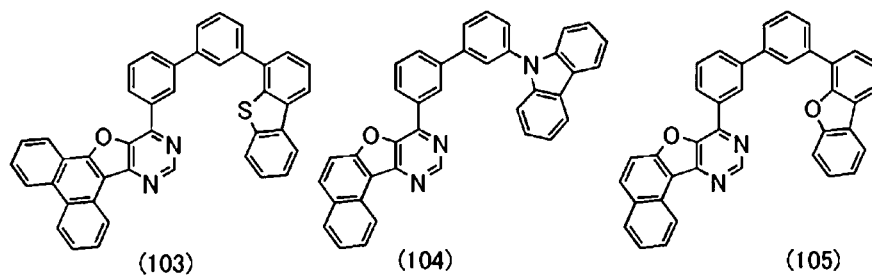
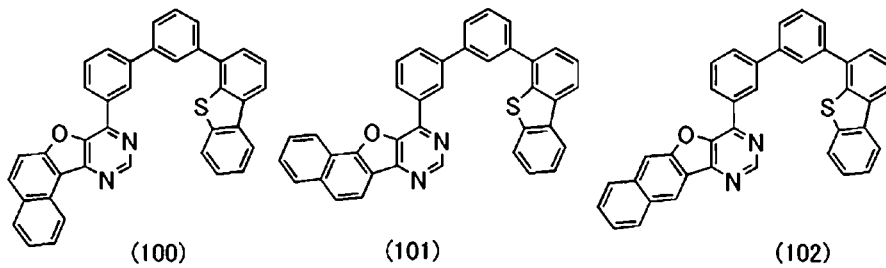
[0064] Spezifische Beispiele für den substituierten oder unsubstituierten monocyclischen gesättigten Kohlenwasserstoff mit 5 bis 7 Kohlenstoffatomen in den allgemeinen Formeln (A-10) bis (A-25) und den allgemeinen Formeln (G3) und (G4) umfassen eine Cyclopropylgruppe, eine Cyclobutylgruppe, eine Cyclopentylgruppe, eine Cyclohexylgruppe, eine Cyclooctylgruppe, eine 2-Methylcyclohexylgruppe und eine 2,6-Dimethylcyclohexylgruppe.

[0065] Spezifische Beispiele für den substituierten oder unsubstituierten polycyclischen gesättigten Kohlenwasserstoff mit 7 bis 10 Kohlenstoffatomen in den allgemeinen Formeln (A-10) bis (A-25) und den allgemeinen Formeln (G3) und (G4) umfassen eine Decahydronaphthylgruppe und eine Adamantylgruppe.

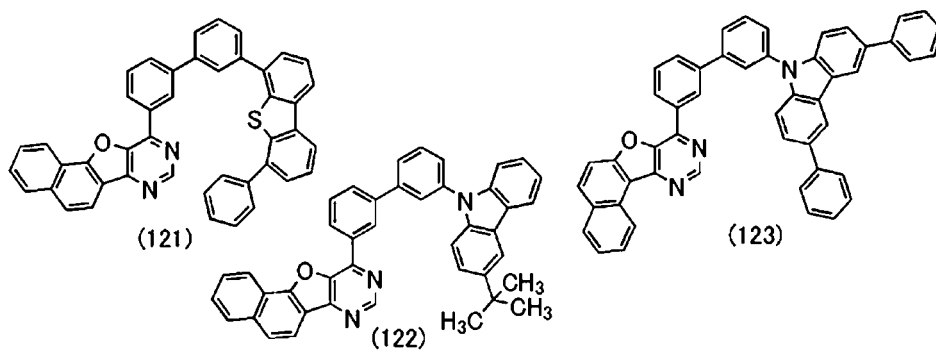
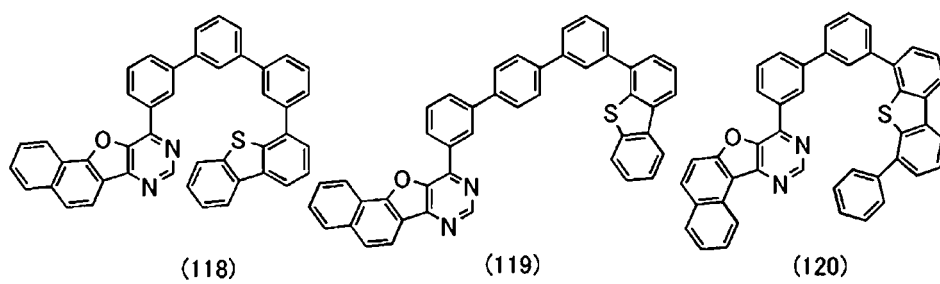
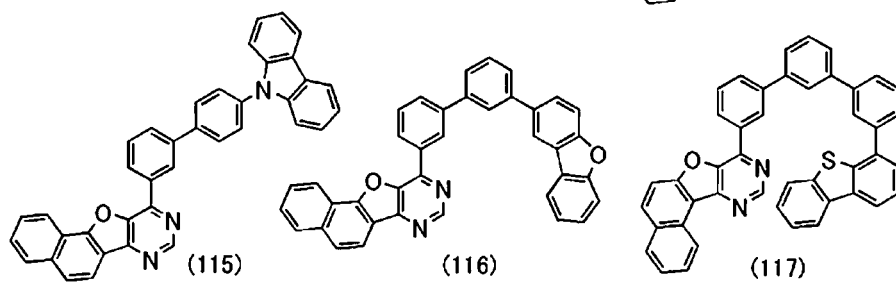
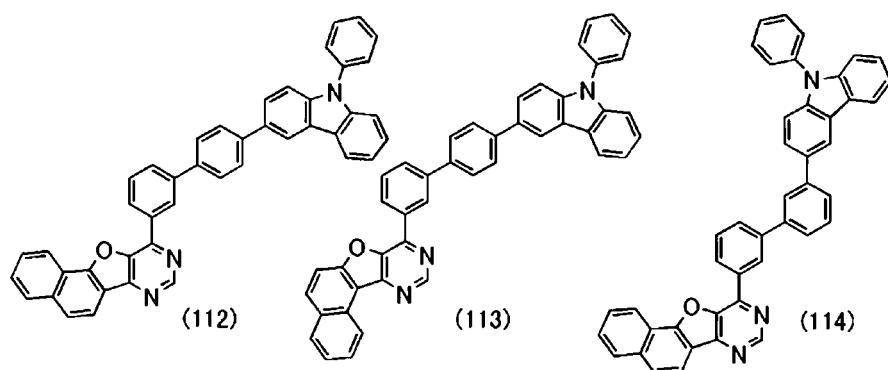
[0066] Spezifische Beispiele für die substituierte oder unsubstituierte Arylgruppe mit 6 bis 13 Kohlenstoffatomen in den allgemeinen Formeln (G3) und (G4) und den allgemeinen Formeln (Ht-1) bis (Ht-7) umfassen eine Phenylgruppe, eine Naphthylgruppe (eine 1-Naphthylgruppe und eine 2-Naphthylgruppe), eine Tolygruppe (eine o-Tolygruppe, eine m-Tolygruppe und eine p-Tolygruppe) und eine Biphenylgruppe (eine Biphenyl-2-ylgruppe, eine Biphenyl-3-ylgruppe und eine Biphenyl-4-ylgruppe).

[0067] Als Nächstes werden spezifische Strukturformeln der organischen Verbindungen von Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung nachstehend gezeigt. Es sei angemerkt, dass die vorliegende Erfindung nicht auf diese Formeln beschränkt ist.

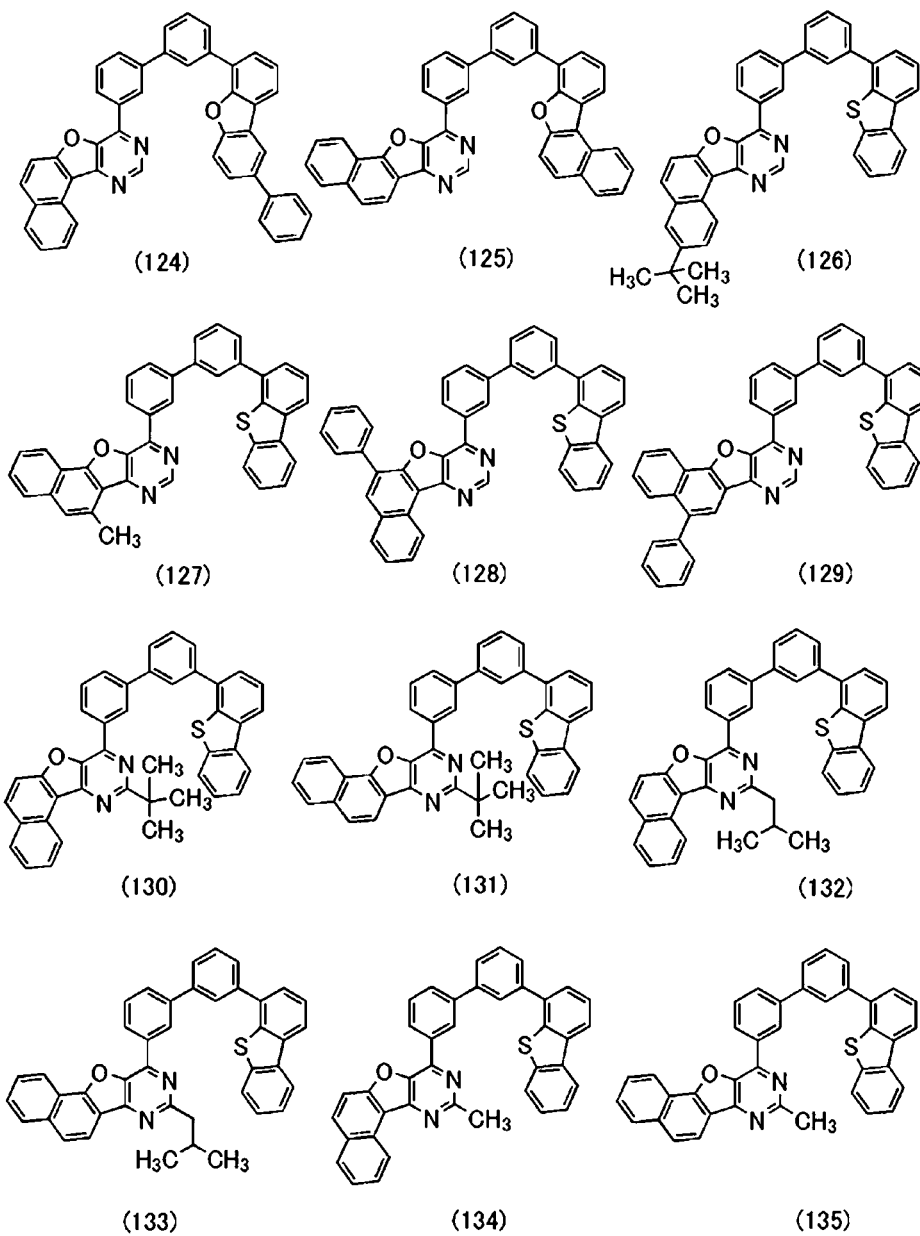
[Chemische Formeln 19]



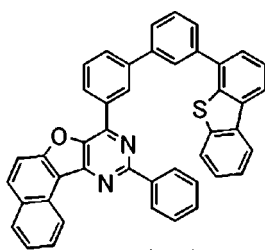
[Chemische Formeln 20]



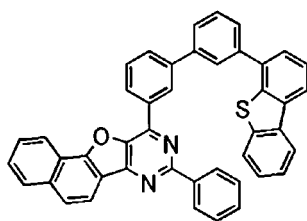
[Chemische Formeln 21]



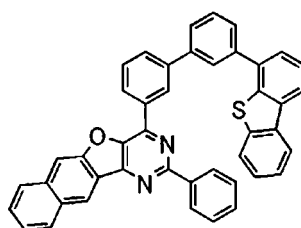
[Chemische Formeln 22]



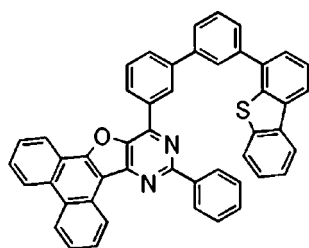
(136)



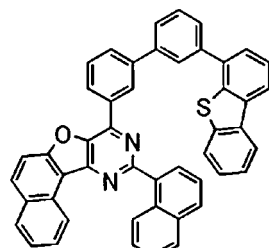
(137)



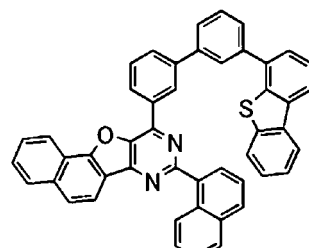
(138)



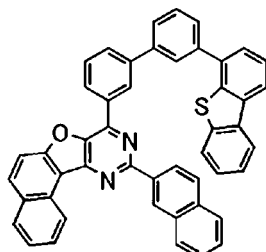
(139)



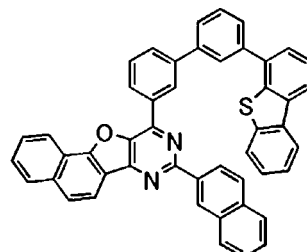
(140)



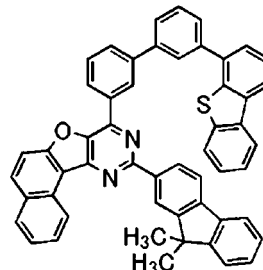
(141)



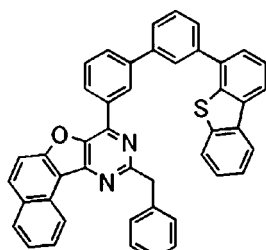
(142)



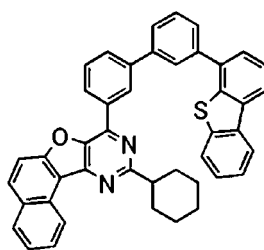
(143)



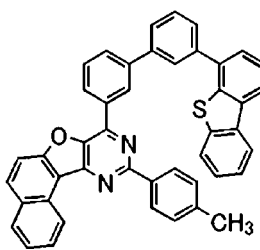
(144)



(145)



(146)



(147)

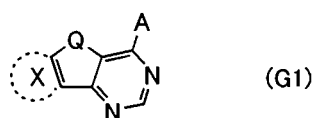
[0068] Es sei angemerkt, dass die organischen Verbindungen, die durch die Strukturformeln (100) bis (147) dargestellt werden, Beispiele für die organische Verbindung sind, die durch die allgemeine Formel (G1) dargestellt wird. Die organische Verbindung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist nicht darauf beschränkt.

[0069] Als Nächstes werden Beispiele für Verfahren zum Synthetisieren der organischen Verbindungen, die Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung sind und durch die allgemeinen Formeln (G1) und (G3) dargestellt werden, beschrieben.

«Verfahren zum Synthetisieren der organischen Verbindung,
die durch die allgemeine Formel (G1) dargestellt wird»

[0070] Als Erstes wird ein Beispiel für ein Verfahren zum Synthetisieren der organischen Verbindung, die durch die allgemeine Formel (G1) dargestellt wird, beschrieben.

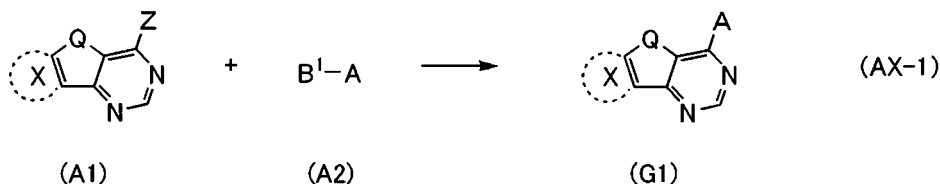
[Chemische Formel 23]



[0071] In der allgemeinen Formel (G1) stellt A eine Arylgruppe mit 6 bis 100 Kohlenstoffatomen dar und beinhaltet mindestens einen von einem aromatischen Ring und einem heteroaromatischen Ring. Es sei angemerkt, dass der aromatische Ring und der heteroaromatische Ring jeweils einen Substituenten beinhalten können. Darüber hinaus stellt Q Sauerstoff oder Schwefel dar. Der Ring X stellt einen substituierten oder unsubstituierten Naphthalinring oder einen substituierten oder unsubstituierten Phenanthrenring dar.

[0072] Die organische Verbindung, die durch die allgemeine Formel (G1) dargestellt wird, kann durch das Syntheschema (AX-1), das nachstehend gezeigt wird, synthetisiert werden. Das heißt, eine Halogenverbindung (**A1**) reagiert mit einer Boronsäureverbindung (**A2**), wodurch die durch die allgemeine Formel (G1) dargestellte organische Verbindung erhalten werden kann.

[Chemische Formel 24]

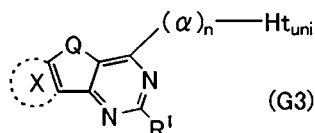


[0073] Es sei angemerkt, dass in dem Syntheschema (AX-1) A eine Gruppe mit 6 bis 100 Kohlenstoffatomen darstellt und mindestens einen von einem aromatischen Ring und einem heteroaromatischen Ring umfasst. Der aromatische Ring und der heteroaromatische Ring können jeweils einen Substituenten beinhalten. Darüber hinaus stellt Q Sauerstoff oder Schwefel dar. Der Ring X stellt einen substituierten oder unsubstituierten Naphthalinring oder einen substituierten oder unsubstituierten Phenanthrenring dar. Außerdem stellt Z ein Halogenelement dar. B^I stellt ferner eine Boronsäure, einen Boronester, ein cyclisches Triolboratsalz oder dergleichen dar. Als cyclisches Triolboratsalz kann ein Lithiumsalz, ein Kaliumsalz oder ein Natriumsalz verwendet werden.

«Verfahren zum Synthetisieren der organischen Verbindung,
die durch die allgemeine Formel (G3) dargestellt wird»

[0074] Als Nächstes wird ein Beispiel für ein Verfahren zum Synthetisieren der organischen Verbindung, die durch die allgemeine Formel (G3) dargestellt wird, beschrieben.

[Chemische Formel 25]

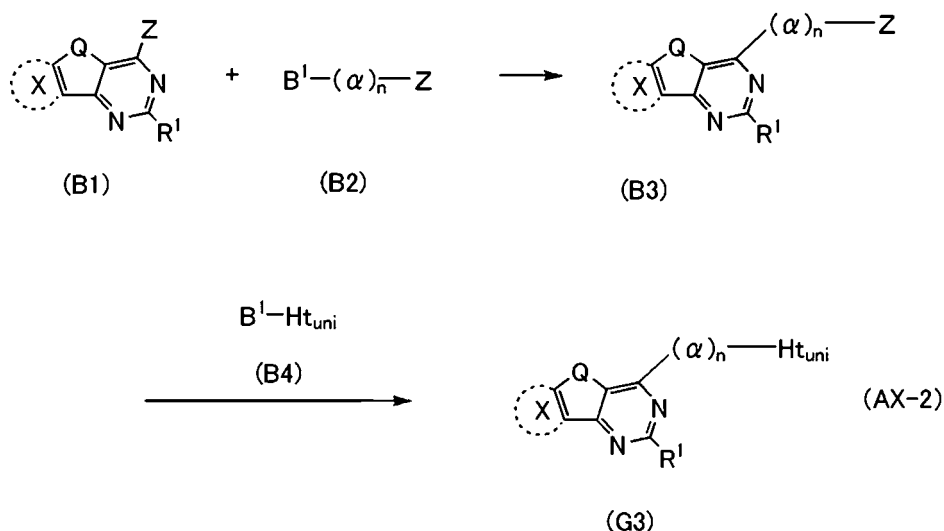


[0075] In der allgemeinen Formel (G3) stellt α eine substituierte oder unsubstituierte Phenylengruppe dar, und n stellt eine ganze Zahl von 1 bis 4 dar. Außerdem stellt Ht_{uni} ein Lochtransportgerüst dar. Darüber hinaus stellt R^I Wasserstoff, eine Alkylgruppe mit 1 bis 6 Kohlenstoffatomen, einen substituierten oder unsubstituierten monocyclischen gesättigten Kohlenwasserstoff mit 5 bis 7 Kohlenstoffatomen, einen substituierten oder unsubstituierten polycyclischen gesättigten Kohlenwasserstoff mit 7 bis 10 Kohlenstoffatomen oder eine substituierte oder unsubstituierte Arylgruppe mit 6 bis 13 Kohlenstoffatomen dar. Außerdem stellt Q Sauerstoff

oder Schwefel dar. Der Ring X stellt einen substituierten oder unsubstituierten Naphthalinring oder einen substituierten oder unsubstituierten Phenanthrenring dar.

[0076] Die organische Verbindung, die durch die allgemeine Formel (G3) dargestellt wird, kann durch das Syntheschema (AX-2), das nachstehend gezeigt wird, synthetisiert werden. Das heißt, eine Halogenverbindung (**B1**) reagiert mit einer substituierten oder unsubstituierten halogenhaltigen Phenylboronsäureverbindung (**B2**), um ein Zwischenprodukt (**B3**) zu erhalten, und dann reagiert das Zwischenprodukt (**B3**) mit einer Boronsäureverbindung (**B4**) mit einem Lochtransportgerüst, wodurch die durch die allgemeine Formel (G3) dargestellte organische Verbindung erhalten werden kann.

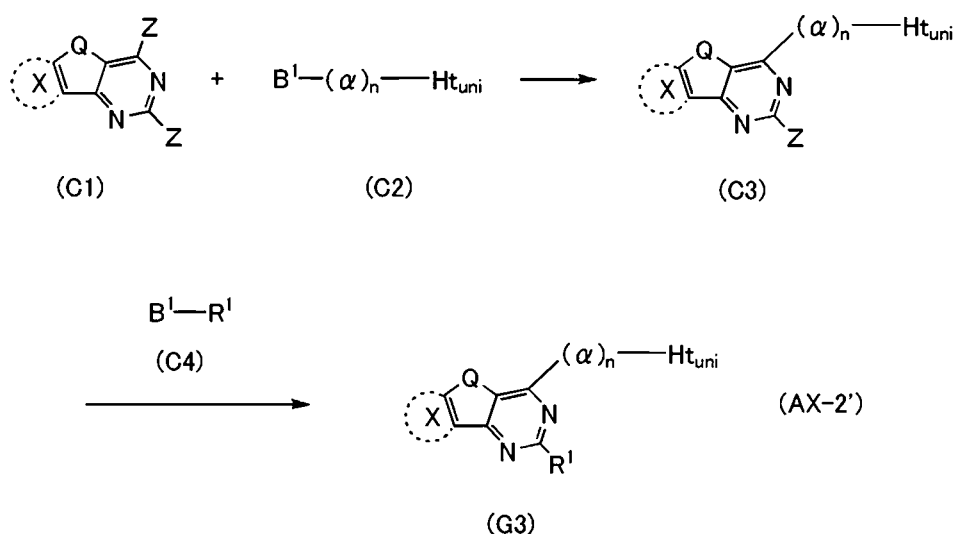
[Chemische Formel 26]



[0077] Es sei angemerkt, dass α eine substituierte oder unsubstituierte Phenylengruppe darstellt, und n stellt eine ganze Zahl von 1 bis 4 dar. Außerdem stellt Ht_{uni} ein Lochtransportgerüst dar. Darüber hinaus stellt R^1 Wasserstoff, eine Alkylgruppe mit 1 bis 6 Kohlenstoffatomen, einen substituierten oder unsubstituierten monocyclischen gesättigten Kohlenwasserstoff mit 5 bis 7 Kohlenstoffatomen, einen substituierten oder unsubstituierten polycyclischen gesättigten Kohlenwasserstoff mit 7 bis 10 Kohlenstoffatomen oder eine substituierte oder unsubstituierte Arylgruppe mit 6 bis 13 Kohlenstoffatomen dar. Außerdem stellt Q Sauerstoff oder Schwefel dar. Der Ring X stellt einen substituierten oder unsubstituierten Naphthalinring oder einen substituierten oder unsubstituierten Phenanthrenring dar. Außerdem stellt Z ein Halogenelement dar. B^1 stellt ferner eine Boronsäure, einen Boronester, ein cyclisches Triolboratsalz oder dergleichen dar. Als cyclisches Triolboratsalz kann ein Lithiumsalz, ein Kaliumsalz oder ein Natriumsalz verwendet werden.

[0078] Die organische Verbindung, die durch die allgemeine Formel (G3) dargestellt wird, kann auch durch das Syntheschema (AX-2'), das nachstehend gezeigt wird, erhalten werden. Das heißt, eines der Halogene einer substituierten oder unsubstituierten Dihalogenverbindung (**C1**) reagiert mit einer substituierten oder unsubstituierten Phenylboronsäureverbindung (**C2**) mit einem Lochtransportgerüst, um ein Zwischenprodukt (**C3**) zu erhalten, und dann reagiert das Zwischenprodukt (**C3**) mit einer Boronsäureverbindung (**C4**), wodurch die durch die allgemeine Formel (G3) dargestellte organische Verbindung erhalten werden kann.

[Chemische Formel 27]



[0079] Das Vorstehende ist die Beschreibung der Verfahren zum Synthetisieren der organischen Verbindungen, die Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung sind und durch die allgemeinen Formeln (G1) und (G3) dargestellt werden; die vorliegende Erfindung ist jedoch nicht darauf beschränkt und es kann ein anderes Syntheseverfahren verwendet werden.

[0080] Es sei angemerkt, dass die vorstehenden organischen Verbindungen, die Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung sind, jeweils eine Elektronentransporteigenschaft und eine Lochtransporteigenschaft aufweisen und somit als Wirtsmaterial in einer Licht emittierenden Schicht verwendet werden können oder in einer Elektronentransportschicht oder einer Lochtransportschicht verwendet werden können. Darüber hinaus werden die vorstehenden organischen Verbindungen vorzugsweise in Kombination mit einer Licht emittierenden Substanz (Gastmaterial) als Wirtsmaterialien eingesetzt. Außerdem können die vorstehenden organischen Verbindungen als Licht emittierende Substanzen von Licht emittierenden Elementen verwendet werden. Demzufolge sind Licht emittierende Elemente, die diese organischen Verbindungen enthalten, ebenfalls als Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung anzusehen.

[0081] Unter Verwendung der organischen Verbindung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann ein Licht emittierendes Element, eine Licht emittierende Vorrichtung, ein elektronisches Gerät oder eine Beleuchtungsvorrichtung, welches/welche eine hohe Emissionseffizienz aufweist, erhalten werden. Ferner kann ein Licht emittierendes Element, eine Licht emittierende Vorrichtung, ein elektronisches Gerät oder eine Beleuchtungsvorrichtung mit geringem Stromverbrauch erhalten werden.

[0082] Bei dieser Ausführungsform ist eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung beschrieben worden. Weitere Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung werden bei den anderen Ausführungsformen beschrieben. Es sei angemerkt, dass eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung nicht darauf beschränkt ist. Mit anderen Worten: Da verschiedene Ausführungsformen der Erfindung bei dieser Ausführungsform und bei den anderen Ausführungsformen beschrieben werden, ist eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung nicht auf eine bestimmte Ausführungsform beschränkt.

[0083] Die bei dieser Ausführungsform beschriebenen Strukturen können mit einer beliebigen der bei den anderen Ausführungsformen beschriebenen Strukturen nach Bedarf kombiniert werden.

(Ausführungsform 2)

[0084] Bei dieser Ausführungsform wird ein Licht emittierendes Element, das eine beliebige der organischen Verbindungen beinhaltet, die bei der Ausführungsform 1 beschrieben worden sind, anhand von **Fig. 1A** bis **Fig. 1E** beschrieben.

«Grundlegende Struktur des Licht emittierenden Elements»

[0085] Eine grundlegende Struktur eines Licht emittierenden Elements wird beschrieben. **Fig. 1A** stellt ein Licht emittierendes Element dar, das zwischen einem Paar von Elektroden eine EL-Schicht mit einer Licht emittierenden Schicht beinhaltet. Insbesondere ist eine EL-Schicht **103** zwischen einer ersten Elektrode **101** und einer zweiten Elektrode **102** bereitgestellt.

[0086] **Fig. 1B** stellt ein Licht emittierendes Element dar, das eine mehrschichtige Struktur (Tandem-Struktur) aufweist, bei der eine Vielzahl von EL-Schichten (zwei EL-Schichten **103a** und **103b** in **Fig. 1B**) zwischen einem Paar von Elektroden bereitgestellt ist und eine Ladungserzeugungsschicht **104** zwischen den EL-Schichten bereitgestellt ist. Unter Verwendung eines derartigen Licht emittierenden Tandem-Elements kann eine Licht emittierende Vorrichtung mit einem niedrigen Stromverbrauch, die bei einer niedrigen Spannung betrieben werden kann, erhalten werden.

[0087] Die Ladungserzeugungsschicht **104** weist eine Funktion zum Injizieren von Elektronen in eine der EL-Schichten (**103a** oder **103b**) und zum Injizieren von Löchern in die andere der EL-Schichten (**103a** oder **103b**) auf, wenn eine Spannung zwischen der ersten Elektrode **101** und der zweiten Elektrode **102** angelegt wird. Daher injiziert die Ladungserzeugungsschicht **104** Elektronen in die EL-Schicht **103a** und Löcher in die EL-Schicht **103b**, wenn eine Spannung in **Fig. 1B** derart angelegt wird, dass das Potential der ersten Elektrode **101** höher ist als dasjenige der zweiten Elektrode **102**.

[0088] Es sei angemerkt, dass die Ladungserzeugungsschicht **104**, in Bezug auf die Lichtextraktionseffizienz, vorzugsweise eine Eigenschaft zum Durchlassen von sichtbarem Licht aufweist (im Besonderen weist die Ladungserzeugungsschicht **104** eine Durchlässigkeit für sichtbares Licht von 40 % oder mehr auf). Die Ladungserzeugungsschicht **104** arbeitet selbst dann, wenn sie eine geringere Leitfähigkeit aufweist als die erste Elektrode **101** oder die zweite Elektrode **102**.

[0089] **Fig. 1C** stellt eine mehrschichtige Struktur der EL-Schicht **103** bei dem Licht emittierenden Element einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung dar. In diesem Fall wird die erste Elektrode **101** als Anode dienend angesehen. Die EL-Schicht **103** weist eine Struktur auf, bei der eine Lochinjektionsschicht **111**, eine Lochtransportschicht **112**, eine Licht emittierende Schicht **113**, eine Elektronentransportschicht **114** und eine Elektroneninjectionsschicht **115** in dieser Reihenfolge über der ersten Elektrode **101** angeordnet sind. Selbst in dem Fall, in dem eine Vielzahl von EL-Schichten wie bei der in **Fig. 1B** dargestellten Tandem-Struktur bereitgestellt ist, sind die Schichten in jeder EL-Schicht, wie vorstehend beschrieben worden ist, sequenziell von der Seite der Anode aus übereinander angeordnet. Wenn die erste Elektrode **101** eine Kathode ist und die zweite Elektrode **102** eine Anode ist, ist die Anordnungsreihenfolge umgekehrt.

[0090] 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 die Licht emittierende Substanz und andere Substanzen zwischen den übereinander angeordneten Licht emittierenden Schichten unterschiedlich. Alternativ können die vielzähligen EL-Schichten (**103a** und **103b**) in **Fig. 1B** ihre jeweiligen Emissionsfarben aufweisen. Auch in diesem Fall sind die Licht emittierende Substanz und andere Substanzen zwischen den Licht emittierenden Schichten unterschiedlich.

[0091] Bei dem Licht emittierenden Element einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann beispielsweise eine optische Mikroresonator- (Mikrokavitäts-) Struktur, bei der die erste Elektrode **101** eine reflektierende Elektrode ist und die zweite Elektrode **102** eine transflektive Elektrode ist, in **Fig. 1C** zum Einsatz kommen, wodurch eine Lichtemission von der Licht emittierenden Schicht **113** in der EL-Schicht **103** zwischen den Elektroden zur Resonanz gebracht werden kann und eine Lichtemission, die über die zweite Elektrode **102** erhalten wird, verstärkt werden kann.

[0092] Es sei angemerkt, dass dann, wenn die erste Elektrode **101** des Licht emittierenden Elements eine reflektierende Elektrode ist, die eine Struktur aufweist, bei der ein reflektierendes leitendes Material und ein lichtdurchlässiges leitendes Material (ein durchsichtiger leitender Film) übereinander angeordnet sind, eine optische Anpassung durch Steuern der Dicke des durchsichtigen leitenden Films durchgeführt werden kann. Insbesondere wird dann, wenn die Wellenlänge des Lichts, das aus der Licht emittierenden Schicht **113** erhal-

ten wird, λ ist, der Abstand zwischen der ersten Elektrode **101** und der zweiten Elektrode **102** vorzugsweise auf etwa $m\lambda/2$ eingestellt (m ist eine natürliche Zahl).

[0093] Um erwünschtes Licht (Wellenlänge: λ), das aus 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), auf etwa $(2m'+1)\lambda/4$ (m' ist eine natürliche Zahl) eingestellt. Hier bezeichnet der Licht emittierende Bereich einen Bereich der Licht emittierenden Schicht **113**, in dem Löcher und Elektronen rekombinieren.

[0094] 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.

[0095] In diesem 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.

[0096] Das Licht emittierende Element in **Fig. 1C** weist eine Mikrokavitätsstruktur auf, so dass Licht (monochromatisches Licht) mit unterschiedlichen Wellenlängen entnommen werden kann, selbst wenn die gleiche EL-Schicht verwendet wird. 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. Es sei angemerkt, dass auch eine Kombination mit Farbschichten (Farbfiltern) möglich ist. Des Weiteren kann die Emissionsintensität von Licht mit einer spezifischen Wellenlänge in der Richtung nach vorne vergrößert werden, wodurch ein Stromverbrauch verringert werden kann.

[0097] Ein in **Fig. 1E** dargestelltes Licht emittierendes Element ist ein Beispiel für das in **Fig. 1B** dargestellte Licht emittierende Element mit der Tandem-Struktur, und beinhaltet, wie in der Figur dargestellt, drei EL-Schichten (**103a**, **103b** und **103c**), die übereinander angeordnet sind, wobei Ladungserzeugungsschichten (**104a** und **104b**) dazwischen positioniert sind. Die drei EL-Schichten (**103a**, **103b** und **103c**) beinhalten entsprechende Licht emittierende Schichten (**113a**, **113b** und **113c**) und die Emissionsfarben der Licht emittierenden Schichten können frei gewählt werden. So kann beispielsweise jede der Licht emittierenden Schichten **113a** und **113c** blaues Licht emittieren, und die Licht emittierende Schicht **113b** kann rotes Licht, grünes Licht oder gelbes Licht emittieren. Als weiteres Beispiel kann jede der Licht emittierenden Schichten **113a** und **113c** rotes Licht emittieren, und die Licht emittierende Schicht **113b** kann blaues Licht, grünes Licht oder gelbes Licht emittieren.

[0098] Bei dem Licht emittierenden Element 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.

[0099] Des Weiteren ist dann, wenn bei dem Licht emittierenden Element einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung entweder die erste Elektrode **101** oder die zweite Elektrode **102** eine reflektierende Elektrode 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 und Herstellungsverfahren des Licht emittierenden Elements»

[0100] Spezifische Strukturen und spezifische Herstellungsverfahren von Licht emittierenden Elementen von Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung werden anhand von **Fig. 1A** bis **Fig. 1E** beschrieben. Hier wird ein Licht emittierendes Element mit der Tandem-Struktur in **Fig. 1B** und einer Mikrokavitätsstruktur anhand von **Fig. 1D** beschrieben. Bei dem Licht emittierenden Element in **Fig. 1D** mit einer Mikrokavitätsstruktur 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. Für die Herstellung dieser Elektroden kann ein Sputterverfahren oder ein Vakuumverdampfungsverfahren verwendet werden.

<Erste Elektrode und zweite Elektrode>

[0101] Als Materialien, die für die erste Elektrode **101** und die zweite Elektrode **102** verwendet werden, können beliebige der folgenden Materialien in einer geeigneten Kombination verwendet werden, solange die Funktionen der vorstehend beschriebenen Elektroden erfüllt werden können. Beispielsweise können ein Metall, eine Legierung, eine elektrisch leitende Verbindung, eine Mischung dieser und dergleichen in geeigneter Weise 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, ein In-W-Zn-Oxid oder dergleichen 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 vorstehend nicht 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.

[0102] Bei dem Licht emittierenden Element in **Fig. 1D** werden dann, wenn die erste Elektrode **101** eine 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 **104** ausgebildet worden sind, werden eine Lochinjektionsschicht **111b** und eine Lochtransportschicht **112b** der EL-Schicht **103b** in ähnlicher Weise sequenziell über der Ladungserzeugungsschicht **104** angeordnet.

<Lochinjektionsschicht und Lochtransportschicht>

[0103] Die Lochinjektionsschichten (**111**, **111a** und **111b**) injizieren Löcher von der ersten Elektrode **101**, die eine Anode ist, und der Ladungserzeugungsschicht (**104**) in die EL-Schichten (**103**, **103a** und **103b**) und enthalten jeweils ein Material mit einer hohen Lochinjektionseigenschaft.

[0104] Als Beispiele für das Material mit einer hohen Lochinjektionseigenschaft können Übergangsmetalloxide, wie z. B. Molybdänoxid, Vanadiumoxid, Rutheniumoxid, Wolframoxid und Manganoxid, angegeben werden. Alternativ können beliebige der folgenden Materialien verwendet werden: auf Phthalocyanin basierende Verbindungen, wie z. B. Phthalocyanin (Abkürzung: H_2Pc) und Kupferphthalocyanin (Abkürzung: CuPc); aromatische Aminverbindungen, wie z. B. 4,4'-Bis[N-(4-diphenylaminophenyl)-N-phenylamino]biphenyl (Abkürzung: DPAB) und N,N'-Bis[4-bis(3-methylphenyl)amino]phenyl-N,N'-diphenyl-(1,1'-biphenyl)-4,4'-diamin (Abkürzung: DNTPD); hochmolekulare Verbindungen, wie z. B. Poly(3,4-ethyldioxythiophen)/Poly(styrolsulfonsäure) (Abkürzung: PEDOT/PSS); und dergleichen.

[0105] Alternativ kann als Material mit einer hohen Lochinjektionseigenschaft ein Verbundmaterial, das ein Lochtransportmaterial und ein Akzeptormaterial (ein Elektronenakzeptormaterial) enthält, verwendet werden.

In diesem Fall extrahiert das Akzeptormaterial Elektronen von dem Lochtransportmaterial, so dass Löcher in den Lochinjektionsschichten (**111**, **111a** und **111b**) erzeugt werden und die Löcher durch die Lochtransportschichten (**112**, **112a** und **112b**) in die Licht emittierenden Schichten (**113**, **113a** und **113b**) injiziert werden. Es sei angemerkt, dass jede der Lochinjektionsschichten (**111**, **111a** und **111b**) ausgebildet werden kann, um eine einschichtige Struktur unter Verwendung eines Verbundmaterials, das ein Lochtransportmaterial und ein Akzeptormaterial (Elektronenakzeptormaterial) enthält, oder eine mehrschichtige Struktur aufzuweisen, bei der eine Schicht, die ein Lochtransportmaterial enthält, und eine Schicht, die ein Akzeptormaterial (Elektronenakzeptormaterial) enthält, übereinander angeordnet sind.

[0106] Die Lochtransportschichten (**112**, **112a** und **112b**) transportieren die Löcher, die durch die Lochinjektionsschichten (**111**, **111a** und **111b**) von der ersten Elektrode **101** und der Ladungserzeugungsschicht (**104**) injiziert werden, zu den Licht emittierenden Schichten (**113**, **113a** und **113b**). Es sei angemerkt, dass die Lochtransportschichten (**112**, **112a** und **112b**) jeweils ein Lochtransportmaterial enthalten. Es wird besonders bevorzugt, dass das HOMO-Niveau des Lochtransportmaterials, das in den Lochtransportschichten (**112**, **112a** und **112b**) enthalten ist, gleich demjenigen der Lochinjektionsschichten (**111**, **111a** und **111b**) ist oder in der Nähe davon liegt.

[0107] Beispiele für das Akzeptormaterial, das für die Lochinjektionsschichten (**111**, **111a** und **111b**) verwendet wird, umfassen ein Oxid eines Metalls, das zu einer der Gruppen **4** bis **8** des Periodensystems gehört. Insbesondere können Molybdänoxid, Vanadiumoxid, Nioboxid, Tantaloxid, Chromoxid, Wolframoxid, Manganoxid und Rheniumoxid angegeben werden. Unter diesen wird Molybdänoxid besonders bevorzugt, da es an der Luft stabil ist, eine geringe hygroskopische Eigenschaft aufweist und leicht zu handhaben ist. Alternativ können organische Akzeptoren, wie z. B. ein Chinodimethan-Derivat, ein Chloranil-Derivat und ein Hexaazatriphenylen-Derivat, verwendet werden. Insbesondere können 7,7,8,8-Tetracyano-2,3,5,6-tetrafluorchinodimethan (Abkürzung: F₄-TCNQ), Chloranil, 2,3,6,7,10,11-Hexacyano-1,4,5,8,9,12-hexaazatriphenylen (Abkürzung: HAT-CN) und dergleichen verwendet werden. Insbesondere ist eine Verbindung, in der elektronenziehende Gruppen an einen kondensierten aromatischen Ring mit einer Vielzahl von Heteroatomen gebunden sind, wie z. B. HAT-CN, thermisch stabil und vorzuziehen. Ein [3]Radialen-Derivat, das eine elektronenziehende Gruppe (insbesondere eine Cyanogruppe oder eine Halogengruppe, wie z. B. eine Fluorgruppe) umfasst, weist eine sehr hohe Elektronenakzeptoreigenschaft auf und wird somit bevorzugt. Spezifische Beispiele umfassen α,α',α'' -1,2,3-Cyclopropantriylidentris[4-cyano-2,3,5,6-tetrafluorbenzolacetonitril], α,α',α'' -1,2,3-Cyclopropantriylidentris[2,6-dichlor-3,5-difluor-4-(trifluormethyl)benzolacetonitril] und α,α',α'' -1,2,3-Cyclopropantriylidentris[2,3,4,5,6-pentafluorbenzolacetonitril].

[0108] Die Lochtransportmaterialien, die für die Lochinjektionsschichten (**111**, **111a** und **111b**) und die Lochtransportschichten (**112**, **112a** und **112b**) verwendet werden, sind vorzugsweise Substanzen mit einer Löcherbeweglichkeit von größer als oder gleich 10^{-6} cm²/Vs. Es sei angemerkt, dass andere Substanzen verwendet werden können, solange die Substanzen eine Lochtransporteigenschaft aufweisen, die höher ist als eine Elektronentransporteigenschaft.

[0109] Bevorzugte Lochtransportmaterialien sind π -elektronenreiche heteroaromatische Verbindungen (z. B. Carbazol-Derivate und Indol-Derivate) und aromatische Aminverbindungen; Beispiele dafür umfassen Verbindungen mit einem aromatischen Amin-Gerüst, wie z. B. 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), 4-Phenyl-4'-(9-phenyl-9H-carbazol-3-yl)triphenylamin (Abkürzung: PCBA1BP), 3-[4-(9-Phenanthryl)-phenyl]-9-phenyl-9H-carbazol (Abkürzung: PCPPn), 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), 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), 4,4',4''-Tris(carbazol-9-yl)triphenylamin (Abkürzung: TCTA), 4,4',4''-Tris(N,N-diphenylamino)triphenylamin (Abkürzung: TDATA) und 4,4',4''-Tris[N-(3-methylphenyl)-N-phenylamino]triphenylamin (Abkürzung: MTDATA); Verbindungen mit einem Carbazol-Gerüst, wie z. B. 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), 3,3'-Bis(9-phenyl-9H-carbazol) (Abkürzung: PCCP), 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), 1,3,5-Tris[4-(N-carbazolyl)phenyl]benzol (Abkürzung: TCPB) und 9-[4-(10-Phenyl-9-anthracenyl)phenyl]-9H-carbazol (Abkürzung: CzPA); Verbindungen mit einem Thiophen-Gerüst, wie z. B. 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: DBT-FLP-III) und 4-[4-(9-Phenyl-9H-fluoren-9-yl)phenyl]-6-phenyldibenzothiophen (Abkürzung: DBTFLP-IV); und Verbindungen mit einem Furan-Gerüst, wie z. B. 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).

[0110] Es kann auch eine hochmolekulare Verbindung, 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) oder Poly[N,N'-bis(4-butylphenyl)-N,N'-bis(phenyl)benzidin] (Abkürzung: Poly-TPD), verwendet werden.

[0111] Es sei angemerkt, dass das Lochtransportmaterial nicht auf die vorstehenden Beispiele beschränkt ist und eines verschiedener bekannter Materialien oder eine Kombination aus diesen sein kann, wenn es für die Lochinjektionsschichten (**111**, **111a** und **111b**) und die Lochtransportschichten (**112**, **112a** und **112b**) verwendet wird. Es sei angemerkt, dass die Lochtransportschichten (**112**, **112a** und **112b**) jeweils aus einer Vielzahl von Schichten ausgebildet werden können. Das heißt, dass beispielsweise die Lochtransportschichten jeweils eine mehrschichtige Struktur aus einer ersten Lochtransportschicht und einer zweiten Lochtransportschicht aufweisen können.

[0112] Bei dem Licht emittierenden Element in **Fig. 1D** wird die Licht emittierende Schicht **113a** durch ein Vakuumverdampfungsverfahren über der Lochtransportschicht **112a** der EL-Schicht **103a** ausgebildet. Nachdem die EL-Schicht **103a** und die Ladungserzeugungsschicht **104** ausgebildet worden sind, wird die Licht emittierende Schicht **113b** durch ein Vakuumverdampfungsverfahren über der Lochtransportschicht **112b** der EL-Schicht **103b** ausgebildet.

<Licht emittierende Schicht>

[0113] Die Licht emittierenden Schichten (**113**, **113a**, **113b** und **113c**) enthalten jeweils eine Licht emittierende Substanz. Es sei angemerkt, dass als Licht emittierende Substanz eine Substanz, deren Emissionsfarbe blau, violett, blauviolett, grün, gelbgrün, gelb, orange, rot oder dergleichen ist, in geeigneter Weise verwendet wird. Wenn die Vielzahl von Licht emittierenden Schichten (**113a**, **113b** und **113c**) unter Verwendung unterschiedlicher Licht emittierender Substanzen ausgebildet wird, können unterschiedliche Emissionsfarben dargestellt werden (beispielsweise werden komplementäre Emissionsfarben kombiniert, um eine weiße Lichtemission zu erhalten). Des Weiteren kann eine mehrschichtige Struktur, bei der eine Licht emittierende Schicht zwei oder mehr Arten von Licht emittierenden Substanzen enthält, zum Einsatz kommen.

[0114] Es sei angemerkt, dass die Licht emittierenden Schichten (**113**, **113a**, **113b** und **113c**) jeweils zusätzlich zu einer Licht emittierenden Substanz (Gastmaterial) eine oder mehrere Arten von organischen Verbindungen (ein Wirtsmaterial und ein Hilfsmaterial) enthalten können. Für die eine Art oder für die mehreren Arten von organischen Verbindungen kann/können die organischen Verbindungen, die bei der Ausführungsform **1** beschrieben worden sind, oder das Lochtransportmaterial und/oder das Elektronentransportmaterial, die bei dieser Ausführungsform beschrieben werden, verwendet werden.

[0115] Als Licht emittierende Substanz, die für die Licht emittierenden Schichten (**113**, **113a**, **113b** und **113c**) verwendet werden kann, kann eine Licht emittierende Substanz, die Triplett-Anregungsenergie in Lichtemission im sichtbaren Lichtbereich umwandelt, oder eine Licht emittierende Substanz verwendet werden, die Singulett-Anregungsenergie in Lichtemission im sichtbaren Lichtbereich umwandelt. In dem Fall, in dem die Licht emittierende Substanz in Kombination mit den bei der Ausführungsform **1** beschriebenen organischen Verbindungen verwendet wird, wird vorzugsweise die Licht emittierende Substanz verwendet, die Triplett-Anregungsenergie in Lichtemission im sichtbaren Bereich umwandelt.

[0116] Beispiele für weitere Licht emittierende Substanzen werden nachstehend angegeben.

[0117] Als Beispiele für eine Licht emittierende Substanz, die eine Triplett-Anregungsenergie in Lichtemission umwandelt, können eine Substanz, die Phosphoreszenz emittiert (phosphoreszierendes Material), und ein thermisch aktiviertes, verzögert fluoreszierendes (thermally activated delayed fluorescence, TADF-) Material, das eine thermisch aktivierte verzögerte Fluoreszenz aufweist, angegeben werden.

[0118] Beispiele für ein phosphoreszierendes Material umfassen einen metallorganischen Komplex, einen Metallkomplex (Platinkomplex) und einen Seltenerdmetallkomplex. Diese Substanzen weisen die jeweiligen Emissionsfarben (Emissionspeaks) auf, und eine beliebige von ihnen wird somit je nach Bedarf angemessen ausgewählt.

[0119] Als Beispiele für ein phosphoreszierendes Material, das 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.

[0120] Beispielsweise können 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]); metallorganische Komplexe, bei denen ein Phenylpyridin-Derivat mit einer elektronenziehenden Gruppe ein Ligand ist, wie z. B. Bis[2-(4',6'-difluorphenyl)pyridinato-N,C²]iridium(III)tetrakis(1-pyrazolyl)borat (Abkürzung: Flr6), Bis[2-(4',6'-difluorphenyl)pyridinato-N,C²]iridium(III)picolinat (Abkürzung: Flrpc), Bis[2-[3',5'-bis(trifluormethyl)phenyl]pyridinato-N,C²]iridium(III)picolinat (Abkürzung: [Ir(CF₃ppy)₂(pic)]) und Bis[2-(4',6'-difluorphenyl)pyridinato-N,C²]iridium(III)acetylacetonat (Abkürzung: Flr(acac)); und dergleichen angegeben werden.

[0121] Als Beispiele für ein phosphoreszierendes Material, das grünes oder gelbes Licht emittiert und dessen Emissionsspektrum eine Peakwellenlänge von größer als oder gleich 495 nm und kleiner als oder gleich 590 nm aufweist, können die folgenden Substanzen angegeben werden.

[0122] Beispielsweise können 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(mppm)₂(acac)]), (Acetylacetonato)bis[4,6-dimethyl-2-[6-(2,6-dimethylphenyl)-4-pyrimidinyl-κN³]phenyl-κC]iridium(III) (Abkürzung: [Ir(dmpmmdmp)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,C²)iridium(III) (Abkürzung: [Ir(ppy)₃]), Bis(2-phenylpyridinato-N,C²)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,C²)iridium(III) (Abkürzung: [Ir(pq)₃]) und Bis(2-phenylchinolinato-N,C²)iridium(III)acetylacetonat (Abkürzung: [Ir(pq)₂(acac)]); metallorganische Komplexe, wie z. B. Bis(2,4-diphenyl-1,3-oxazolato-N,C²)iridium(III)acetylacetonat (Abkürzung: [Ir(dpo)₂(acac)]), Bis{2-[4'-(perfluorphenyl)phenyl]pyridinato-N,C²}iridium(III)acetylacetonat (Abkürzung: [Ir(p-PF-ph)₂(acac)]) und Bis(2-phenylbenzothiazolato-N,C²)iridium(III)acetylacetonat (Abkürzung: [Ir(bt)₂(acac)]); und Seltenerdmetallkomplexe, wie z. B. Tris(acetylacetonato)(monophenanthrolin)terbium(III) (Abkürzung: [Tb(acac)₃(Phen)]), angegeben werden.

[0123] Als Beispiele für ein phosphoreszierendes Material, das gelbes oder rotes Licht emittiert und dessen Emissionsspektrum eine Peakwellenlänge von größer als oder gleich 570 nm und kleiner als oder gleich 750 nm aufweist, können die folgenden Substanzen angegeben werden.

[0124] Beispielsweise können metallorganische Komplexe mit einem Pyrimidin-Gerüst, wie z. B. (Diisobutyrylmethanato)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)]), und (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)(dipivaloylmetanato)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-κN]phenyl-κC}(2,2,6,6-tetramethyl-3,5-heptandionato-κ²O,O')iridium(III) (Abkürzung: [Ir(dmdppr-dmCP)₂(dpm)]), (Acetylacetonato)bis[2-methyl-3-phenylchinoxalino-N,C²]iridium(III) (Abkürzung: [Ir(mpq)₂(acac)]), (Acetylacetonato)bis(2,3-diphenylchinoxalino-N,C²)iridium(III) (Abkürzung: [Ir(dpq)₂(acac)]) und (Acetylacetonato)bis[2,3-bis(4-fluorophenyl)chinoxalino]iridium(III) (Abkürzung: [Ir(Fdpq)₂(acac)]); metallorganische Komplexe mit einem Pyridin-Gerüst, wie z. B. Tris(1-phenylisochinolino-N,C²)iridium(III) (Abkürzung: [Ir(piq)₃]) und Bis(1-phenylisochinolino-N,C²)iridium(III)acetylacetonat (Abkürzung: [Ir(piq)₂(acac)]); Platinkomplexe, 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)]), angegeben werden.

[0125] Als Beispiel für die Licht emittierende Substanz, die eine Singulett-Anregungsenergie in Lichtemission umwandelt, kann eine Substanz, die Fluoreszenz emittiert (fluoreszierendes Material), angegeben werden. Beispiele für die Substanz, die Fluoreszenz emittiert, umfassen 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 das Pyren-Derivat 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).

[0126] Außerdem ist es 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: PCA-PA), 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-phenyldiamin] (Abkürzung: DPABPA), N,9-Diphenyl-N-[4-(9,10-diphenyl-2-anthryl)phenyl]-9H-carbazol-3-amin (Abkürzung: 2PCAPPA), N-[4-(9,10-Diphenyl-2-anthryl)phenyl]-N,N',N'-triphenyl-1,4-phenyldiamin (Abkürzung: 2DPAPPA) oder dergleichen zu verwenden.

[0127] Als organische Verbindungen, die in den Licht emittierenden Schichten (**113**, **113a**, **113b** und **113c**) verwendet werden, wird/werden eine oder mehrere Arten von Substanzen verwendet, die eine größere Energielücke aufweisen als die Licht emittierende Substanz (das Gastmaterial). Somit können die folgenden organischen Verbindungen (das Wirtsmaterial und das Hilfsmaterial) sowie die bei der Ausführungsform **1** beschriebenen organischen Verbindungen in geeigneter Weise verwendet werden.

[0128] Wenn die Licht emittierende Substanz beispielsweise ein fluoreszierendes Material ist, wird als Wirtsmaterial vorzugsweise eine organische Verbindung verwendet, die in einem Singulett-Anregungszustand ein hohes Energieniveau aufweist und in einem Triplett-Anregungszustand ein niedriges Energieniveau aufweist. Beispielsweise wird ein Anthracen-Derivat oder ein Tetracen-Derivat vorzugsweise verwendet. Spezifische Beispiele umfassen 9-Phenyl-3-[4-(10-phenyl-9-anthryl)phenyl]-9H-carbazol (Abkürzung: PCzPA), 3-[4-(1-Naphthyl)-phenyl]-9-phenyl-9H-carbazol (Abkürzung: PCPN), 9-[4-(10-Phenyl-9-anthracenyl)phenyl]-9H-carbazol (Abkürzung: CzPA), 7-[4-(10-Phenyl-9-anthryl)phenyl]-7H-dibenzo[c,g]carbazol (Abkürzung: cgDBCz-PA), 6-[3-(9,10-Diphenyl-2-anthryl)phenyl]-benzo[b]naphtho[1,2-d]furan (Abkürzung: 2mBnfPFA), 9-Phenyl-10-[4-(9-phenyl-9H-fluoren-9-yl)biphenyl-4-yl]anthracen (Abkürzung: FLPPA), 5,12-Diphenyltetracen und 5,12-Bis(biphenyl-2-yl)tetracen.

[0129] In dem Fall, in dem die Licht emittierende Substanz ein phosphoreszierendes Material ist, wird eine organische Verbindung mit Triplett-Anregungsenergie (Energiedifferenz zwischen einem Grundzustand und einem Triplett-Anregungszustand), die höher ist als diejenige der Licht emittierenden Substanz, vorzugsweise als Wirtsmaterial ausgewählt. In diesem Fall ist es möglich, einen auf Zink oder Aluminium basierenden Metallkomplex, ein Oxadiazol-Derivat, ein Triazol-Derivat, ein Benzimidazol-Derivat, ein Chinoxalin-Derivat, ein Dibenzochinoxalin-Derivat, ein Dibenzothiophen-Derivat, ein Dibenzofuran-Derivat, ein Pyrimidin-Derivat, ein Triazin-Derivat, ein Pyridin-Derivat, ein Bipyridin-Derivat, ein Phenanthrolin-Derivat, ein aromatisches Amin, ein Carbazol-Derivat und dergleichen zu verwenden.

[0130] Es sei angemerkt, dass insbesondere beispielsweise beliebige der folgenden Lochtransportmaterialien und Elektronentransportmaterialien als Wirtsmaterial verwendet werden können.

[0131] Beispiele für das Wirtsmaterial mit einer hohen Lochtransporteigenschaft umfassen aromatische Aminverbindungen, wie z. B. N,N'-Di(p-tolyl)-N,N-diphenyl-p-phenylendiamin (Abkürzung: DTDPPA), 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) und 1,3,5-Tris[N-(4-diphenylaminophenyl)-N-phenylamino]benzol (Abkürzung: DPA3B).

[0132] Weitere Beispiele umfassen Carbazol-Derivate, wie z. B. 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), 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). Weitere Beispiele für das Carbazol-Derivat umfassen 4,4'-Di(N-carbazolyl)biphenyl (Abkürzung: CBP), 1,3,5-Tris[4-(N-carbazolyl)phenyl]benzol (Abkürzung: TCPB) und 1,4-Bis[4-(N-carbazolyl)phenyl]-2,3,5,6-tetraphenylbenzol.

[0133] Beispiele für das Wirtsmaterial mit einer hohen Lochtransporteigenschaft umfassen aromatische Aminverbindungen, wie z. B. 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',4''-Tris(carbazol-9-yl)triphenylamin (Abkürzung: TCTA), 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), 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-AP-(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), 4-Phenyl-4'-(9-phenyl-9H-carbazol-3-yl)triphenylamin (Abkürzung: PCBA1BP), 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), 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), 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), 2-[N-(9-Phenylcarbazol-3-yl)-N-phenylamino]spiro-9,9'-bifluoren (Abkürzung: PCASF), 2,7-Bis[N-(4-diphenylaminophenyl)-N-phenylamino]spiro-9,9'-bifluoren (Abkürzung: DPA2SF), N-[4-(9H-Carbazol-9-yl)phenyl]-H-(4-phenyl)phenylanilin (Abkürzung: YGA1BP) und N,N'-Bis[4-(carbazol-9-yl)phenyl]-N,N'-diphenyl-9,9-dimethylfluoren-2,7-diamin (Abkürzung: YGA2F). Weitere Beispiele sind Carbazolverbindungen, Thiophenverbindungen, Furanverbindungen, Fluorenverbindungen, Triphenylenverbindungen, Phenanthrenverbindungen und dergleichen, wie z. B. 3-[4-(1-Naphthyl)-phenyl]-9-phenyl-9H-carbazol (Abkürzung: PCPN), 3-[4-(9-Phenanthryl)-phenyl]-9-phenyl-9H-carbazol (Abkürzung: PCPPn), 3,3'-Bis(9-phenyl-9H-carbazol) (Abkürzung: PCCP), 1,3-Bis(N-carbazolyl)benzol (Abkürzung: mCP), 3,6-Bis(3,5-diphenylphenyl)-9-phenylcarbazol (Abkürzung: CzTP), 4-{3-[3-(9-Phenyl-9H-fluoren-9-yl)phenyl]phenyl}dibenzofuran (Abkürzung: mmDBFF-LBi-II), 4,4',4''-(Benzol-1,3,5-triyl)tri(dibenzofuran) (Abkürzung: DBF3P-II), 1,3,5-Tri(dibenzothiophen-4-yl)benzol (Abkürzung: 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: mDBTTP-II).

[0134] Beispiele für das Wirtsmaterial mit einer hohen Elektronentransporteigenschaft umfassen einen Metallkomplex mit einem Chinolin-Gerüst oder einem Benzochinolin-Gerüst, wie z. B. Tris(8-chinolinolato)aluminium(III) (Abkürzung: Alq), Tris(4-methyl-8-chinolinolato)aluminium(III) (Abkürzung: Almq₃), Bis(10-hydroxybenzo[h]-chinolinato)beryllium(II) (Abkürzung: BeBq₂), Bis(2-methyl-8-chinolinolato)(4-phenylphenolato)aluminium(III) (Abkürzung: BALq) oder Bis(8-chinolinolato)zink(II) (Abkürzung: Znq). Alternativ kann ein Metallkomplex mit einem Liganden auf Oxazol-Basis oder einem Liganden auf Thiazol-Basis, wie z. B. Bis[2-(2-benzoxazolyl)phenolat]zink(II) (Abkürzung: ZnPBO) oder Bis[2-(2-benzothiazolyl)phenolato]zink(II) (Abkürzung: ZnBTZ), verwendet werden. Neben derartigen Metallkomplexen können beliebige der Folgenden verwendet werden: Oxadiazol-Derivate, wie z. B. 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) und 9-[4-(5-Phenyl-1,3,4-oxadiazol-2-yl)phenyl]-9H-carbazol (Abkürzung: CO11); ein Triazol-Derivat, wie z. B. 3-(4-Biphenyl)-4-phenyl-5-(4-tert-butylphenyl)-1,2,4-triazol (Abkürzung: TAZ); eine Verbindung mit einem Imidazol-Gerüst (insbesondere ein Benzimidazol-Derivat), wie z. B. 2,2',2''-(1,3,5-Benzotriyl)tris(1-phenyl-1H-benzimidazol) (Abkürzung: TPBI) oder 2-[3-(Dibenzothiophen-4-yl)phenyl]-1-phenyl-1H-benzimidazol (Abkürzung: mDBTBlm-II); eine Verbindung mit einem Oxazol-Gerüst (insbesondere ein Benzoxazol-Derivat), wie z. B. 4,4'-Bis(5-methylbenzoxazol-2-yl)stilben (Abkürzung: BzOs); ein Phenanthrolin-Derivat, wie z. B. Bathophenanthrolin (Abkürzung: Bphen), Bathocuproin (Abkürzung: BCP) und 2,9-Bis(naphthalen-2-yl)-4,7-diphenyl-1,10-phenanthrolin (Abkürzung: NBphen); heterocyclische Verbindungen mit einem Diazin-Gerüst, wie z. B. 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: 2mDBTBPDq-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-dibenzothiophenyl)phenyl]pyrimidin (Abkürzung: 4,6mDBTP2Pm-II) und 4,6-Bis[3-(9H-carbazol-9-yl)phenyl]pyrimidin (Abkürzung: 4,6mCzP2Pm); heterocyclische Verbindungen mit einem Triazin-Gerüst, wie z. B. 2-[4-[3-(N-Phenyl-9H-carbazol-3-yl)-9H-carbazol-9-yl]phenyl]-4,6-diphenyl-1,3,5-triazin (Abkürzung: PCCzPTzn); und heterocyclische Verbindungen mit einem Pyridin-Gerüst, wie z. B. 3,5-Bis[3-(9H-carbazol-9-yl)phenyl]pyridin (Abkürzung: 35DCzPPy) und 1,3,5-Tri[3-(3-pyridyl)phenyl]benzol (Abkürzung: TmPyPB). Als weitere Alternative kann eine hochmolekulare Verbindung, wie z. B. Poly(2,5-pyridindiy) (Abkürzung: PPy), Poly[(9,9-dihexylfluoren-2,7-diyl)-co-(pyridin-3,5-diyl)] (Abkürzung: PF-Py) oder Poly[(9,9-dioctylfluoren-2,7-diyl)-co-(2,2'-bipyridin-6,6'-diyl)] (Abkürzung: PF-BPy), verwendet werden.

[0135] Außerdem können für das Wirtsmaterial kondensierte polycyclische aromatische Verbindungen, wie z. B. Anthracen-Derivate, Phenanthren-Derivate, Pyren-Derivate, Chrysen-Derivate und Dibenzo[g,p]chrysen-Derivate, verwendet werden. Insbesondere können 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), 3,6-Diphenyl-9-[4-(10-phenyl-9-anthryl)phenyl]-9H-carbazol (Abkürzung: DPCzPA), 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) oder dergleichen verwendet werden.

[0136] In dem Fall, in dem eine Vielzahl von organischen Verbindungen für die Licht emittierenden Schichten (**113**, **113a**, **113b** und **113c**) verwendet wird, können zwei Verbindungen, die einen Exciplex bilden (eine erste Verbindung und eine zweite Verbindung), in Kombination mit einem metallorganischen Komplex verwendet werden. In diesem Fall wird, obwohl beliebige von verschiedenen organischen Verbindungen in einer geeigneten Kombination verwendet werden können, um einen Exciplex effizient zu bilden, die Kombination aus einer Verbindung, die leicht Löcher akzeptiert (einem Lochtransportmaterial), und einer Verbindung, die leicht Elektronen akzeptiert (einem Elektronentransportmaterial), besonders bevorzugt. Als Lochtransportmaterial und Elektronentransportmaterial können insbesondere beliebige der Materialien, die bei dieser Ausführungsform beschrieben werden, verwendet werden. Bei dieser Struktur können gleichzeitig eine hohe Effizienz, eine niedrige Spannung und eine lange Lebensdauer erzielt werden.

[0137] Das TADF-Material ist ein Material, 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 effizient Licht (eine Fluoreszenz) vom Singulett-Anregungszustand emittiert. Die TADF wird unter der folgenden Bedingung effizient erhalten: Die Energiedifferenz zwischen dem Triplett-Anregungsniveau und dem Singulett-Anregungsniveau ist 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. Es sei angemerkt, dass sich „verzögerte Fluoreszenz“, die von dem TADF-Material emittiert wird, auf eine Lichtemission bezieht, die das gleiche Spektrum wie normale Fluoreszenz und eine sehr lange Lebensdauer aufweist. Die Lebensdauer beträgt 10^{-6} Sekunden oder länger, vorzugsweise 10^{-3} Sekunden oder länger.

[0138] Beispiele für das TADF-Material umfassen ein 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 Hämatothyrin-Zinnfluorid-Komplex (Abkürzung: $\text{SnF}_2(\text{Hämato IX})$), einen Coproporphyrin-Tetramethylester-Zinnfluorid-Komplex (Abkürzung: $\text{SnF}_2(\text{Copro III-4Me})$), einen Oktaethylporphyrin-Zinnfluorid-Komplex (Abkürzung: $\text{SnF}_2(\text{OEP})$), einen Etioporphyrin-Zinnfluorid-Komplex (Abkürzung: $\text{SnF}_2(\text{Etio I})$) und einen Oktaethylporphyrin-Platinchlorid-Komplex (Abkürzung: PtCl_2OEP).

[0139] 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-phenylindolo[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) oder 10-Phenyl-10H,10'H-spiro[acridin-9,9'-anthracen]-10'-on (Abkürzung: ACRSA), verwendet werden. Es sei angemerkt, dass eine Substanz, in der der π -elektronenreiche heteroaromatische Ring direkt an den π -elektronenarmen heteroaromatischen Ring gebunden ist, besonders bevorzugt wird, da somit sowohl die Donatoreigenschaft des π -elektronenreichen heteroaromatischen Rings als auch die Akzeptoreigenschaft des π -elektronenarmen heteroaromatischen Rings erhöht werden und die Energiedifferenz zwischen dem Singulett-Anregungszustand und dem Triplett-Anregungszustand klein wird.

[0140] Es sei angemerkt, dass dann, wenn ein TADF-Material verwendet wird, das TADF-Material in einer Kombination mit einer weiteren organischen Verbindung verwendet werden kann.

[0141] Bei dem Licht emittierenden Element in **Fig. 1D** wird eine Elektronentransportschicht **114a** durch ein Vakuumverdampfungsverfahren über der Licht emittierenden Schicht **113a** der EL-Schicht **103a** ausgebildet. Nachdem die EL-Schicht **103a** und die Ladungserzeugungsschicht **104** ausgebildet worden sind, wird eine Elektronentransportschicht **114b** durch ein Vakuumverdampfungsverfahren über der Licht emittierenden Schicht **113b** der EL-Schicht **103b** ausgebildet.

<Elektronentransportschicht>

[0142] Die Elektronentransportschichten (**114**, **114a** und **114b**) transportieren die Elektronen, die durch die Elektroneninjektionsschichten (**115**, **115a** und **115b**) von der zweiten Elektrode **102** und der Ladungserzeugungsschicht (**104**) injiziert werden, zu den Licht emittierenden Schichten (**113**, **113a** und **113b**). Es sei angemerkt, dass die Elektronentransportschichten (**114**, **114a** und **114b**) jeweils ein Elektronentransportmaterial enthalten. Die Elektronentransportmaterialien, die in den Elektronentransportschichten (**114**, **114a** und **114b**) enthalten sind, sind vorzugsweise Substanzen mit einer Elektronenbeweglichkeit von höher als oder gleich $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$. Es sei angemerkt, dass auch andere Substanzen verwendet werden können, solange die Substanzen eine Elektronentransporteigenschaft aufweisen, die höher ist als eine Lochtransporteigenschaft.

[0143] Beispiele für das Elektronentransportmaterial umfassen Metallkomplexe mit einem Chinolin-Liganden, einem Benzochinolin-Liganden, einem Oxazol-Liganden und einem Thiazol-Liganden; ein Oxadiazol-Derivat; ein Triazol-Derivat; ein Phenanthrolin-Derivat; ein Pyridin-Derivat; und ein Bipyridin-Derivat. Außerdem kann eine π -elektronenarme heteroaromatische Verbindung, wie z. B. eine stickstoffhaltige heteroaromatische Verbindung, auch verwendet werden.

[0144] Insbesondere können Metallkomplexe, wie z. B. Alq_3 , Tris(4-methyl-8-chinolinolato)aluminium (Abkürzung: Almq_3), Bis(10-hydroxybenzo[h]chinolinato)beryllium (Abkürzung: BeBq_2), BAIq , Bis[2-(2-hydroxypheno-

nyl)benzoxazolato]zink(II) (Abkürzung: Zn(BOX)₂) und Bis[2-(2-hydroxyphenyl)benzothiazolato]zink(II) (Abkürzung: Zn(BTZ)₂), heteroaromatische Verbindungen, wie z. B. 2-(4-Biphenyl)-5-(4-tert-butylphenyl)-1,3,4-oxadiazol (Abkürzung: PBD), OXD-7, 3-(4'-tert-Butylphenyl)-4-phenyl-5-(4"-biphenyl)-1,2,4-triazol (Abkürzung: TAZ), 3-(4-tert-Butylphenyl)-4-(4-ethylphenyl)-5-(4-biphenyl)-1,2,4-triazol (Abkürzung: p-EtTAZ), Bathophenanthrolin (Abkürzung: Bphen), Bathocuproin (Abkürzung: BCP) und 4,4'-Bis(5-methylbenzoxazol-2-yl)stilben (Abkürzung: BzOs), und Chinoxalin-Derivate und Dibenzochinoxalin-Derivate, wie z. B. 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: 2mDBTBPDq-II), 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), verwendet werden.

[0145] Als weitere Alternative kann eine hochmolekulare Verbindung, wie z. B. Poly(2,5-pyridindiy) (Abkürzung: PPy), Poly[(9,9-dihexylfluoren-2,7-diyl)-co-(pyridin-3,5-diyl)] (Abkürzung: PF-Py) oder Poly[(9,9-dioctylfluoren-2,7-diyl)-co-(2,2'-bipyridin-6,6'-diyl)] (Abkürzung: PF-BPy), verwendet werden.

[0146] 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.

[0147] Bei dem Licht emittierenden Element in **Fig. 1D** wird die Elektroneninjectionsschicht **115a** durch ein Vakuumverdampfungsverfahren über der Elektronentransportschicht **114a** der EL-Schicht **103a** ausgebildet. Nachdem die EL-Schicht **103a** und die Ladungserzeugungsschicht **104** ausgebildet worden sind, werden die Komponenten bis zu der Elektronentransportschicht **114b** der EL-Schicht **103b** ausgebildet. Dann wird die Elektroneninjectionsschicht **115b** durch ein Vakuumverdampfungsverfahren über der Elektronentransportschicht **114b** ausgebildet.

<Elektroneninjectionsschicht>

[0148] Die Elektroneninjectionsschichten (**115**, **115a** und **115b**) enthalten jeweils eine Substanz mit einer hohen Elektroneninjectionseigenschaft. Die Elektroneninjectionsschichten (**115**, **115a** und **115b**) können jeweils unter Verwendung eines Alkalimetalls, eines Erdalkalimetalls oder einer Verbindung davon, wie z. B. Lithiumfluorid (LiF), Cäsiumfluorid (CsF), Calciumfluorid (CaF₂) oder Lithiumoxid (LiO_x), 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. Beliebige der Substanzen zum Ausbilden der Elektronentransportschichten (**114**, **114a** und **114b**), die vorstehend angegeben worden sind, können auch verwendet werden.

[0149] 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 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 die Elektronentransportmaterialien zum Ausbilden der Elektronentransportschichten (**114**, **114a** und **114b**) (z. B. ein Metallkomplex und eine heteroaromatische Verbindung) verwendet werden. Als Elektronendonator kann eine Substanz verwendet werden, die eine Elektronendonatoreigenschaft in Bezug auf die organische Verbindung zeigt. Bevorzugte Beispiele sind ein Alkalimetall, ein Erdalkalimetall und ein Seltenerdmetall. Insbesondere können Lithium, Cäsium, Magnesium, Calcium, Erbium, Ytterbium und dergleichen angegeben werden. 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.

[0150] In dem Fall, in dem Licht, das von der Licht emittierenden Schicht **113b** erhalten wird, verstärkt wird, 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.

<Ladungserzeugungsschicht>

[0151] Die Ladungserzeugungsschicht **104** 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 **104** kann entweder eine Struktur, bei der einem Lochtransportmaterial ein Elektronenakzeptor (Akzeptor) zugesetzt ist, oder eine Struktur aufweisen, bei der einem Elektronentransportmaterial ein Elektronendonator (Donator) zugesetzt ist. Alternativ können beide dieser Strukturen übereinander angeordnet sein. Es sei angemerkt, dass das Ausbilden der Ladungserzeugungsschicht **104** unter Verwendung eines beliebigen der vorstehenden Materialien einen Anstieg der Ansteuerspannung, der auf das Übereinanderanordnen der EL-Schichten zurückzuführen ist, unterdrücken kann.

[0152] In dem Fall, in dem die Ladungserzeugungsschicht **104** eine Struktur aufweist, bei der einem Lochtransportmaterial ein Elektronenakzeptor zugesetzt ist, kann ein beliebiges der Materialien, die bei dieser Ausführungsform beschrieben werden, als Lochtransportmaterial verwendet werden. Es ist möglich, als Elektronenakzeptor 7,7,8,8-Tetracyano-2,3,5,6-tetrafluorchinodimethan (Abkürzung: F₄-TCNQ), Chloranil und dergleichen zu verwenden. Außerdem können Oxide von Metallen, die zur Gruppe **4** bis Gruppe **8** des Periodensystems gehören, angegeben werden. Insbesondere werden Vanadiumoxid, Nioboxid, Tantaloxid, Chromoxid, Molybdänoxid, Wolframoxid, Manganoxid, Rheniumoxid oder dergleichen verwendet.

[0153] In dem Fall, in dem die Ladungserzeugungsschicht **104** eine Struktur aufweist, bei der einem Elektronentransportmaterial ein Elektronendonator zugesetzt ist, kann ein beliebiges der Materialien, die bei dieser Ausführungsform beschrieben werden, als Elektronentransportmaterial verwendet werden. Es ist möglich, als Elektronendonator ein Alkalimetall, ein Erdalkalimetall, ein Seltenerdmetall, Metalle, die zu den Gruppen **2** und **13** des Periodensystems gehören, oder ein Oxid oder Carbonat davon zu verwenden. Insbesondere wird vorzugsweise Lithium (Li), Cäsium (Cs), Magnesium (Mg), Calcium (Ca), Ytterbium (Yb), Indium (In), Lithiumoxid, Cäsiumcarbonat oder dergleichen verwendet. Eine organische Verbindung, wie z. B. Tetrathianaphthacen, kann alternativ als Elektronendonator verwendet werden.

[0154] Es sei angemerkt, dass die EL-Schicht **103c** in **Fig. 1E** eine Struktur aufweist, die denjenigen der vorstehend beschriebenen EL-Schichten (**103**, **103a** und **103b**) ähnlich ist. Außerdem weisen die Ladungserzeugungsschichten **104a** und **104b** jeweils eine Struktur auf, die derjenigen der vorstehend beschriebenen Ladungserzeugungsschicht **104** ähnlich ist.

<Substrat>

[0155] Das bei dieser Ausführungsform beschriebene Licht emittierende Element 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 ein Halbleitersubstrat (z. B. ein einkristallines Substrat oder ein Siliziumsubstrat), ein SOI-Substrat, ein Glassubstrat, ein Quarzsubstrat, ein Kunststoffsubstrat, 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.

[0156] 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), Polyethylenaphthalat (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.

[0157] Für die Herstellung des Licht emittierenden Elements dieser Ausführungsform kann ein Vakuumprozess, wie z. B. ein Verdampfungsverfahren, oder ein Lösungsprozess, wie z. B. ein Rotationsbeschichtungsverfahren oder 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) oder 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**) und die Elektroneninjectionsschichten (**115**, **115a** und **115b**)), die in den EL-Schichten enthalten sind, und die Ladungserzeugungsschichten (**104**, **104a** und **104b**) des Licht emittierenden Elements 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.

[0158] Es sei angemerkt, dass Materialien, die für die in den EL-Schichten (**103**, **103a** und **103b**) enthaltenen Funktionsschichten (die Lochinjectionsschichten (**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 (**104**, **104a** und **104b**) des bei dieser Ausführungsform beschriebenen Licht emittierenden Elements verwendet werden können, nicht auf die vorstehenden Materialien beschränkt sind, und andere Materialien können in Kombination verwendet werden, solange die Funktionen der Schichten sichergestellt werden. Beispielsweise kann eine hochmolekulare Verbindung (z. B. ein Oligomer, ein Dendrimer 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.

[0159] Die bei dieser Ausführungsform beschriebene Struktur kann mit einer beliebigen der bei den anderen Ausführungsformen beschriebenen Strukturen nach Bedarf kombiniert werden.

(Ausführungsform 3)

[0160] Bei dieser Ausführungsform wird eine Licht emittierende Vorrichtung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung beschrieben. Es sei angemerkt, dass eine Licht emittierende Vorrichtung, die in **Fig. 2A** dargestellt ist, eine Licht emittierende Aktivmatrix-Vorrichtung ist, bei der Transistoren (FETs) **202** über einem ersten Substrat **201** elektrisch mit Licht emittierenden Elementen (**203R**, **203G**, **203B** und **203W**) verbunden sind. Die Licht emittierenden Elemente (**203R**, **203G**, **203B** und **203W**) beinhalten eine gemeinsame EL-Schicht **204** und weisen jeweils eine Mikrokavitätsstruktur auf, bei der die optische Weglänge zwischen Elektroden entsprechend der Emissionsfarbe des Licht emittierenden Elements angepasst ist. Die Licht emittierende Vorrichtung ist eine Licht emittierende Top-Emission-Vorrichtung, bei der Licht durch Farbfilter (**206R**, **206G** und **206B**), die an einem zweiten Substrat **205** ausgebildet sind, von der EL-Schicht **204** emittiert wird.

[0161] Die in **Fig. 2A** dargestellte Licht emittierende Vorrichtung wird derart hergestellt, dass eine erste Elektrode **207** als reflektierende Elektrode dient und eine zweite Elektrode **208** als transflektive Elektrode dient. Es sei angemerkt, dass bezüglich der Elektrodenmaterialien für die erste Elektrode **207** und die zweite Elektrode **208** nach Bedarf auf die Beschreibung einer der anderen Ausführungsformen verwiesen werden kann.

[0162] In dem Fall, in dem beispielsweise in **Fig. 2A** das Licht emittierende Element **203R** als rotes Licht emittierendes Element dient, das Licht emittierende Element **203G** als grünes Licht emittierendes Element dient, das Licht emittierende Element **203B** als blaues Licht emittierendes Element dient und das Licht emittierende Element **203W** als weißes Licht emittierendes Element dient, wird, wie in **Fig. 2B** dargestellt, ein Abstand zwischen der ersten Elektrode **207** und der zweiten Elektrode **208** in dem Licht emittierenden Element **203R** angepasst, um eine optische Weglänge **200R** zu erhalten, ein Abstand zwischen der ersten Elektrode **207** und der zweiten Elektrode **208** in dem Licht emittierenden Element **203G** wird angepasst, um eine optische Weglänge **200G** zu erhalten, und ein Abstand zwischen der ersten Elektrode **207** und der zweiten Elektrode **208** in dem Licht emittierenden Element **203B** wird angepasst, um eine optische Weglänge **200B** zu erhalten. Es sei angemerkt, dass die optische Anpassung derart durchgeführt werden kann, dass, wie in **Fig. 2B** dargestellt, bei dem Licht emittierenden Element **203R** eine leitende Schicht **207R** über der ersten Elektrode **207** angeordnet ist und bei dem Licht emittierenden Element **203G** eine leitende Schicht **207G** über der ersten Elektrode **207** angeordnet ist.

[0163] Das zweite Substrat **205** ist mit den Farbfiltern (**206R**, **206G** und **206B**) versehen. Es sei angemerkt, dass die Farbfilter jeweils sichtbares Licht in einem bestimmten Wellenlängenbereich durchlassen und sichtbares Licht in einem bestimmten Wellenlängenbereich blockieren. Daher wird, wie in **Fig. 2A** dargestellt, der

Farbfilter **206R**, der nur Licht im roten Wellenlängenbereich durchlässt, an einer Stelle bereitgestellt, an der er das Licht emittierende Element **203R** überlappt, wodurch eine rote Lichtemission von dem Licht emittierenden Element **203R** erhalten werden kann. Des Weiteren wird der Farbfilter **206G**, der nur Licht im grünen Wellenlängenbereich durchlässt, an einer Stelle bereitgestellt, an der er das Licht emittierende Element **203G** überlappt, wodurch eine grüne Lichtemission von dem Licht emittierenden Element **203G** erhalten werden kann. Außerdem wird der Farbfilter **206B**, der nur Licht im blauen Wellenlängenbereich durchlässt, an einer Stelle bereitgestellt, an der er das Licht emittierende Element **203B** überlappt, wodurch eine blaue Lichtemission von dem Licht emittierenden Element **203B** erhalten werden kann. Es sei angemerkt, dass das Licht emittierende Element **203W** ohne Farbfilter weißes Licht emittieren kann. Es sei angemerkt, dass eine schwarze Schicht (Schwarzmatrix) **209** an einem Endabschnitt jedes Farbfilters bereitgestellt sein kann. Die Farbfilter (**206R**, **206G** und **206B**) und die schwarze Schicht **209** können mit einer Abdeckschicht, die unter Verwendung eines durchsichtigen Materials ausgebildet wird, bedeckt sein.

[0164] Obwohl die Licht emittierende Vorrichtung in **Fig. 2A** eine Struktur, bei der Licht von der Seite des zweiten Substrats **205** extrahiert wird (Top-Emission-Struktur), aufweist, kann, wie in **Fig. 2C** dargestellt, eine Struktur, bei der Licht von der Seite des ersten Substrats **201**, über dem die FETs **202** ausgebildet sind, extrahiert wird (Bottom-Emission-Struktur), zum Einsatz kommen. Im Falle einer Licht emittierenden Bottom-Emission-Vorrichtung wird die erste Elektrode **207** als transflektive Elektrode ausgebildet und die zweite Elektrode **208** wird als reflektierende Elektrode ausgebildet. Als erstes Substrat **201** wird ein Substrat verwendet, das mindestens ein Lichttransmissionsvermögen aufweist. Wie in **Fig. 2C** dargestellt, sind Farbfilter (**206R'**, **206G'** und **206B'**) näher an dem ersten Substrat **201** bereitgestellt als die Licht emittierenden Elemente (**203R**, **203G** und **203B**).

[0165] In **Fig. 2A** handelt es sich bei den Licht emittierenden Elementen um das rote Licht emittierende Element, das grüne Licht emittierende Element, das blaue Licht emittierende Element und das weißes Licht emittierende Element; jedoch sind die Licht emittierenden Elemente einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung nicht auf das Vorstehende beschränkt, und ein gelbes Licht emittierendes Element oder ein oranges Licht emittierendes Element kann verwendet werden. Es sei angemerkt, dass bezüglich der Materialien, die für die EL-Schichten (eine Licht emittierende Schicht, eine Lochinjektionsschicht, eine Lochtransportschicht, eine Elektronentransportschicht, eine Elektroneninjektionsschicht, eine Ladungserzeugungsschicht und dergleichen) verwendet werden, nach Bedarf auf die Beschreibung einer der anderen Ausführungsformen verwiesen werden kann, um jedes der Licht emittierenden Elemente herzustellen. In diesem Fall muss ein Farbfilter entsprechend der Emissionsfarbe des Licht emittierenden Elements in geeigneter Weise ausgewählt werden.

[0166] Mit der vorstehenden Struktur kann eine Licht emittierende Vorrichtung, die Licht emittierende Elemente beinhaltet, die eine Vielzahl von Emissionsfarben aufweisen, hergestellt werden.

[0167] Es sei angemerkt, dass die bei dieser Ausführungsform beschriebenen Strukturen nach Bedarf mit einer der bei den anderen Ausführungsformen beschriebenen Strukturen kombiniert werden können.

(Ausführungsform 4)

[0168] Bei dieser Ausführungsform wird eine Licht emittierende Vorrichtung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung beschrieben.

[0169] Die Verwendung der Elementstruktur des Licht emittierenden Elements einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ermöglicht die Herstellung einer Licht emittierenden Aktivmatrix-Vorrichtung oder einer Licht emittierenden Passivmatrix-Vorrichtung. Es sei angemerkt, dass eine Licht emittierende Aktivmatrix-Vorrichtung eine Struktur aufweist, die eine Kombination aus einem Licht emittierenden Element und einem Transistor (FET) umfasst. Daher sind eine Licht emittierende Passivmatrix-Vorrichtung und eine Licht emittierende Aktivmatrix-Vorrichtung jeweils eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Es sei angemerkt, dass ein beliebiges der bei den anderen Ausführungsformen beschriebenen Licht emittierenden Elemente bei der bei dieser Ausführungsform beschriebenen Licht emittierenden Vorrichtung verwendet werden kann.

[0170] Bei dieser Ausführungsform wird eine Licht emittierende Aktivmatrix-Vorrichtung anhand von **Fig. 3A** und **Fig. 3B** beschrieben.

[0171] **Fig. 3A** ist eine Draufsicht, die die Licht emittierende Vorrichtung darstellt, und **Fig. 3B** ist eine Querschnittsansicht, die entlang der Kettenlinie A-A' in **Fig. 3A** entnommen wurde. Die Licht emittierende Aktivmatrix-Vorrichtung beinhaltet einen Pixelabschnitt **302**, einen Treiberschaltungsabschnitt (Source-Leitungstreiber-

schaltung) **303** und Treiberschaltungsabschnitte (Gate-Leitungstreiberschaltungen) (**304a** und **304b**), welche über einem ersten Substrat **301** bereitgestellt sind. Der Pixelabschnitt **302** und die Treiberschaltungsabschnitte (**303**, **304a** und **304b**) sind mit einem Dichtungsmittel **305** zwischen dem ersten Substrat **301** und einem zweiten Substrat **306** abgedichtet.

[0172] Eine Anschlussleitung **307** ist über dem ersten Substrat **301** bereitgestellt. Die Anschlussleitung **307** ist mit einer FPC **308** verbunden, die ein externer Eingangsanschluss ist. Es sei angemerkt, dass die FPC **308** ein Signal (z. B. ein Videosignal, ein Taktsignal, ein Startsignal oder ein Rücksetzsignal) oder ein Potential von außen auf die Treiberschaltungsabschnitte (**303**, **304a** und **304b**) überträgt. Die FPC **308** kann mit einer gedruckten Leiterplatte (printed wiring board, PWB) versehen sein. Es sei angemerkt, dass die Licht emittierende Vorrichtung, die mit einer FPC oder einer PWB versehen ist, in der Kategorie einer Licht emittierenden Vorrichtung enthalten ist.

[0173] Fig. **3B** stellt eine Querschnittsstruktur der Licht emittierenden Vorrichtung dar.

[0174] Der Pixelabschnitt **302** beinhaltet eine Vielzahl von Pixeln, die jeweils einen FET (Schalt-FET) **311**, einen FET (Stromsteuer-FET) **312** und eine erste Elektrode **313** beinhalten, die elektrisch mit dem FET **312** verbunden ist. Es sei angemerkt, dass die Anzahl der FETs, die in jedem Pixel enthalten sind, nicht besonders beschränkt ist und in geeigneter Weise eingestellt werden kann.

[0175] Beispielsweise kann für die FETs **309**, **310**, **311** und **312** ohne besondere Beschränkung ein Staggered-Transistor oder ein Inverted-Staggered-Transistor verwendet werden. Es kann ein Top-Gate-Transistor, ein Bottom-Gate-Transistor oder dergleichen verwendet werden.

[0176] Es sei angemerkt, dass es keine besondere Beschränkung hinsichtlich der Kristallinität eines Halbleiters gibt, der für die FETs **309**, **310**, **311** und **312** verwendet werden kann; es kann ein amorpher Halbleiter oder ein Halbleiter mit Kristallinität (ein mikrokristalliner Halbleiter, ein polykristalliner Halbleiter, ein einkristalliner Halbleiter oder ein Halbleiter, der teilweise Kristallbereiche enthält) verwendet werden. Vorzugsweise wird ein Halbleiter mit Kristallinität verwendet, wobei in diesem Fall eine Verschlechterung der Transistoreigenschaften unterdrückt werden kann.

[0177] Für den Halbleiter kann beispielsweise ein Element der Gruppe **14**, ein Verbindungshalbleiter, ein Oxidhalbleiter, ein organischer Halbleiter oder dergleichen verwendet werden. Als typisches Beispiel kann ein Halbleiter, der Silizium enthält, ein Halbleiter, der Galliumarsenid enthält, oder ein Oxidhalbleiter, der Indium enthält, verwendet werden.

[0178] Der Treiberschaltungsabschnitt **303** beinhaltet den FET **309** und den FET **310**. Der FET **309** und der FET **310** können mit einer Schaltung, die Transistoren vom gleichen Leitungstyp (entweder n-Kanal-Transistoren oder p-Kanal-Transistoren) beinhaltet, oder mit einer CMOS-Schaltung ausgebildet werden, die einen n-Kanal-Transistor und einen p-Kanal-Transistor beinhaltet. Des Weiteren kann eine Treiberschaltung außen bereitgestellt sein.

[0179] Ein Endabschnitt der ersten Elektrode **313** ist mit einem Isolator **314** bedeckt. Der Isolator **314** kann unter Verwendung einer organischen Verbindung, wie z. B. eines negativen lichtempfindlichen Harzes oder eines positiven lichtempfindlichen Harzes (Acrylharzes), oder einer anorganischen Verbindung, wie z. B. Siliziumoxid, Siliziumoxynitrid oder Siliziumnitrid, ausgebildet werden. Der Isolator **314** weist vorzugsweise eine gekrümmte Oberfläche mit einer Krümmung an seinem oberen Endabschnitt oder unteren Endabschnitt auf. In diesem Fall kann eine vorteilhafte Abdeckung mit einem Film, der über dem Isolator **314** ausgebildet wird, erhalten werden.

[0180] Eine EL-Schicht **315** und eine zweite Elektrode **316** sind über der ersten Elektrode **313** angeordnet. Die EL-Schicht **315** umfasst eine Licht emittierende Schicht, eine Lochinjektionsschicht, eine Lochtransportschicht, eine Elektronentransportschicht, eine Elektroneninjektionsschicht, eine Ladungserzeugungsschicht und dergleichen.

[0181] Die Struktur und Materialien, welche bei einer der anderen Ausführungsformen beschrieben werden, können für die Komponenten eines Licht emittierenden Elements **317**, das bei dieser Ausführungsform beschrieben wird, verwendet werden. Obwohl nicht dargestellt, ist die zweite Elektrode **316** elektrisch mit der FPC **308** verbunden, die ein externer Eingangsanschluss ist.

[0182] Obwohl die Querschnittsansicht in **Fig. 3B** nur ein einziges Licht emittierendes Element **317** darstellt, ist eine Vielzahl von Licht emittierenden Elementen in einer Matrix in dem Pixelabschnitt **302** angeordnet. Licht emittierende Elemente, die Licht von drei Arten von Farben (R, G und B) emittieren, werden selektiv in dem Pixelabschnitt **302** ausgebildet, wodurch eine Licht emittierende Vorrichtung, die ein Vollfarbbild anzeigen kann, erhalten werden kann. Zusätzlich zu den Licht emittierenden Elementen, die Licht von drei Arten von Farben (R, G und B) emittieren, können beispielsweise Licht emittierende Elemente, die Licht von Weiß (W), Gelb (Y), Magenta (M), Zyan (C) und dergleichen emittieren, ausgebildet werden. Beispielsweise werden die Licht emittierenden Elemente, die Licht einiger der vorstehenden Farben emittieren, in Kombination mit den Licht emittierenden Elementen verwendet, die Licht von drei Arten von Farben (R, G und B) emittieren, wodurch Wirkungen, wie z. B. eine Verbesserung der Farbreinheit und eine Verringerung des Stromverbrauchs, erzielt werden können. Alternativ kann eine Licht emittierende Vorrichtung, die ein Vollfarbbild anzeigen kann, durch eine Kombination mit Farbfiltern hergestellt werden. Als Farbfilter können rote (R), grüne (G), blaue (B), zyanfarbene (C), magentafarbene (M) und gelbe (Y) Farbfilter und dergleichen verwendet werden.

[0183] Wenn das zweite Substrat **306** und das erste Substrat **301** mit dem Dichtungsmittel **305** aneinander befestigt sind, sind die FETs (**309, 310, 311** und **312**) und das Licht emittierende Element **317** über dem ersten Substrat **301** in einem Raum **318** bereitgestellt, der von dem ersten Substrat **301**, dem zweiten Substrat **306** und dem Dichtungsmittel **305** umschlossen ist. Es sei angemerkt, dass der Raum **318** mit einem Inertgas (z. B. Stickstoff oder Argon) oder einer organischen Substanz (darunter auch das Dichtungsmittel **305**) gefüllt sein kann.

[0184] Für das Dichtungsmittel **305** kann ein Harz auf Epoxid-Basis, eine Glasfritte oder dergleichen verwendet werden. Für das Dichtungsmittel **305** wird vorzugsweise ein Material verwendet, das möglichst wenig Feuchtigkeit und Sauerstoff durchlässt. Als zweites Substrat **306** kann ein Substrat, das als erstes Substrat **301** verwendet werden kann, in ähnlicher Weise verwendet werden. Daher kann ein beliebiges der vielzähligen Substrate, die bei den anderen Ausführungsformen beschrieben werden, in geeigneter Weise verwendet werden. Als Substrat kann ein Glassubstrat, ein Quarzsubstrat oder ein Kunststoffsubstrat, das aus einem faserverstärkten Kunststoff (fiber-reinforced plastic, FRP), Polyvinylfluorid (PVF), Polyester, Acryl oder dergleichen ausgebildet ist, verwendet werden. In dem Fall, in dem eine Glasfritte für das Dichtungsmittel verwendet wird, handelt es sich bei dem ersten Substrat **301** und dem zweiten Substrat **306** im Hinblick auf die Adhäsion vorzugsweise um Glassubstrate.

[0185] Auf diese Weise kann die Licht emittierende Aktivmatrix-Vorrichtung erhalten werden.

[0186] In dem Fall, in dem die Licht emittierende Aktivmatrix-Vorrichtung über einem flexiblen Substrat bereitgestellt wird, können die FETs und das Licht emittierende Element direkt über dem flexiblen Substrat ausgebildet werden; alternativ können die FETs und das Licht emittierende Element über einem Substrat, das mit einer Trennschicht versehen ist, ausgebildet werden und dann durch Applikation von Wärme, Kraft, Laserlicht oder dergleichen an der Trennschicht abgetrennt werden, um auf ein flexibles Substrat übertragen zu werden. Für die Trennschicht kann beispielsweise eine Schichtanordnung, die anorganische Filme, wie z. B. einen Wolframfilm und einen Siliziumoxidfilm, umfasst, oder ein organischer Harzfilm aus Polyimid oder dergleichen verwendet werden. Beispiele für das flexible Substrat umfassen, zusätzlich zu einem Substrat, über dem ein Transistor ausgebildet werden kann, ein Papiersubstrat, ein Zellglassubstrat, ein Aramidfilm-Substrat, ein Polyimidfilm-Substrat, ein Stoffsubstrat (darunter auch eine Naturfaser (z. B. Seide, Baumwolle oder Hanf), eine Kunstfaser (z. B. Nylon, Polyurethan oder Polyester), eine Regeneratfaser (z. B. Acetat, Cupro, Viskose oder regenerierten Polyester) oder dergleichen), ein Ledersubstrat und ein Gummisubstrat. Unter Verwendung eines beliebigen dieser Substrate können eine Zunahme der Beständigkeit, eine Erhöhung der Wärmebeständigkeit, eine Gewichtsreduktion und eine Verringerung der Dicke erzielt werden.

[0187] Es sei angemerkt, dass die bei dieser Ausführungsform beschriebenen Strukturen nach Bedarf mit einer der bei den anderen Ausführungsformen beschriebenen Strukturen kombiniert werden können.

(Ausführungsform 5)

[0188] Bei dieser Ausführungsform werden Beispiele für verschiedene elektronische Geräte und ein Fahrzeug beschrieben, die unter Verwendung der Licht emittierenden Vorrichtung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung oder einer Anzeigevorrichtung, die das Licht emittierende Element einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung beinhaltet, hergestellt werden.

[0189] Elektronische Geräte, die in **Fig. 4A** bis **Fig. 4E** dargestellt werden, können ein Gehäuse **7000**, einen Anzeigeabschnitt **7001**, einen Lautsprecher **7003**, eine LED-Lampe **7004**, Bedientasten **7005** (einschließlich eines Netzschalters oder eines Bedienungsschalters), einen Verbindungsanschluss **7006**, einen Sensor **7007** (einen Sensor mit einer Funktion zum Messen oder Erfassen von Kraft, Verschiebung, Position, Geschwindigkeit, Beschleunigung, Winkelgeschwindigkeit, Drehzahl, Abstand, Licht, Flüssigkeit, Magnetismus, Temperatur, chemischer Substanz, Ton, Zeit, Härte, elektrischem Feld, Strom, Spannung, elektrischer Leistung, Strahlung, Durchflussrate, Feuchtigkeit, Steigungsgrad, Schwingung, Geruch oder Infrarotstrahlen), ein Mikrofon **7008** und dergleichen beinhalten.

[0190] **Fig. 4A** stellt einen tragbaren Computer dar, der zusätzlich zu den vorstehenden Komponenten einen Schalter **7009**, einen Infrarotanschluss **7010** und dergleichen beinhalten kann.

[0191] **Fig. 4B** stellt eine tragbare Bildwiedergabevorrichtung (z. B. einen DVD-Spieler) dar, die mit einem Speichermedium versehen ist und zusätzlich zu den vorstehenden Komponenten einen zweiten Anzeigeabschnitt **7002**, einen Speichermediumleseabschnitt **7011** und dergleichen beinhalten kann.

[0192] **Fig. 4C** stellt eine brillenartige Anzeige dar, die zusätzlich zu den vorstehenden Komponenten den zweiten Anzeigeabschnitt **7002**, eine Halterung **7012**, einen Kopfhörer **7013** und dergleichen beinhalten kann.

[0193] **Fig. 4D** stellt eine Digitalkamera dar, die eine Fernsehempfangsfunktion aufweist und zusätzlich zu den vorstehenden Komponenten eine Antenne **7014**, einen Auslöseknopf **7015**, einen Bildempfangsabschnitt **7016** und dergleichen beinhalten kann.

[0194] **Fig. 4E** stellt ein Mobiltelefon (einschließlich eines Smartphones) dar, das in dem Gehäuse **7000** den Anzeigeabschnitt **7001**, ein Mikrofon **7019**, den Lautsprecher **7003**, eine Kamera **7020**, einen externen Verbindungsabschnitt **7021**, einen Bedienknopf **7022** und dergleichen beinhalten kann.

[0195] **Fig. 4F** stellt ein großes Fernsehgerät (auch als TV oder Fernsehempfänger bezeichnet) dar, das das Gehäuse **7000**, den Anzeigeabschnitt **7001**, den Lautsprecher **7003** und dergleichen umfassen kann. Außerdem wird hier das Gehäuse **7000** von einem Fuß **7018** getragen.

[0196] Die in **Fig. 4A** bis **Fig. 4F** dargestellten elektronischen Geräte können verschiedene Funktionen aufweisen, wie z. B. eine Funktion zum Anzeigen verschiedener Daten (eines Standbildes, eines bewegten Bildes, eines Textbildes und dergleichen) auf dem Anzeigeabschnitt, eine Touchscreen-Funktion, eine Funktion zum Anzeigen eines Kalenders, des Datums, der Zeit und dergleichen, eine Funktion zum Steuern eines Prozesses mittels verschiedener Typen von Software (Programmen), eine drahtlose Kommunikationsfunktion, eine Funktion zum Verbinden mit verschiedenen Computernetzwerken mittels einer drahtlosen Kommunikationsfunktion, eine Funktion zum Übertragen und Empfangen verschiedener Daten mittels einer drahtlosen Kommunikationsfunktion, eine Funktion zum Lesen eines Programms oder der Daten, das/die in einem Speichermedium gespeichert ist/sind, und zum Anzeigen des Programms oder der Daten auf dem Anzeigeabschnitt und dergleichen. Des Weiteren kann ein elektronisches Gerät, das eine Vielzahl von Anzeigeabschnitten beinhaltet, die folgenden Funktionen aufweisen:

eine Funktion zum Anzeigen von Bilddaten hauptsächlich auf einem Anzeigeabschnitt, während Textdaten auf einem anderen Anzeigeabschnitt angezeigt werden, eine Funktion zum Anzeigen eines dreidimensionalen Bildes durch Anzeigen von Bildern auf einer Vielzahl von Anzeigeabschnitten unter Berücksichtigung einer Parallaxe oder dergleichen. Des Weiteren kann das elektronische Gerät, das einen Bildempfangsabschnitt beinhaltet, die folgenden Funktionen aufweisen: eine Funktion zum Aufnehmen eines Standbildes, eine Funktion zum Aufnehmen eines bewegten Bildes, eine Funktion zum automatischen oder manuellen Korrigieren eines aufgenommenen Bildes, eine Funktion zum Speichern eines aufgenommenen Bildes in einem Speichermedium (einem externen Speichermedium oder einem in der Kamera eingebauten Speichermedium), eine Funktion zum Anzeigen eines aufgenommenen Bildes auf dem Anzeigeabschnitt oder dergleichen. Es sei angemerkt, dass Funktionen, die für die in **Fig. 4A** bis **Fig. 4F** dargestellten elektronischen Geräte bereitgestellt werden können, nicht auf die vorstehend beschriebenen beschränkt sind, und die elektronischen Geräte können verschiedene Funktionen aufweisen.

[0197] **Fig. 4G** stellt eine Smartwatch dar, die das Gehäuse **7000**, den Anzeigeabschnitt **7001**, Bedienknöpfe **7022** und **7023**, einen Verbindungsanschluss **7024**, ein Band **7025**, eine Schnalle **7026** und dergleichen beinhaltet.

[0198] Der Anzeigeabschnitt **7001**, der in dem als Einfassung dienenden Gehäuse **7000** montiert ist, umfasst einen nicht-rechteckigen Anzeigebereich. Der Anzeigeabschnitt **7001** kann ein Icon **7027**, das die Zeit anzeigt, ein weiteres Icon **7028** und dergleichen anzeigen. Der Anzeigeabschnitt **7001** kann ein Touchscreen (eine Eingabe/Ausgabe-Vorrichtung) sein, der einen Berührungssensor (eine Eingabevorrichtung) beinhaltet.

[0199] Die Smartwatch, die in **Fig. 4G** dargestellt wird, kann verschiedene Funktionen aufweisen, wie z. B. eine Funktion zum Anzeigen verschiedener Informationen (z. B. eines Standbildes, eines bewegten Bildes und eines Textbildes) auf einem Anzeigeabschnitt, eine Touchscreen-Funktion, eine Funktion zum Anzeigen eines Kalenders, des Datums, der Zeit und dergleichen, eine Funktion zum Steuern der Verarbeitung mittels verschiedener Typen von Software (Programmen), eine drahtlose Kommunikationsfunktion, eine Funktion zum Verbinden mit verschiedenen Computernetzwerken mittels einer drahtlosen Kommunikationsfunktion, eine Funktion zum Übertragen und Empfangen verschiedener Daten mittels einer drahtlosen Kommunikationsfunktion und eine Funktion zum Lesen eines Programms oder der Daten, das/die in einem Speichermedium gespeichert ist/sind, und zum Anzeigen des Programms oder der Daten auf einem Anzeigeabschnitt.

[0200] Das Gehäuse **7000** kann einen Lautsprecher, einen Sensor (einen Sensor mit einer Funktion zum Messen oder Erfassen von Kraft, Verschiebung, Position, Geschwindigkeit, Beschleunigung, Winkelgeschwindigkeit, Drehzahl, Abstand, Licht, Flüssigkeit, Magnetismus, Temperatur, chemischer Substanz, Ton, Zeit, Härte, elektrischem Feld, Strom, Spannung, elektrischer Leistung, Strahlung, Durchflussrate, Feuchtigkeit, Steigungsgrad, Schwingung, Geruch oder Infrarotstrahlen), ein Mikrofon und dergleichen beinhalten.

[0201] Es sei angemerkt, dass die Licht emittierende Vorrichtung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung oder die Anzeigevorrichtung, die das Licht emittierende Element einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung beinhaltet, in dem Anzeigeabschnitt von jedem elektronischen Gerät, das bei dieser Ausführungsform beschrieben wird, verwendet werden kann, was eine Anzeige mit hoher Farbreinheit ermöglicht.

[0202] Bei einem weiteren elektronischen Gerät, das die Licht emittierende Vorrichtung beinhaltet, handelt es sich um ein klappbares tragbares Informationsendgerät, das in **Fig. 5A** bis **Fig. 5C** dargestellt wird. **Fig. 5A** stellt ein tragbares Informationsendgerät **9310** dar, das aufgeklappt ist. **Fig. 5B** stellt das tragbare Informationsendgerät **9310** während des Aufklappens oder des Zusammenklappens dar. **Fig. 5C** stellt das tragbare Informationsendgerät **9310** dar, das zusammengeklappt ist. Das tragbare Informationsendgerät **9310** ist sehr gut tragbar, wenn es zusammengeklappt ist. Das tragbare Informationsendgerät **9310** ist im aufgeklappten Zustand auf Grund eines übergangslosen großen Anzeigebereichs sehr gut durchsuchbar.

[0203] Ein Anzeigeabschnitt **9311** wird von drei Gehäusen **9315** getragen, die durch Gelenke **9313** miteinander verbunden sind. Es sei angemerkt, dass der Anzeigeabschnitt **9311** ein Touchscreen (eine Eingabe/Ausgabe-Vorrichtung) sein kann, der einen Berührungssensor (eine Eingabevorrichtung) beinhaltet. Die Form des tragbaren Informationsendgeräts **9310** kann reversibel von einem aufgeklappten Zustand in einen zusammengeklappten Zustand geändert werden, indem der Anzeigeabschnitt **9311** unter Verwendung der Gelenke **9313** an einer Verbindungsstelle zwischen zwei Gehäusen **9315** gebogen wird. Die Licht emittierende Vorrichtung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann für den Anzeigeabschnitt **9311** verwendet werden. Außerdem kann eine Anzeige mit hoher Farbreinheit durchgeführt werden. Ein Anzeigebereich **9312** in dem Anzeigeabschnitt **9311** ist ein Anzeigebereich, der an einer Seitenfläche des zusammengeklappten tragbaren Informationsendgeräts **9310** positioniert ist. Auf dem Anzeigebereich **9312** können Informations-Icons, Verknüpfungen von häufig verwendeten Applikationen oder Programmen und dergleichen angezeigt werden, und eine Bestätigung von Informationen sowie das Starten von Applikationen und dergleichen können problemlos durchgeführt werden.

[0204] **Fig. 6A** und **Fig. 6B** stellen ein Fahrzeug dar, das die Licht emittierende Vorrichtung beinhaltet. Die Licht emittierende Vorrichtung kann in dem Fahrzeug eingebaut sein, und insbesondere kann sie in Scheinwerfern **5101** (darunter auch Scheinwerfern des Hecks des Autos), einer Radkappe **5102**, einem Teil einer Tür **5103** oder der gesamten Tür **5103** oder dergleichen an der Außenseite des in **Fig. 6A** dargestellten Fahrzeugs enthalten sein. Die Licht emittierende Vorrichtung kann auch in einem Anzeigeabschnitt **5104**, einem Lenkrad **5105**, einem Schaltknüppel **5106**, einem Sitz **5107**, einem Innenrückspiegel **5108** oder dergleichen im Inneren des in **Fig. 6B** dargestellten Fahrzeugs oder in einem Teil eines Glasfensters enthalten sein.

[0205] Wie vorstehend beschrieben, können die elektronischen Geräte und Fahrzeuge unter Verwendung der Licht emittierenden Vorrichtung oder der Anzeigevorrichtung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung erhalten werden. In diesem Fall kann eine Anzeige mit hoher Farbreinheit durchgeführt werden. Es sei angemerkt, dass die Licht emittierende Vorrichtung oder die Anzeigevorrichtung für elektronische Geräte und

Fahrzeuge auf verschiedenen Gebieten verwendet werden kann, ohne dabei auf diejenigen beschränkt zu sein, die bei dieser Ausführungsform beschrieben werden.

[0206] Es sei angemerkt, dass die bei dieser Ausführungsform beschriebenen Strukturen nach Bedarf mit einer der bei den anderen Ausführungsformen beschriebenen Strukturen kombiniert werden können.

(Ausführungsform 6)

[0207] Bei dieser Ausführungsform wird eine Struktur einer Beleuchtungsanordnung, die unter Verwendung der Licht emittierenden Anordnung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung oder des Licht emittierenden Elements hergestellt wird, das ein Teil der Licht emittierenden Anordnung ist, anhand von **Fig. 7A** bis **Fig. 7D** beschrieben.

[0208] **Fig. 7A** bis **Fig. 7D** sind Beispiele für Querschnittsansichten von Beleuchtungsanordnungen. **Fig. 7A** und **Fig. 7B** stellen Bottom-Emission-Beleuchtungsanordnungen dar, bei denen Licht von der Seite des Substrats extrahiert wird, und **Fig. 7C** und **Fig. 7D** stellen Top-Emission-Beleuchtungsanordnungen dar, bei denen Licht von der Seite des Dichtungssubstrats extrahiert wird.

[0209] Eine Beleuchtungsanordnung **4000**, die in **Fig. 7A** dargestellt wird, beinhaltet ein Licht emittierendes Element **4002** über einem Substrat **4001**. Zusätzlich beinhaltet die Beleuchtungsanordnung **4000** ein Substrat **4003** mit Unebenheit auf der Außenseite des Substrats **4001**. Das Licht emittierende Element **4002** beinhaltet eine erste Elektrode **4004**, eine EL-Schicht **4005** und eine zweite Elektrode **4006**.

[0210] Die erste Elektrode **4004** ist elektrisch mit einer Elektrode **4007** verbunden, und die zweite Elektrode **4006** ist elektrisch mit einer Elektrode **4008** verbunden. Außerdem kann eine Hilfsleitung **4009**, die elektrisch mit der ersten Elektrode **4004** verbunden ist, bereitgestellt werden. Es sei angemerkt, dass eine Isolierschicht **4010** über der Hilfsleitung **4009** ausgebildet wird.

[0211] Das Substrat **4001** und ein Dichtungssubstrat **4011** sind mit einem Dichtungsmittel **4012** aneinander befestigt. Ein Trockenmittel **4013** ist vorzugsweise zwischen dem Dichtungssubstrat **4011** und dem Licht emittierenden Element **4002** bereitgestellt. Das Substrat **4003** weist die in **Fig. 7A** dargestellte Unebenheit auf, wodurch die Extraktionseffizienz des Lichts, das von dem Licht emittierenden Element **4002** emittiert wird, erhöht werden kann.

[0212] Anstelle des Substrats **4003** kann, wie bei einer Beleuchtungsanordnung **4100**, die in **Fig. 7B** dargestellt wird, eine Diffusionsplatte **4015** auf der Außenseite des Substrats **4001** bereitgestellt werden.

[0213] Eine Beleuchtungsanordnung **4200**, die in **Fig. 7C** dargestellt wird, beinhaltet ein Licht emittierendes Element **4202** über einem Substrat **4201**. Das Licht emittierende Element **4202** beinhaltet eine erste Elektrode **4204**, eine EL-Schicht **4205** und eine zweite Elektrode **4206**.

[0214] Die erste Elektrode **4204** ist elektrisch mit einer Elektrode **4207** verbunden, und die zweite Elektrode **4206** ist elektrisch mit einer Elektrode **4208** verbunden. Eine Hilfsleitung **4209**, die elektrisch mit der zweiten Elektrode **4206** verbunden ist, kann bereitgestellt werden. Eine Isolierschicht **4210** kann unter der Hilfsleitung **4209** bereitgestellt werden.

[0215] Das Substrat **4201** und ein Dichtungssubstrat **4211** mit Unebenheit sind mit einem Dichtungsmittel **4212** aneinander befestigt. Ein Sperrfilm **4213** und ein Planarisierungsfilm **4214** können zwischen dem Dichtungssubstrat **4211** und dem Licht emittierenden Element **4202** bereitgestellt werden. Das Dichtungssubstrat **4211** weist die Unebenheit auf, die in **Fig. 7C** dargestellt wird, wodurch die Extraktionseffizienz des Lichts, das von dem Licht emittierenden Element **4202** emittiert wird, erhöht werden kann.

[0216] Anstelle des Dichtungssubstrats **4211** kann, wie bei einer Beleuchtungsanordnung **4300**, die in **Fig. 7D** dargestellt wird, eine Diffusionsplatte **4215** über dem Licht emittierenden Element **4202** bereitgestellt werden.

[0217] Es sei angemerkt, dass, wie bei dieser Ausführungsform beschrieben, unter Verwendung der Licht emittierenden Anordnung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung oder des Licht emittierenden Elements, das ein Teil der Licht emittierenden Anordnung ist, eine Beleuchtungsanordnung mit einer erwünschten Chromatizität bereitgestellt werden kann.

[0218] Es sei angemerkt, dass die bei dieser Ausführungsform beschriebenen Strukturen nach Bedarf mit einer der bei den anderen Ausführungsformen beschriebenen Strukturen kombiniert werden können.

(Ausführungsform 7)

[0219] Bei dieser Ausführungsform werden Anwendungsbeispiele von Beleuchtungsrichtungen, die unter Verwendung der Licht emittierenden Vorrichtung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung oder des Licht emittierenden Elements, das ein Teil der Licht emittierenden Vorrichtung ist, hergestellt werden, anhand von **Fig. 8** beschrieben.

[0220] Eine Deckenbeleuchtung **8001** kann als Innenraumbelichtungsrichtung verwendet werden. Beispiele für die Deckenbeleuchtung **8001** umfassen eine direkt montierte Beleuchtung und eine eingebettete Beleuchtung. Eine derartige Beleuchtungsrichtung wird unter Verwendung der Licht emittierenden Vorrichtung und einem Gehäuse oder einer Abdeckung hergestellt. Außerdem ist ein Einsatz bei einer Kabelhängeleuchte (Leuchte, die mittels eines Kabels von einer Decke herabhängt) auch möglich.

[0221] Eine Fußbodenbeleuchtung **8002** beleuchtet einen Fußboden, so dass die Sicherheit am Boden verbessert werden kann. Beispielsweise kann sie in einem Schlafzimmer, an einer Treppe oder an einem Flur effektiv verwendet werden. In diesem Fall kann die Größe oder Form der Fußbodenbeleuchtung entsprechend der Fläche oder Struktur eines Zimmers geändert werden. Die Fußbodenbeleuchtung **8002** kann eine stationäre Beleuchtungsrichtung sein, die unter Verwendung einer Kombination aus der Licht emittierenden Vorrichtung und einer Stütze hergestellt wird.

[0222] Eine blattförmige Beleuchtung **8003** ist eine dünne blattförmige Beleuchtungsrichtung. Die blattförmige Beleuchtung, die bei Verwendung an einer Wand befestigt wird, ist platzsparend und kann daher auf vielfältige Weise verwendet werden. Des Weiteren kann die Fläche der blattförmigen Beleuchtung vergrößert werden. Die blattförmige Beleuchtung kann auch an einer Wand oder einem Gehäuse mit einer gekrümmten Oberfläche verwendet werden.

[0223] Außerdem kann eine Beleuchtungsrichtung **8004** 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.

[0224] Neben den vorstehenden Beispielen kann dann, wenn die Licht emittierende Vorrichtung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung oder das Licht emittierende Element, das ein Teil der Licht emittierenden Vorrichtung ist, als Teil eines Möbelstücks in einem Zimmer verwendet wird, eine Beleuchtungsrichtung, die als betreffendes Möbelstück dient, erhalten werden.

[0225] Wie vorstehend beschrieben, können verschiedene Beleuchtungsrichtungen, die die Licht emittierende Vorrichtung beinhalten, erhalten werden. Es sei angemerkt, dass es sich bei diesen Beleuchtungsrichtungen auch um Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung handelt.

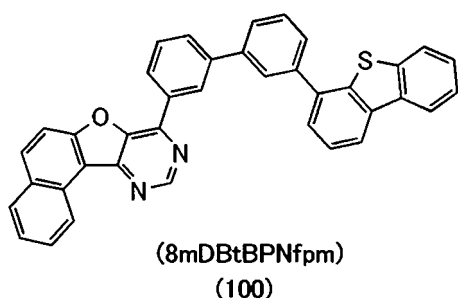
[0226] Die bei dieser Ausführungsform beschriebenen Strukturen können mit einer beliebigen der bei den anderen Ausführungsformen beschriebenen Strukturen nach Bedarf kombiniert werden.

[Beispiel 1]

<<Synthesebeispiel 1>>

[0227] Dieses Beispiel beschreibt ein Verfahren zum Synthetisieren von 8-[3'-(Dibenzothiophen-4-yl)(1,1'-biphenyl-3-yl)]naphtho[1',2':4,5]furo[3,2-d]pyrimidin (Abkürzung: 8mDBtBPNfpm), das die organische Verbindung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist und durch die Strukturformel (**100**) bei der Ausführungsform 1 dargestellt wird. Die Struktur von 8mDBtBPNfpm wird nachfolgend gezeigt.

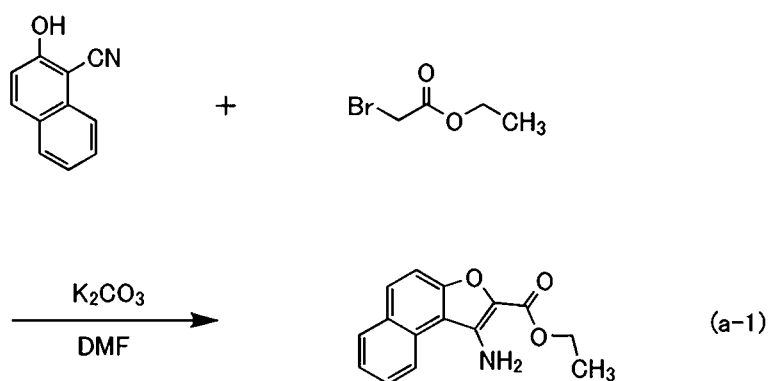
[Chemische Formel 28]



<Schritt 1: Synthese von Ethyl-1-amino-naphtho[2,1-b]furan-2-carboxylat>

[0228] Zuerst wurden 4,0 g 2-Hydroxynaphthalin-1-carbonitril und 6,6 g Kaliumcarbonat in einen Kolben gegeben, wurde die Atmosphäre in dem Kolben durch Stickstoff ersetzt, wurden 30 ml DMF und 4,0 g Ethylbromacetat zugegeben und wurde das Gemisch **16** Stunden lang bei 80 °C erwärmt. Das erhaltene Reaktionsgemisch wurde zur schnellen Kühlung zu 100 ml Eiswasser gegeben, und das Gemisch wurde eine Stunde lang gerührt und dann gefiltert. Der erhaltene Rückstand wurde mit Wasser gewaschen und mit bzw. aus Ethanol und Wasser umkristallisiert, wodurch 4,4 g einer Zielsubstanz (eines braunen Feststoffs) in einer Ausbeute von 72 % erhalten wurden. Ein Syntheschema von Schritt 1 wird nachstehend in (a-1) gezeigt.

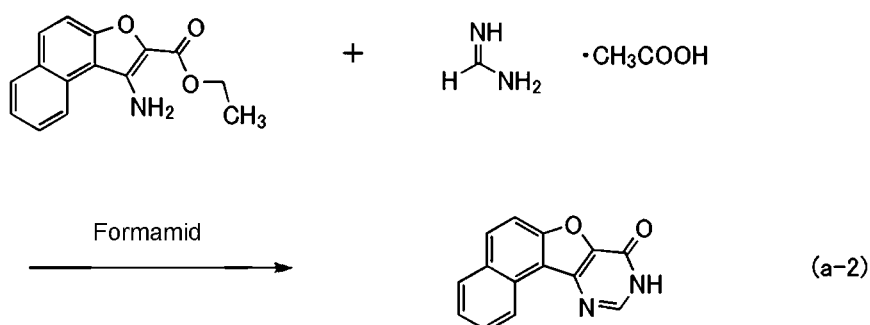
[Chemische Formel 29]



<Schritt 2: Synthese von Naphtho[1',2'-4,5]furo[3,2-d]pyrimidin-8(9H)-on>

[0229] Anschließend wurden 4,4 g Ethyl-1-amino-naphtho[2,1-b]furan-2-carboxylat, das in Schritt 1 synthetisiert worden war, 1,8 g Formamidinacetat und 25 ml Formamid in einen Kolben gegeben und das Gemisch wurde 8 Stunden lang bei 160°C erwärmt. Dem erhaltenen Reaktionsgemisch wurden 100 ml Wasser zugegeben und das Gemisch wurde gefiltert. Der Rückstand wurde mit Wasser gewaschen, um 3,9 g einer Zielsubstanz (eines braunen Feststoffs) in einer Ausbeute von 96 % zu erhalten. Ein Syntheschema von Schritt 2 wird nachstehend in (a-2) gezeigt.

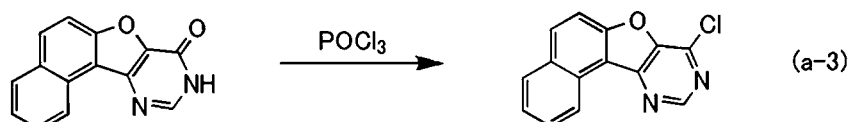
[Chemische Formel 30]



<Schritt 3: Synthese von 8-Chlor-naphtho[1',2':4,5]furo[3,2-d]pyrimidin>

[0230] Anschließend wurden 3,9 g Naphtho[1',2':4,5]furo[3,2-d]pyrimidin-8(9H)-on, das in Schritt **2** synthetisiert worden war, und 15 ml Phosphorylchlorid in einen Kolben gegeben und das Gemisch wurde unter einem Stickstoffstrom **6** Stunden lang bei 100 °C erwärmt. Das erhaltene Reaktionsgemisch wurde zur schnellen Kühlung zu 100 ml Eiswasser gegeben, 330 ml einer wässrigen 3M-Natriumhydroxidlösung wurden zugegeben und das Gemisch wurde eine Stunde lang gerührt. Diese Mischung wurde gefiltert und der Rückstand wurde mit Ethanol gewaschen, um 1,8 g einer Zielsubstanz (eines gelben Feststoffs) in einer Ausbeute von 42 % zu erhalten. Ein Syntheschema von Schritt **3** wird nachstehend in (a-3) gezeigt.

[Chemische Formel 31]

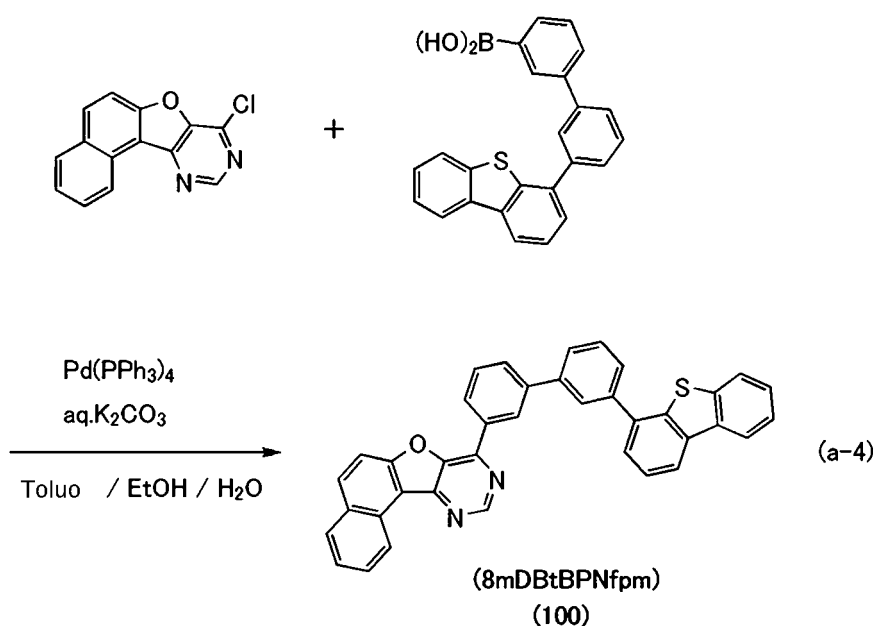


<Schritt 4: Synthese von 8-[3'-(Dibenzothiophen-4-yl)(1,1'-biphenyl-3-yl)]naphtho[1',2':4,5]furo[3,2-d]pyrimidin (Abkürzung: 8mDBtBPNfpm)>

[0231] Anschließend wurden 1,8 g 8-Chlor-naphtho[1',2':4,5]furo[3,2-d]pyrimidin, das in Schritt **3** synthetisiert worden war, 2,9 g 3-(Dibenzothiophen-4-yl)phenylboronsäure, 15 ml einer wässrigen 2M-Kaliumcarbonatlösung, 150 ml Toluol und 15 ml Ethanol in einen Kolben gegeben und die Atmosphäre in dem Kolben wurde durch Stickstoff ersetzt. Zu diesem Gemisch wurden 0,29 g Tetrakis(triphenylphosphin)palladium(0) gegeben und das Gemisch wurde unter einem Stickstoffstrom **12** Stunden lang bei 95 °C erwärmt. Das erhaltene Reaktionsgemisch wurde gefiltert und der erhaltene Rückstand wurde mit Wasser und anschließend mit Ethanol gewaschen.

[0232] Anschließend wurde der erhaltene Rückstand in Toluol aufgelöst, das Gemisch durch ein Filterhilfsmittel, in dem Celite, Aluminiumoxid und Celite in dieser Reihenfolge übereinander angeordnet waren, gereinigt und dann mit Toluol umkristallisiert, wodurch 3,6 g eines blassgelben Zielfeststoffs in einer Ausbeute von 95 % erhalten wurden. Ein Syntheschema von Schritt **4** wird nachstehend in (a-4) gezeigt.

[Chemische Formel 32]



[0233] Durch ein Train-Sublimationsverfahren wurden 3,6 g des erhaltenen blassgelben Feststoffs gereinigt. In der Sublimationsreinigung wurde der blassgelbe Feststoff bei 310 °C unter einem Druck von 2,7 Pa bei einer Durchflussmenge von Argon von 5 ml/min erwärmt. Nach der Sublimationsreinigung wurden 2,7 g eines blassgelben Feststoffs mit einer Sammelrate von 73 % erhalten.

[0234] Analyseergebnisse durch Kernspinresonanz- (¹H-NMR-) Spektroskopie des erhaltenen blassgelben Feststoffs werden nachstehend gezeigt. **Fig. 9** ist ein ¹H-NMR-Diagramm. Das ¹H-NMR-Diagramm offenbarte, dass 8mDBtBPNfpm, welches die organische Verbindung ist, die durch die Strukturformel (**100**) dargestellt wird, in diesem Beispiel erhalten wurde.

[0235] ¹H-NMR. δ (TCE-d₂): 7,45-7,52 (m, 2H), 7,60-7,71 (m, 4H), 7,74-7,86 (m, 6H), 7,92 (d, 1H), 8,05 (d, 1H), 8,12 (d, 1H), 8,16 (s, 1H), 8,19-8,22 (m, 2H), 8,64 (d, 1H), 8,96 (s, 1H), 9,23 (d, 1H), 9,32 (s, 1H).

[0236] Als Nächstes zeigt **Fig. 10A** Absorptions- und Emissionsspektren von 8mDBtBPNfpm in einer Toluollösung. Die horizontale Achse stellt die Wellenlänge dar, und die vertikalen Achsen stellen die Absorptionsintensität und die Emissionsintensität dar.

[0237] Das Absorptionsspektrum wurde mit einem UV-VIS-Spektrophotometer (V-550, hergestellt von JASCO Corporation) gemessen. Das Absorptionsspektrum von 8mDBtBPNfpm in der Toluollösung wurde erhalten, indem Absorptionsspektren von Toluol und einer Quarzzelle von einem Absorptionsspektrum der Toluollösung von 8mDBtBPNfpm, die in die Quarzzelle gegeben wurde, subtrahiert wurden. Das Emissionsspektrum wurde mit einem PL-EL-Messgerät (hergestellt von Hamamatsu Photonics K.K.) gemessen. Das Emissionsspektrum von 8mDBtBPNfpm in der Toluollösung wurde gemessen, wobei die Toluollösung von 8mDBtBPNfpm in eine Quarzzelle gegeben wurde.

[0238] **Fig. 10A** zeigt, dass 8mDBtBPNfpm in der Toluollösung Absorptionsspeaks bei etwa 284 nm, 330 nm und 353 nm sowie einen Emissionswellenlängenpeak bei etwa 374 nm (Anregungswellenlänge: 330 nm) aufweist.

[0239] Als Nächstes wurden Absorptions- und Emissionsspektren von 8mDBtBPNfpm in einem festen Dünnschicht gemessen. Der feste Dünnschicht wurde durch ein Vakuumverdampfungsverfahren über einem Quarzsubstrat ausgebildet. Das Absorptionsspektrum des Dünnschichts wurde unter Verwendung eines Absorptionsgrads ($-\log_{10} [\%T/(100-\%R)]$), der aus der Durchlässigkeit und dem Reflexionsvermögen eines Substrats und des Dünnschichts erhalten wurde, berechnet. Es sei angemerkt, dass %T die Durchlässigkeit darstellt und %R das Reflexionsvermögen darstellt. Das Absorptionsspektrum wurde mit einem UV-VIS-Spektrophotometer (U-4100, hergestellt von Hitachi High-Technologies Corporation) gemessen. Das Emissionsspektrum wurde mit einem Fluoreszenz-Spektrophotometer (FS920, hergestellt von Hamamatsu Photonics K.K.) gemessen. **Fig. 10B** zeigt die Messergebnisse der erhaltenen Absorptions- und Emissionsspektren des festen Dünnschichts. Die horizontale Achse stellt die Wellenlänge dar, und die vertikalen Achsen stellen die Absorptionsintensität und die Emissionsintensität dar.

[0240] **Fig. 10B** zeigt, dass 8mDBtBPNfpm in dem festen Dünnschicht Absorptionsspeaks bei etwa 218 nm, 242 nm, 270 nm, 292 nm, 336 nm und 363 nm sowie einen Emissionswellenlängenpeak bei etwa 429 nm (Anregungswellenlänge: 340 nm) aufweist.

[0241] Als Nächstes wurde 8mDBtBPNfpm, das in diesem Beispiel erhalten wurde, durch eine Flüssigchromatographie mit Massenspektrometrie-Kopplung (LC/MS) analysiert.

[0242] Bei der LC/MS-Analyse wurde eine LC- (flüssigchromatographische) Trennung mit UltiMate 3000, hergestellt von Thermo Fisher Scientific K.K., durchgeführt, und eine MS- (Massenspektrometrie-) Analyse wurde mit Q Exactive, hergestellt von Thermo Fisher Scientific K.K., durchgeführt.

[0243] Bei der LC-Trennung wurde eine gegebene Säule bei einer Säulentemperatur von 40 °C verwendet, und das Einleiten der Lösung wurde auf die folgende Weise durchgeführt: Ein angemessenes Lösungsmittel wurde ausgewählt, die Probe wurde hergestellt, indem 8mDBtBPNfpm in einem organischen Lösungsmittel in einer gegebenen Konzentration aufgelöst wurde, und die Injektionsmenge betrug 5,0 µl.

[0244] Eine Komponente mit m/z von 554,15, die ein Ion ist, das von 8mDBtBPNfpm stammt, wurde der MS²-Analyse mittels Targeted-MS²-Verfahren unterzogen. Für Targeted-MS² wurde der Massenbereich eines Zielions auf m/z = 554,15±2,0 (Isolationsfenster = 4) eingestellt und die Erkennung wurde im positiven Modus

durchgeführt. Die Messung erfolgte mit einer auf 60 eingestellten Energie (normalisierter Kollisionsenergie: NCE (normalized collision energy)) zur Beschleunigung eines Zielions in einer Kollisionszelle. Das erhaltene MS-Spektrum wird in **Fig. 11** gezeigt.

[0245] **Fig. 11** zeigt, dass Produktionen von 8mDBtBPNfpm hauptsächlich bei etwa $m/z = 528, 362, 347, 321, 258, 219, 184, 166$ und 139 nachgewiesen werden. Es sei angemerkt, dass die Ergebnisse in **Fig. 11** Eigenschaften zeigen, die von 8mDBtBPNfpm abgeleitet sind, und somit als wichtige Daten zur Identifizierung von 8mDBtBPNfpm in der Mischung angesehen werden können.

[0246] Es wird vermutet, dass das Produktion bei etwa $m/z = 528$ ein Kation ist, das durch Dissoziation von Nitril durch Spaltung eines Pyrimidinrings in 8mDBtBPNfpm erzeugt wird, das Produktion bei etwa $m/z = 362$ ein Kation ist, das durch Dissoziation von Naphthofuran erzeugt wird, das Produktion bei etwa $m/z = 347$ ein Kation von Diphenyldibenzothiophen ist und das Produktion bei etwa $m/z = 258$ ein Kation von Phenyldibenzothiophen ist. Diese Daten deuten darauf hin, dass 8mDBtBPNfpm eine Naphthofuropyrimidingruppe und einen Phenyldibenzothiophenring oder einen Diphenyldibenzothiophenring umfasst.

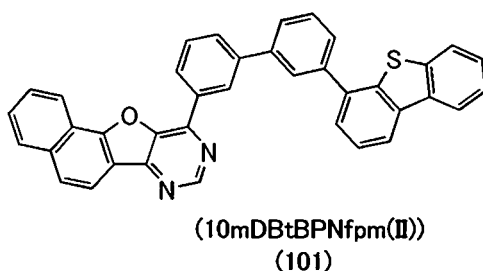
[0247] Es wird auch vermutet, dass das Produktion bei etwa $m/z = 219$ ein Kation ist, das durch Dissoziation von Biphenyldibenzothiophen in 8mDBtBPNfpm erzeugt wird, das Produktion bei etwa $m/z = 184$ ein Kation ist, das durch Dissoziation von Ethylamin durch Spaltung eines Pyrimidinrings erzeugt wird, das Produktion bei etwa $m/z = 166$ ein Kation ist, das durch weitere Dissoziation von Hydroxy erzeugt wird, und das Produktion bei etwa $m/z = 139$ ein Kation ist, das durch weitere Dissoziation von Nitril erzeugt wird. Diese Daten deuten darauf hin, dass 8mDBtBPNfpm einen Pyrimidinring umfasst.

[Beispiel 2]

«Synthesebeispiel 2»

[0248] Dieses Beispiel beschreibt ein Verfahren zum Synthetisieren von 10-[3'-(Dibenzothiophen-4-yl)(1,1'-biphenyl-3-yl)]naphtho[2',1':4,5]furo[3,2-d]pyrimidin (Abkürzung: 10mDBtBPNfpm(II)), welches die organische Verbindung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist und durch die Strukturformel **(101)** bei der Ausführungsform 1 dargestellt wird. Die Struktur von 10mDBtBPNfpm(II) wird nachfolgend gezeigt.

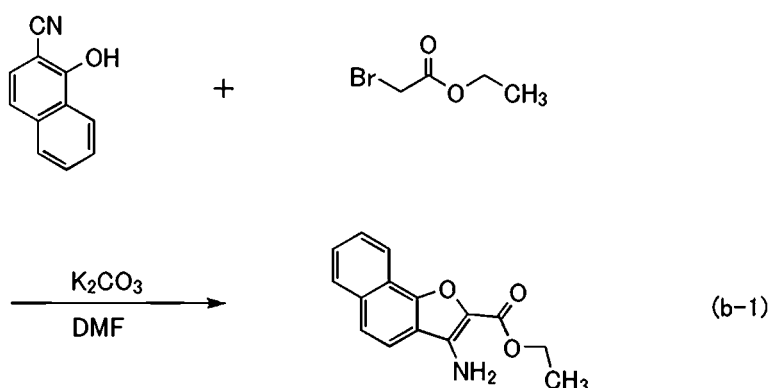
[Chemische Formel 33]



<Schritt 1: Synthese von Ethyl-3-amino-naphtho[1,2-b]furan-2-carboxylat>

[0249] Zuerst wurden 4,9 g 1-Hydroxynaphthalin-2-carbonitril und 8,1 g Kaliumcarbonat in einen Kolben gegeben, wurde die Atmosphäre in dem Kolben durch Stickstoff ersetzt, wurden 40 ml DMF und 4,9 g Ethylbromacetat zugegeben und wurde das Gemisch 15 Stunden lang bei 80 °C erwärmt. Das erhaltene Reaktionsgemisch wurde zur schnellen Kühlung zu 100 ml Eiswasser gegeben, und das Gemisch wurde 2 Stunden lang gerührt und dann gefiltert. Der erhaltene Rückstand wurde mit Wasser gewaschen und mit Ethanol und Wasser umkristallisiert, wodurch 5,2 g einer Zielsubstanz (eines grauen Feststoffs) in einer Ausbeute von 70 % erhalten wurden. Ein Syntheschema von Schritt 1 wird nachstehend in (b-1) gezeigt.

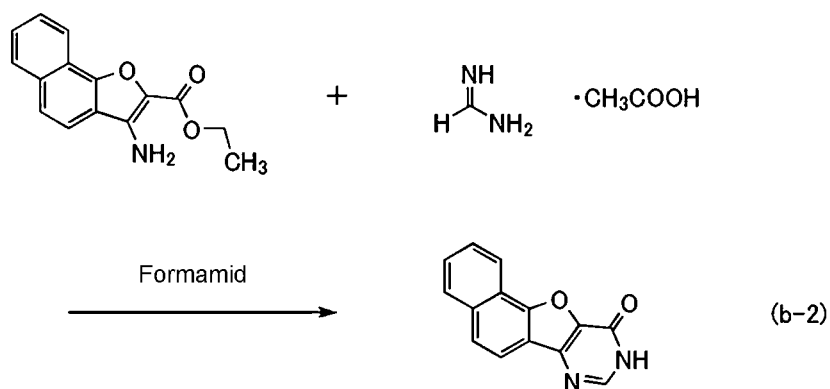
[Chemische Formel 34]



<Schritt 2: Synthese von Naphtho[2',1':4,5]furo[3,2-d]pyrimidin-10(9H)-on>

[0250] Anschließend wurden 5,2 g Ethyl-3-amino-naphtho[1,2-b]furan-2-carboxylat, das in Schritt 1 synthetisiert worden war, 4,2 g Formamidinacetat und 28 ml Formamid in einen Kolben gegeben und das Gemisch wurde 5 Stunden lang bei 160 °C erwärmt. Dem erhaltenen Reaktionsgemisch wurden 100 ml Wasser zugegeben und das Gemisch wurde gefiltert. Der Rückstand wurde mit Wasser gewaschen, um 4,8 g einer Zielsubstanz (eines braunen Feststoffs) in einer Ausbeute von 95 % zu erhalten. Ein Syntheschema von Schritt 2 wird nachstehend in (b-2) gezeigt.

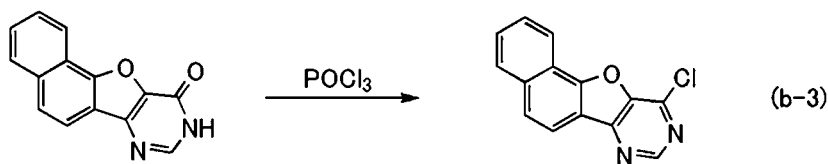
[Chemische Formel 35]



<Schritt 3: Synthese von 10-Chlor-naphtho[2',1':4,5]furo[3,2-d]pyrimidin>

[0251] Anschließend wurden 4,6 g Naphtho[2',1':4,5]furo[3,2-d]pyrimidin-10(9H)-on, das in Schritt 2 synthetisiert worden war, und 18 ml Phosphorylchlorid in einen Kolben gegeben und das Gemisch wurde unter einem Stickstoffstrom 7 Stunden lang bei 100 °C erwärmt. Das erhaltene Reaktionsgemisch wurde zur schnellen Kühlung zu 100 ml Eiswasser gegeben, 400 ml einer wässrigen 3M-Natriumhydroxidlösung wurden zugegeben und das Gemisch wurde eine Stunde lang gerührt. Diese Mischung wurde gefiltert und der Rückstand wurde mit Ethanol gewaschen, um 3,9 g einer Zielsubstanz (eines braunen Feststoffs) in einer Ausbeute von 78 % zu erhalten. Ein Syntheschema von Schritt 3 wird nachstehend in (b-3) gezeigt.

[Chemische Formel 36]

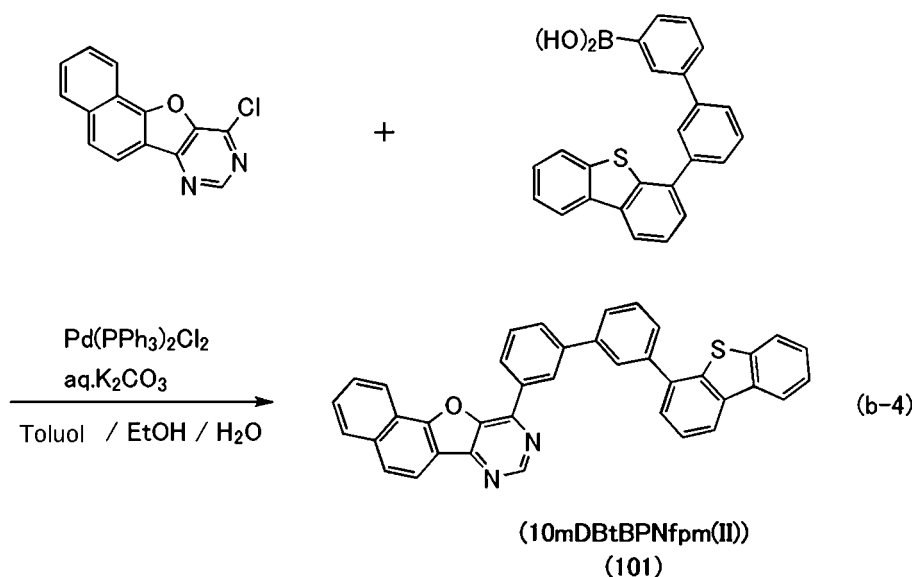


<Schritt 4: Synthese von 10-[3'-(Dibenzothiophen-4-yl)(1,1'-biphenyl-3-yl)]naphtho[2',1':4,5]furo[3,2-d]pyrimidin (Abkürzung: 10mDBtBPNfpm(II))>

[0252] Anschließend wurden 1,8 g 10-Chlor-naphtho[2',1':4,5]furo[3,2-d]pyrimidin, das in Schritt 3 synthetisiert worden war, 1,2 g 3-(Dibenzothiophen-4-yl)phenylboronsäure, 15 ml einer wässrigen 2M-Kaliumcarbonatlösung, 150 ml Toluol und 15 ml Ethanol in einen Kolben gegeben und die Atmosphäre in dem Kolben wurde durch Stickstoff ersetzt. Zu diesem Gemisch wurden 0,49 g Bis(triphenylphosphin)palladium(II)dichlorid gegeben und das Gemisch wurde unter einem Stickstoffstrom bei 95 °C erwärmt. Das erhaltene Reaktionsgemisch wurde gefiltert und der erhaltene Rückstand wurde mit Wasser und anschließend mit Ethanol gewaschen.

[0253] Anschließend wurde der erhaltene Rückstand in Toluol aufgelöst, das Gemisch durch ein Filterhilfsmittel, in dem Celite, Aluminiumoxid und Celite in dieser Reihenfolge übereinander angeordnet waren, gereinigt und dann mit Toluol umkristallisiert, wodurch 1,8 g eines blassgelben Zielfeststoffs in einer Ausbeute von 47 % erhalten wurden. Ein Syntheschema von Schritt 4 wird nachstehend in (b-4) gezeigt.

[Chemische Formel 37]



[0254] Durch ein Train-Sublimationsverfahren wurden 1,8 g des erhaltenen blassgelben Feststoffs gereinigt. In der Sublimationsreinigung wurde der blassgelbe Feststoff bei 300 °C unter einem Druck von 2,0 Pa bei einer Durchflussmenge von Argon von 10 ml/min erwärmt. Nach der Sublimationsreinigung wurden 1,6 g eines blassgelben Feststoffs mit einer Sammelrate von 89 % erhalten.

[0255] Analyseergebnisse durch Kernspinresonanz- (¹H-NMR-) Spektroskopie des erhaltenen blassgelben Feststoffs werden nachstehend gezeigt. **Fig. 12** ist ein ¹H-NMR-Diagramm. Das ¹H-NMR-Diagramm offenbarte, dass 10mDBtBPNfpm(II), welches die organische Verbindung ist, die durch die Strukturformel (101) dargestellt wird, in diesem Beispiel erhalten wurde.

[0256] ¹H-NMR. δ (TCE-d₂): 7,42-7,45 (t, 1H), 7,48-7,50 (t, 1H), 7,54-7,57 (t, 1H), 7,62-7,73 (m, 5H), 7,79-7,83 (m, 2H), 7,90-7,94 (m, 2H), 7,99 (d, 1H), 8,06 (d, 1H), 8,22 (ds, 3H), 8,27 (d, 1H), 8,50 (d, 1H), 8,72 (d, 1H), 9,10 (s, 1H), 9,34 (s, 1H).

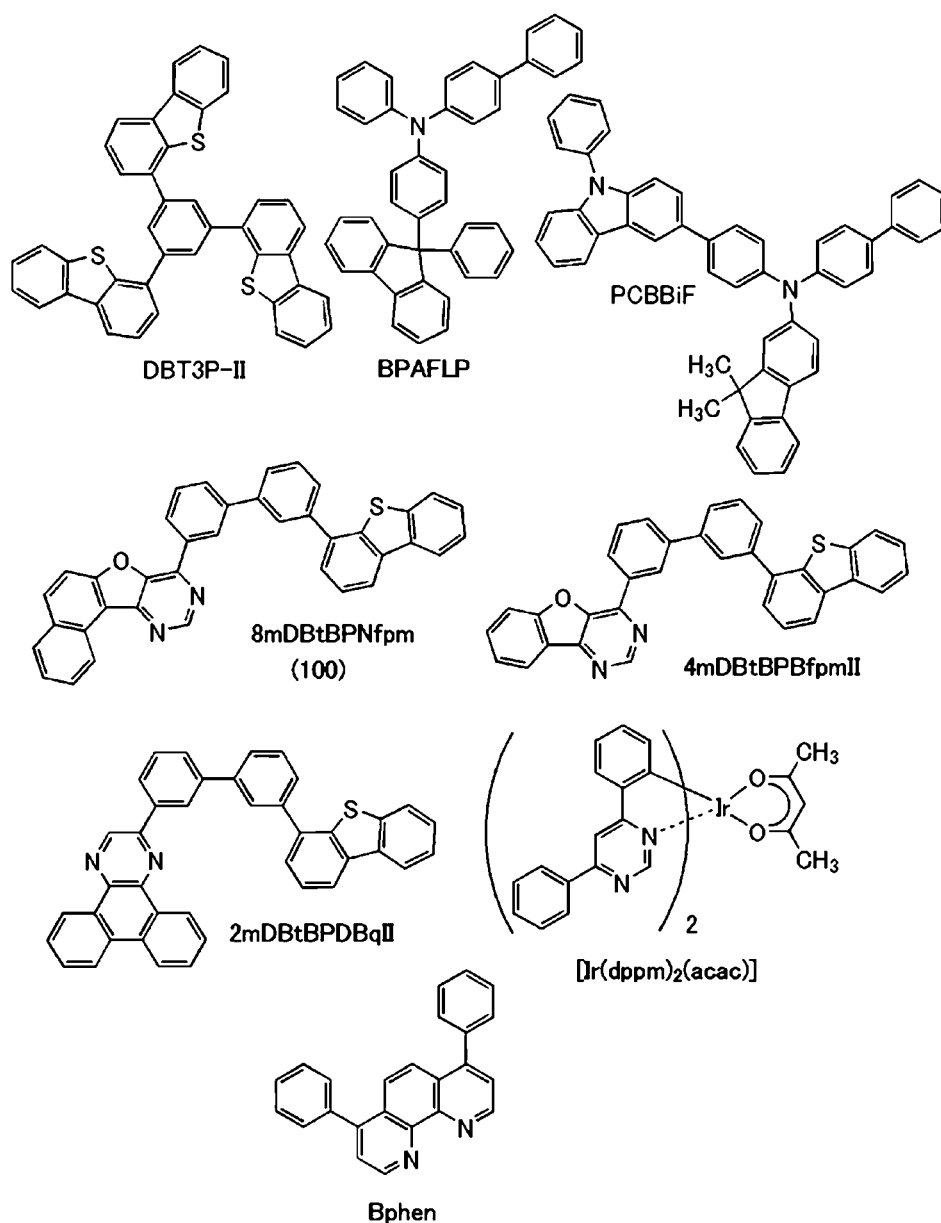
[Beispiel 3]

[0257] Dieses Beispiel beschreibt Elementstrukturen, Herstellungsverfahren und Eigenschaften eines Licht emittierenden Elements **1** (eines Licht emittierenden Elements einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung), bei dem 8mDBtBPNfpm (Strukturformel (**100**)), das in Beispiel 1 beschrieben worden ist, in einer Licht emittierenden Schicht verwendet wird, eines Licht emittierenden Vergleichselements **2**, bei dem die organische Vergleichsverbindung 4-[3'-(Dibenzothiophen-4-yl)biphenyl-3-yl]benzofuro[3,2-d]pyrimidin (Abkürzung: 4mDBTBPBfpm-II) in einer Licht emittierenden Schicht verwendet wird, und eines Licht emittierenden Vergleichselements **3**, bei dem die organische Vergleichsverbindung 2-[3'-(Dibenzothiophen-4-yl)biphenyl-3-yl]dibenzo[f,h]chinoxalin (Abkürzung: 2mDBTBPDQ-II) in einer Licht emittierenden Schicht verwendet wird. Es sei angemerkt, dass **Fig. 13** eine Elementstruktur der Licht emittierenden Elemente, die in diesem Beispiel verwendet werden, darstellt und dass Tabelle 1 spezifische Strukturen zeigt. Die chemischen Formeln der Materialien, die in diesem Beispiel verwendet werden, werden nachstehend gezeigt.

[Tabelle 1]

	erste Elektrode	Lochinjektions-schicht	Lochtransport-schicht	Licht emittierende Schicht	Elektronen-transport-schicht		Elektro-neninjektions-schicht	zweite Elektrode
Licht emittierendes Element 1	ITO (70 nm)	DBT3P-II:MoOx (2:1 60 nm)	BPAFLP (20 nm)	*	8mDBt-BPNfpm (20 nm)	Bphen (10 nm)	LiF (1 nm)	Al (200 nm)
Licht emittierendes Vergleichs-element 2	ITO (70 nm)	DBT3P-II:MoOx (2:1 60 nm)	BPAFLP (20 nm)	**	4mDBT-BPBfpm-II (20 nm)	Bphen (10 nm)	LiF (1 nm)	Al (200 nm)
Licht emittierendes Vergleichs-element 3	ITO (70 nm)	DBT3P-II:MoOx (2:1 60 nm)	BPAFLP (20 nm)	***	2mDBT-BPDQ-II (20 nm)	Bphen (10 nm)	LiF (1 nm)	Al (200 nm)
* 8mDBtBPNfpm:PCBBiF:[Ir(dppm) ₂ (acac)] (0,7:0,3:0,05 20 nm \ 0,8:0,2:0,05 20 nm) ** 4mDBTBPBfpm-II:PCBBiF:[Ir(dppm) ₂ (acac)] (0,7:0,3:0,05 20 nm \ 0,8:0,2:0,05 20 nm) *** 2mDBTBPDQ-II:PCBBiF:[Ir(dppm) ₂ (acac)] (0,7:0,3:0,05 20 nm \ 0,8:0,2:0,05 20 nm)								

[Chemische Formeln 38]



«Herstellung der Licht emittierenden Elemente»

[0258] Bei jedem der Licht emittierenden Elemente, die in diesem Beispiel beschrieben werden, wurde, wie in **Fig. 13** 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** wurde über der Elektroneninjectionsschicht **915** angeordnet.

[0259] Als Erstes wurde die erste Elektrode **901** über dem Substrat **900** ausgebildet. Die Elektrodenfläche wurde auf 4 mm² (2 mm × 2 mm) eingestellt. Ein Glassubstrat wurde als Substrat **900** verwendet. Die erste Elektrode **901** wurde durch ein Sputterverfahren unter Verwendung von Indiumzinnoxid (ITO), das Siliziumoxid enthält, in einer Dicke von 70 nm ausgebildet.

[0260] Als Vorbehandlung wurde eine Oberfläche des Substrats 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 Vakuumverdampfungsrichtung überführt, in der der Druck auf ungefähr 10⁻⁴ Pa verringert wurde, ein Vakuumbacken wurde 60 Minuten lang bei 170 °C in einer Heizkammer der Vakuumverdampfungsrichtung durchgeführt, und dann wurde das Substrat ungefähr 30 Minuten lang abgekühlt.

[0261] Als Nächstes wurde die Lochinjektionsschicht **911** über der ersten Elektrode **901** ausgebildet. Nachdem der Druck in der Vakuumverdampfungseinrichtung auf 10^{-4} Pa verringert worden war, wurde die Lochinjektionsschicht **911** durch Co-Verdampfung ausgebildet, um ein Massenverhältnis von 1,3,5-Tri(dibenzothiophen-4-yl)benzol (Abkürzung: DBT3P-II) zu Molybdänoxid von 4:2 und eine Dicke von 60 nm aufzuweisen.

[0262] Anschließend wurde die Lochtransportschicht **912** über der Lochinjektionsschicht **911** ausgebildet. Die Lochtransportschicht **912** wurde durch Verdampfung von 4-Phenyl-4'-(9-phenylfluoren-9-yl)triphenylamin (Abkürzung: BPAFLP) in einer Dicke von 20 nm ausgebildet.

[0263] Als Nächstes wurde die Licht emittierende Schicht **913** über der Lochtransportschicht **912** ausgebildet.

[0264] Die Licht emittierende Schicht **913** in dem Licht emittierenden Element **1** wurde durch Co-Verdampfung von 8-[3'-(Dibenzothiophen-4-yl)(1,1'-biphenyl-3-yl)]naphtho[1',2':4,5]furo[3,2-d]pyrimidin (Abkürzung: 8mDBtBPNfpm), N-(1,1'-Biphenyl-4-yl)-9,9-dimethyl-N-[4-(9-phenyl-9H-carbazol-3-yl)phenyl]-9H-fluoren-2-amin (Abkürzung: PCBBiF) und (Acetylacetonato)bis(4,6-diphenylpyrimidinato)iridium(III) (Abkürzung: $[\text{Ir}(\text{dppm})_2(\text{acac})]$) in einem Massenverhältnis von 0,7:0,3:0,05 (8mDBtBPNfpm: PCBBiF: $[\text{Ir}(\text{dppm})_2(\text{acac})]$) ausgebildet, um eine Dicke von 20 nm aufzuweisen. Ferner wurden 8mDBtBPNfpm, PCBBiF und $[\text{Ir}(\text{dppm})_2(\text{acac})]$ durch Co-Verdampfung in einer Dicke von 20 nm abgeschieden, wobei das Massenverhältnis von 8mDBtBPNfpm zu PCBBiF und $[\text{Ir}(\text{dppm})_2(\text{acac})]$ 0,8:0,2:0,05 war. Durch den vorstehenden Prozess wurde die Licht emittierende Schicht **913** des Licht emittierenden Elements **1** in einer Dicke von 40 nm ausgebildet.

[0265] Die Licht emittierende Schicht **913** in dem Licht emittierenden Vergleichselement **2** wurde durch Co-Verdampfung von 4-[3'-(Dibenzothiophen-4-yl)biphenyl-3-yl]benzofuro[3,2-d]pyrimidin (Abkürzung: 4mDBtBPBfpm-II), PCBBiF und $[\text{Ir}(\text{dppm})_2(\text{acac})]$ in einem Massenverhältnis von 0,7:0,3:0,05 (4mDBtBPBfpm-II: PCBBiF: $[\text{Ir}(\text{dppm})_2(\text{acac})]$) ausgebildet, um eine Dicke von 20 nm aufzuweisen. Ferner wurden 4mDBtBPBfpm-II, PCBBiF und $[\text{Ir}(\text{dppm})_2(\text{acac})]$ durch Co-Verdampfung in einer Dicke von 20 nm abgeschieden, wobei das Massenverhältnis von 4mDBtBPBfpm-II zu PCBBiF und $[\text{Ir}(\text{dppm})_2(\text{acac})]$ 0,8:0,2:0,05 war. Durch den vorstehenden Prozess wurde die Licht emittierende Schicht **913** des Licht emittierenden Vergleichselements **2** in einer Dicke von 40 nm ausgebildet.

[0266] Die Licht emittierende Schicht **913** in dem Licht emittierenden Vergleichselement **3** wurde durch Co-Verdampfung von 2-[3'-(Dibenzothiophen-4-yl)biphenyl-3-yl]dibenzo[f,h]chinoxalin (Abkürzung: 2mDBtBPDBq-II), PCBBiF und $[\text{Ir}(\text{dppm})_2(\text{acac})]$ in einem Massenverhältnis von 0,7:0,3:0,05 (2mDBtBPDBq-II: PCBBiF: $[\text{Ir}(\text{dppm})_2(\text{acac})]$) ausgebildet, um eine Dicke von 20 nm aufzuweisen. Ferner wurden 2mDBtBPDBq-II, PCBBiF und $[\text{Ir}(\text{dppm})_2(\text{acac})]$ durch Co-Verdampfung in einer Dicke von 20 nm abgeschieden, wobei das Massenverhältnis von 2mDBtBPDBq-II zu PCBBiF und $[\text{Ir}(\text{dppm})_2(\text{acac})]$ 0,8:0,2:0,05 war. Durch den vorstehenden Prozess wurde die Licht emittierende Schicht **913** des Licht emittierenden Vergleichselements **3** in einer Dicke von 40 nm ausgebildet.

[0267] Als Nächstes wurde die Elektronentransportschicht **914** über der Licht emittierenden Schicht **913** ausgebildet. Die Elektronentransportschicht **914** in dem Licht emittierenden Element **1** wurde auf die folgende Weise ausgebildet: 8mDBtBPNfpm und Bathophenanthrolin (Abkürzung: Bphen) wurden sukzessiv durch Verdampfung in einer Dicke von 20 nm bzw. 10 nm abgeschieden. Die Elektronentransportschicht **914** in dem Licht emittierenden Vergleichselement **2** wurde auf die folgende Weise ausgebildet: 4mDBtBPBfpm-II und Bphen wurden sukzessiv durch Verdampfung in einer Dicke von 20 nm bzw. 10 nm abgeschieden. Die Elektronentransportschicht **914** in dem Licht emittierenden Vergleichselement **3** wurde auf die folgende Weise ausgebildet: 2mDBtBPDBq-II und Bphen wurden sukzessiv durch Verdampfung in einer Dicke von 20 nm bzw. 10 nm abgeschieden.

[0268] 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.

[0269] Danach wurde die zweite Elektrode **903** über der Elektroneninjectionsschicht **915** ausgebildet. Die zweite Elektrode **903** wurde durch ein Verdampfungsverfahren unter Verwendung von Aluminium in einer Dicke von 200 nm ausgebildet. In diesem Beispiel dient die zweite Elektrode **903** als Kathode.

[0270] Durch die vorstehenden Schritte wurden die Licht emittierenden Elemente hergestellt, die jeweils eine EL-Schicht **902** zwischen einem Paar von Elektroden über dem Substrat **900** beinhalten. Die Lochinjektionsschicht **911**, die Lochtransportschicht **912**, die Licht emittierende Schicht **913**, die Elektronentransportschicht

914 und die Elektroneninjektionsschicht **915**, welche vorstehend beschrieben worden sind, waren Funktionsschichten, die die EL-Schicht einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung bildeten. Des Weiteren wurde in sämtlichen Verdampfungsschritten des vorstehenden Herstellungsverfahrens die Verdampfung durch ein Widerstandserwärmungsverfahren durchgeführt.

[0271] Jedes der Licht emittierenden Elemente, die wie vorstehend beschrieben hergestellt wurden, wurde unter Verwendung eines weiteren Substrats (nicht dargestellt) derart abgedichtet, dass das Substrat (nicht dargestellt) mit einem UVhärtenden Dichtungsmittel in einem Handschuhkasten, der eine Stickstoffatmosphäre enthält, an dem Substrat **900** fixiert wurde und die Substrate mit dem Dichtungsmittel, das an der Peripherie des über dem Substrat **900** ausgebildeten Licht emittierenden Elements haftete, aneinander befestigt wurden. Beim Abdichten wurde das Dichtungsmittel mit UV-Licht mit einer Wellenlänge von 365 nm bei 6 J/cm² bestrahlt und eine Stunde lang bei 80 °C erwärmt, um stabilisiert zu werden.

<<Betriebseigenschaften der Licht emittierenden Elemente>>

[0272] Betriebseigenschaften der hergestellten Licht emittierenden Elemente wurden gemessen. Es sei angemerkt, dass die Messung bei Raumtemperatur (in einer bei 25 °C gehaltenen Atmosphäre) durchgeführt wurde.

[0273] Tabelle 2 zeigt die Anfangswerte von Haupteigenschaften der Licht emittierenden Elemente bei etwa 1000 cd/m².

[Tabelle 2]

	Spannung (V)	Strom (mA)	Stromdichte (mA/cm ²)	Chromatizität (x;y)	Leuchtdichte (cd/m ²)	Stromeffizienz (cd/A)	Leistungseffizienz (lm/W)	externe Quanteneffizienz (%)
Licht emittierendes Element 1	2,9	0,057	1,4	(0,56;0,44)	940	66	71	26
Licht emittierendes Vergleichselement 2	2,7	0,037	0,92	(0,56;0,44)	680	74	86	29
Licht emittierendes Vergleichselement 3	3,0	0,054	1,3	(0,56;0,44)	950	70	74	28

[0274] Die vorstehenden Ergebnisse zeigen, dass das Licht emittierende Element **1**, das in diesem Beispiel hergestellt wurde, exzellente Elementeigenschaften aufweist.

[0275] **Fig. 14** zeigt die Emissionsspektren des Licht emittierenden Elements **1**, des Licht emittierenden Vergleichselements **2** und des Licht emittierenden Vergleichselements **3**, an die ein Strom mit einer Stromdichte von 2,5 mA/cm² angelegt wurde. Wie in **Fig. 14** gezeigt, weist das Emissionsspektrum des Licht emittierenden Elements **1**, des Licht emittierenden Vergleichselements **2** und des Licht emittierenden Vergleichselements **3** einen Peak bei etwa 586 nm auf, der von einer Lichtemission von [Ir(dppm)₂(acac)], welches in der Licht emittierenden Schicht **913** enthalten ist, stammt.

[0276] Als Nächstes wurden an dem Licht emittierenden Element **1**, dem Licht emittierenden Vergleichselement **2** und dem Licht emittierenden Vergleichselement **3** Zuverlässigkeitstests durchgeführt. **Fig. 15** zeigt Ergebnisse der Zuverlässigkeitstests. In **Fig. 15** stellt die vertikale Achse die normalisierte Leuchtdichte (%) dar, wobei eine Anfangsleuchtdichte 100 % betrug, und die horizontale Achse stellt die Betriebsdauer (h) der Elemente dar. Als Zuverlässigkeitstests wurden Betriebstests bei konstantem Strom mit einer konstanten Stromdichte von 50 mA/cm² durchgeführt.

[0277] Das Licht emittierende Element einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung (das Licht emittierende Element **1**) weist eine höhere Zuverlässigkeit auf als das Licht emittierende Vergleichselement **2** und das Licht emittierende Vergleichselement **3**. Das Licht emittierende Element **1** beinhaltet in der Licht emittierenden Schicht die organische Verbindung (8mDBtBPNfpm), in der ein mit einem Pyrimidinring kondensierter

Heteroring einen Naphthylring umfasst, es handelt sich hierbei um die bei der Ausführungsform **1** beschriebene spezifische Ringstruktur, während das Licht emittierende Vergleichselement **2** in der Licht emittierenden Schicht die organische Verbindung (4mDBTBPFpm-II) beinhaltet, in der ein mit einem Pyrimidinring kondensierter Heteroring einen Benzolring umfasst, es handelt sich hierbei um eine der Ringstrukturen, die sich von der bei der Ausführungsform **1** beschriebenen spezifischen Ringstrukturen unterscheiden, und das Licht emittierende Vergleichselement **3** in der Licht emittierenden Schicht die organische Verbindung (2mDBTBPDQ-II) mit einem Chinoxalinring beinhaltet, es handelt sich hierbei um eine der Ringstrukturen, die sich von den bei der Ausführungsform **1** beschriebenen Ringstruktur unterscheiden. Daher wird darauf hingewiesen, dass der Unterschied in der Zuverlässigkeit dieser Licht emittierenden Elemente, wie in **Fig. 15** gezeigt, auf den Unterschied in den Strukturen dieser organischen Verbindungen zurückzuführen ist.

[Beispiel 4]

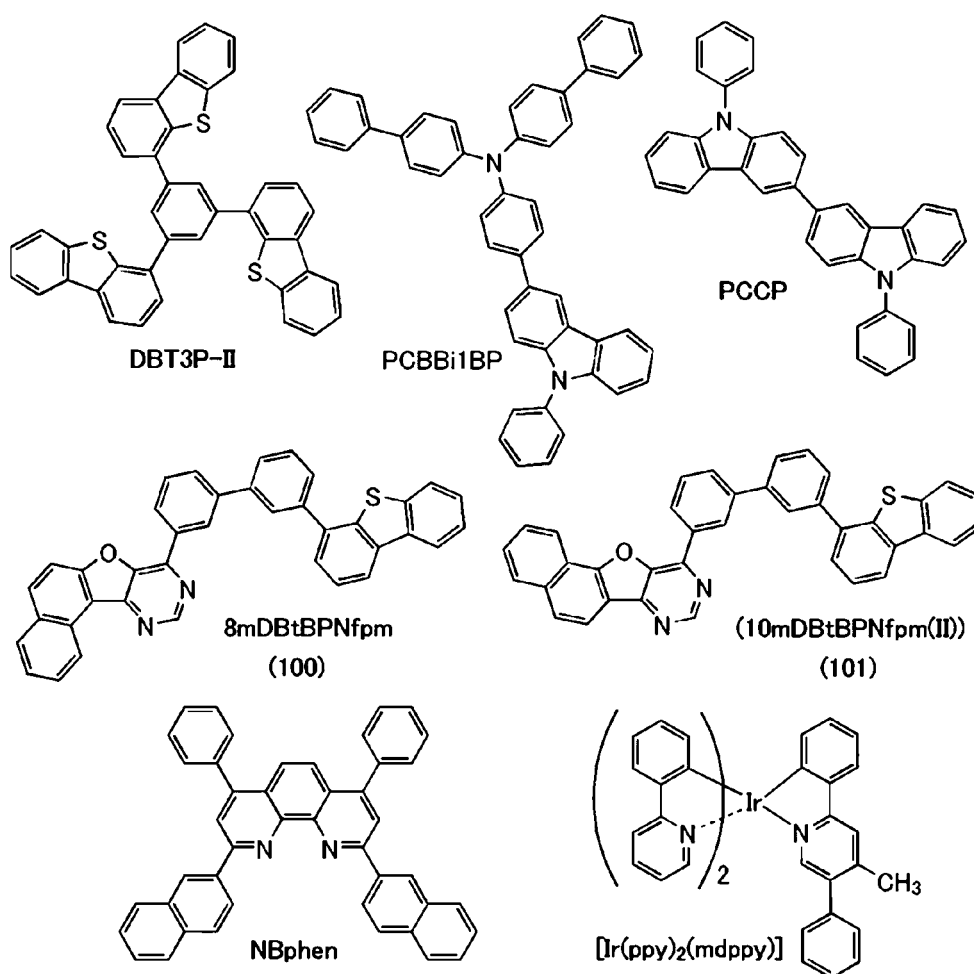
[0278] In diesem Beispiel wurden als Licht emittierende Elemente einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ein Licht emittierendes Element **4**, bei dem 8mDBtBPNfpm (Strukturformel (**100**)), das in Beispiel 1 beschrieben worden ist, in einer Licht emittierenden Schicht verwendet wird, und ein Licht emittierendes Element **5**, bei dem 10mDBtBPNfpm(II) (Strukturformel (**101**)) in einer Licht emittierenden Schicht verwendet wird, hergestellt. Die Messergebnisse der Eigenschaften dieser Licht emittierenden Elemente werden gezeigt.

[0279] Elementstrukturen der Licht emittierenden Elemente, die in diesem Beispiel verwendet werden, sind der Elementstruktur ähnlich, die im Beispiel 3 anhand von **Fig. 13** beschrieben worden ist, und Tabelle 3 zeigt spezifische Strukturen von Schichten bei den Elementstrukturen. Die chemischen Formeln der Materialien, die in diesem Beispiel verwendet werden, werden nachstehend gezeigt.

[Tabelle 3]

	erste Elektrode	Lochinjektions-schicht	Lochtransport-schicht	Licht emittierende Schicht	Elektronen-transport-schicht		Elektroneninjektionsschicht	zweite Elektrode
Licht emittierendes Element 4	ITSO (70 nm)	DBT3P-II: MoOx (2: 1 45 nm)	PCBBi1BP (20 nm)	*	8mDBtBPNfpm (20 nm)	NBphen (15 nm)	LiF (1 nm)	Al (200 nm)
Licht emittierendes Element 5	ITSO (70 nm)	DBT3P-II: MoOx (2: 1 45 nm)	PCBBi1BP (20 nm)	**	10mDBtBPNfpm (II) (20 nm)	NBphen (15 nm)	LiF (1 nm)	Al (200 nm)
* 8mDBtBPNfpm:PCCP:[Ir(ppy) ₂ (bpmf)] (0,6:0,4:0,1 40 nm)								
** 10mDBtBPNfpm(II):PCCP:[Ir(ppy) ₂ (bpmf)] (0,7:0,3:0,1 40 nm)								

[Chemische Formeln 39]



«Betriebseigenschaften der Licht emittierenden Elemente»

[0280] Betriebseigenschaften des Licht emittierenden Elements **4** und des Licht emittierenden Elements **5** wurden gemessen. Es sei angemerkt, dass die Messung bei Raumtemperatur (in einer bei 25 °C gehaltenen Atmosphäre) durchgeführt wurde.

[0281] Tabelle 4 zeigt die Anfangswerte von Haupteigenschaften der Licht emittierenden Elemente bei etwa 1000 cd/m².

[Tabelle 4]

	Spannung (V)	Strom (mA)	Stromdichte (mA/cm ²)	Chromatizität (x;y)	Leuchtdichte (cd/m ²)	Stromeffizienz (cd/A)	Leistungseffizienz (lm/W)	externe Quanteneffizienz (%)
Licht emittierendes Element 4	3	0,048	1,2	(0,35;0,62)	870	73	77	20
Licht emittierendes Element 5	3,1	0,062	1,50	(0,32;0,64)	1100	74	75	20

[0282] Die vorstehenden Ergebnisse zeigen, dass das Licht emittierende Element **4** und das Licht emittierende Element **5**, die in diesem Beispiel hergestellt wurden, eine hohe Effizienz aufweisen.

[0283] Fig. 16 zeigt die Emissionsspektren des Licht emittierenden Elements 4 und des Licht emittierenden Elements 5, an die ein Strom mit einer Stromdichte von 2,5 mA/cm² angelegt wurde. Wie in Fig. 16 gezeigt, weist das Emissionsspektrum jedes Licht emittierenden Elements einen Peak bei etwa 522 nm auf, der von einer Lichtemission von [2-(4-Methyl-5-phenyl-2-pyridinyl-κN)phenyl-κC]bis[2-(2-pyridinyl-κN)phenyl-κC]iridium (Abkürzung: [Ir(ppy)₂(mdppy)]), welches in der Licht emittierenden Schicht 913 enthalten ist, stammt.

[Beispiel 5]

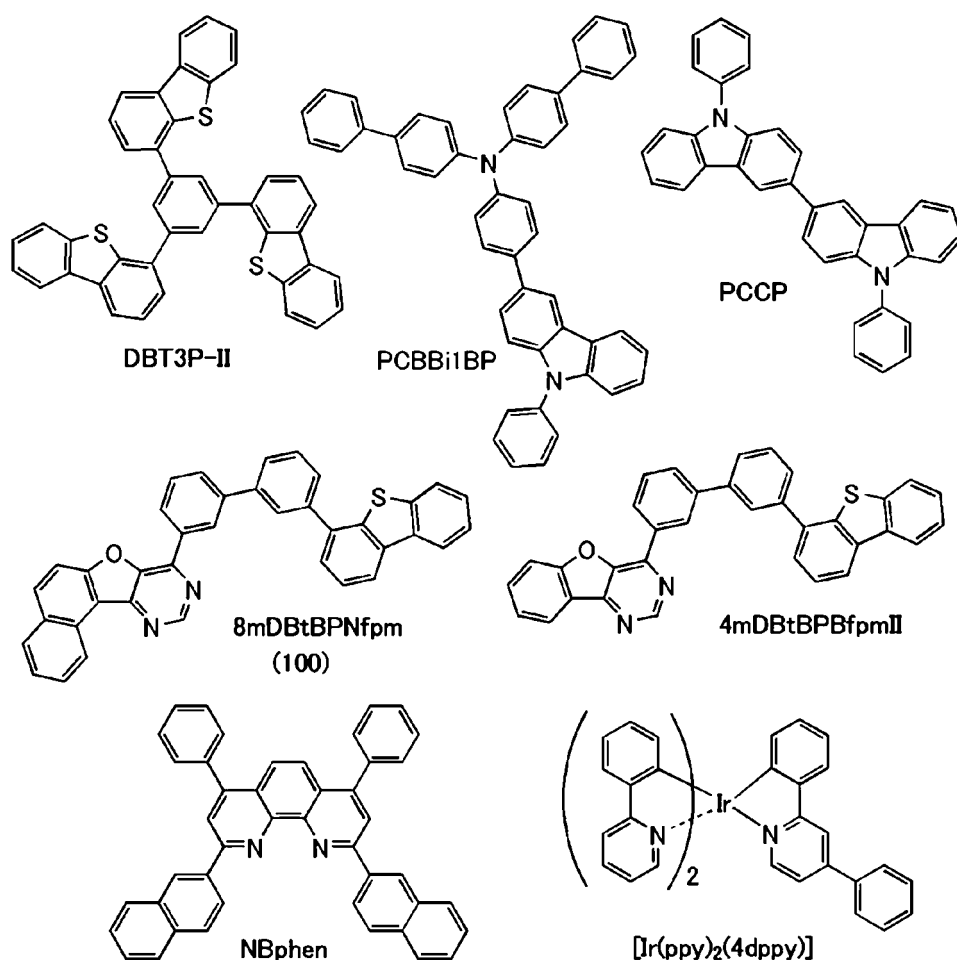
[0284] In diesem Beispiel wurden ein Licht emittierendes Element 6 (ein Licht emittierendes Element einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung), bei dem 8mDBtBPNfpm (Strukturformel (100)), das in Beispiel 1 beschrieben worden ist, in einer Licht emittierenden Schicht verwendet wird, und ein Licht emittierendes Vergleichselement 7, bei dem 4-[3'-(Dibenzothiophen-4-yl)biphenyl-3-yl]benzofuro[3,2-d]pyrimidin (Abkürzung: 4mDBTBPFpm-II) in einer Licht emittierenden Schicht verwendet wird, hergestellt. Die Messergebnisse der Eigenschaften dieser Licht emittierenden Elemente werden gezeigt.

[0285] Elementstrukturen der Licht emittierenden Elemente, die in diesem Beispiel verwendet werden, sind der Elementstruktur ähnlich, die im Beispiel 3 anhand von Fig. 13 beschrieben worden ist, und Tabelle 5 zeigt spezifische Strukturen von Schichten bei den Elementstrukturen. Die chemischen Formeln der Materialien, die in diesem Beispiel verwendet werden, werden nachstehend gezeigt.

[Tabelle 5]

	erste Elektrode	Lochinjektions-schicht	Lochtransport-schicht	Licht emittierende Schicht	Elektronen-transport-schicht		Elektroden injektions-schicht	zweite Elektrode
Licht emittierendes Element 6	ITSO (70 nm)	DBT3P-II: MoOx (2:1 50 nm)	PCBBi1BP (20 nm)	*	8mDBt-BPNfpm (20 nm)	NBphen (15 nm)	LiF (1 nm)	Al (200 nm)
Licht emittierendes Vergleichselement 7	ITSO (70 nm)	DBT3P-II: MoOx (2:1 50 nm)	PCBBi1BP (20 nm)	**	4mDBT-BPFpm-II (20 nm)	NBphen (15 nm)	LiF (1 nm)	Al (200 nm)
* 8mDBtBPNfpm:PCCP:[Ir(ppy) ₂ (4dppy)] (0,6:0,4:0,1 40 nm)								
** 4mDBTBPFpm-II:PCCP:[Ir(ppy) ₂ (4dppy)] (0,6:0,4:0,1 40 nm)								

[Chemische Formeln 40]



<<Betriebseigenschaften der Licht emittierenden Elemente>>

[0286] Betriebseigenschaften des Licht emittierenden Elements **6** und des Licht emittierenden Vergleichselements **7** wurden gemessen. Es sei angemerkt, dass die Messung bei Raumtemperatur (in einer bei 25 °C gehaltenen Atmosphäre) durchgeführt wurde.

[0287] Tabelle 6 zeigt die Anfangswerte von Haupteigenschaften der Licht emittierenden Elemente bei etwa 1000 cd/m².

[Tabelle 6]

	Spannung (V)	Strom (mA)	Stromdichte (mA/cm ²)	Chromatizität (x;y)	Leuchtdichte (cd/m ²)	Stromeffizienz (cd/A)	Leistungseffizienz (lm/W)	externe Quanteneffizienz (%)
Licht emittierendes Element 6	3,4	0,048	1,2	(0,45;0,54)	910	76	70	22
Licht emittierendes Vergleichselement 7	3,4	0,046	1,2	(0,45;0,54)	970	84	78	25

[0288] Fig. 17 zeigt die Emissionsspektren des Licht emittierenden Elements **6** und des Licht emittierenden Vergleichselements **7**, an die ein Strom mit einer Stromdichte von 2,5 mA/cm² angelegt wurde. Wie in Fig. 17 gezeigt, weist das Emissionsspektrum jedes Licht emittierenden Elements einen Peak bei etwa 557 nm auf, der

vermutlich von einer Lichtemission von Bis[2-(2-pyridinyl-κN)phenyl-κC][2-(4-phenyl-2-pyridinyl-κN)phenyl-κC]iridium(III) (Abkürzung: $[\text{Ir}(\text{ppy})_2(4\text{dppy})]$), welches in der Licht emittierenden Schicht **913** enthalten ist, stammt.

[0289] Als Nächstes wurden an dem Licht emittierenden Element **6** und an dem Licht emittierenden Vergleichselement **7** Zuverlässigkeitstests durchgeführt. **Fig. 18** zeigt Ergebnisse der Zuverlässigkeitstests. In **Fig. 18** stellt die vertikale Achse die normalisierte Leuchtdichte (%) dar, wobei eine Anfangsleuchtdichte 100 % betrug, und die horizontale Achse stellt die Betriebsdauer (h) der Elemente dar. Als Zuverlässigkeitstests wurden Betriebstests bei konstantem Strom mit einer konstanten Stromdichte von 50 mA/cm² durchgeführt.

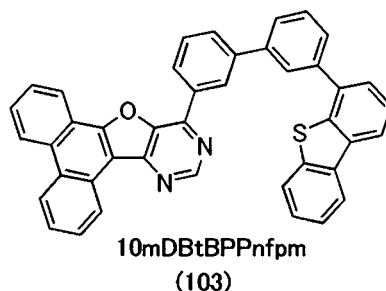
[0290] Die Ergebnisse der Zuverlässigkeitstests zeigen, dass das Licht emittierende Element **6** eine höhere Zuverlässigkeit aufweist als das Licht emittierende Vergleichselement **7**. Somit ist 8mDBtBPNfpm (Strukturformel (**100**)), welches die organische Verbindung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist, bei der Verbesserung der Eigenschaften des Licht emittierenden Elements wirksam.

[Beispiel 6]

«Synthesebeispiel 3»

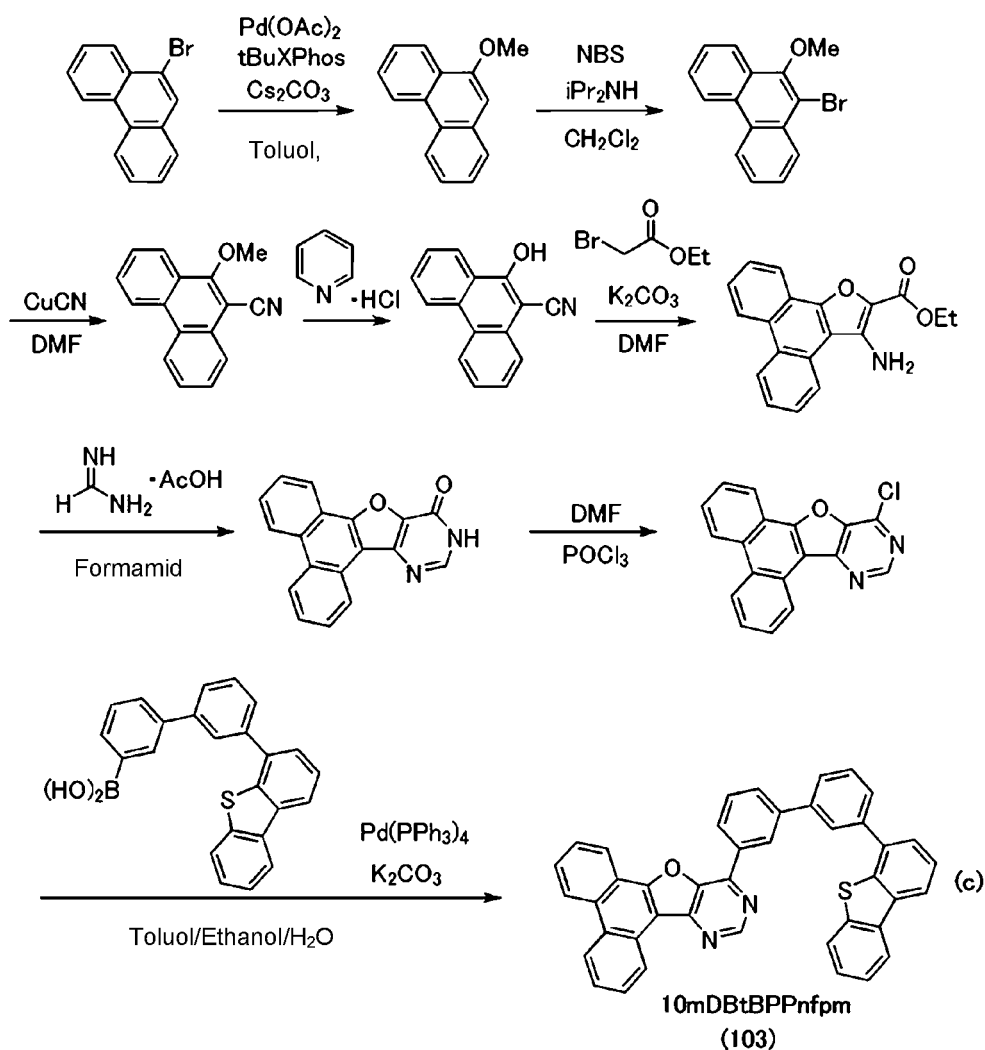
[0291] Dieses Beispiel beschreibt ein Verfahren zum Synthetisieren von 10-[3'-(Dibenzothiophen-4-yl)biphenyl-3-yl]phenanthro[9,10':4, 5]furo[3,2-d]pyrimidin (Abkürzung: 10mDBtBPPnfpfpm), welches die organische Verbindung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist und durch die Strukturformel (**103**) bei der Ausführungsform 1 dargestellt wird. Die Struktur von 10mDBtBPPnfpfpm wird nachfolgend gezeigt.

[Chemische Formel 41]



[0292] Es sei angemerkt, dass 10mDBtBPPnfpfpm durch ein Syntheschema synthetisiert werden kann, das nachfolgend in (c) gezeigt wird.

[Chemische Formel 42]



[0293] Analyseergebnisse durch Kernspinresonanz- (^1H -NMR-) Spektroskopie des erhaltenen Feststoffs werden nachstehend gezeigt. Die Ergebnisse offenbaren, dass 10mDBtBPPnfp, welches die organische Verbindung ist, die durch die Strukturformel **(103)** dargestellt wird, in diesem Beispiel erhalten wurde.

[0294] ^1H -NMR. δ (CDCl_3): 7,40 (t, 1H), 7,47 (t, 1H), 7,56 (t, 1H), 7,60-7,66 (m, 3H), 7,72 (t, 1H), 7,76-7,83 (m, 4H), 7,85-7,91 (m, 2H), 7,98 (d, 1H), 8,21-8,23 (m, 2H), 8,26 (s, 1H), 8,57 (d, 1H), 8,72 (d, 1H), 8,79 (t, 2H), 9,10 (s, 1H), 9,38 (d, 1H), 9,42 (s, 1H).

Bezugszeichen

[0295] 101: erste Elektrode, 102: zweite Elektrode, 103: EL-Schicht, 103a, 103b und 103c: EL-Schicht, 104: Ladungserzeugungsschicht, 111, 111a und 111b: Lochinjektionsschicht, 112, 112a und 112b: Lochtransportschicht, 113, 113a, 113b und 113c: Licht emittierende Schicht, 114, 114a und 114b: Elektronentransportschicht, 115, 115a und 115b: Elektroneninjectionsschicht, 201: erstes Substrat, 202: Transistor (FET), 203R, 203G, 203B und 203W: Licht emittierendes Element, 204: EL-Schicht, 205: zweites Substrat, 206R, 206G und 206B: Farbfilter, 206R', 206G' und 206B': Farbfilter, 207: erste Elektrode, 208: zweite Elektrode, 209: schwarze Schicht (Schwarzmatrix), 210R und 210G: leitfähige Schicht, 301: erstes Substrat, 302: Pixelabschnitt, 303: Treiberschaltungsabschnitt (Source-Leitungstreiberschaltung), 304a und 304b: Treiberschaltungsabschnitt (Gate-Leitungstreiberschaltung), 305: Dichtungsmittel, 306: zweites Substrat, 307: Anschlussleitung, 308: FPC, 309: FET, 310: FET, 311: FET, 312: FET, 313: erste Elektrode, 314: Isolator, 315: EL-Schicht, 316: zweite Elektrode, 317: Licht emittierendes Element, 318: Raum, 900: Substrat, 901: erste Elektrode, 902: EL-Schicht, 903: zweite Elektrode, 911: Lochinjektionsschicht, 912: Lochtransportschicht, 913: Licht emittierende Schicht, 914: Elektronentransportschicht, 915: Elektroneninjectionsschicht, 4000: Beleuchtungsvorrichtung, 4001: Substrat, 4002: Licht emittierendes Element, 4003: Substrat, 4004: erste Elektrode, 4005: EL-Schicht, 4006: zweite Elektrode, 4007: Elektrode, 4008: Elektrode, 4009: Hilfsleitung, 4010: Isolierschicht, 4011: Dichtungssubstrat, 4012: Dichtungsmittel, 4013: Trockenmittel, 4015: Diffusionsplatte, 4100: Beleuch-

tungsvorrichtung, 4200: Beleuchtungsvorrichtung, 4201: Substrat, 4202: Licht emittierendes Element, 4204: erste Elektrode, 4205: EL-Schicht, 4206: zweite Elektrode, 4207: Elektrode, 4208: Elektrode, 4209: Hilfsleitung, 4210: Isolierschicht, 4211: Dichtungssubstrat, 4212: Dichtungsmittel, 4213: Sperrfilm, 4214: Planarisierungsfilm, 4215: Diffusionsplatte, 4300: Beleuchtungsvorrichtung, 5101: Scheinwerfer, 5102: Radkappe, 5103: Tür, 5104: Anzeigeabschnitt, 5105: Lenkrad, 5106: Schaltknüppel, 5107: Sitz, 5108: Innenrückspiegel, 7000: Gehäuse, 7001: Anzeigeabschnitt, 7002: zweiter Anzeigeabschnitt, 7003: Lautsprecher, 7004: LED-Lampe, 7005: Bedientaste, 7006: Verbindungsanschluss, 7007: Sensor, 7008: Mikrofon, 7009: Schalter, 7010: Infrarotanschluss, 7011: Speichermediumleseabschnitt, 7012: Halterung, 7013: Kopfhörer, 7014: Antenne, 7015: Auslöseknopf, 7016: Bildempfangsabschnitt, 7018: Fuß, 7019: Mikrofon, 7020: Kamera, 7021: externer Verbindungsabschnitt, 7022 und 7023: Bedienknopf, 7024: Verbindungsanschluss, 7025: Band, 7026: Schnalle, 7027: Icon, das die Zeit anzeigt, 7028: ein weiteres Icon, 8001: Beleuchtungsvorrichtung, 8002: Beleuchtungsvorrichtung, 8003: Beleuchtungsvorrichtung, 8004: Beleuchtungsvorrichtung, 9310: tragbares Informationsendgerät, 9311: Anzeigeabschnitt, 9312: Anzeigebereich, 9313: Gelenk und 9315: Gehäuse.

[0296] Diese Anmeldung basiert auf der japanischen Patentanmeldung mit der Seriennr. 2017-051536, eingereicht beim japanischen Patentamt am 16. März 2017, deren gesamter Inhalt hiermit zum Gegenstand der vorliegenden Offenlegung gemacht wird.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

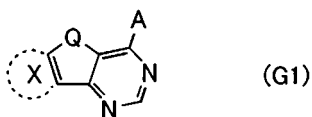
Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- JP 2017051536 [0296]

Patentansprüche

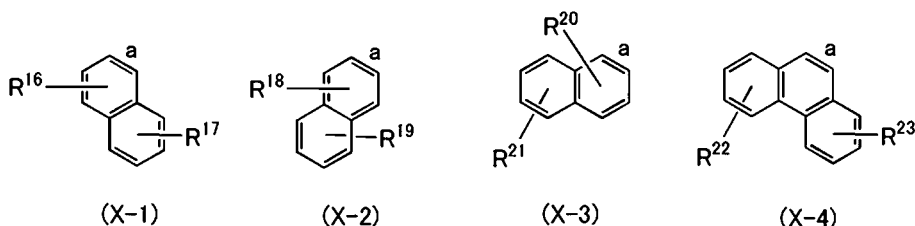
1. Organische Verbindung, die durch die allgemeine Formel (G1) dargestellt wird:



wobei A eine Gruppe mit 6 bis 100 Kohlenstoffatomen darstellt und mindestens einen von einem aromatischen Ring und einem heteroaromatischen Ring umfasst,
wobei der aromatische Ring und der heteroaromatische Ring substituiert oder unsubstituiert sind,
wobei Q Sauerstoff oder Schwefel darstellt, und
wobei ein Ring X einen substituierten oder unsubstituierten Naphthalinring oder einen substituierten oder unsubstituierten Phenanthrenring darstellt.

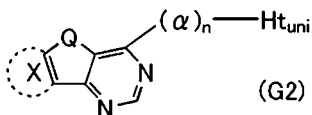
2. Organische Verbindung nach Anspruch 1,
wobei A einen/eine oder mehrere von einem Benzolring, einem Naphthalinring, einem Fluorenring, einem Phenanthrenring, einem Triphenylenring, einem heteroaromatischen Ring, der einen Dibenzothiophenring umfasst, einem heteroaromatischen Ring, der einen Dibenzofuranring umfasst, einem heteroaromatischen Ring, der einen Carbazolring umfasst, einem Benzimidazolring und einer Triphenylaminstruktur umfasst, und
wobei die Ringe und die Struktur substituiert oder unsubstituiert sind.

3. Organische Verbindung nach Anspruch 1,
wobei der Ring X durch eine der allgemeinen Formeln (X-1) bis (X-4) dargestellt wird und mit einem benachbarten Ring an einer durch a dargestellten Position kondensiert ist, und



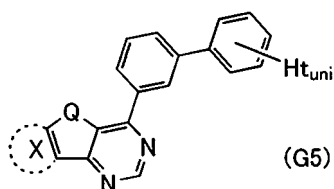
wobei R¹⁶ bis R²³ jeweils 1 bis 4 Substituenten darstellen und unabhängig voneinander Wasserstoff, eine Alkylgruppe mit 1 bis 6 Kohlenstoffatomen oder eine substituierte oder unsubstituierte Phenylgruppe darstellen.

4. Organische Verbindung nach Anspruch 1, wobei die organische Verbindung durch die allgemeine Formel (G2) dargestellt wird:



wobei α eine substituierte oder unsubstituierte Phenylengruppe darstellt,
wobei n eine ganze Zahl von 0 bis 4 darstellt,
wobei Ht_{uni} ein Lochtransportgerüst darstellt,
wobei Q Sauerstoff oder Schwefel darstellt, und
wobei der Ring X einen substituierten oder unsubstituierten Naphthalinring oder einen substituierten oder unsubstituierten Phenanthrenring darstellt.

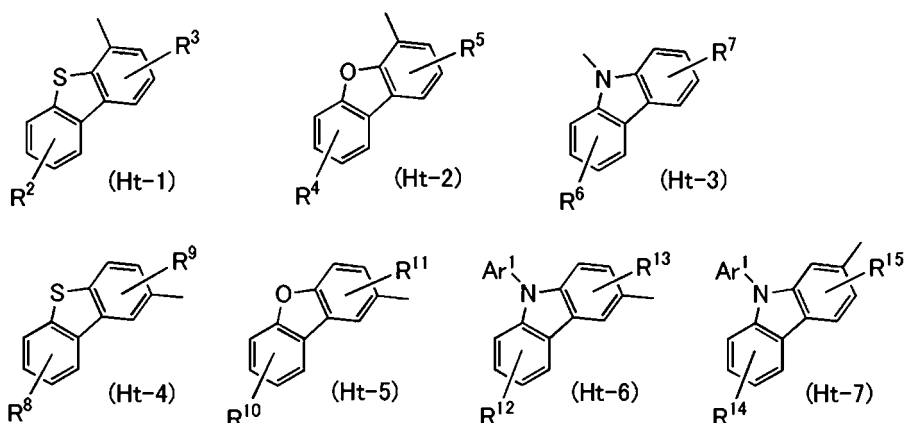
5. Organische Verbindung nach Anspruch 1, wobei die organische Verbindung durch die allgemeine Formel (G5) dargestellt wird:



wobei Ht_{uni} ein Lochtransportgerüst darstellt.

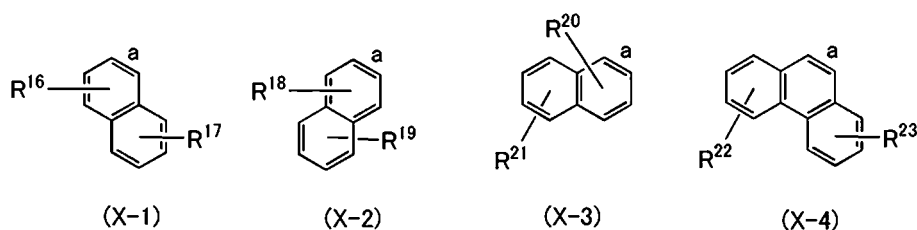
6. Organische Verbindung nach Anspruch 4, wobei Ht_{uni} eine Pyrrolringstruktur, eine Furanringstruktur oder eine Thiophenringstruktur umfasst.

7. Organische Verbindung nach Anspruch 4, wobei Ht_{uni} durch eine der allgemeinen Formeln (Ht-1) bis (Ht-7) dargestellt wird,



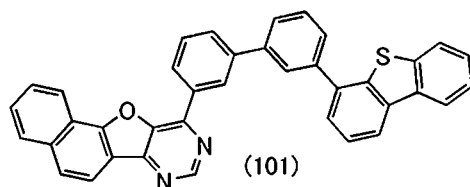
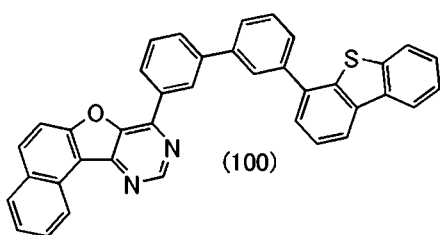
wobei R^2 bis R^{15} jeweils 1 bis 4 Substituenten darstellen und unabhängig voneinander Wasserstoff, eine Alkylgruppe mit 1 bis 6 Kohlenstoffatomen oder eine substituierte oder unsubstituierte Phenylgruppe darstellen, und wobei Ar^1 eine substituierte oder unsubstituierte Arylgruppe mit 6 bis 13 Kohlenstoffatomen darstellt.

8. Organische Verbindung nach Anspruch 4, wobei der Ring X durch eine der allgemeinen Formeln (X-1) bis (X-4) dargestellt wird und mit einem benachbarten Ring an einer durch a dargestellten Position kondensiert ist, und



wobei R^{16} bis R^{23} jeweils 1 bis 4 Substituenten darstellen und unabhängig voneinander Wasserstoff, eine Alkylgruppe mit 1 bis 6 Kohlenstoffatomen oder eine substituierte oder unsubstituierte Phenylgruppe darstellen.

9. Organische Verbindung nach Anspruch 1, wobei die organische Verbindung durch die Strukturformel (100) oder die Strukturformel (101) dargestellt wird:

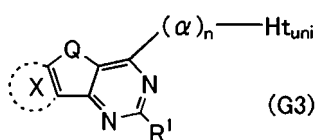


10. Licht emittierendes Element, umfassend die organische Verbindung nach Anspruch 1.

11. Licht emittierendes Element, umfassend eine EL-Schicht zwischen einem Paar von Elektroden, wobei die EL-Schicht die organische Verbindung nach Anspruch 1 umfasst.

12. Licht emittierendes Element, umfassend eine EL-Schicht zwischen einem Paar von Elektroden, wobei die EL-Schicht eine Licht emittierende Schicht umfasst, und wobei die Licht emittierende Schicht die organische Verbindung nach Anspruch 1 umfasst.

13. Organische Verbindung, die durch die allgemeine Formel (G3) dargestellt wird:



wobei α eine substituierte oder unsubstituierte Phenylengruppe darstellt,

wobei n eine ganze Zahl von 1 bis 4 darstellt,

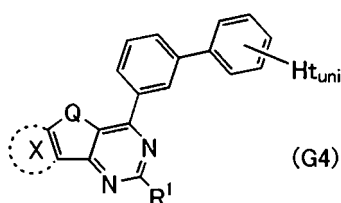
wobei Ht_{uni} ein Lochtransportgerüst darstellt,

worin R^1 Wasserstoff, eine Alkylgruppe mit 1 bis 6 Kohlenstoffatomen, einen substituierten oder unsubstituierten monocyclischen gesättigten Kohlenwasserstoff mit 5 bis 7 Kohlenstoffatomen, einen substituierten oder unsubstituierten polycyclischen gesättigten Kohlenwasserstoff mit 7 bis 10 Kohlenstoffatomen oder eine substituierte oder unsubstituierte Arylgruppe mit 6 bis 13 Kohlenstoffatomen darstellt,

wobei Q Sauerstoff oder Schwefel darstellt, und

wobei ein Ring X einen substituierten oder unsubstituierten Naphthalinring oder einen substituierten oder unsubstituierten Phenanthrenring darstellt.

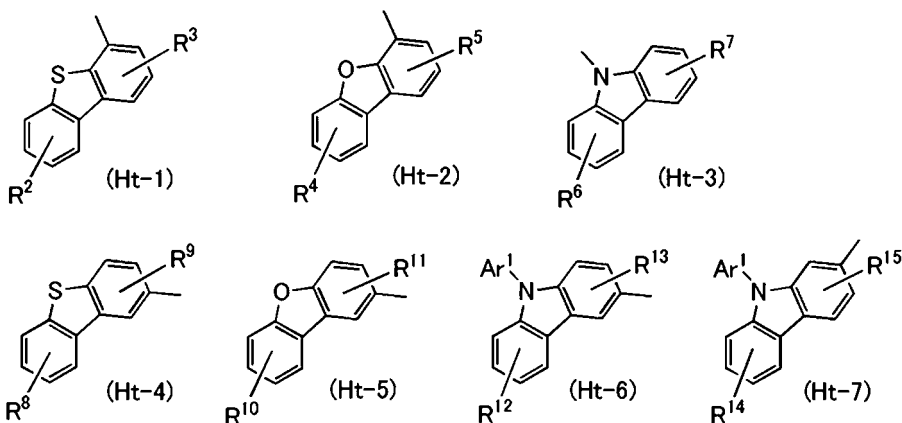
14. Organische Verbindung nach Anspruch 13, wobei die organische Verbindung durch die allgemeine Formel (G4) dargestellt wird:



wobei Ht_{uni} ein Lochtransportgerüst darstellt.

15. Organische Verbindung nach Anspruch 13, wobei Ht_{uni} eine Pyrrolringstruktur, eine Furanringstruktur oder eine Thiophenringstruktur umfasst.

16. Organische Verbindung nach Anspruch 13, wobei Ht_{uni} durch eine der allgemeinen Formeln (Ht-1) bis (Ht-7) dargestellt wird,



wobei R^2 bis R^{15} jeweils 1 bis 4 Substituenten darstellen und unabhängig voneinander Wasserstoff, eine Alkylgruppe mit 1 bis 6 Kohlenstoffatomen oder eine substituierte oder unsubstituierte Phenylgruppe darstellen, und wobei Ar^1 eine substituierte oder unsubstituierte Arylgruppe mit 6 bis 13 Kohlenstoffatomen darstellt.

17. Organische Verbindung nach Anspruch 13, wobei der Ring X durch eine der allgemeinen Formeln (X-1) bis (X-4) dargestellt wird und mit einem benachbarten Ring an einer durch a dargestellten Position kondensiert ist, und wobei R^{16} bis R^{23} jeweils 1 bis 4 Substituenten darstellen und unabhängig voneinander Wasserstoff, eine Alkylgruppe mit 1 bis 6 Kohlenstoffatomen oder eine substituierte oder unsubstituierte Phenylgruppe darstellen.

18. Licht emittierendes Element, umfassend die organische Verbindung nach Anspruch 13.

19. Licht emittierendes Element, umfassend eine EL-Schicht zwischen einem Paar von Elektroden, wobei die EL-Schicht die organische Verbindung nach Anspruch 13 umfasst.

20. Licht emittierendes Element, umfassend eine EL-Schicht zwischen einem Paar von Elektroden, wobei die EL-Schicht eine Licht emittierende Schicht umfasst, und wobei die Licht emittierende Schicht die organische Verbindung nach Anspruch 13 umfasst.

Es folgen 18 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1A

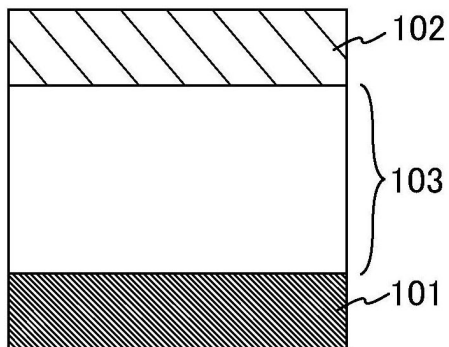


FIG. 1B

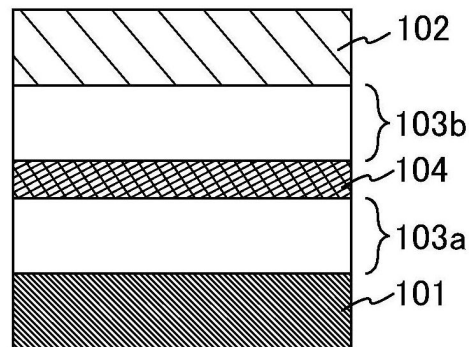


FIG. 1C

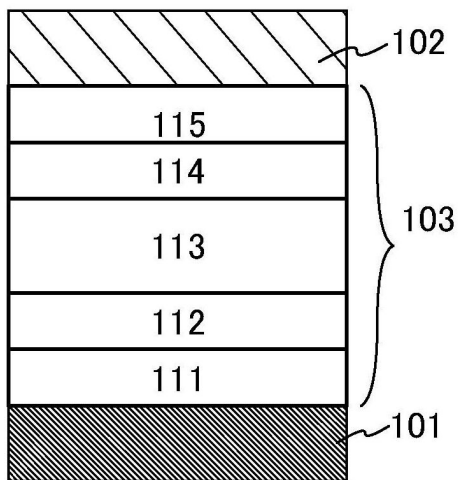


FIG. 1D

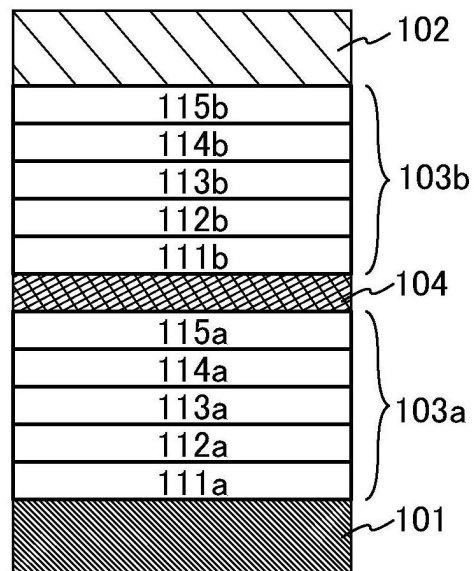


FIG. 1E

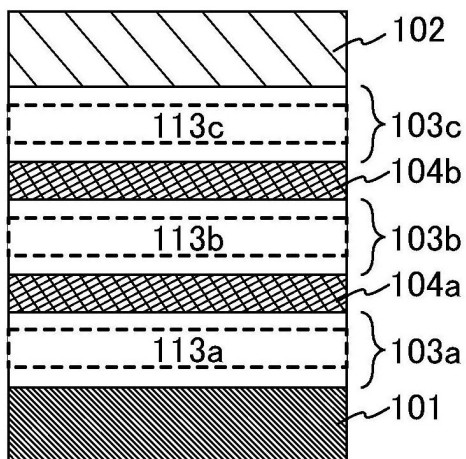


FIG. 2A

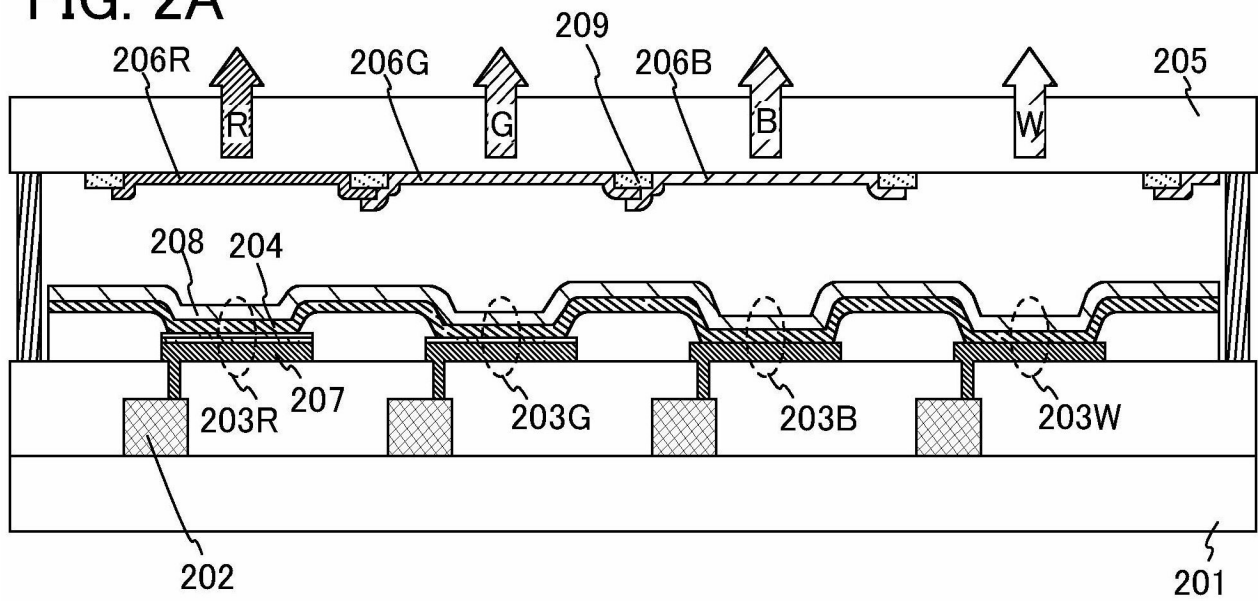


FIG. 2B

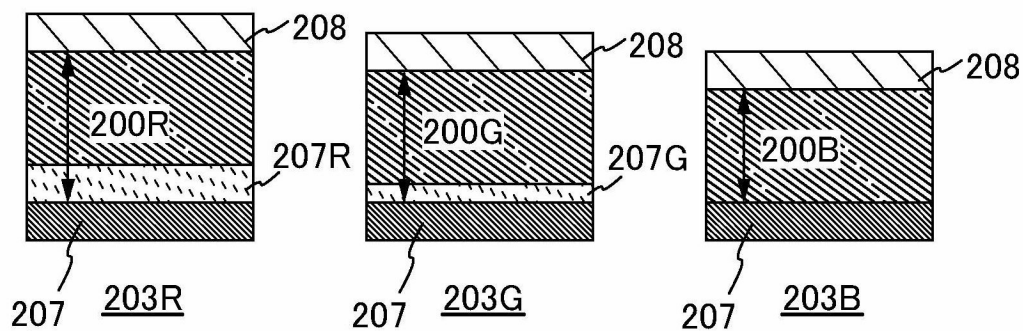


FIG. 2C

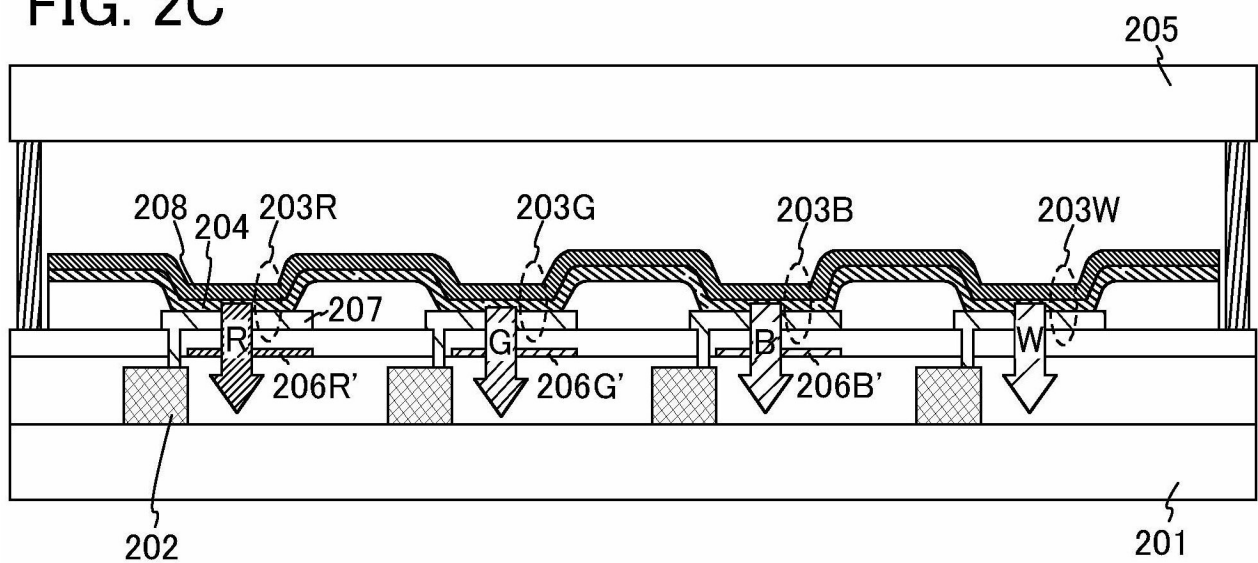


FIG. 3A

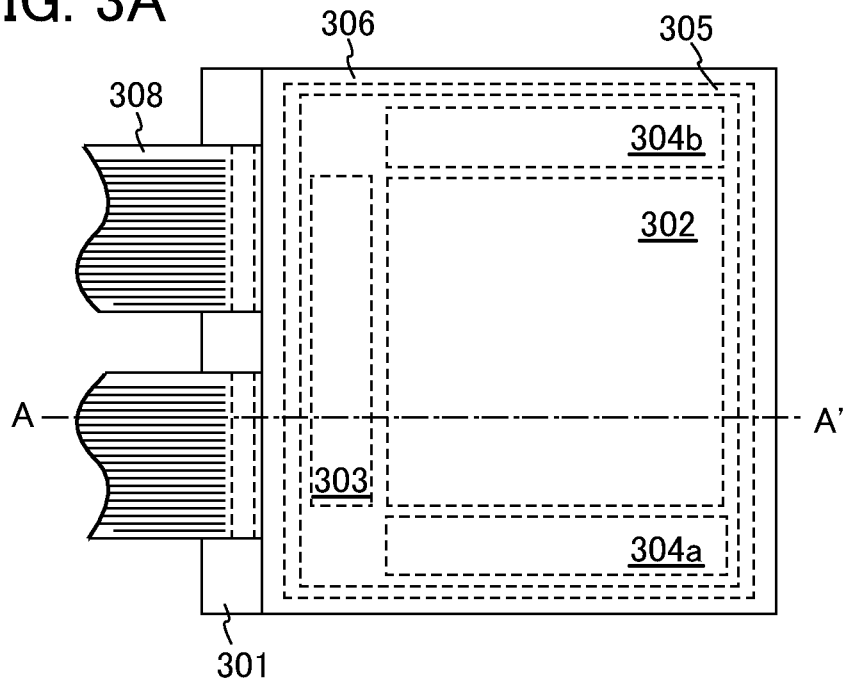


FIG. 3B

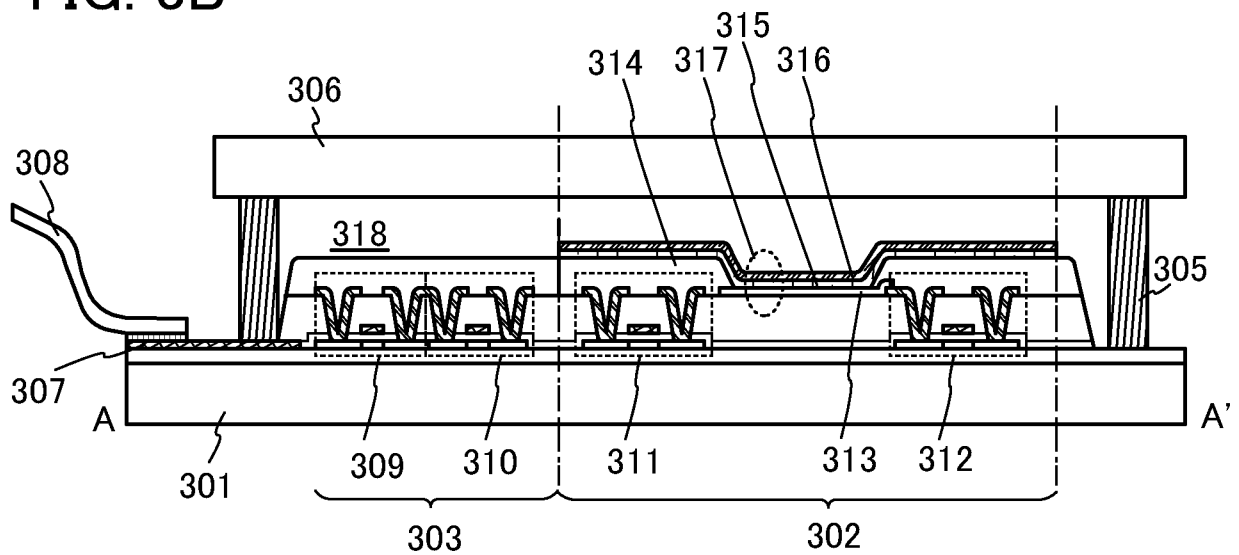


FIG. 4A

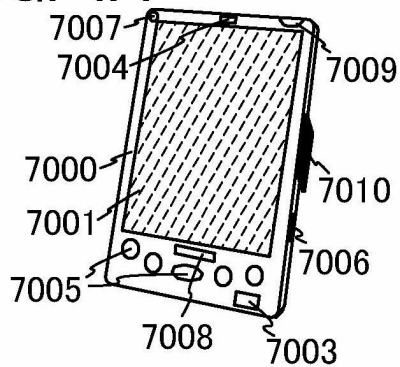


FIG. 4B

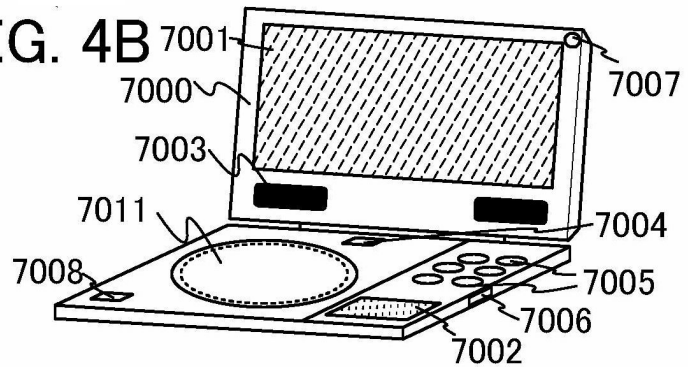


FIG. 4C

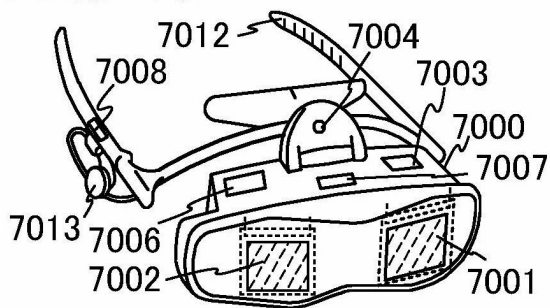


FIG. 4D

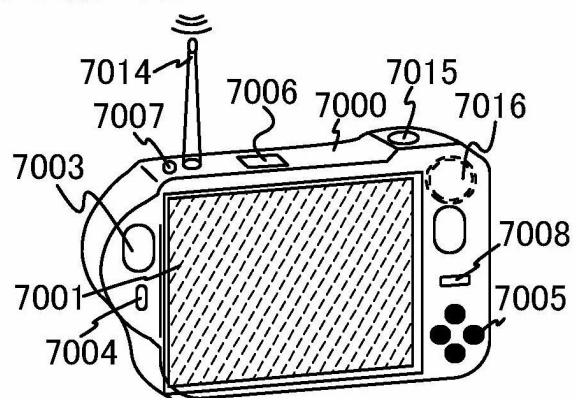


FIG. 4E

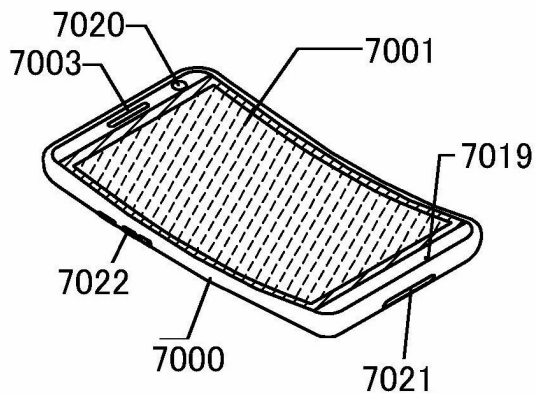


FIG. 4F

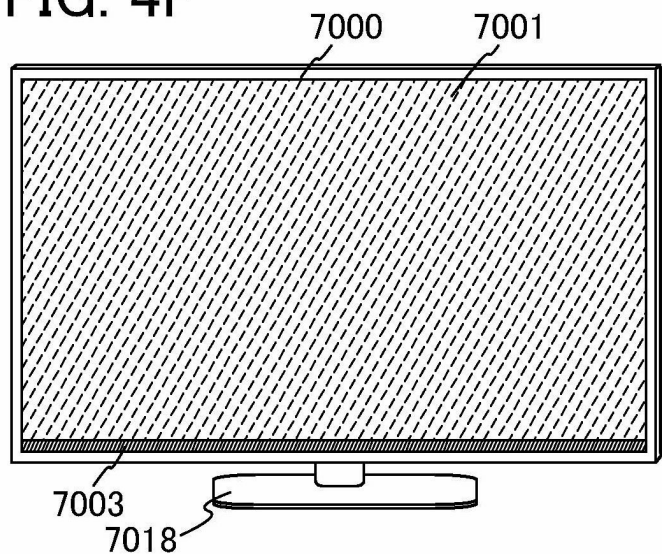


FIG. 4G

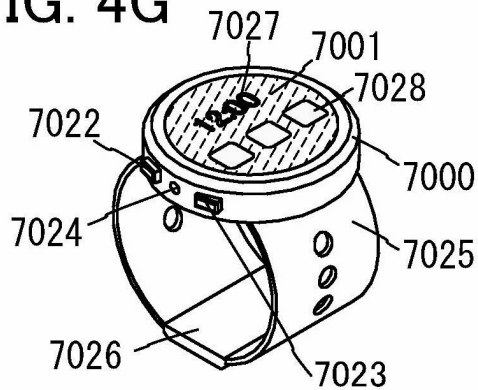


FIG. 5A

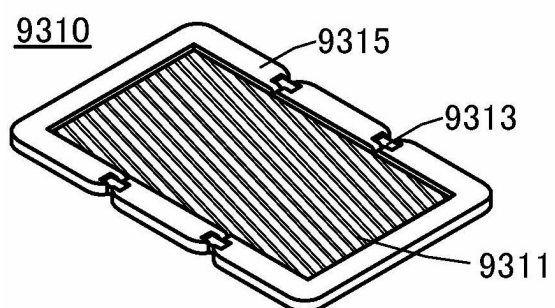


FIG. 5B

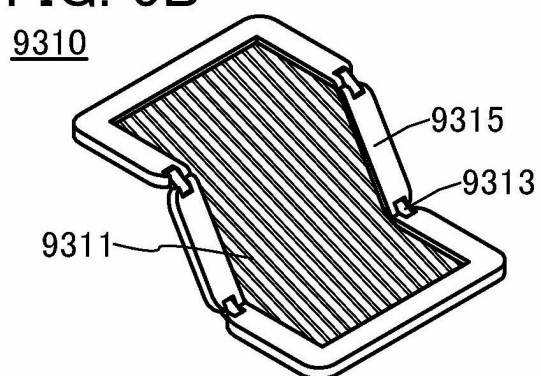


FIG. 5C

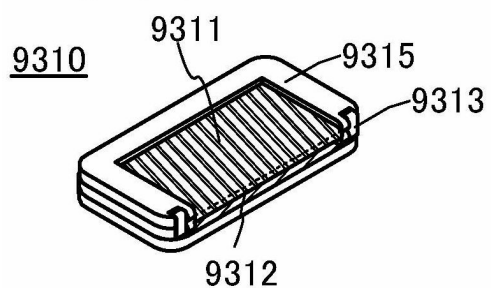


FIG. 6A

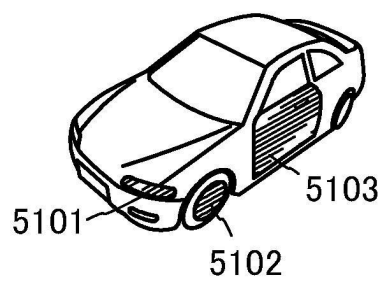


FIG. 6B

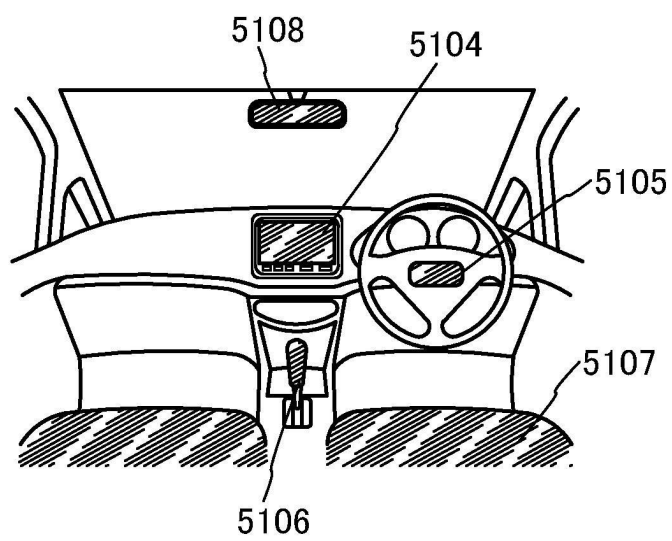


FIG. 7A

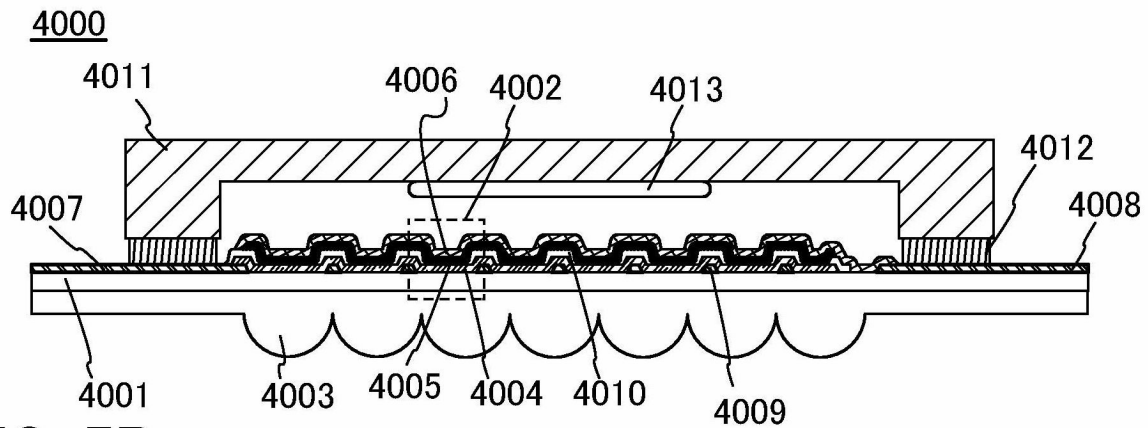


FIG. 7B

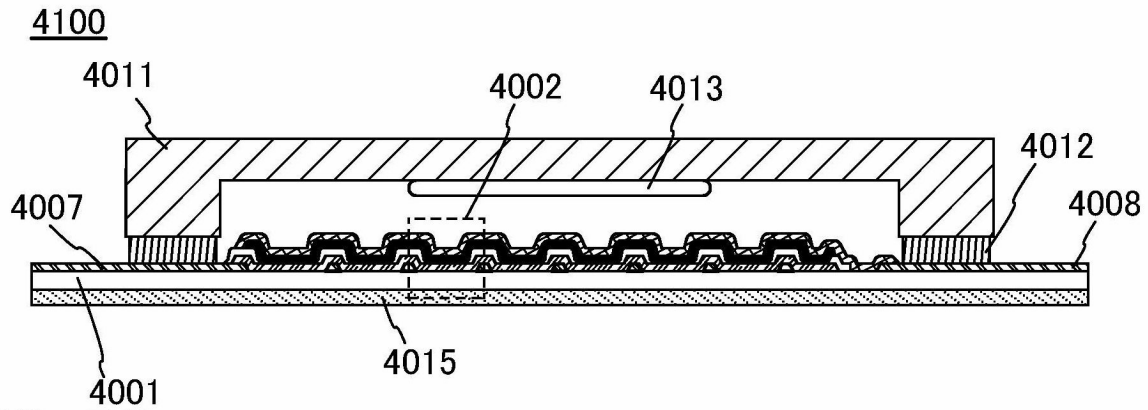


FIG. 7C

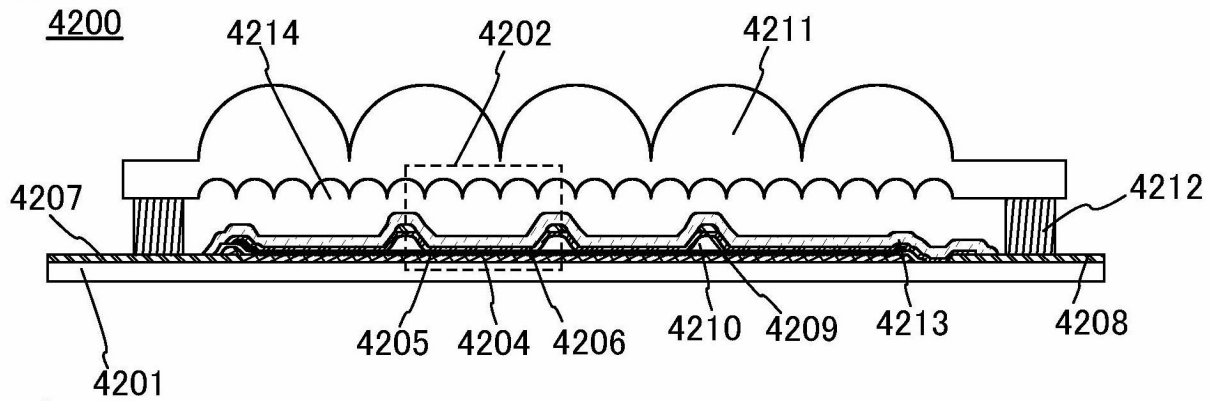


FIG. 7D

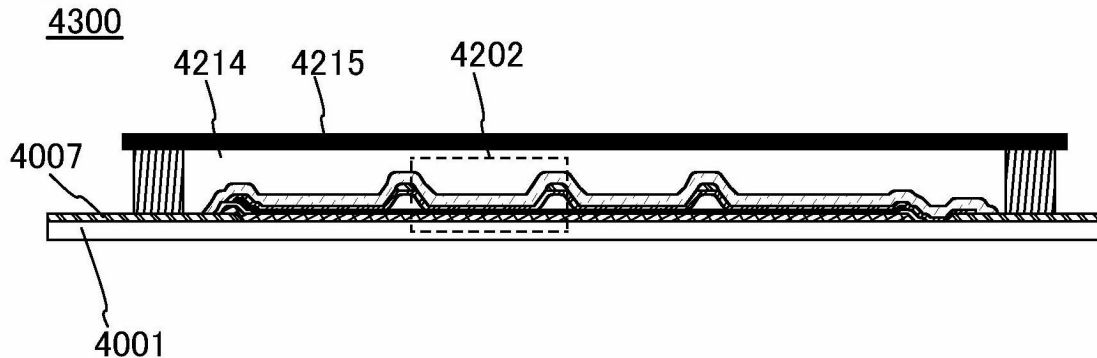


FIG. 8

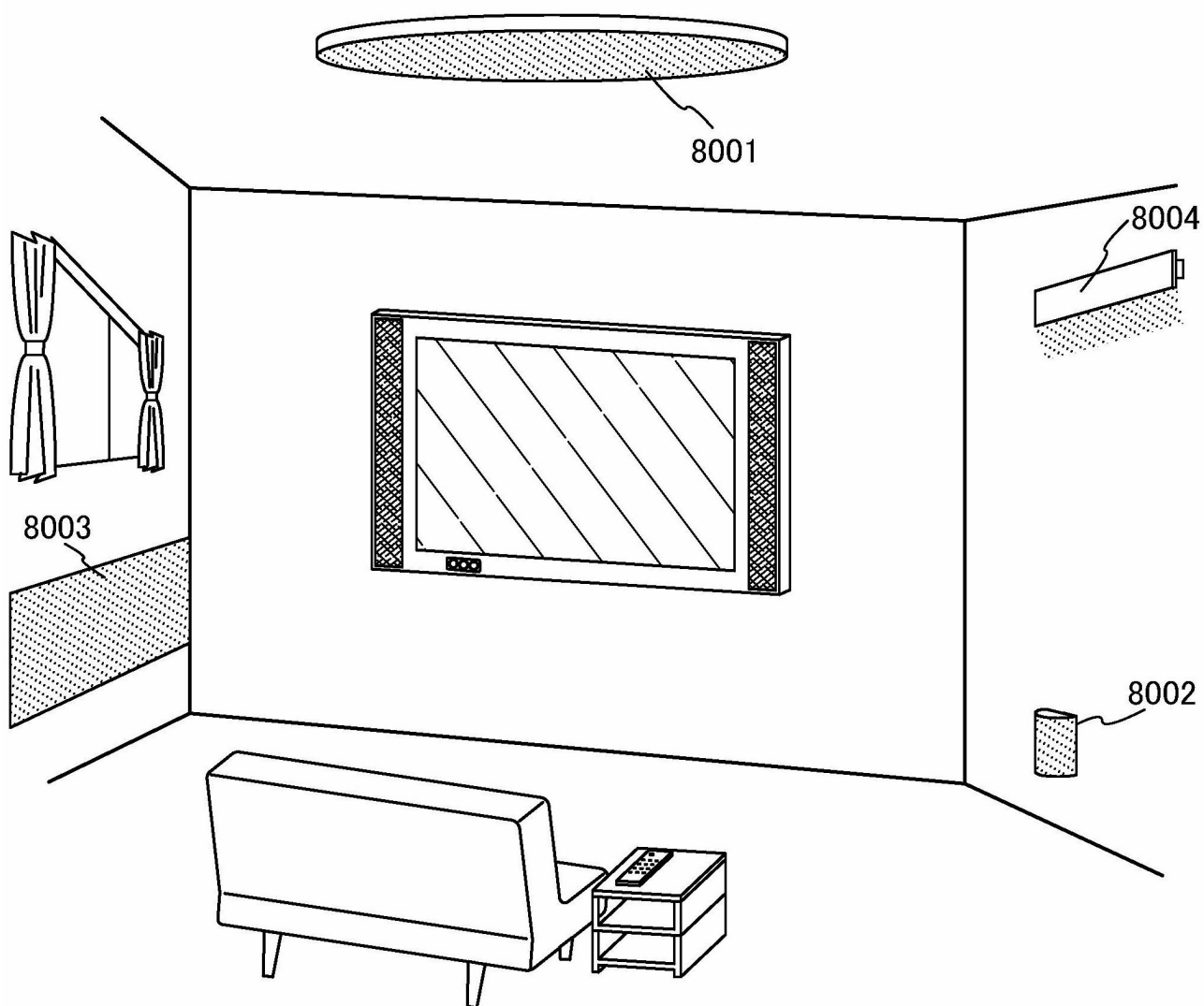


FIG. 9

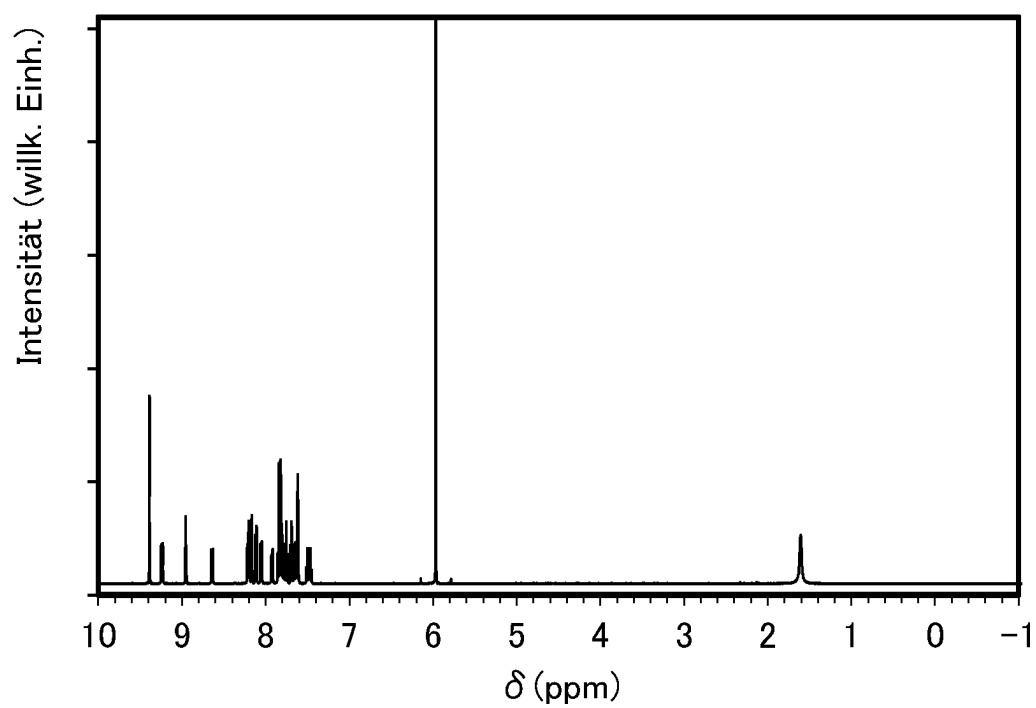


FIG. 10A

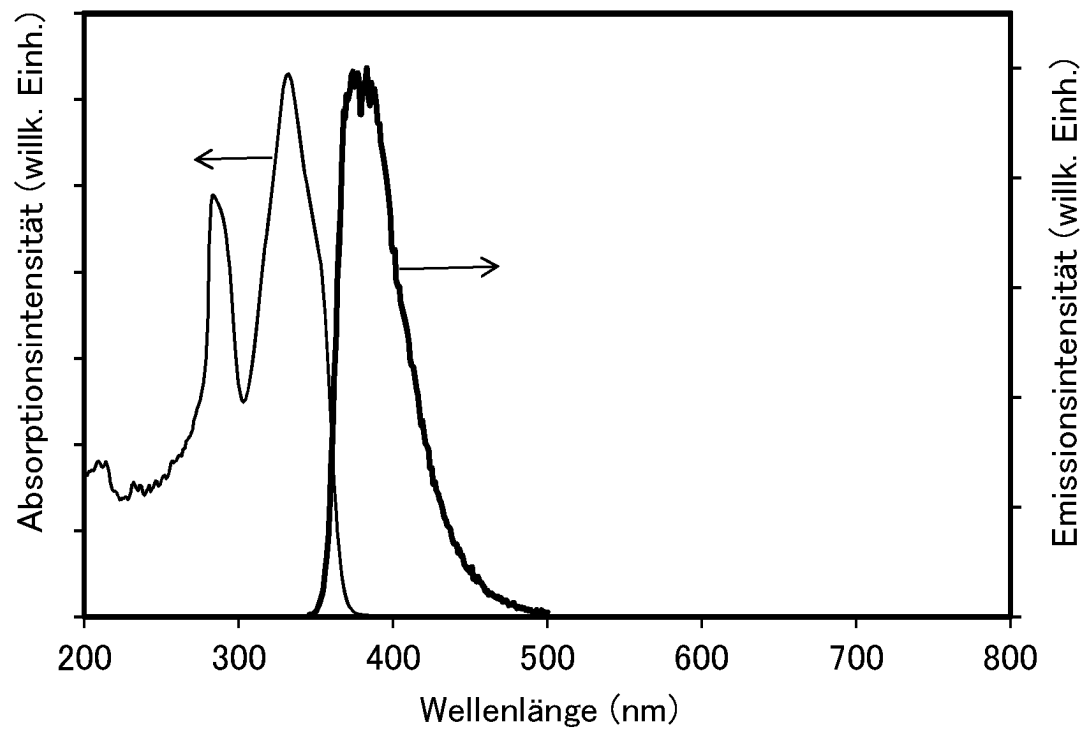


FIG. 10B

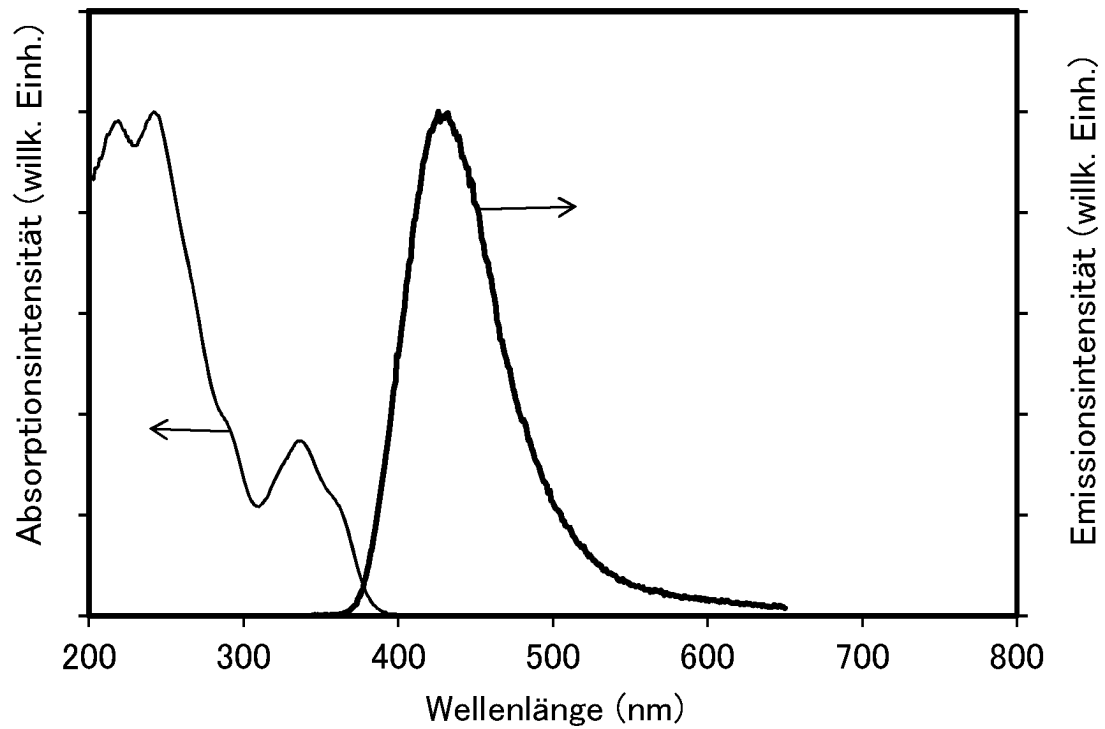


FIG. 11

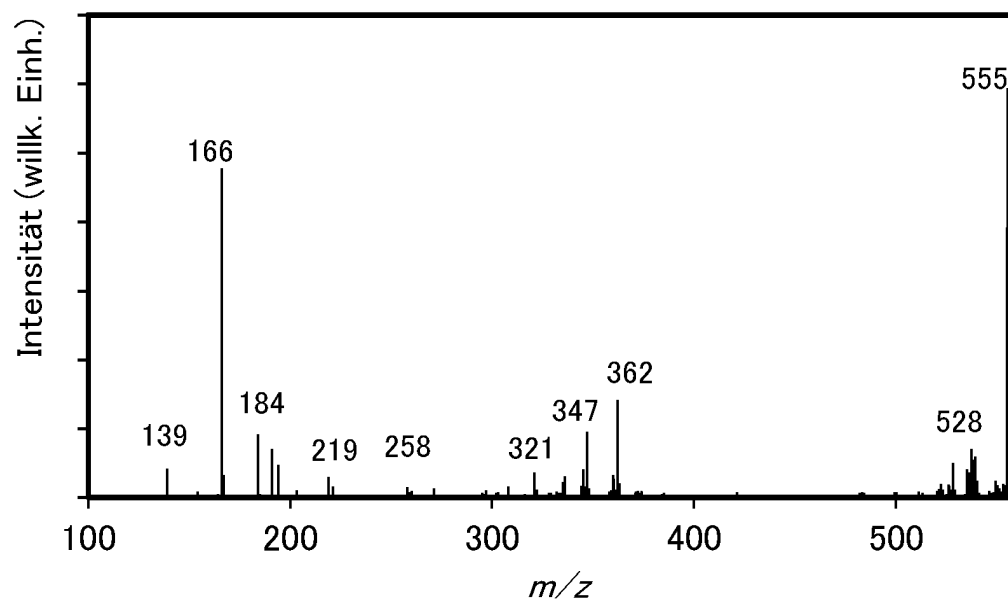


FIG. 12

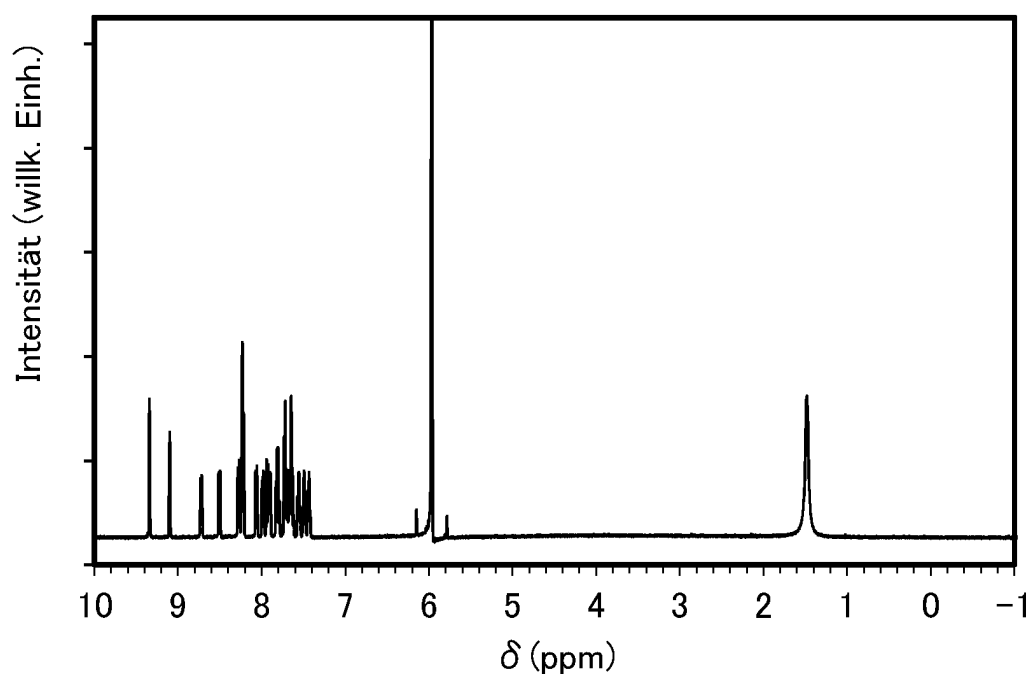


FIG. 13

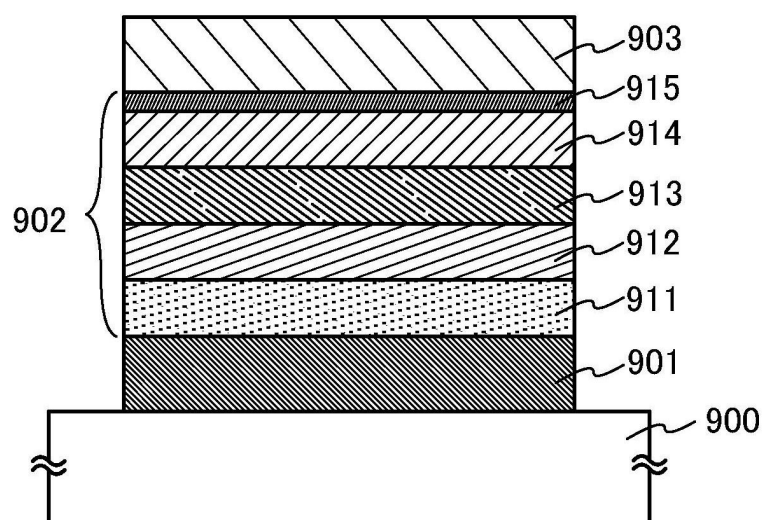


FIG. 14

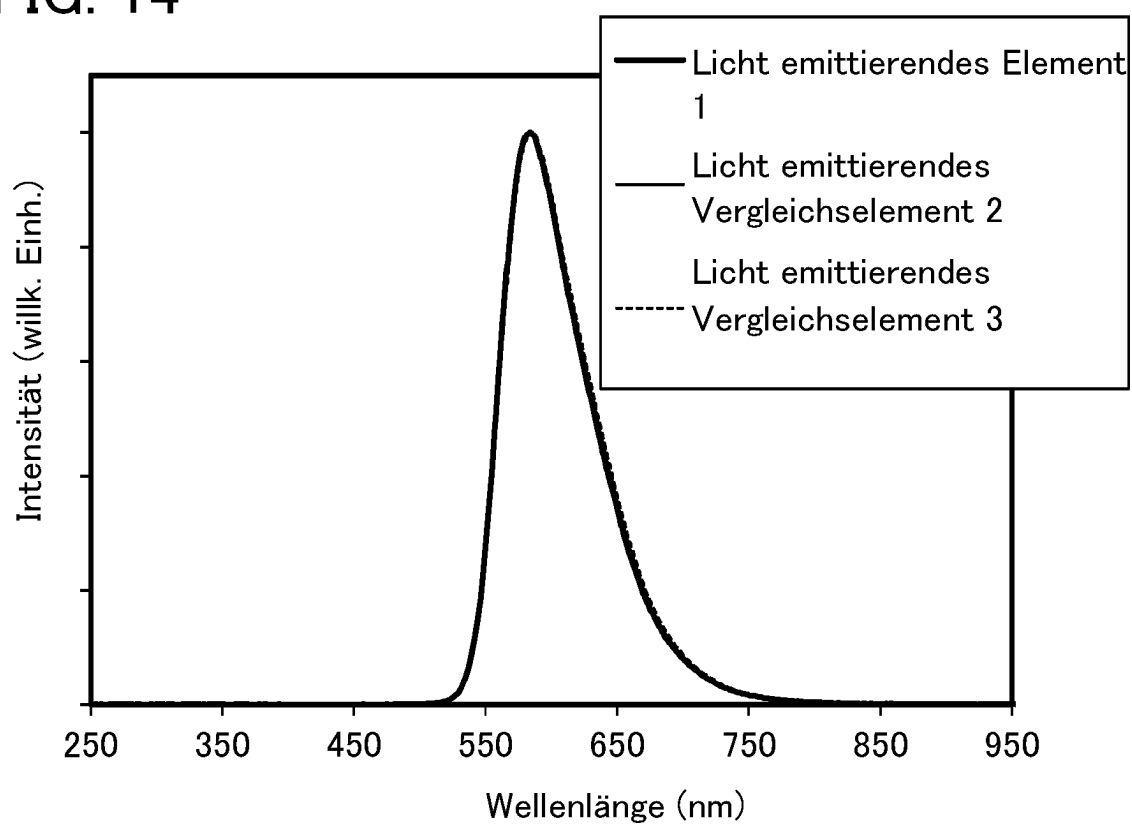


FIG. 15

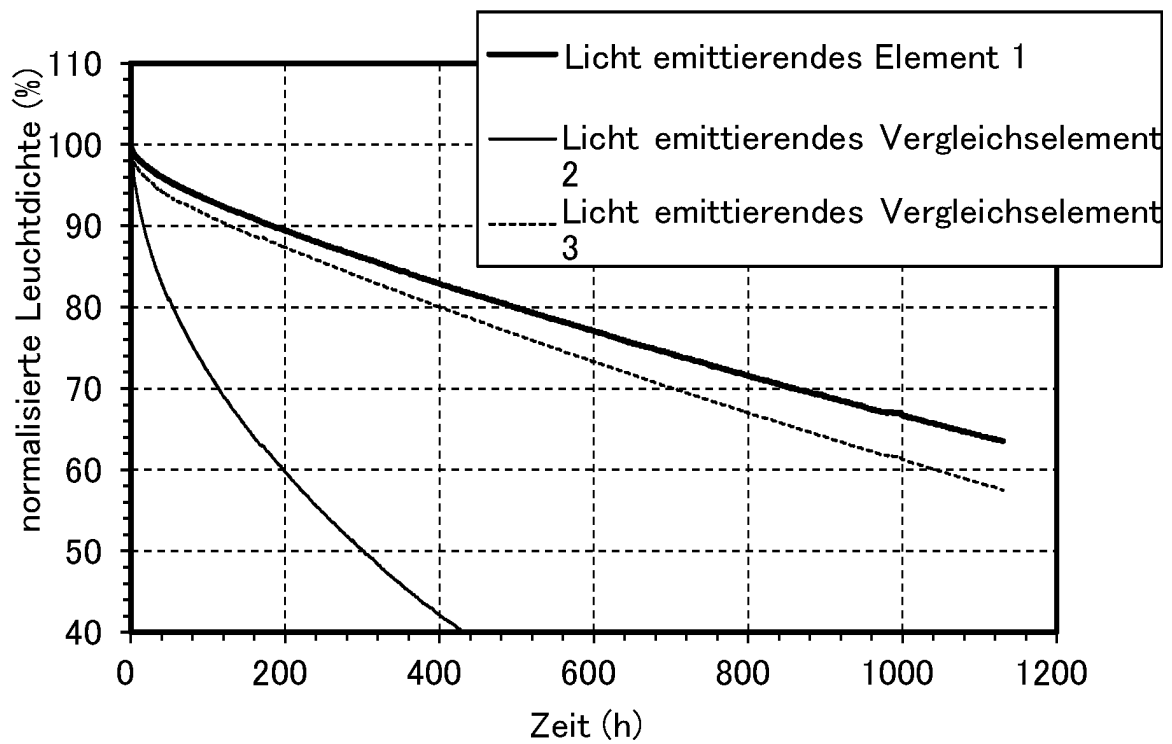


FIG. 16

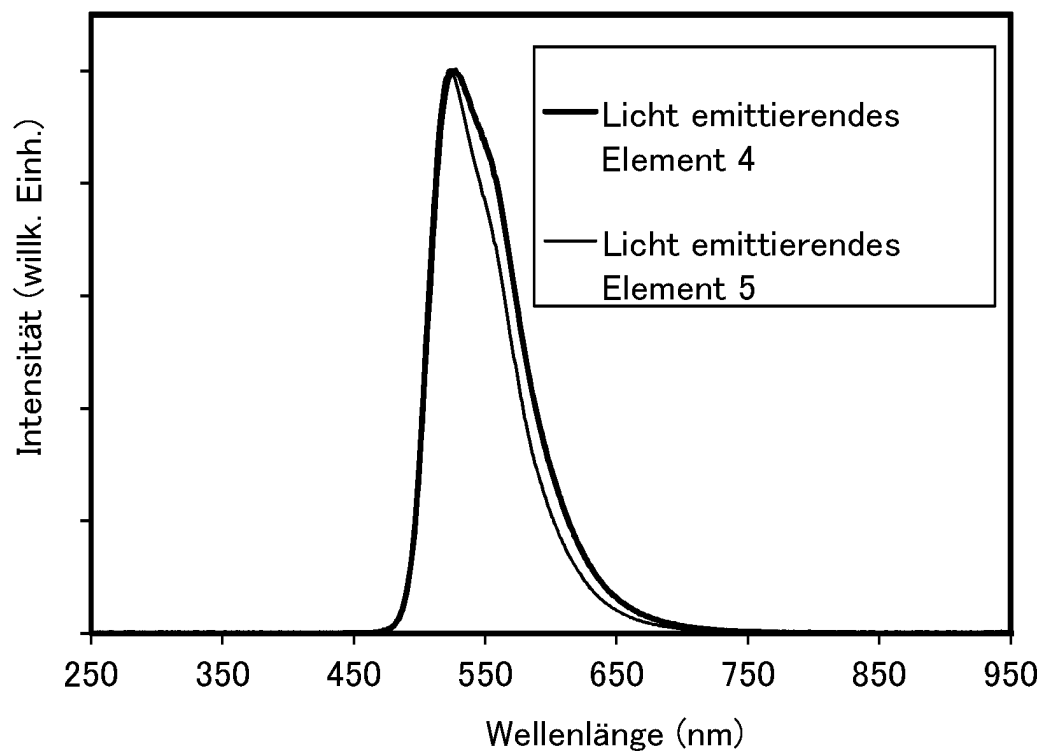


FIG. 17

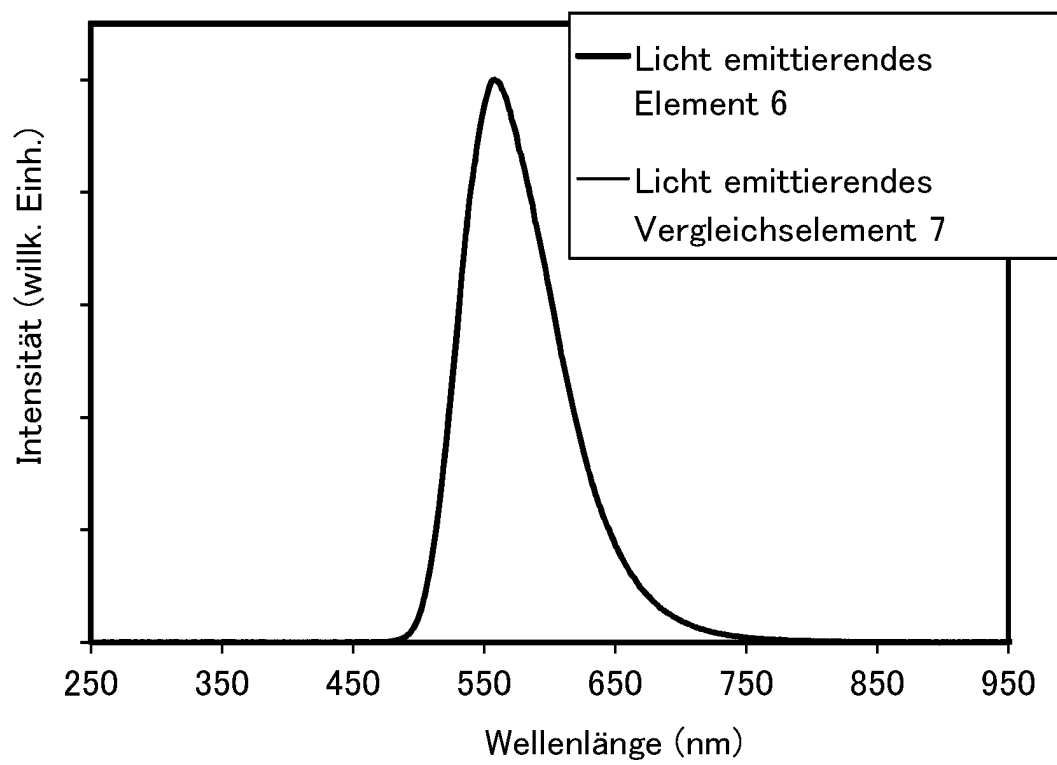


FIG. 18

