



(10) **DE 11 2021 003 574 T5** 2023.06.07

(12) **Veröffentlichung**

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2022/003491**
in der deutschen Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2
IntPatÜbkG)
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2021 003 574.6**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/IB2021/055520**
(86) PCT-Anmeldetag: **23.06.2021**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **06.01.2022**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **07.06.2023**

(51) Int Cl.: **C07D 409/12** (2006.01)
C07D 405/12 (2006.01)
H10K 50/125 (2023.01)
C09K 11/06 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
2020-115943 **03.07.2020** **JP**

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

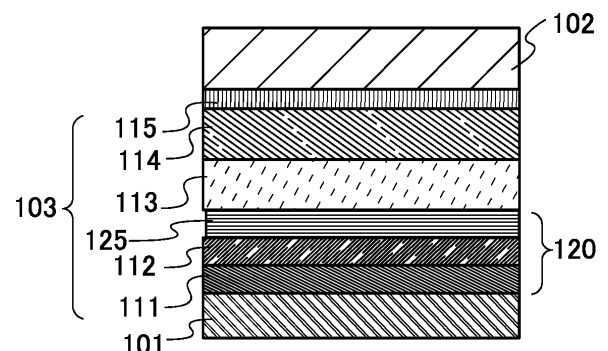
(74) Vertreter:
GLAWE DELFS MOLL Partnerschaft mbB von
Patent- und Rechtsanwälten, 20148 Hamburg, DE

(72) Erfinder:
Watabe, Takeyoshi, Atsugi-shi, Kanagawa-ken,
JP; Ueda, Airi, Atsugi-shi, Kanagawa-ken, JP;
Takeda, Kyoko, Atsugi-shi, Kanagawa-ken, JP;
Ohsawa, Nobuharu, Atsugi-shi, Kanagawa-ken,
JP; Seo, Satoshi, Atsugi-shi, Kanagawa-ken, JP;
Kubota, Tomohiro, Atsugi-shi, Kanagawa-ken, JP;
Hirahara, Takashi, Atsugi-shi, Kanagawa-ken, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

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

(57) Zusammenfassung: Eine Licht emittierende Vorrichtung mit hoher Emissionseffizienz wird bereitgestellt. Eine Licht emittierende Vorrichtung wird bereitgestellt, die eine Anode, eine Kathode und eine EL-Schicht umfasst, die sich dazwischen befindet. Die EL-Schicht umfasst eine Licht emittierende Schicht, eine erste Schicht und eine zweite Schicht. Die erste Schicht befindet sich zwischen der Anode und der Licht emittierenden Schicht. Die erste Schicht ist in Kontakt mit der zweiten Schicht. Die zweite Schicht umfasst eine Monoamin-Verbindung, die eine Arylamin-Struktur aufweist. Eine erste Gruppe, eine zweite Gruppe und eine dritte Gruppe sind an ein Stickstoffatom gebunden, das in dem Amin der Monoamin-Verbindung enthalten ist. Es handelt sich bei der ersten Gruppe um eine Gruppe, die eine Carbazol-Struktur umfasst. Es handelt sich bei der zweiten Gruppe um eine Gruppe, die eine Dibenzofuran-Struktur oder eine Dibenzothiophen-Struktur umfasst. Die dritte Gruppe umfasst eine aromatische Kohlenwasserstoff-Struktur mit 6 bis 18 Kohlenstoffatomen oder eine heteroaromatische Kohlenwasserstoff-Struktur mit 4 bis 26 Kohlenstoffatomen. Ein Brechungsindex der ersten Schicht ist niedriger als ein Brechungsindex der Licht emittierenden Schicht.



Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung betrifft eine organische Verbindung, ein Licht emittierendes Element, eine Licht emittierende Vorrichtung, ein Anzeigemodul, ein Beleuchtungsmodul, eine Anzeigevorrichtung, eine Licht emittierende Einrichtung, ein elektronisches Gerät, eine Beleuchtungsvorrichtung und eine elektronische Vorrichtung. Es sei angemerkt, dass eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung nicht auf das vorstehende technische Gebiet beschränkt ist. Das technische Gebiet einer Ausführungsform der Erfindung, die in dieser Beschreibung und dergleichen offenbart wird, betrifft einen Gegenstand, ein Verfahren oder ein Herstellungsverfahren. Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung betrifft einen Prozess, eine Maschine, ein Erzeugnis oder eine Zusammensetzung (Zusammensetzung eines Materials). Spezifische Beispiele für das technische Gebiet einer Ausführungsform der in dieser Beschreibung offenbarten vorliegenden Erfindung umfassen eine Halbleitervorrichtung, eine Anzeigevorrichtung, eine Flüssigkristallanzeigevorrichtung, eine Licht emittierende Einrichtung, eine Beleuchtungsvorrichtung, eine Energiespeichervorrichtung, eine Speichervorrichtung, eine Abbildungsvorrichtung, ein Betriebsverfahren dafür und ein Herstellungsverfahren dafür.

Stand der Technik

[0002] Licht emittierende Vorrichtungen (organische EL-Vorrichtungen), die Elektrolumineszenz (EL) von organischen Verbindungen nutzen, kommen in der Praxis vermehrt zum Einsatz. Bei der grundlegenden Struktur von derartigen Licht emittierenden Vorrichtungen ist eine organische Verbindungsschicht, die ein Licht emittierendes Material enthält (eine EL-Schicht), zwischen einem Paar von Elektroden angeordnet. Ladungsträger werden durch Anlegen einer Spannung an die Vorrichtung injiziert, und die Rekombinationsenergie der Ladungsträger wird genutzt, wodurch eine Lichtemission von dem Licht emittierenden Material erhalten werden kann.

[0003] Da derartige Licht emittierende Vorrichtungen selbstleuchtend sind, weisen sie, wenn sie als Pixel einer Anzeige verwendet werden, gegenüber Flüssigkristallanzeigen Vorteile, wie z. B. eine hohe Sichtbarkeit und keinen Bedarf an einer Hintergrundbeleuchtung, auf und sie eignen sich besonders für Flachbildschirme. Anzeigen, die derartige Licht emittierende Vorrichtungen beinhalten, sind auch insofern sehr vorteilhaft, als sie dünn und leichtgewichtig sein können. Außerdem weisen derartige Licht emittierende Vorrichtungen auch ein Merkmal auf, dass die Ansprechzeit sehr schnell ist.

[0004] Da Licht emittierende Schichten von derartigen Licht emittierenden Vorrichtungen sukzessiv zweidimensional ausgebildet werden können, kann eine planare Lichtemission erhalten werden. Es ist schwierig, dieses Merkmal mit Punktlichtquellen, die durch Glühlampen und LEDs typisiert werden, oder linearen Lichtquellen, die durch Fluoreszenzlampen typisiert werden, zu realisieren; daher haben derartige Licht emittierende Vorrichtungen auch ein großes Potenzial als planare Lichtquellen, die auf Beleuchtungsvorrichtungen und dergleichen angewendet werden können.

[0005] Anzeigen oder Beleuchtungsvorrichtungen, die Licht emittierende Vorrichtungen beinhalten, eignen sich, wie vorstehend beschrieben, für verschiedene elektronische Geräte, und die Forschung und Entwicklung von Licht emittierenden Vorrichtungen mit vorteilhafteren Eigenschaften schreitet voran.

[0006] Bei einer organischen EL-Vorrichtung ist eine niedrige Auskopplungseffizienz ein häufiges Problem. Um die Auskopplungseffizienz zu verbessern, ist eine Struktur vorgeschlagen worden, bei der eine Schicht, die unter Verwendung eines Materials mit niedrigem Brechungsindex gebildet wird, in einer EL-Schicht enthalten ist (siehe z. B. Nicht-Patentdokument 1).

[Referenz]

[Nicht-Patentdokument]

[0007] [Nicht-Patentdokument 1] Jaeho Lee und 12 andere, „Synergetic electrode architecture for efficient graphene-based flexible organic light-emitting diodes“, nature COMMUNICATIONS, am 2. Juni, 2016, DOI: 10.1038/ncomms 11791

Zusammenfassung der Erfindung

Durch die Erfindung zu lösendes Problem

[0008] Eine Aufgabe einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist, eine Licht emittierende Vorrichtung mit hoher Emissionseffizienz bereitzustellen. Eine weitere Aufgabe einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist, eine Licht emittierende Vorrichtung mit niedriger Betriebsspannung bereitzustellen. Eine weitere Aufgabe einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist, eine Licht emittierende Vorrichtung mit langer Lebensdauer bereitzustellen. Eine weitere Aufgabe einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist, eine Licht emittierende Vorrichtung, eine Licht emittierende Einrichtung, ein elektronisches Gerät, eine Anzeigevorrichtung und eine elektronische Vorrichtung bereitzustellen, welche jeweils einen niedrigen Stromverbrauch aufweisen. Eine weitere Aufgabe einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist, eine Licht emittierende Vorrichtung, eine Licht emittierende Einrichtung, ein elektronisches Gerät, eine Anzeigevorrichtung und eine elektronische Vorrichtung bereitzustellen, welche jeweils eine hohe Zuverlässigkeit aufweisen.

[0009] Bei der vorliegenden Erfindung ist es lediglich erforderlich, dass mindestens eine der vorstehend beschriebenen Aufgaben erfüllt wird.

Mittel zur Lösung des Problems

[0010] Eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist eine Licht emittierende Vorrichtung, die eine Anode, eine Kathode und eine EL-Schicht umfasst, die sich zwischen der Anode und der Kathode befindet. Die EL-Schicht umfasst eine Licht emittierende Schicht, eine erste Schicht und eine zweite Schicht. Die erste Schicht befindet sich zwischen der Anode und der Licht emittierenden Schicht. Die erste Schicht ist in Kontakt mit der zweiten Schicht. Die zweite Schicht umfasst eine erste organische Verbindung, die eine Arylamin-Struktur aufweist. Eine erste Gruppe, eine zweite Gruppe und eine dritte Gruppe sind an ein Stickstoffatom gebunden, das in dem Amin der ersten organischen Verbindung enthalten ist. Es handelt sich bei der ersten Gruppe um eine Gruppe, die eine Carbazol-Struktur umfasst. Es handelt sich bei der zweiten Gruppe um eine Gruppe, die eine Dibenzofuran-Struktur oder eine Dibenzothiophen-Struktur umfasst. Die dritte Gruppe umfasst eine aromatische Kohlenwasserstoff-Struktur mit 6 bis 18 Kohlenstoffatomen oder eine heteroaromatische Kohlenwasserstoff-Struktur mit 4 bis 26 Kohlenstoffatomen. Ein Brechungsindex der ersten Schicht ist niedriger als ein Brechungsindex der Licht emittierenden Schicht.

[0011] Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist eine Licht emittierende Vorrichtung, die eine Anode, eine Kathode und eine EL-Schicht umfasst, die sich zwischen der Anode und der Kathode befindet. Die EL-Schicht umfasst eine Licht emittierende Schicht, eine erste Schicht und eine zweite Schicht. Die erste Schicht befindet sich zwischen der Anode und der Licht emittierenden Schicht. Die erste Schicht ist in Kontakt mit der zweiten Schicht. Die zweite Schicht umfasst eine erste organische Verbindung, die eine Arylamin-Struktur aufweist. Eine erste Gruppe, eine zweite Gruppe und eine dritte Gruppe sind an ein Stickstoffatom gebunden, das in dem Amin der ersten organischen Verbindung enthalten ist. Es handelt sich bei der ersten Gruppe um eine Gruppe, die eine Carbazol-Struktur umfasst. Es handelt sich bei der zweiten Gruppe um eine Gruppe, die eine Dibenzofuran-Struktur oder eine Dibenzothiophen-Struktur umfasst. Die dritte Gruppe umfasst eine aromatische Kohlenwasserstoff-Struktur mit 6 bis 18 Kohlenstoffatomen oder eine heteroaromatische Kohlenwasserstoff-Struktur mit 4 bis 26 Kohlenstoffatomen. Ein ordentlicher Brechungsindex der ersten Schicht in Bezug auf Licht mit einer Wellenlänge von größer als oder gleich 455 nm und kleiner als oder gleich 465 nm ist höher als oder gleich 1,5 und niedriger als oder gleich 1,75.

[0012] Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist eine Licht emittierende Vorrichtung, die eine Anode, eine Kathode und eine EL-Schicht umfasst, die sich zwischen der Anode und der Kathode befindet. Die EL-Schicht umfasst eine Licht emittierende Schicht, eine erste Schicht und eine zweite Schicht. Die erste Schicht befindet sich zwischen der Anode und der Licht emittierenden Schicht. Die erste Schicht ist in Kontakt mit der zweiten Schicht. Die zweite Schicht umfasst eine erste organische Verbindung, die eine Arylamin-Struktur aufweist. Eine erste Gruppe, eine zweite Gruppe und eine dritte Gruppe sind an ein Stickstoffatom gebunden, das in dem Amin der ersten organischen Verbindung enthalten ist. Es handelt sich bei der ersten Gruppe um eine Gruppe, die eine Carbazol-Struktur umfasst. Es handelt sich bei der zweiten Gruppe um eine Gruppe, die eine Dibenzofuran-Struktur oder eine Dibenzothiophen-Struktur umfasst. Die dritte Gruppe umfasst eine aromatische Kohlenwasserstoff-Struktur mit 6 bis 18 Kohlenstoffatomen oder eine heteroaromatische Kohlenwasserstoff-Struktur mit 4 bis 26 Kohlenstoffatomen. Ein Brechungsindex der ersten

Schicht in Bezug auf Licht mit einer Wellenlänge von 633 nm ist höher als oder gleich 1,45 und niedriger als oder gleich 1,70.

[0013] Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist eine Licht emittierende Vorrichtung, die eine Anode, eine Kathode und eine EL-Schicht umfasst, die sich zwischen der Anode und der Kathode befindet. Die EL-Schicht umfasst eine Licht emittierende Schicht, eine erste Schicht und eine zweite Schicht. Die erste Schicht befindet sich zwischen der Anode und der Licht emittierenden Schicht. Die erste Schicht ist in Kontakt mit der zweiten Schicht. Die zweite Schicht umfasst eine erste organische Verbindung, die eine Triarylamin-Struktur aufweist. Eine erste Gruppe, eine zweite Gruppe und eine dritte Gruppe sind an ein Stickstoffatom gebunden, das in dem Amin der ersten organischen Verbindung enthalten ist. Es handelt sich bei der ersten Gruppe um eine Gruppe, die eine Carbazol-Struktur umfasst. Es handelt sich bei der zweiten Gruppe um eine Gruppe, die eine Dibenzofuran-Struktur oder eine Dibenzothiophen-Struktur umfasst. Die dritte Gruppe umfasst eine aromatische Kohlenwasserstoff-Struktur mit 6 bis 18 Kohlenstoffatomen oder eine heteroaromatische Kohlenwasserstoff-Struktur mit 4 bis 26 Kohlenstoffatomen. Die erste Schicht umfasst eine organische Verbindung mit einer Lochtransporteigenschaft. Ein ordentlicher Brechungsindex der organischen Verbindung mit einer Lochtransporteigenschaft in Bezug auf Licht mit einer Wellenlänge von größer als oder gleich 455 nm und kleiner als oder gleich 465 nm ist höher als oder gleich 1,5 und niedriger als oder gleich 1,75.

[0014] Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist eine Licht emittierende Vorrichtung, die eine Anode, eine Kathode und eine EL-Schicht umfasst, die sich zwischen der Anode und der Kathode befindet. Die EL-Schicht umfasst eine Licht emittierende Schicht, eine erste Schicht und eine zweite Schicht. Die erste Schicht befindet sich zwischen der Anode und der Licht emittierenden Schicht. Die erste Schicht ist in Kontakt mit der zweiten Schicht. Die zweite Schicht umfasst eine erste organische Verbindung, die eine Triarylamin-Struktur aufweist. Eine erste Gruppe, eine zweite Gruppe und eine dritte Gruppe sind an ein Stickstoffatom gebunden, das in dem Amin der ersten organischen Verbindung enthalten ist. Es handelt sich bei der ersten Gruppe um eine Gruppe, die eine Carbazol-Struktur umfasst. Es handelt sich bei der zweiten Gruppe um eine Gruppe, die eine Dibenzofuran-Struktur oder eine Dibenzothiophen-Struktur umfasst. Die dritte Gruppe umfasst eine aromatische Kohlenwasserstoff-Struktur mit 6 bis 18 Kohlenstoffatomen oder eine heteroaromatische Kohlenwasserstoff-Struktur mit 4 bis 26 Kohlenstoffatomen. Die erste Schicht umfasst eine organische Verbindung mit einer Lochtransporteigenschaft. Ein Brechungsindex der organischen Verbindung mit einer Lochtransporteigenschaft in Bezug auf Licht mit einer Wellenlänge von 633 nm ist höher als oder gleich 1,45 und niedriger als oder gleich 1,70.

[0015] Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist die Licht emittierende Vorrichtung mit der vorstehenden Struktur, wobei die organische Verbindung mit einer Lochtransporteigenschaft eine Vielzahl von Alkyl-Gruppen aufweist.

[0016] Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist die Licht emittierende Vorrichtung mit der vorstehenden Struktur, wobei die Carbazol-Struktur in der ersten Gruppe eine Bindung an einer 2-, 3- oder 9-Position aufweist. Die Carbazol-Struktur ist über die Bindung oder über die Bindung und eine zweiwertige aromatische Kohlenwasserstoff-Gruppe an das Stickstoffatom gebunden.

[0017] Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist die Licht emittierende Vorrichtung mit der vorstehenden Struktur, wobei die Carbazol-Struktur in der ersten Gruppe eine Bindung an einer 2- oder 3-Position aufweist. Die Carbazol-Struktur ist über die Bindung oder über die Bindung und eine zweiwertige aromatische Kohlenwasserstoff-Gruppe an das Stickstoffatom gebunden.

[0018] Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist die Licht emittierende Vorrichtung mit der vorstehenden Struktur, wobei die Carbazol-Struktur in der ersten Gruppe eine Bindung an einer 2-Position aufweist. Die Carbazol-Struktur ist über die Bindung oder über die Bindung und eine zweiwertige aromatische Kohlenwasserstoff-Gruppe an das Stickstoffatom gebunden.

[0019] Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist die Licht emittierende Vorrichtung mit der vorstehenden Struktur, wobei es sich bei der zweiwertigen aromatischen Kohlenwasserstoff-Gruppe um eine Phenylen-Gruppe handelt.

[0020] Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist die Licht emittierende Vorrichtung mit der vorstehenden Struktur, wobei die Dibenzofuran-Struktur und die Dibenzothiophen-Struktur in der zweiten

Gruppe jeweils über eine zweiwertige aromatische Kohlenwasserstoff-Gruppe an das Stickstoffatom gebunden sind.

[0021] Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist die Licht emittierende Vorrichtung mit der vorstehenden Struktur, wobei es sich bei der zweiwertigen aromatischen Kohlenwasserstoff-Gruppe in der zweiten Gruppe um eine Phenylen-Gruppe oder eine Biphenyldiyl-Gruppe handelt.

[0022] Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist die Licht emittierende Vorrichtung mit der vorstehenden Struktur, wobei es sich bei einer Positionsbeziehung zwischen Bindungen der Phenylen-Gruppe oder Bindungen von mindestens einer Benzol-Struktur der Biphenyldiyl-Gruppe um eine meta-Position handelt.

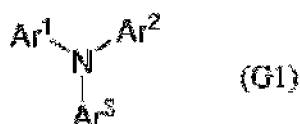
[0023] Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist die Licht emittierende Vorrichtung mit der vorstehenden Struktur, wobei es sich bei der dritten Gruppe um eine Biphenyl-Gruppe oder eine Terphenyl-Gruppe handelt.

[0024] Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist die Licht emittierende Vorrichtung mit der vorstehenden Struktur, wobei es sich bei der dritten Gruppe um eine Gruppe handelt, die eine Dibenzofuran-Struktur oder eine Dibenzothiophen-Struktur umfasst.

[0025] Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist die Licht emittierende Vorrichtung mit der vorstehenden Struktur, wobei sich die zweite Schicht zwischen der ersten Schicht und der Licht emittierenden Schicht befindet.

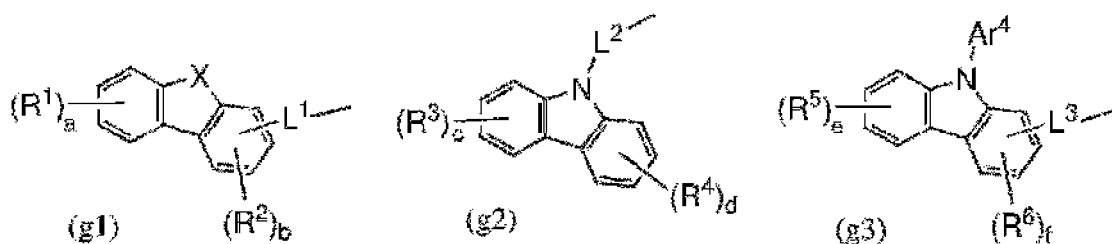
[0026] Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist eine Licht emittierende Vorrichtung, die eine Anode, eine Kathode und eine EL-Schicht umfasst, die sich zwischen der Anode und der Kathode befindet. Die EL-Schicht umfasst eine Licht emittierende Schicht, eine erste Schicht und eine zweite Schicht. Die erste Schicht befindet sich zwischen der Anode und der Licht emittierenden Schicht. Die erste Schicht ist in Kontakt mit der zweiten Schicht. Ein Brechungsindex der ersten Schicht ist niedriger als ein Brechungsindex der Licht emittierenden Schicht. Die zweite Schicht umfasst eine organische Verbindung, die durch die folgende allgemeine Formel (G1) dargestellt wird.

[Chemische Formel 1]



[0027] Es sei angemerkt, dass in der vorstehenden allgemeinen Formel (G1) Ar¹ eine Gruppe ist, die durch die folgende allgemeine Formel (g1) dargestellt wird, Ar² eine Gruppe ist, die durch die folgende allgemeine Formel (g2) oder (g3) dargestellt wird, und Ar³ eine Gruppe, die durch die folgende allgemeine Formel (g1) dargestellt wird, oder eine aromatische Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 6 bis 18 Kohlenstoffatomen ist.

[Chemische Formel 2]

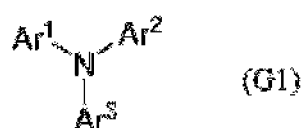


[0028] Es sei angemerkt, dass in den vorstehenden allgemeinen Formeln (g1) bis (g3) R¹ bis R⁶ jeweils unabhängig voneinander eine Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 1 bis 6 Kohlenstoffatomen oder eine aromati-

sche Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 6 bis 13 Kohlenstoffatomen sind und Ar^4 eine substituierte oder nicht substituierte Phenyl-Gruppe ist. Ferner stellen a, c, d und e jeweils unabhängig voneinander eine ganze Zahl von 0 bis 4 dar, und b und f stellen jeweils unabhängig voneinander eine ganze Zahl von 0 bis 3 dar. Ferner stellen L^1 bis L^3 jeweils unabhängig voneinander eine zweiwertige aromatische Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 6 bis 12 Kohlenstoffatomen dar, und X ist ein Sauerstoffatom oder ein Schwefelatom.

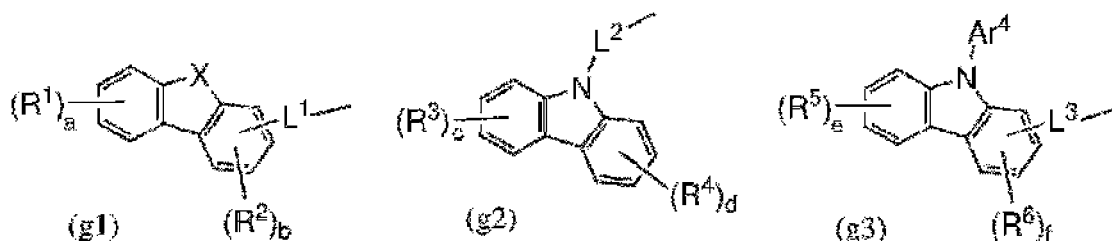
[0029] Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist eine Licht emittierende Vorrichtung, die eine Anode, eine Kathode und eine EL-Schicht umfasst, die sich zwischen der Anode und der Kathode befindet. Die EL-Schicht umfasst eine Licht emittierende Schicht, eine erste Schicht und eine zweite Schicht. Die erste Schicht befindet sich zwischen der Anode und der Licht emittierenden Schicht. Die erste Schicht ist in Kontakt mit der zweiten Schicht. Ein ordentlicher Brechungsindex der ersten Schicht in Bezug auf Licht mit einer Wellenlänge von größer als oder gleich 455 nm und kleiner als oder gleich 465 nm ist höher als oder gleich 1,5 und niedriger als oder gleich 1,75. Die zweite Schicht umfasst eine organische Verbindung, die durch die folgende allgemeine Formel (G1) dargestellt wird.

[Chemische Formel 3]



[0030] Es sei angemerkt, dass in der vorstehenden allgemeinen Formel (G1) Ar^1 eine Gruppe ist, die durch die folgende allgemeine Formel (g1) dargestellt wird, Ar^2 eine Gruppe ist, die durch die folgende allgemeine Formel (g2) oder (g3) dargestellt wird, und Ar^3 eine Gruppe, die durch die folgende allgemeine Formel (g1) dargestellt wird, oder eine aromatische Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 6 bis 18 Kohlenstoffatomen ist.

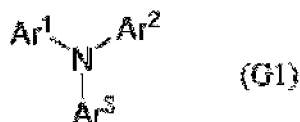
[Chemische Formel 4]



[0031] Es sei angemerkt, dass in den vorstehenden allgemeinen Formeln (g1) bis (g3) R^1 bis R^6 jeweils unabhängig voneinander eine Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 1 bis 6 Kohlenstoffatomen oder eine aromatische Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 6 bis 13 Kohlenstoffatomen sind und Ar^4 eine substituierte oder nicht substituierte Phenyl-Gruppe ist. Ferner stellen a, c, d und e jeweils unabhängig voneinander eine ganze Zahl von 0 bis 4 dar, und b und f stellen jeweils unabhängig voneinander eine ganze Zahl von 0 bis 3 dar. Ferner stellen L^1 bis L^3 jeweils unabhängig voneinander eine zweiwertige aromatische Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 6 bis 12 Kohlenstoffatomen dar, und X ist ein Sauerstoffatom oder ein Schwefelatom.

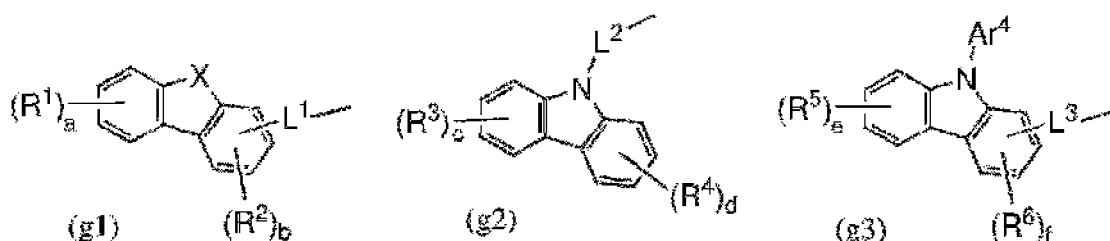
[0032] Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist eine Licht emittierende Vorrichtung, die eine Anode, eine Kathode und eine EL-Schicht umfasst, die sich zwischen der Anode und der Kathode befindet. Die EL-Schicht umfasst eine Licht emittierende Schicht, eine erste Schicht und eine zweite Schicht. Die erste Schicht befindet sich zwischen der Anode und der Licht emittierenden Schicht. Die erste Schicht ist in Kontakt mit der zweiten Schicht. Ein Brechungsindex der ersten Schicht in Bezug auf Licht mit einer Wellenlänge von 633 nm ist höher als oder gleich 1,45 und niedriger als oder gleich 1,70. Die zweite Schicht umfasst eine organische Verbindung, die durch die folgende allgemeine Formel (G1) dargestellt wird.

[Chemische Formel 5]



[0033] Es sei angemerkt, dass in der vorstehenden allgemeinen Formel (G1) Ar¹ eine Gruppe ist, die durch die folgende allgemeine Formel (g1) dargestellt wird, Ar² eine Gruppe ist, die durch die folgende allgemeine Formel (g2) oder (g3) dargestellt wird, und Ar³ eine Gruppe, die durch die folgende allgemeine Formel (g1) dargestellt wird, oder eine aromatische Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 6 bis 18 Kohlenstoffatomen ist.

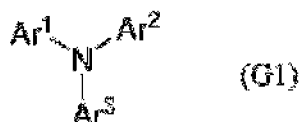
[Chemische Formel 6]



[0034] Es sei angemerkt, dass in den vorstehenden allgemeinen Formeln (g1) bis (g3) R¹ bis R⁶ jeweils unabhängig voneinander eine Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 1 bis 6 Kohlenstoffatomen oder eine aromatische Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 6 bis 13 Kohlenstoffatomen sind und Ar⁴ eine substituierte oder nicht substituierte Phenyl-Gruppe ist. Ferner stellen a, c, d und e jeweils unabhängig voneinander eine ganze Zahl von 0 bis 4 dar, und b und f stellen jeweils unabhängig voneinander eine ganze Zahl von 0 bis 3 dar. Ferner stellen L¹ bis L³ jeweils unabhängig voneinander eine zweiwertige aromatische Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 6 bis 12 Kohlenstoffatomen dar, und X ist ein Sauerstoffatom oder ein Schwefelatom.

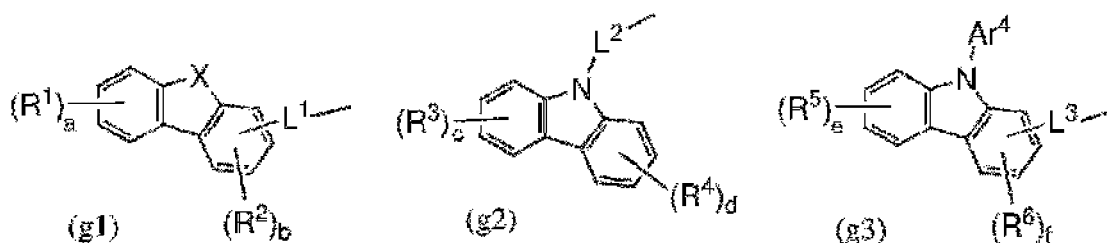
[0035] Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist eine Licht emittierende Vorrichtung, die eine Anode, eine Kathode und eine EL-Schicht umfasst, die sich zwischen der Anode und der Kathode befindet. Die EL-Schicht umfasst eine Licht emittierende Schicht, eine erste Schicht und eine zweite Schicht. Die erste Schicht befindet sich zwischen der Anode und der Licht emittierenden Schicht. Die erste Schicht ist in Kontakt mit der zweiten Schicht. Die erste Schicht umfasst eine organische Verbindung mit einer Lochtransporteigenschaft. Ein ordentlicher Brechungsindex der organischen Verbindung mit einer Lochtransporteigenschaft in Bezug auf Licht mit einer Wellenlänge von größer als oder gleich 455 nm und kleiner als oder gleich 465 nm ist höher als oder gleich 1,5 und niedriger als oder gleich 1,75. Die zweite Schicht umfasst eine organische Verbindung, die durch die folgende allgemeine Formel (G1) dargestellt wird.

[Chemische Formel 7]



[0036] Es sei angemerkt, dass in der vorstehenden allgemeinen Formel (G1) Ar¹ eine Gruppe ist, die durch die folgende allgemeine Formel (g1) dargestellt wird, Ar² eine Gruppe ist, die durch die folgende allgemeine Formel (g2) oder (g3) dargestellt wird, und Ar³ eine Gruppe, die durch die folgende allgemeine Formel (g1) dargestellt wird, oder eine aromatische Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 6 bis 18 Kohlenstoffatomen ist.

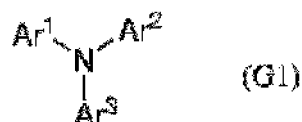
[Chemische Formel 8]



[0037] Es sei angemerkt, dass in den vorstehenden allgemeinen Formeln (g1) bis (g3) R¹ bis R⁶ jeweils unabhängig voneinander eine Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 1 bis 6 Kohlenstoffatomen oder eine aromatische Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 6 bis 13 Kohlenstoffatomen sind und Ar⁴ eine substituierte oder nicht substituierte Phenyl-Gruppe ist. Ferner stellen a, c, d und e jeweils unabhängig voneinander eine ganze Zahl von 0 bis 4 dar, und b und f stellen jeweils unabhängig voneinander eine ganze Zahl von 0 bis 3 dar. Ferner stellen L¹ bis L³ jeweils unabhängig voneinander eine zweiwertige aromatische Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 6 bis 12 Kohlenstoffatomen dar, und X ist ein Sauerstoffatom oder ein Schwefelatom.

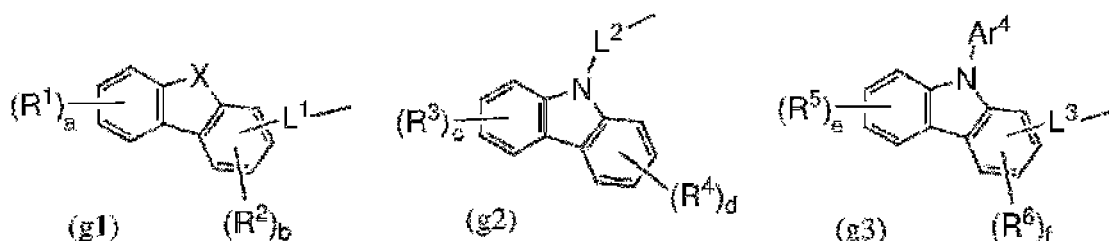
[0038] Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist eine Licht emittierende Vorrichtung, die eine Anode, eine Kathode und eine EL-Schicht umfasst, die sich zwischen der Anode und der Kathode befindet. Die EL-Schicht umfasst eine Licht emittierende Schicht, eine erste Schicht und eine zweite Schicht. Die erste Schicht befindet sich zwischen der Anode und der Licht emittierenden Schicht. Die erste Schicht ist in Kontakt mit der zweiten Schicht. Die erste Schicht umfasst eine organische Verbindung mit einer Lochtransporteigenschaft. Ein Brechungsindex der organischen Verbindung mit einer Lochtransporteigenschaft in Bezug auf Licht mit einer Wellenlänge von 633 nm ist höher als oder gleich 1,45 und niedriger als oder gleich 1,70. Die zweite Schicht umfasst eine organische Verbindung, die durch die folgende allgemeine Formel (G1) dargestellt wird.

[Chemische Formel 9]



[0039] Es sei angemerkt, dass in der vorstehenden allgemeinen Formel (G1) Ar¹ eine Gruppe ist, die durch die folgende allgemeine Formel (g1) dargestellt wird, Ar² eine Gruppe ist, die durch die folgende allgemeine Formel (g2) oder (g3) dargestellt wird, und Ar³ eine Gruppe, die durch die folgende allgemeine Formel (g1) dargestellt wird, oder eine aromatische Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 6 bis 18 Kohlenstoffatomen ist.

[Chemische Formel 10]



[0040] Es sei angemerkt, dass in den vorstehenden allgemeinen Formeln (g1) bis (g3) R¹ bis R⁶ jeweils unabhängig voneinander eine Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 1 bis 6 Kohlenstoffatomen oder eine aromatische Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 6 bis 13 Kohlenstoffatomen sind und Ar⁴ eine substituierte oder nicht

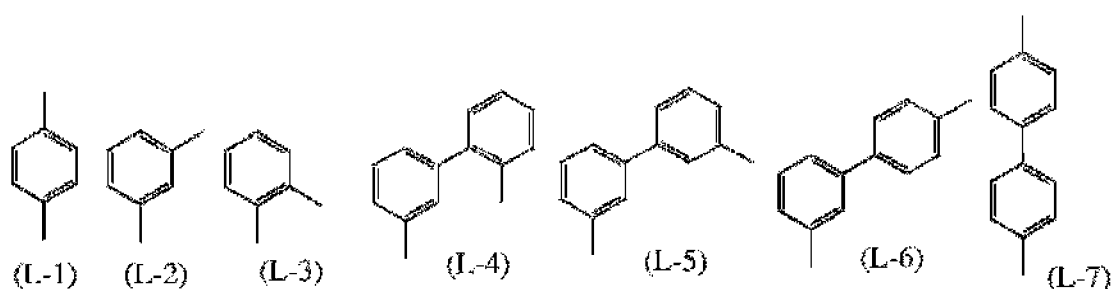
substituierte Phenyl-Gruppe ist. Ferner stellen a, c, d und e jeweils unabhängig voneinander eine ganze Zahl von 0 bis 4 dar, und b und f stellen jeweils unabhängig voneinander eine ganze Zahl von 0 bis 3 dar. Ferner stellen L¹ bis L³ jeweils unabhängig voneinander eine zweiwertige aromatische Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 6 bis 12 Kohlenstoffatomen dar, und X ist ein Sauerstoffatom oder ein Schwefelatom.

[0041] Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist die Licht emittierende Vorrichtung mit der vorstehenden Struktur, wobei die organische Verbindung mit einer Lochtransporteigenschaft eine Vielzahl von Alkyl-Gruppen aufweist.

[0042] Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist die Licht emittierende Vorrichtung mit der vorstehenden Struktur, wobei X ein Schwefelatom ist.

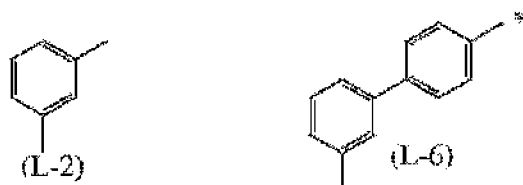
[0043] Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist die Licht emittierende Vorrichtung mit der vorstehenden Struktur, wobei L¹ eine von Gruppen ist, die durch die folgenden Strukturformeln (L-1) bis (L-7) dargestellt werden.

[Chemische Formel 11]



[0044] Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist die Licht emittierende Vorrichtung mit der vorstehenden Struktur, wobei L¹ eine Gruppe ist, die durch die folgende Strukturformel (L-2) oder (L-6) dargestellt wird.

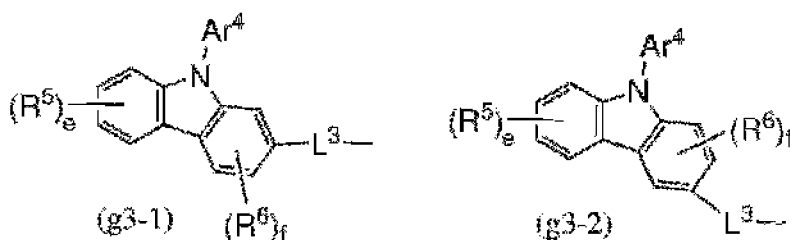
[Chemische Formel 12]



[0045] Es sei angemerkt, dass (L-6) an einer mit einem Sternchen gekennzeichneten Position an ein Stickstoffatom gebunden ist.

[0046] Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist die Licht emittierende Vorrichtung mit der vorstehenden Struktur, wobei das Ar² eine Gruppe ist, die durch die folgende allgemeine Formel (g3-1) oder (g3-2) dargestellt wird.

[Chemische Formel 13]

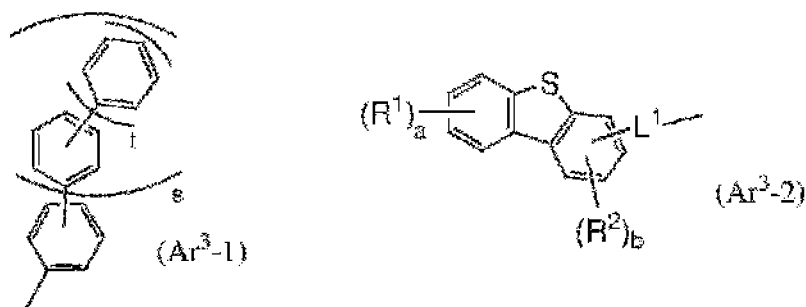


[0047] Es sei angemerkt, dass in der vorstehenden allgemeinen Formel (g3-1) oder (g3-2) R^5 und R^6 jeweils unabhängig voneinander eine Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 1 bis 6 Kohlenstoffatomen oder eine aromatische Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 6 bis 13 Kohlenstoffatomen sind und Ar^4 eine substituierte oder nicht substituierte Phenyl-Gruppe ist. Ferner stellt e eine ganze Zahl von 0 bis 4 dar, und f stellt eine ganze Zahl von 0 bis 3 dar. Ferner stellt L^3 eine zweiwertige aromatische Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 6 bis 18 Kohlenstoffatomen dar.

[0048] Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist die Licht emittierende Vorrichtung mit der vorstehenden Struktur, wobei das Ar^2 eine Gruppe ist, die durch (g3-1) dargestellt wird.

[0049] Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist die Licht emittierende Vorrichtung mit der vorstehenden Struktur, wobei das Ar^3 eine Gruppe ist, die durch die folgende allgemeine Formel (Ar^3 -1) oder (Ar^3 -2) dargestellt wird.

[Chemische Formel 14]

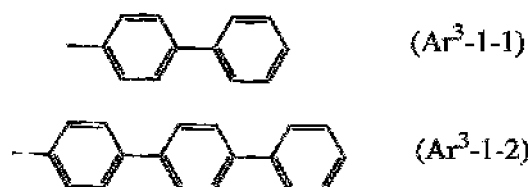


[0050] Es sei angemerkt, dass in (Ar^3 -1) s und t jeweils unabhängig voneinander 0 oder 1 sind. In (Ar^3 -2) sind R^1 und R^2 jeweils unabhängig voneinander eine Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 1 bis 6 Kohlenstoffatomen oder eine aromatische Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 6 bis 13 Kohlenstoffatomen, a stellt eine ganze Zahl von 0 bis 4 dar, und b stellt eine ganze Zahl von 0 bis 3 dar. Ferner stellt L^1 eine zweiwertige aromatische Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 6 bis 12 Kohlenstoffatomen dar.

[0051] Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist die Licht emittierende Vorrichtung mit der vorstehenden Struktur, wobei Ar^3 eine Gruppe ist, die durch die vorstehende allgemeine Formel (Ar^3 -2) dargestellt wird.

[0052] Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist die Licht emittierende Vorrichtung mit der vorstehenden Struktur, wobei das Ar^3 eine Gruppe ist, die durch die folgende Strukturformel (Ar^3 -1-1) oder (Ar^3 -1-2) dargestellt wird.

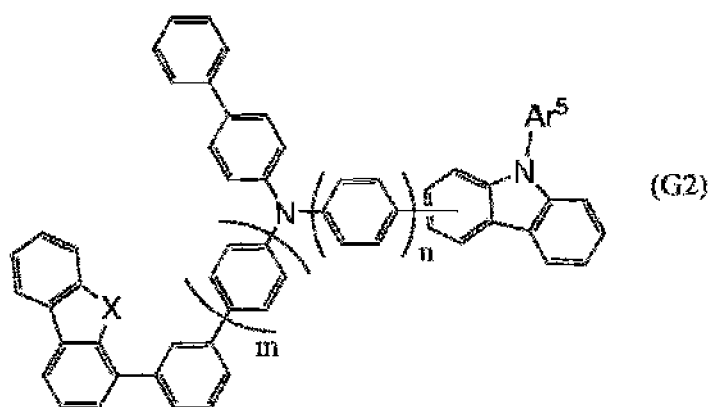
[Chemische Formel 15]



[0053] Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist die Licht emittierende Vorrichtung mit der vorstehenden Struktur, wobei das Ar^3 eine Gruppe ist, die durch die folgende Strukturformel (Ar^3-1-1) dargestellt wird.

[0054] Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist die Licht emittierende Vorrichtung mit der vorstehenden Struktur, wobei es sich bei der organischen Verbindung, die durch die allgemeine Formel (G1) dargestellt wird, um eine organische Verbindung handelt, die durch die folgende allgemeine Formel (G2) dargestellt wird.

[Chemische Formel 16]



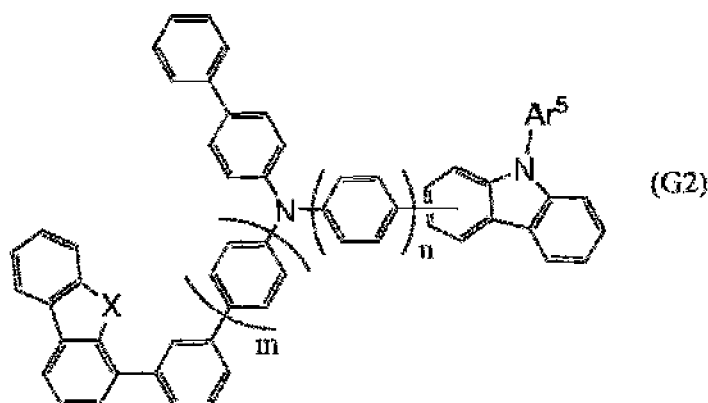
[0055] Es sei angemerkt, dass in der vorstehenden allgemeinen Formel (G2) X ein Sauerstoffatom oder ein Schwefelatom ist und Ar^5 eine substituierte oder nicht substituierte Phenyl-Gruppe ist. Ferner ist m 0 oder 1, und n stellt eine ganze Zahl von 0 bis 2 dar.

[0056] Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist die Licht emittierende Vorrichtung mit der vorstehenden Struktur, wobei sich die zweite Schicht zwischen der ersten Schicht und der Licht emittierenden Schicht befindet.

[0057] Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist ein Material für eine Licht emittierende Vorrichtung, das für die zweite Schicht bei der vorstehenden Struktur verwendet wird und durch die allgemeine Formel (G1) oder die allgemeine Formel (G2) dargestellt wird.

[0058] Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist eine organische Verbindung, die durch die folgende allgemeine Formel (G2) dargestellt wird.

[Chemische Formel 17]



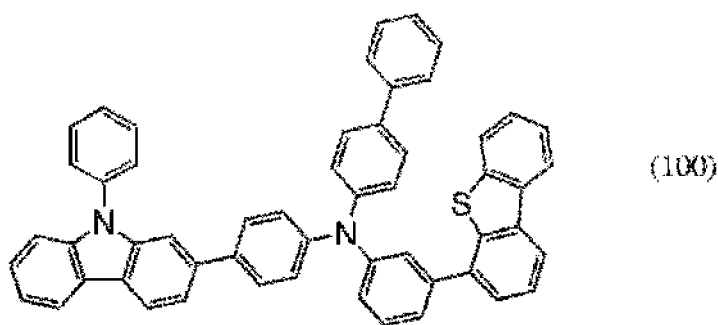
[0059] Es sei angemerkt, dass in der vorstehenden allgemeinen Formel (G2) X ein Sauerstoffatom oder ein Schwefelatom ist und Ar^5 eine substituierte oder nicht substituierte Phenyl-Gruppe ist. Ferner ist m 0 oder 1, und n stellt eine ganze Zahl von 0 bis 2 dar.

[0060] Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist die organische Verbindung mit der vorstehenden Struktur, wobei das X ein Schwefelatom ist.

[0061] Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist die organische Verbindung mit der vorstehenden Struktur, wobei n 1 ist.

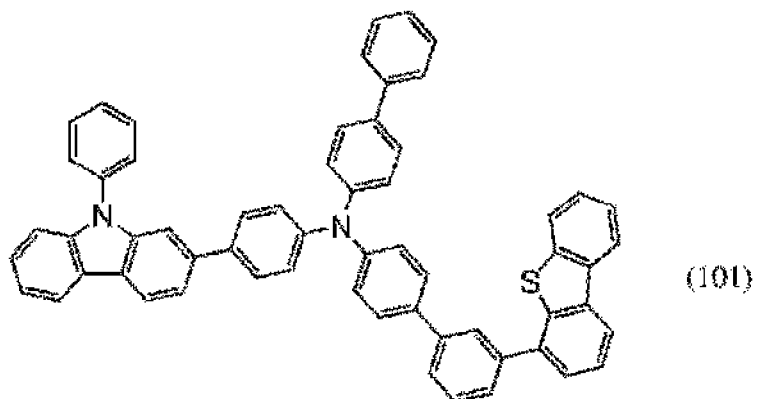
[0062] Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist eine organische Verbindung, die durch die folgende Strukturformel (100) dargestellt wird.

[Chemische Formel 18]



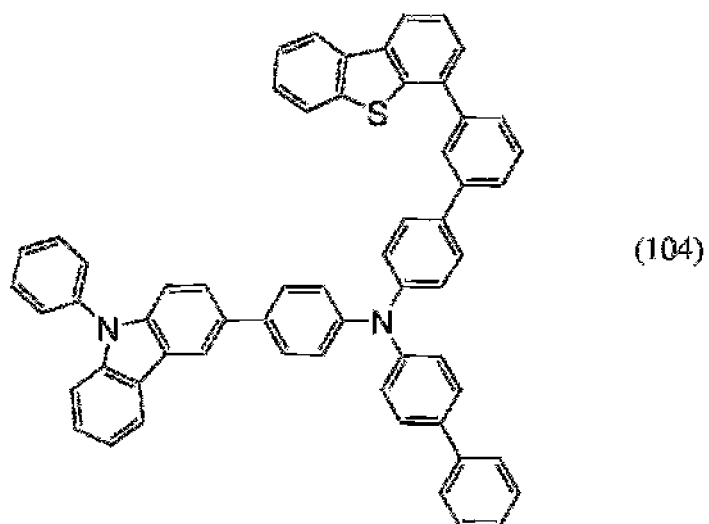
[0063] Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist eine organische Verbindung, die durch die folgende Strukturformel (101) dargestellt wird.

[Chemische Formel 19]



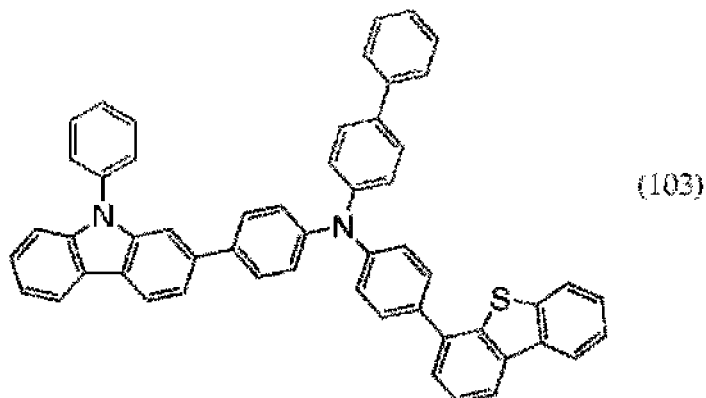
[0064] Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist eine organische Verbindung, die durch die folgende Strukturformel (104) dargestellt wird.

[Chemische Formel 20]



[0065] Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist eine organische Verbindung, die durch die folgende Strukturformel (103) dargestellt wird.

[Chemische Formel 21]



[0066] Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist ein elektronisches Gerät, das die vorstehende elektronische Vorrichtung oder Licht emittierende Vorrichtung und einen Sensor, einen Bedienknopf, einen Lautsprecher oder ein Mikrofon umfasst.

[0067] Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist eine Licht emittierende Einrichtung, die die vorstehende Licht emittierende Vorrichtung und einen Transistor oder ein Substrat umfasst.

[0068] Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist eine Beleuchtungsvorrichtung, die die vorstehende Licht emittierende Vorrichtung und ein Gehäuse umfasst.

[0069] Es sei angemerkt, dass die Licht emittierende Einrichtung in dieser Beschreibung in ihrer Kategorie eine Bildanzeigevorrichtung mit einer Licht emittierenden Vorrichtung umfasst. Die Licht emittierende Einrichtung kann auch ein Modul, bei dem eine Licht emittierende Vorrichtung mit einem Verbinder, wie z. B. einem anisotropen leitenden Film oder einem Tape Carrier Package (TCP), bereitgestellt ist, ein Modul, bei dem eine gedruckte Leiterplatte am Ende eines TCP bereitgestellt ist, und ein Modul umfassen, bei dem eine integrierte Schaltung (integrated circuit, IC) durch ein Chip-on-Glass- (COG-) Verfahren direkt an einer Licht emittierenden Vorrichtung montiert ist. Eine Beleuchtungsvorrichtung oder dergleichen kann ferner die Licht emittierende Einrichtung umfassen.

Wirkung der Erfindung

[0070] Eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann eine Licht emittierende Vorrichtung mit hoher Emissionseffizienz bereitstellen. Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann eine Licht emittierende Vorrichtung mit niedriger Betriebsspannung bereitstellen. Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann eine Licht emittierende Vorrichtung mit langer Lebensdauer bereitstellen. Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann eine Licht emittierende Vorrichtung, eine Licht emittierende Einrichtung, ein elektronisches Gerät, eine Anzeigevorrichtung und eine elektronische Vorrichtung bereitstellen, welche jeweils einen niedrigen Stromverbrauch aufweisen. Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann eine Licht emittierende Vorrichtung, eine Licht emittierende Einrichtung, ein elektronisches Gerät, eine Anzeigevorrichtung und eine elektronische Vorrichtung bereitstellen, welche jeweils eine hohe Zuverlässigkeit aufweisen.

[0071] Es sei angemerkt, dass die Beschreibung dieser Wirkungen dem Vorhandensein weiterer Wirkungen nicht im Wege steht. Eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung weist nicht notwendigerweise alle diesen Wirkungen auf. Weitere Wirkungen werden aus der Erläuterung der Beschreibung, der Zeichnungen, der Patentansprüche und dergleichen ersichtlich und können davon abgeleitet werden.

Figurenliste

Fig. 1A, Fig. 1B, Fig. 1C und Fig. 1D sind schematische Ansichten von Licht emittierenden Vorrichtungen.

Fig. 2A und Fig. 2B stellen eine Licht emittierende Aktiv-Matrix-Einrichtung dar.

Fig. 3A und Fig. 3B stellen Licht emittierende Aktiv-Matrix-Einrichtungen dar.

Fig. 4 stellt eine Licht emittierende Aktiv-Matrix-Einrichtung dar.

Fig. 5A und Fig. 5B stellen eine Licht emittierende Passiv-Matrix-Einrichtung dar.

Fig. 6A und Fig. 6B stellen eine Beleuchtungsvorrichtung dar.

Fig. 7A, Fig. 7B1, Fig. 7B2 und Fig. 7C stellen elektronische Geräte dar.

Fig. 8A, Fig. 8B und Fig. 8C stellen elektronische Geräte dar.

Fig. 9 stellt eine Beleuchtungsvorrichtung dar.

Fig. 10 stellt eine Beleuchtungsvorrichtung dar.

Fig. 11 stellt Anzeigevorrichtungen und Beleuchtungsvorrichtungen in einem Fahrzeug dar.

Fig. 12A und Fig. 12B stellen ein elektronisches Gerät dar.

Fig. 13A, Fig. 13B und Fig. 13C stellen ein elektronisches Gerät dar.

- Fig. 14** zeigt die Leuchtdichte-Stromdichte-Eigenschaften einer Licht emittierenden Vorrichtung 1, einer Licht emittierenden Vorrichtung 2 und von Licht emittierenden Vergleichsvorrichtungen 1 bis 3.
- Fig. 15** zeigt die Leuchtdichte-Spannungs-Eigenschaften der Licht emittierenden Vorrichtung 1, der Licht emittierenden Vorrichtung 2 und der Licht emittierenden Vergleichsvorrichtungen 1 bis 3.
- Fig. 16** zeigt die Stromeffizienz-Leuchtdichte-Eigenschaften der Licht emittierenden Vorrichtung 1, der Licht emittierenden Vorrichtung 2 und der Licht emittierenden Vergleichsvorrichtungen 1 bis 3.
- Fig. 17** zeigt die Strom-Spannungs-Eigenschaften der Licht emittierenden Vorrichtung 1, der Licht emittierenden Vorrichtung 2 und der Licht emittierenden Vergleichsvorrichtungen 1 bis 3.
- Fig. 18** zeigt die externen Quanteneffizienz-Leuchtdichte-Eigenschaften der Licht emittierenden Vorrichtung 1, der Licht emittierenden Vorrichtung 2 und der Licht emittierenden Vergleichsvorrichtungen 1 bis 3.
- Fig. 19** zeigt die Leistungseffizienz-Leuchtdichte-Eigenschaften der Licht emittierenden Vorrichtung 1, der Licht emittierenden Vorrichtung 2 und der Licht emittierenden Vergleichsvorrichtungen 1 bis 3.
- Fig. 20** zeigt Emissionsspektren der Licht emittierenden Vorrichtung 1, der Licht emittierenden Vorrichtung 2 und der Licht emittierenden Vergleichsvorrichtungen 1 bis 3.
- Fig. 21** zeigt die normierten Leuchtdichte-Zeitänderungs-Eigenschaften der Licht emittierenden Vorrichtung 1, der Licht emittierenden Vorrichtung 2 und der Licht emittierenden Vergleichsvorrichtungen 1 bis 3.
- Fig. 22** zeigt die Stromdichte-Spannungs-Eigenschaften einer Vorrichtung 3, einer Vorrichtung 4 und von Vergleichsvorrichtungen 4 bis 7.
- Fig. 23** zeigt die Leuchtdichte-Stromdichte-Eigenschaften einer Licht emittierenden Vorrichtung 5, einer Licht emittierenden Vorrichtung 6 und von Licht emittierenden Vergleichsvorrichtungen 8 bis 11.
- Fig. 24** zeigt die Leuchtdichte-Spannungs-Eigenschaften der Licht emittierenden Vorrichtung 5, der Licht emittierenden Vorrichtung 6 und der Licht emittierenden Vergleichsvorrichtungen 8 bis 11.
- Fig. 25** zeigt die Stromeffizienz-Leuchtdichte-Eigenschaften der Licht emittierenden Vorrichtung 5, der Licht emittierenden Vorrichtung 6 und der Licht emittierenden Vergleichsvorrichtungen 8 bis 11.
- Fig. 26** zeigt die Strom-Spannungs-Eigenschaften der Licht emittierenden Vorrichtung 5, der Licht emittierenden Vorrichtung 6 und der Licht emittierenden Vergleichsvorrichtungen 8 bis 11.
- Fig. 27** zeigt die externen Quanteneffizienz-Leuchtdichte-Eigenschaften der Licht emittierenden Vorrichtung 5, der Licht emittierenden Vorrichtung 6 und der Licht emittierenden Vergleichsvorrichtungen 8 bis 11.
- Fig. 28** zeigt die Leistungseffizienz-Leuchtdichte-Eigenschaften der Licht emittierenden Vorrichtung 5, der Licht emittierenden Vorrichtung 6 und der Licht emittierenden Vergleichsvorrichtungen 8 bis 11.
- Fig. 29** zeigt Emissionsspektren der Licht emittierenden Vorrichtung 5, der Licht emittierenden Vorrichtung 6 und der Licht emittierenden Vergleichsvorrichtungen 8 bis 11.
- Fig. 30** zeigt die Leuchtdichte-Stromdichte-Eigenschaften einer Licht emittierenden Vorrichtung 7.
- Fig. 31** zeigt die Leuchtdichte-Spannungs-Eigenschaften der Licht emittierenden Vorrichtung 7.
- Fig. 32** zeigt die Stromeffizienz-Leuchtdichte-Eigenschaften der Licht emittierenden Vorrichtung 7.
- Fig. 33** zeigt die Strom-Spannungs-Eigenschaften der Licht emittierenden Vorrichtung 7.
- Fig. 34** zeigt die externen Quanteneffizienz-Leuchtdichte-Eigenschaften der Licht emittierenden Vorrichtung 7.
- Fig. 35** zeigt die Leistungseffizienz-Leuchtdichte-Eigenschaften der Licht emittierenden Vorrichtung 7.
- Fig. 36** zeigt ein Emissionsspektrum der Licht emittierenden Vorrichtung 7.
- Fig. 37** zeigt die Leuchtdichte-Stromdichte-Eigenschaften einer Licht emittierenden Vorrichtung 8 und einer Licht emittierenden Vergleichsvorrichtung 12.
- Fig. 38** zeigt die Leuchtdichte-Spannungs-Eigenschaften der Licht emittierenden Vorrichtung 8 und der Licht emittierenden Vergleichsvorrichtung 12.

- Fig. 39** zeigt die Stromeffizienz-Leuchtdichte-Eigenschaften der Licht emittierenden Vorrichtung 8 und der Licht emittierenden Vergleichsvorrichtung 12.
- Fig. 40** zeigt die Strom-Spannungs-Eigenschaften der Licht emittierenden Vorrichtung 8 und der Licht emittierenden Vergleichsvorrichtung 12.
- Fig. 41** zeigt die BI-Leuchtdichte-Eigenschaften der Licht emittierenden Vorrichtung 8 und der Licht emittierenden Vergleichsvorrichtung 12.
- Fig. 42** zeigt Emissionsspektren der Licht emittierenden Vorrichtung 8 und der Licht emittierenden Vergleichsvorrichtung 12.
- Fig. 43** zeigt die normierten Leuchtdichte-Zeitänderungs-Eigenschaften der Licht emittierenden Vorrichtung 8 und der Licht emittierenden Vergleichsvorrichtung 12.
- Fig. 44A** und **Fig. 44B** sind ^1H -NMR-Diagramme von PCBBiPDBt-02.
- Fig. 45** zeigt ein Absorptionsspektrum und ein Emissionsspektrum von PCBBiPDBt-02 in einem Lösungszustand.
- Fig. 46** zeigt ein Absorptionsspektrum und ein Emissionsspektrum von PCBBiPDBt-02 in einem Dünnschichtzustand.
- Fig. 47** zeigt ein MS-Spektrum von PCBBiPDBt-02.
- Fig. 48A** und **Fig. 48B** sind ^1H -NMR-Diagramme von mPCBBiPDBt-02.
- Fig. 49** zeigt ein Absorptionsspektrum und ein Emissionsspektrum von mPCBBiPDBt-02 in einem Lösungszustand.
- Fig. 50** zeigt ein Absorptionsspektrum und ein Emissionsspektrum von mPCBBiPDBt-02 in einem Dünnschichtzustand.
- Fig. 51** zeigt ein MS-Spektrum von mPCBBiPDBt-02.
- Fig. 52A** und **Fig. 52B** sind ^1H -NMR-Diagramme von pmPCBBiPDBt-02.
- Fig. 53** zeigt ein Absorptionsspektrum und ein Emissionsspektrum von pmPCBBiPDBt-02 in einem Lösungszustand.
- Fig. 54** zeigt ein Absorptionsspektrum und ein Emissionsspektrum von pmPCBBiPDBt-02 in einem Dünnschichtzustand.
- Fig. 55** zeigt ein MS-Spektrum von pmPCBBiPDBt-02.
- Fig. 56A** und **Fig. 56B** sind ^1H -NMR-Diagramme von pmPCBBiPDBt.
- Fig. 57** zeigt ein Absorptionsspektrum und ein Emissionsspektrum von pmPCBBiPDBt in einem Lösungszustand.
- Fig. 58** zeigt ein Absorptionsspektrum und ein Emissionsspektrum von pmPCBBiPDBt in einem Dünnschichtzustand.
- Fig. 59A** und **Fig. 59B** sind ^1H -NMR-Diagramme von pmPCBBiPDBf-02.
- Fig. 60** zeigt ein Absorptionsspektrum und ein Emissionsspektrum von pmPCBBiPDBf-02 in einem Lösungszustand.
- Fig. 61** zeigt ein Absorptionsspektrum und ein Emissionsspektrum von pmPCBBiPDBf-02 in einem Dünnschichtzustand.
- Fig. 62A** und **Fig. 62B** sind ^1H -NMR-Diagramme von pmPCBiPDBt-02.
- Fig. 63** zeigt ein Absorptionsspektrum und ein Emissionsspektrum von pmPCBiPDBt-02 in einem Lösungszustand.
- Fig. 64** zeigt ein Absorptionsspektrum und ein Emissionsspektrum von pmPCBiPDBt-02 in einem Dünnschichtzustand.
- Fig. 65A** und **Fig. 65B** sind ^1H -NMR-Diagramme von mmtBuBidFbi.
- Fig. 66** zeigt ein Absorptionsspektrum und ein Emissionsspektrum von mmtBuBidFbi in einem Lösungszustand.

Ausführungsformen der Erfindung

[0072] Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung werden nachstehend anhand der Zeichnungen ausführlich beschrieben. Es sei angemerkt, dass die vorliegende Erfindung nicht auf die folgende Beschreibung beschränkt ist und dass es sich Fachleuten ohne Weiteres erschließt, dass Modi und Details der vorliegenden Erfindung auf verschiedene Weise modifiziert werden können, ohne vom Erfindungsgedanken und Schutzbereich der vorliegenden Erfindung abzuweichen. Daher sollte die vorliegende Erfindung nicht als auf die Beschreibung der folgenden Ausführungsformen beschränkt angesehen werden.

(Ausführungsform 1)

[0073] Fig. 1A stellt eine Licht emittierende Vorrichtung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung dar. Fig. 1 stellt eine Struktur dar, die eine Anode 101, eine Kathode 102 und eine EL-Schicht 103 umfasst, wobei die EL-Schicht einen Lochtransportbereich 120, eine Licht emittierende Schicht 113, eine Elektronentransportschicht 114 und eine Elektroneninjectionsschicht 115 umfasst. Es handelt sich bei der Licht emittierenden Schicht 113 um eine Schicht, die mindestens ein Licht emittierendes Material enthält. Der Lochtransportbereich 120 umfasst eine Lochtransportschicht 112, eine Lochinjectionsschicht 111, eine Elektronenblockierschicht 125 und dergleichen. Es sei angemerkt, dass die Struktur der EL-Schicht 103 nicht darauf beschränkt ist, und eine Ausführungsform, bei der einige der oben genannten Schichten nicht ausgebildet sind, oder eine Ausführungsform, bei der weitere Funktionsschichten, wie z. B. eine Lochblockierschicht, eine Exzitonenblockierschicht und eine Zwischenschicht, ausgebildet sind, kann zum Einsatz kommen.

[0074] Eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung weist eine Struktur auf, bei der eine Schicht mit niedrigem Brechungsindex in einem Bereich zwischen der Licht emittierenden Schicht 113 in der EL-Schicht 103 und der Anode 101 (dem Lochtransportbereich 120) bereitgestellt ist.

[0075] Die Schicht mit niedrigem Brechungsindex ist ein geschichteter Bereich, der im Wesentlichen parallel zu der Anode 101 oder der Kathode 102 ist und einen niedrigeren Brechungsindex aufweist als mindestens die Licht emittierende Schicht 113. Der Brechungsindex einer organischen Verbindung, die in einer Licht emittierenden Vorrichtung enthalten ist, ist normalerweise ungefähr 1,8 bis 1,9; daher ist der Brechungsindex der Schicht mit niedrigem Brechungsindex vorzugsweise niedriger als oder gleich 1,75; insbesondere ist der ordentliche Brechungsindex in dem Bereich der Emission von blauem Licht (455 nm bis 465 nm) vorzugsweise höher als oder gleich 1,50 und niedriger als oder gleich 1,75, oder der ordentliche Brechungsindex in Bezug auf Licht von 633 nm, welches normalerweise bei der Messung des Brechungsindex verwendet wird, ist vorzugsweise höher als oder gleich 1,45 und niedriger als oder gleich 1,70. Um eine derartige Schicht mit niedrigem Brechungsindex auszubilden, kann die Schicht mit niedrigem Brechungsindex unter Verwendung eines Materials und eines Herstellungsverfahrens ausgebildet werden, durch die der ausgebildete Film den vorstehend beschriebenen Brechungsindexwert aufweist.

[0076] Es sei angemerkt, dass in dem Fall, in dem Licht in ein Material mit optischer Anisotropie einfällt, Licht mit einer Schwingungsebene parallel zu der Lichtachse als außerordentliches Licht (außerordentliche Strahlen) bezeichnet wird und Licht mit einer Schwingungsebene senkrecht zu der Lichtachse als ordentliches Licht (ordentliche Strahlen) bezeichnet wird. Der Brechungsindex des Materials in Bezug auf ordentliches Licht könnte sich von demjenigen in Bezug auf außerordentliches Licht unterscheiden. In einem derartigen Fall können der ordentliche Brechungsindex und der außerordentliche Brechungsindex durch eine Anisotropieanalyse getrennt berechnet werden. Es sei angemerkt, dass in dieser Beschreibung in dem Fall, in dem das gemessene Material sowohl den ordentlichen Brechungsindex als auch den außerordentlichen Brechungsindex aufweist, der ordentliche Brechungsindex als Index verwendet wird. Es sei angemerkt, dass sich der einfache Begriff „Brechungsindex“ normalerweise auf den Durchschnitt des ordentlichen Brechungsindex und des außerordentlichen Brechungsindex bezieht.

[0077] Es muss nicht der gesamte Bereich des Lochtransportbereichs 120 die Schicht mit niedrigem Brechungsindex sein, und mindestens ein Teil des Lochtransportbereichs 120 in der Dickenrichtung wird als Schicht mit niedrigem Brechungsindex bereitgestellt. Beispielsweise ist mindestens eine der Funktionsschichten, die in dem Lochtransportbereich 120 bereitgestellt sind, wie z. B. die Lochinjectionsschicht 111, die Lochtransportschicht 112 und die Elektronenblockierschicht, die Schicht mit niedrigem Brechungsindex. Die Schicht mit niedrigem Brechungsindex kann ein Teil dieser Funktionsschichten sein. Das heißt, dass eine Struktur, bei der die Lochtransportschicht 112 aus einer Vielzahl von Schichten besteht und eine der Schichten einen niedrigen Brechungsindex aufweist, zum Einsatz kommen kann.

[0078] Die Schicht mit niedrigem Brechungsindex kann ausgebildet werden, indem die Funktionsschichten jeweils unter Verwendung einer Substanz mit niedrigem Brechungsindex ausgebildet werden, wie vorstehend beschrieben. Normalerweise stehen jedoch eine hohe Ladungsträgertransporteigenschaft und ein niedriger Brechungsindex in einer Trade-off-Beziehung. Dies liegt daran, dass die Ladungsträgertransporteigenschaft einer organischen Verbindung stark von einer ungesättigten Bindung abhängt und eine organische Verbindung mit vielen ungesättigten Bindungen die Tendenz eines hohen Brechungsindex aufweist. Ein Material, das eine niedrige Ladungsträgertransporteigenschaft aufweist, verursacht selbst dann, wenn es einen niedrigen Brechungsindex aufweist, ein Problem, wie z. B. eine Verringerung der Emissionseffizienz oder der Zuverlässigkeit wegen einer Erhöhung der Betriebsspannung oder eines schlechten Ladungsträgergleichgewichts, so dass eine Licht emittierende Vorrichtung mit vorteilhaften Eigenschaften nicht erhalten werden kann. Ferner kann selbst dann, wenn ein Material eine ausreichende Ladungsträgertransporteigenschaft und einen niedrigen Brechungsindex aufweist, eine Licht emittierende Vorrichtung mit hoher Zuverlässigkeit nicht erhalten werden, wenn das Material eine niedrige Glasübergangstemperatur (T_g) oder ein Problem der Beständigkeit wegen einer instabilen Struktur aufweist.

[0079] Es ist auch eine Ladungsträgerinjektionseigenschaft an der Grenzfläche zwischen einer Schicht mit niedrigem Brechungsindex und einer anderen Schicht oder der Grenzfläche zwischen Schichten mit niedrigem Brechungsindex wichtig. Eine organische Verbindung mit einer Lochtransporteigenschaft und niedrigem Brechungsindex weist eine relativ große Lochinjektionsbarriere auf, selbst wenn sie eine ausreichende Löcherbeweglichkeit aufweist; daher könnte die Verwendung der organischen Verbindung zur Erhöhung der Betriebsspannung führen. Selbst wenn die Auskopplungseffizienz durch Einführung einer Schicht mit niedrigem Brechungsindex erhöht wird und eine Licht emittierende Vorrichtung mit hoher externer Quanteneffizienz erhalten wird, wirkt sich eine hohe Betriebsspannung nachteilig für eine Energieeffizienz und eine Leistungseffizienz aus, so dass eine Wirkung zur Verringerung des Stromverbrauchs in einigen Fällen nicht so groß wie erwartet ist.

[0080] In Anbetracht des Vorstehenden offenbart eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung eine Struktur, bei der eine Schicht, die eine organische Verbindung mit einer bestimmten Struktur enthält, in Kontakt mit der Schicht mit niedrigem Brechungsindex bereitgestellt ist, so dass eine Ladungsträgerinjektionsbarriere der organischen Verbindung mit einer Lochtransporteigenschaft und niedrigem Brechungsindex verringert werden kann und eine Erhöhung der Betriebsspannung aufgrund der Verwendung der Schicht mit niedrigem Brechungsindex unterdrückt werden kann. Es sei angemerkt, dass die Schicht, die die organische Verbindung enthält, vorzugsweise zwischen der Schicht mit niedrigem Brechungsindex und der Licht emittierenden Schicht bereitgestellt wird.

[0081] Es handelt sich bei der organischen Verbindung mit einer bestimmten Struktur, die eine Erhöhung der Betriebsspannung unterdrücken kann, um eine erste organische Verbindung mit einer Arylamin-Struktur, in der eine erste Gruppe, eine zweite Gruppe und eine dritte Gruppe an ein Stickstoffatom gebunden sind. Es handelt sich hier bei der ersten Gruppe um eine Gruppe, die eine Carbazol-Struktur umfasst, es handelt sich bei der zweiten Gruppe um eine Gruppe, die eine Dibenzofuran-Struktur oder eine Dibenzothiophen-Struktur umfasst, und es handelt sich bei der dritten Gruppe um eine Gruppe, die eine aromatische Kohlenwasserstoff-Struktur mit 6 bis 18 Kohlenstoffatomen oder eine heteroaromatische Kohlenwasserstoff-Struktur mit 4 bis 26 Kohlenstoffatomen umfasst.

[0082] Wenn eine Schicht, die die erste organische Verbindung mit einer derartigen Struktur enthält, in Kontakt mit der Schicht bereitgestellt wird, die die organische Verbindung mit einer Lochtransporteigenschaft und niedrigem Brechungsindex enthält, kann die Betriebsspannung insbesondere verbessert werden. Wenn der Lochtransportbereich 120 eine derartige mehrschichtige Struktur aufweist, kann eine Erhöhung der Betriebsspannung unterdrückt werden und kann eine Licht emittierende Vorrichtung, die eine sehr hohe externe Quanteneffizienz, Leistungseffizienz und Energieeffizienz aufweist, erhalten werden.

[0083] Es sei angemerkt, dass es bevorzugt wird, dass die Carbazol-Struktur in der ersten Gruppe der ersten organischen Verbindung eine Bindung an der 2-, 3- oder 9-Position aufweist und mit der Bindung direkt oder über eine zweiwertige aromatische Kohlenwasserstoff-Gruppe an das Stickstoff des Amins gebunden ist. Es wird stärker bevorzugt, dass die Carbazol-Struktur eine Bindung an der 2- oder 3-Position aufweist und an der 2- oder 3-Position gebunden ist. Es wird noch stärker bevorzugt, dass die Carbazol-Struktur eine Bindung an der 2-Position aufweist und an der 2-Position gebunden ist. Die zweiwertige aromatische Kohlenwasserstoff-Gruppe ist bevorzugt eine substituierte oder nicht substituierte Phenylen-Gruppe oder eine substituierte oder nicht substituierte Biphenyldiyl-Gruppe, bevorzugter eine nicht substituierte Phenylen-Gruppe

oder eine nicht substituierte Biphenyldiyl-Gruppe, noch bevorzugter eine nicht substituierte p-Phenylen-Gruppe.

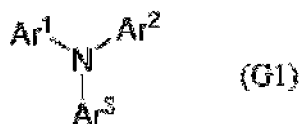
[0084] Die Dibenzofuran-Struktur oder die Dibenzothiophen-Struktur, die in der zweiten Gruppe der ersten organischen Verbindung enthalten ist, ist vorzugsweise über eine zweiwertige aromatische Kohlenwasserstoff-Gruppe an das Stickstoff des Amins gebunden. Die zweiwertige aromatische Kohlenwasserstoff-Gruppe ist bevorzugt eine substituierte oder nicht substituierte Phenylen-Gruppe oder eine substituierte oder nicht substituierte Biphenyldiyl-Gruppe, bevorzugter eine nicht substituierte Phenylen-Gruppe oder eine nicht substituierte Biphenyldiyl-Gruppe. Es wird stärker bevorzugt, dass eine Bindungsposition der Phenylen-Gruppe oder eines Benzol-Rings der Biphenyldiyl-Gruppe in der zweiten Gruppe die meta-Position ist.

[0085] In dem Fall, in dem die dritte Gruppe der ersten organischen Verbindung eine aromatische Kohlenwasserstoff-Struktur mit 6 bis 18 Kohlenstoffatomen aufweist, ist die aromatische Kohlenwasserstoff-Gruppe vorzugsweise eine substituierte oder nicht substituierte Phenyl-Gruppe, eine substituierte oder nicht substituierte Biphenyl-Gruppe oder eine substituierte oder nicht substituierte Terphenyl-Gruppe. Es wird stärker bevorzugt, dass diese Gruppen nicht substituiert sind. In dem Fall, in dem die dritte Gruppe eine Biphenyl-Gruppe oder eine Terphenyl-Gruppe ist, sind alle Benzol-Ringe, die in der Gruppe enthalten sind, vorzugsweise an der para-Position gebunden.

[0086] In dem Fall, in dem die dritte Gruppe der ersten organischen Verbindung eine Gruppe ist, die eine heteroaromatische Kohlenwasserstoff-Struktur mit 4 bis 26 Kohlenstoffatomen umfasst, ist die heteroaromatische Kohlenwasserstoff-Struktur vorzugsweise eine substituierte oder nicht substituierte Dibenzofuran-Struktur oder eine substituierte oder nicht substituierte Dibenzothiophen-Struktur, besonders vorzugsweise eine Dibenzothiophen-Struktur.

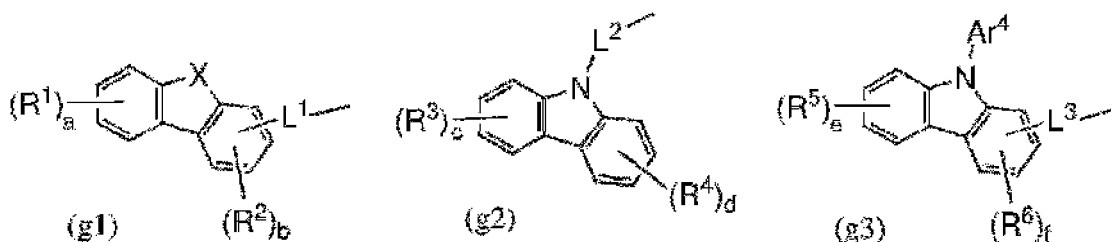
[0087] Ein bevorzugtes Beispiel für die erste organische Verbindung kann durch die folgende allgemeine Formel (G1) dargestellt werden.

[Chemische Formel 22]



[0088] Es sei angemerkt, dass in der vorstehenden allgemeinen Formel (G1) Ar¹ eine Gruppe ist, die durch die folgende allgemeine Formel (g1) dargestellt wird, Ar² eine Gruppe ist, die durch die folgende allgemeine Formel (g2) oder (g3) dargestellt wird, und Ar³ eine Gruppe ist, die durch die folgende allgemeine Formel (g1) dargestellt wird, oder eine aromatische Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 6 bis 18 Kohlenstoffatomen ist.

[Chemische Formel 23]

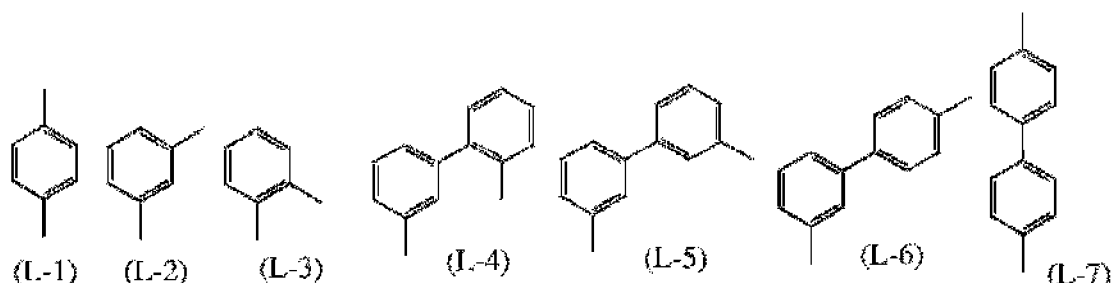


[0089] Es sei angemerkt, dass in den vorstehenden allgemeinen Formeln (g1) bis (g3) R¹ bis R⁶ jeweils unabhängig voneinander eine Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 1 bis 6 Kohlenstoffatomen oder eine aromatische Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 6 bis 13 Kohlenstoffatomen sind und Ar⁴ eine substituierte oder nicht substituierte Phenyl-Gruppe ist. Ferner stellen a, c, d und e jeweils unabhängig voneinander eine ganze Zahl von 0 bis 4 dar, und b und f stellen jeweils unabhängig voneinander eine ganze Zahl von 0 bis 3 dar. L¹ bis L³ stellen jeweils unabhängig voneinander eine substituierte oder nicht substituierte zweiwertige aromatische

Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 6 bis 12 Kohlenstoffatomen dar, und X ist ein Sauerstoffatom oder ein Schwefelatom.

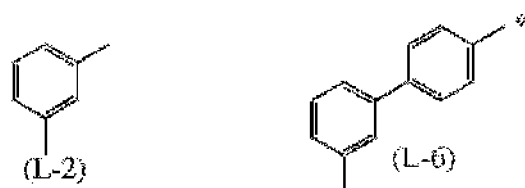
[0090] Es sei angemerkt, dass in der Gruppe, die durch die vorstehende allgemeine Formel (g1) dargestellt wird, L¹ besonders vorzugsweise eine der Gruppen ist, die durch die folgenden Strukturformeln (L-1) bis (L-7) dargestellt werden.

[Chemische Formel 24]



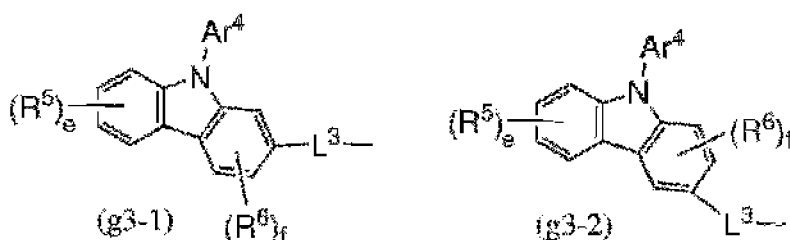
[0091] Es wird stärker bevorzugt, dass L¹ eine Gruppe ist, die durch die folgende Strukturformel (L-1) oder (L-6) dargestellt wird. Es wird noch stärker bevorzugt, dass die Gruppe, die durch die folgende Strukturformel (L-6) dargestellt wird, an einer mit einem Sternchen gekennzeichneten Position an ein Stickstoffatom gebunden ist.

[Chemische Formel 25]



[0092] In der vorstehenden allgemeinen Formel (G1) ist Ar² bevorzugt die Gruppe, die durch die vorstehende allgemeine Formel (g3) dargestellt wird, besonders bevorzugt eine Gruppe, die durch die folgende allgemeine Formel (g3-1) oder allgemeine Formel (g3-2) dargestellt wird, noch bevorzugt die Gruppe, die durch die folgende allgemeine Formel (g3-1) dargestellt wird.

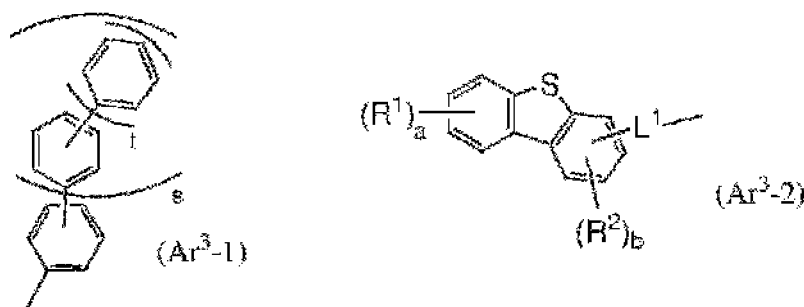
[Chemische Formel 26]



[0093] Es sei angemerkt, dass in der vorstehenden allgemeinen Formel (g3-1) oder (g3-2) R⁵ und R⁶ jeweils unabhängig voneinander eine Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 1 bis 6 Kohlenstoffatomen oder eine aromatische Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 6 bis 13 Kohlenstoffatomen sind und Ar⁴ eine substituierte oder nicht substituierte Phenyl-Gruppe ist. Ferner stellt e eine ganze Zahl von 0 bis 4 dar, und f stellt eine ganze Zahl von 0 bis 3 dar. Ferner stellt L³ eine zweiwertige aromatische Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 6 bis 18 Kohlenstoffatomen dar.

[0094] In der organischen Verbindung, die durch die vorstehende allgemeine Formel (G1) dargestellt wird, ist Ar^3 vorzugsweise eine Gruppe, die durch die folgende allgemeine Formel (Ar^3-1) dargestellt wird, oder eine Gruppe, die durch (Ar^3-2) dargestellt wird.

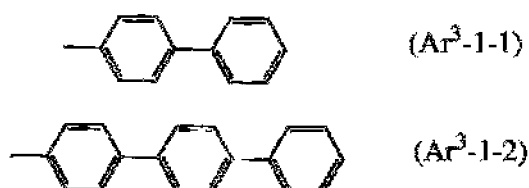
[Chemische Formel 27]



[0095] Es sei angemerkt, dass in (Ar^3-1) s und t jeweils unabhängig voneinander 0 oder 1 sind. In (Ar^3-2) sind R^1 und R^2 jeweils unabhängig voneinander eine Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 1 bis 6 Kohlenstoffatomen oder eine aromatische Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 6 bis 13 Kohlenstoffatomen, a stellt eine ganze Zahl von 0 bis 4 dar, und b stellt eine ganze Zahl von 0 bis 3 dar. Ferner stellt L^1 eine zweiwertige aromatische Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 6 bis 12 Kohlenstoffatomen dar.

[0096] (Ar^3-1) ist bevorzugt eine Gruppe, die durch die folgende Strukturformel (Ar^3-1-1) oder Strukturformel (Ar^3-1-2) dargestellt wird, besonders bevorzugt (Ar^3-1-1).

[Chemische Formel 28]

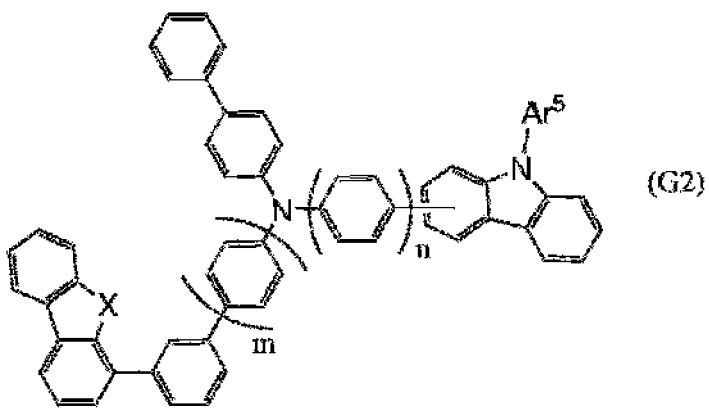


[0097] Es sei angemerkt, dass in der organischen Verbindung, die durch die vorstehende allgemeine Formel (G1) dargestellt wird, X vorzugsweise ein Schwefelatom ist.

[0098] Spezifische Beispiele für R^1 bis R^6 in der organischen Verbindung, die durch die vorstehende allgemeine Formel (G1) dargestellt wird, umfassen eine Methyl-Gruppe, eine Ethyl-Gruppe, eine Propyl-Gruppe, eine Isopropyl-Gruppe, eine Butyl-Gruppe, eine tert-Butyl-Gruppe, eine Pentyl-Gruppe, eine Hexyl-Gruppe, eine Phenyl-Gruppe, eine Biphenyl-Gruppe, eine Naphthyl-Gruppe und eine Fluorenyl-Gruppe. Es sei angemerkt, dass in dem Fall, in dem R^1 bis R^6 jeweils eine Vielzahl von Gruppen sind, die Vielzahl von Gruppen gleich oder voneinander unterschiedlich sein kann. Ferner können in dem Fall, in dem zwei Alkyl-Gruppen an benachbarte Kohlenstoffatome gebunden sind, die zwei Alkyl-Gruppen aneinander gebunden sein, um einen Ring zu bilden.

[0099] Die organische Verbindung, die durch die vorstehende allgemeine Formel (G1) dargestellt wird, ist besonders vorzugsweise eine organische Verbindung, die durch die folgende allgemeine Formel (G2) dargestellt wird, da in diesem Fall eine Licht emittierende Vorrichtung mit vorteilhafterer Betriebsspannung bereitgestellt werden kann.

[Chemische Formel 29]

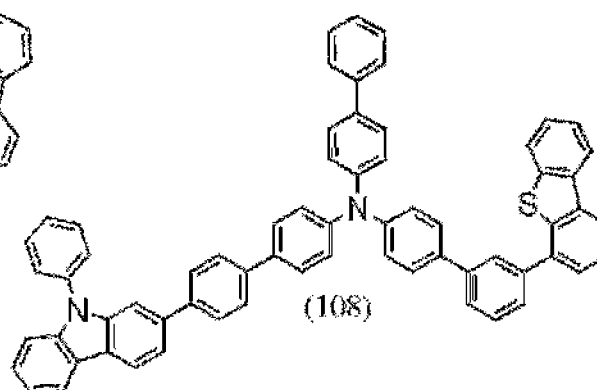
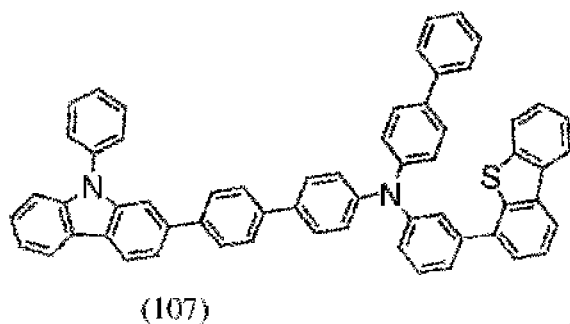
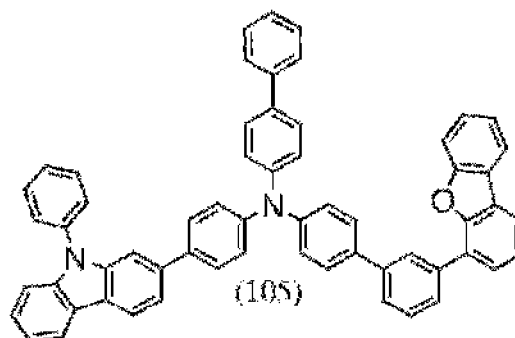
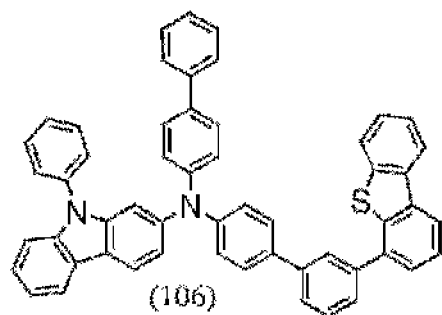
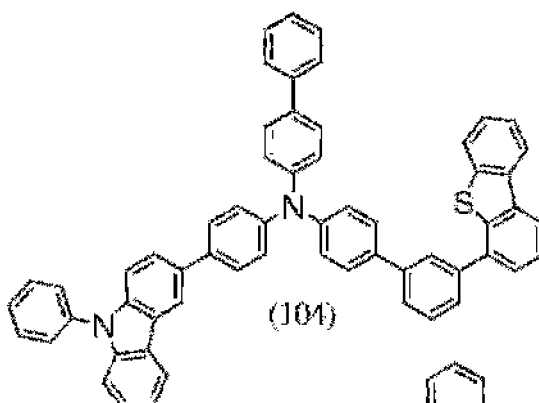
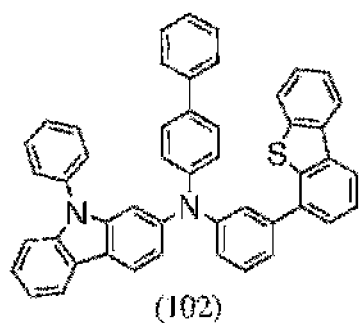
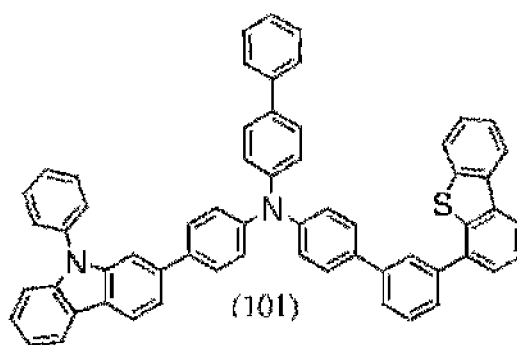
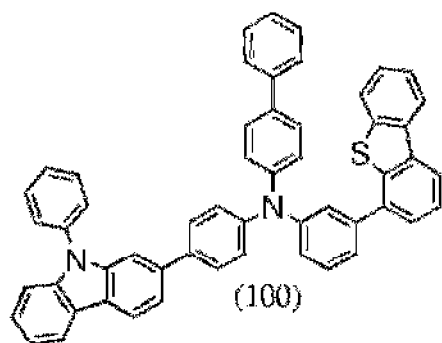


[0100] Es sei angemerkt, dass in der vorstehenden allgemeinen Formel (G2) X ein Sauerstoffatom oder ein Schwefelatom ist und Ar⁵ eine substituierte oder nicht substituierte Phenyl-Gruppe ist. Ferner ist m 0 oder 1, und n stellt eine ganze Zahl von 0 bis 2 dar. Es sei angemerkt, dass in der organischen Verbindung, die durch die vorstehende allgemeine Formel (G2) dargestellt wird, X vorzugsweise ein Schwefelatom ist und n vorzugsweise 1 ist.

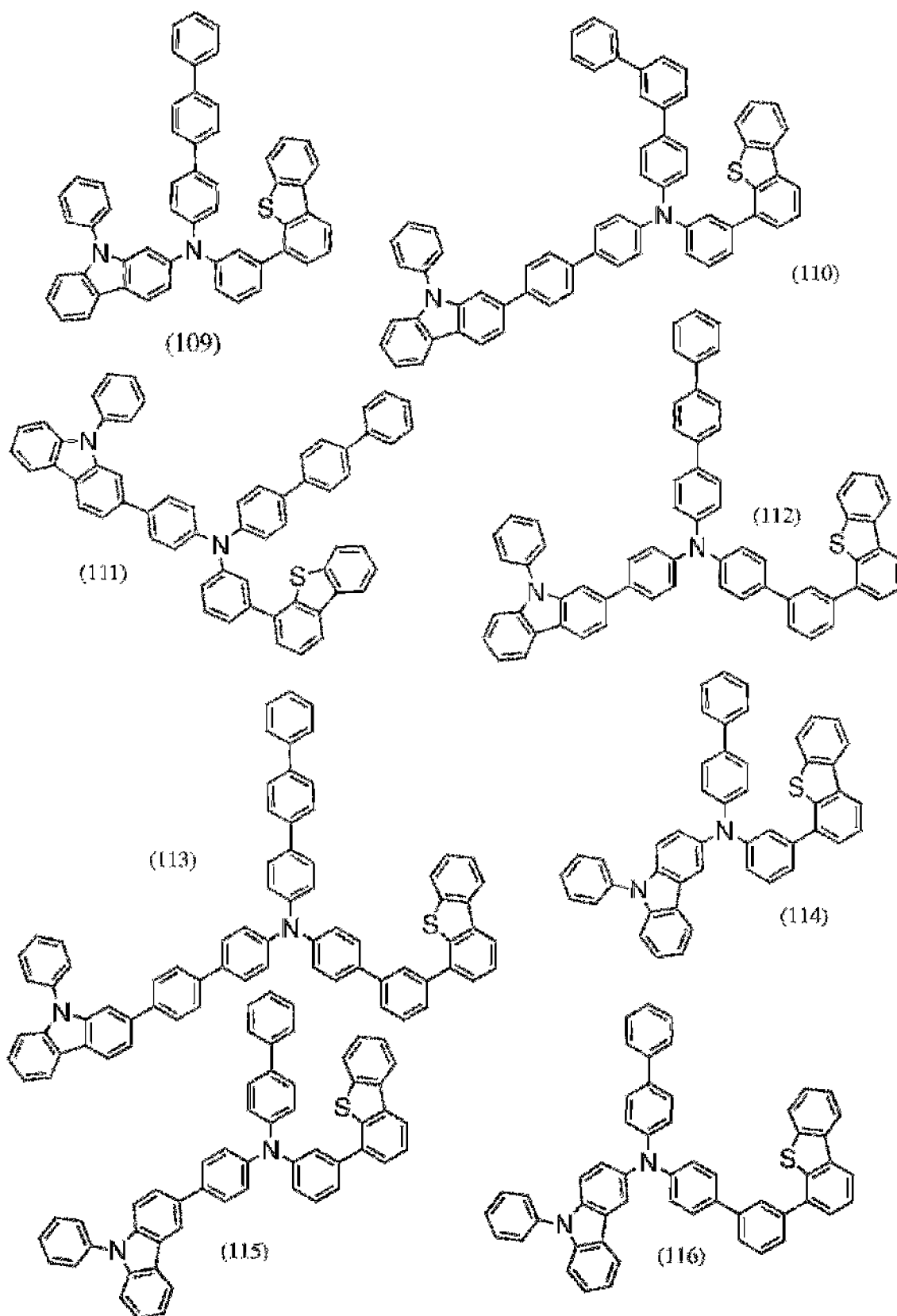
[0101] Wenn „substituiert oder nicht substituiert“ vorstehend beschrieben wird, bezieht sich der Substituent auf eine Alkyl-Gruppe mit 1 bis 4 Kohlenstoffatomen, insbesondere eine Methyl-Gruppe, eine Ethyl-Gruppe, eine Propyl-Gruppe, eine Isopropyl-Gruppe, eine Butyl-Gruppe, eine tert-Butyl-Gruppe oder dergleichen.

[0102] Spezifische Beispiele für die organische Verbindung, die durch die vorstehende allgemeine Formel (G2) dargestellt wird, werden nachstehend gezeigt. Es sei angemerkt, dass diese nur Beispiele sind.

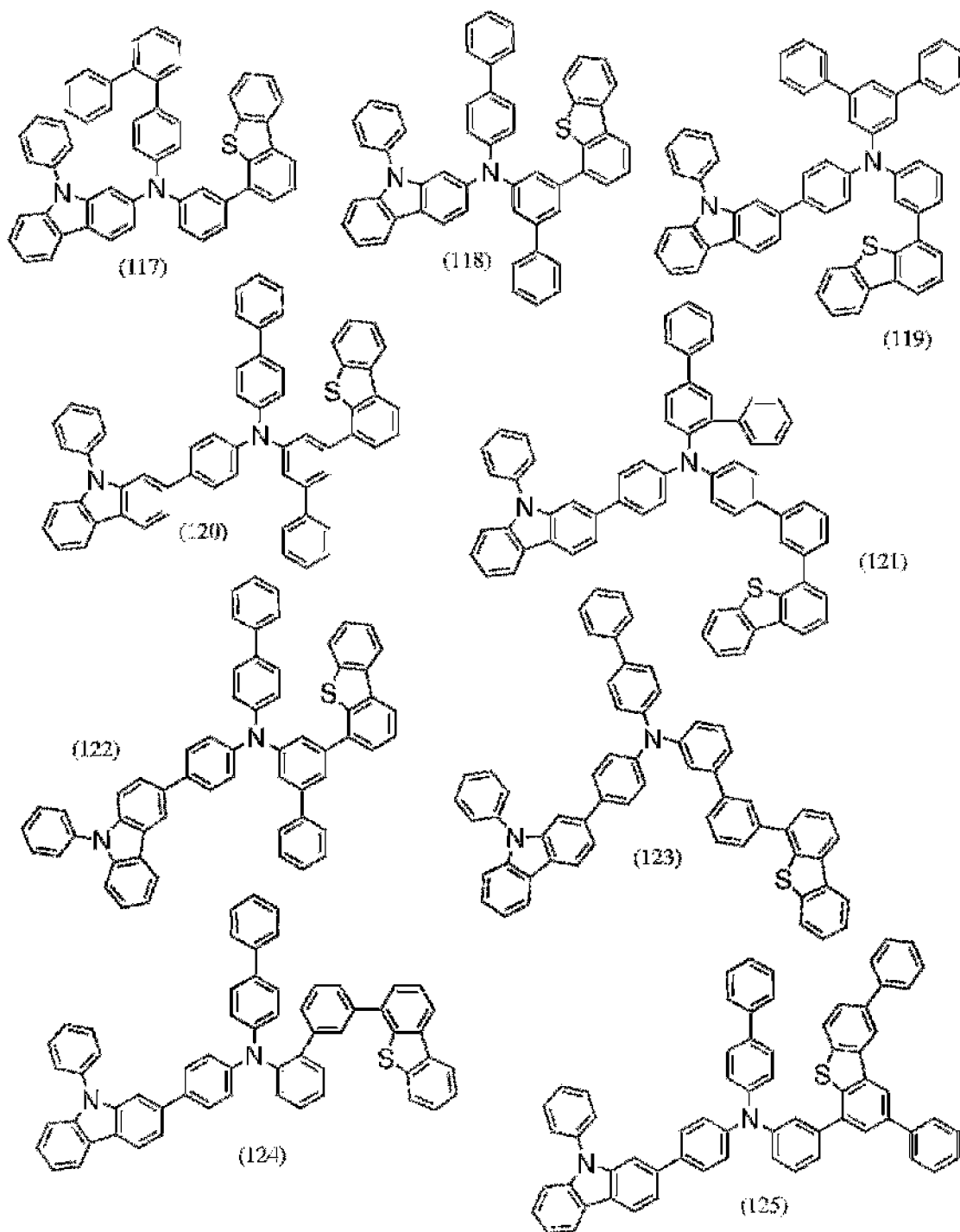
[Chemische Formel 30]



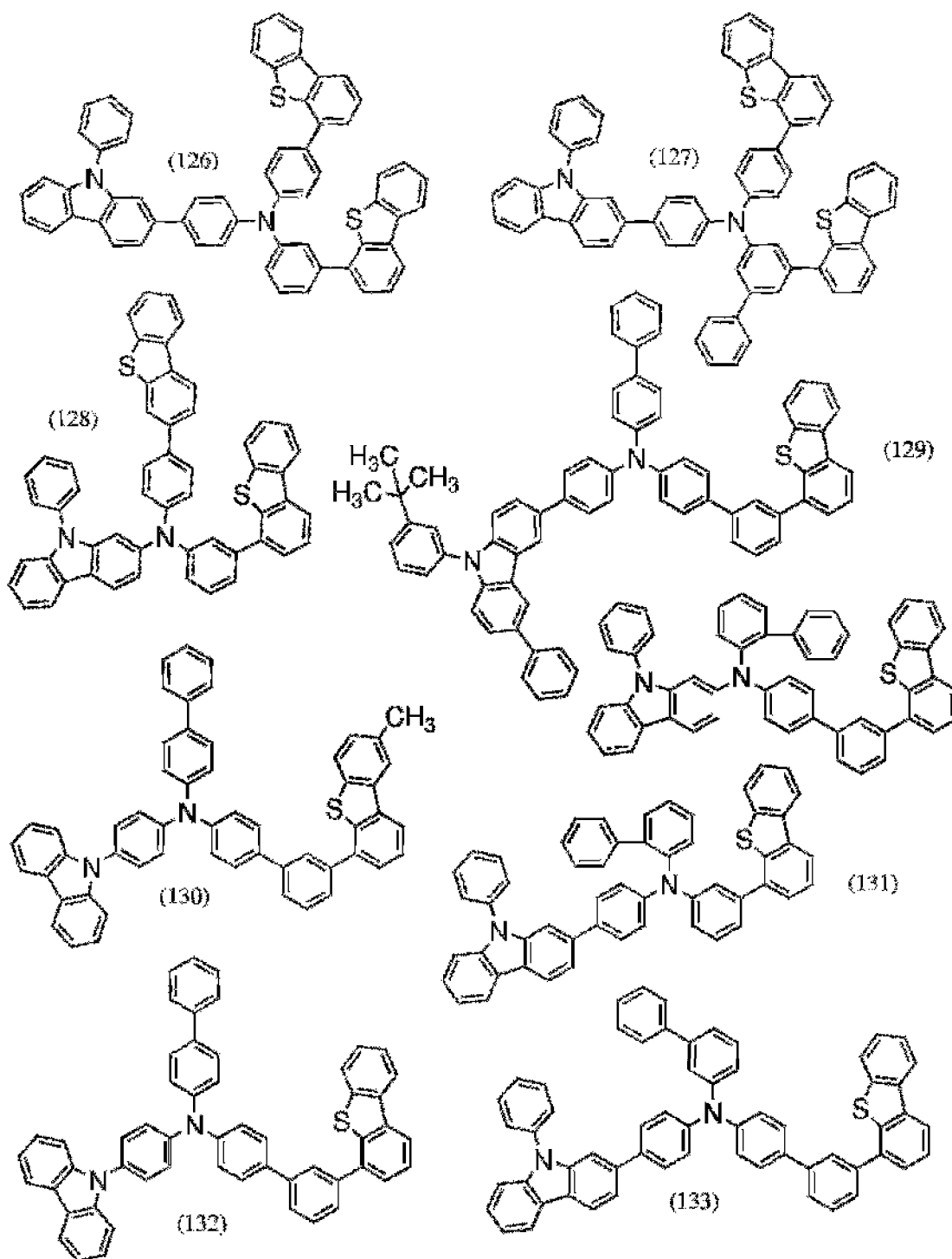
[Chemische Formel 31]



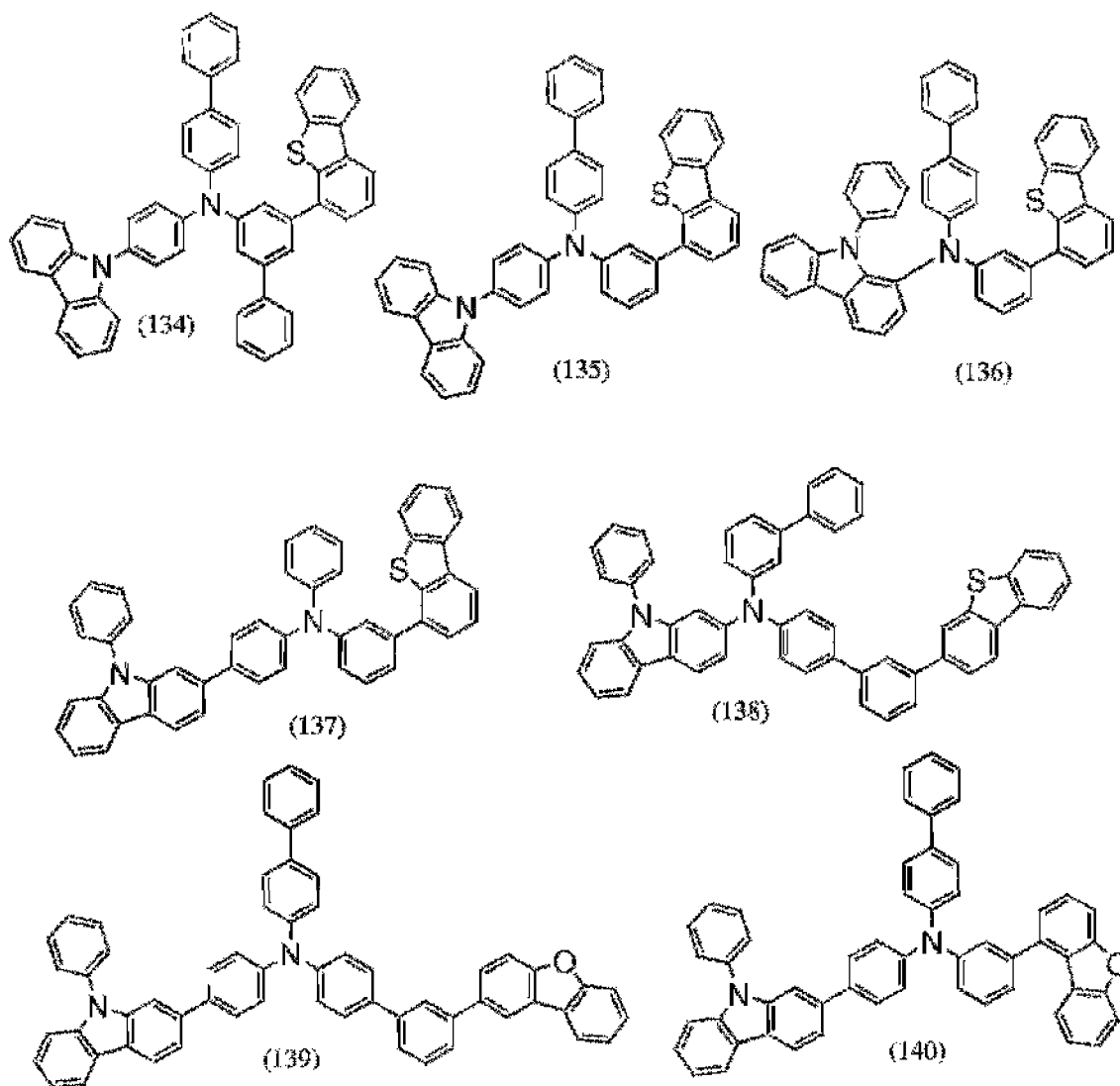
[Chemische Formel 32]



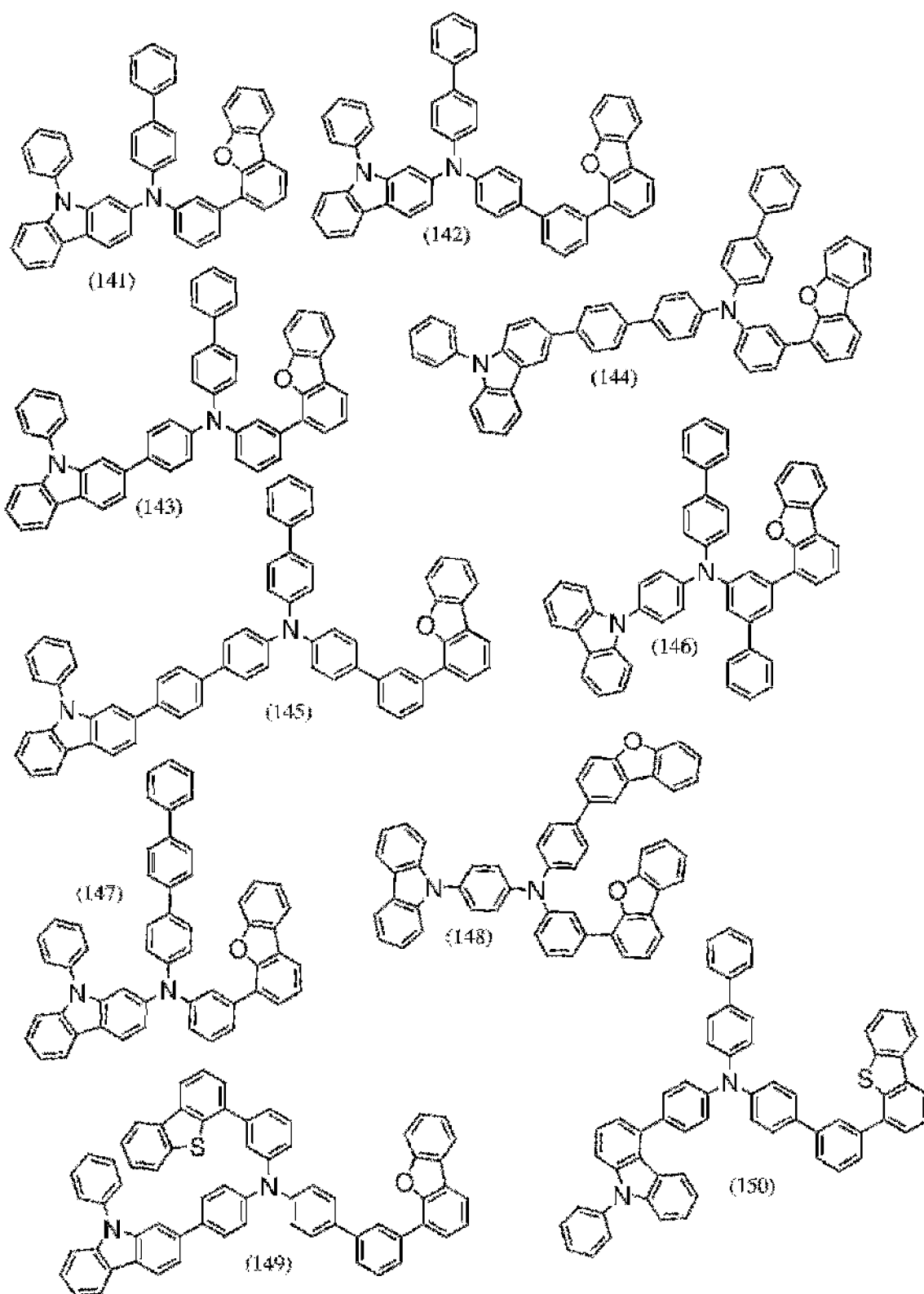
[Chemische Formel 33]



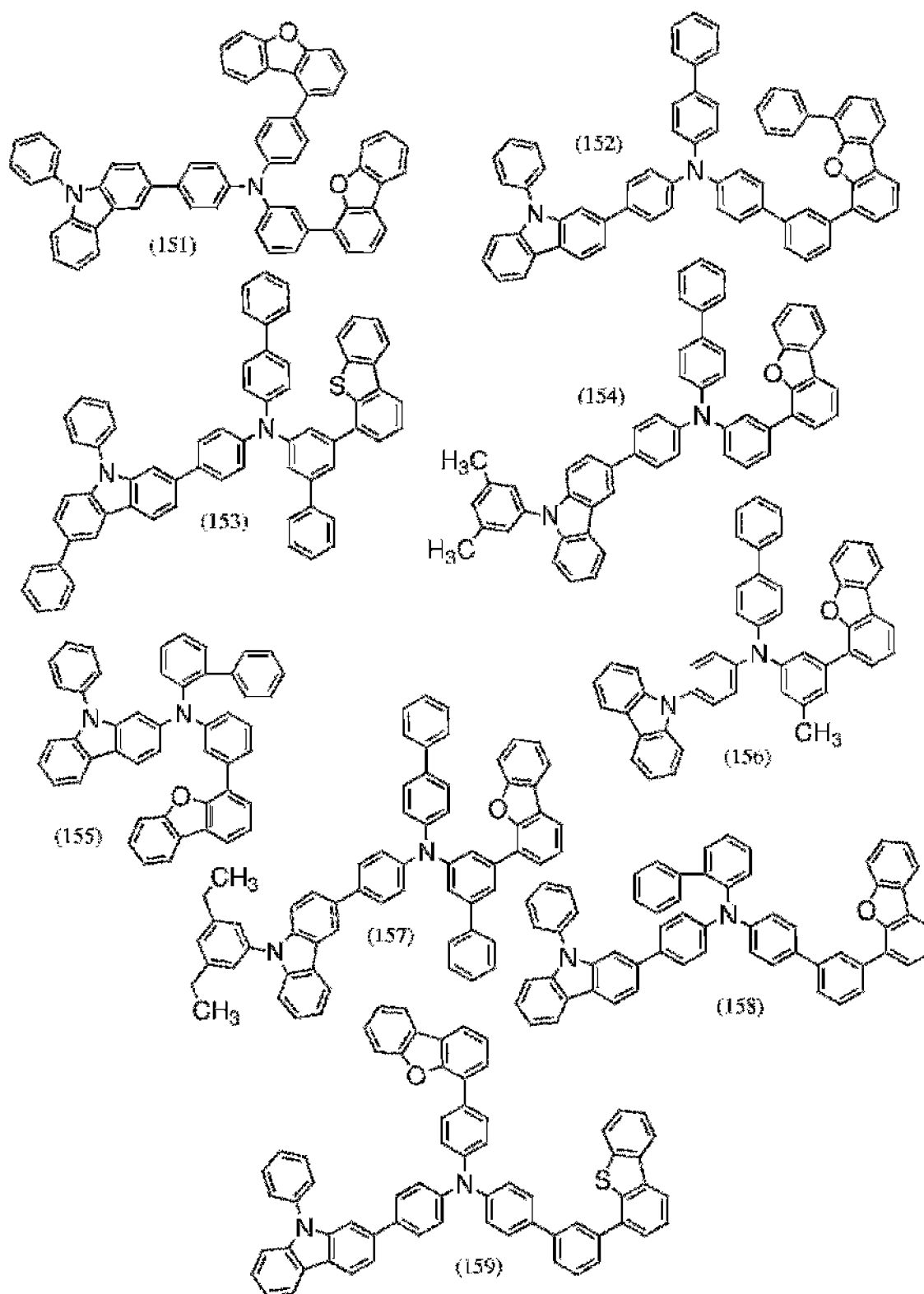
[Chemische Formel 34]



[Chemische Formel 35]



[Chemische Formel 36]



[0103] Es sei angemerkt, dass die Schicht, die die erste organische Verbindung enthält, als eine der Funktionsschichten, die in dem Lochtransportbereich 120 enthalten sind, bereitgestellt werden kann. Da die erste organische Verbindung ein LUMO-Niveau aufweist, das dann, wenn sie für eine Elektronenblockierschicht verwendet wird, effektiv ist, wird die Schicht, die die erste organische Verbindung enthält, vorzugsweise zwischen der Lochtransportschicht 112 und der Licht emittierenden Schicht 113 als Elektronenblockierschicht bereitgestellt. Ferner kann jede Funktionsschicht aus einer Vielzahl von Schichten bestehen, und eine der Schichten kann die erste organische Verbindung enthalten. Beispielsweise kann die Lochtransportschicht aus einer Vielzahl von Schichten bestehen, und eine der Schichten kann die erste organische Verbindung enthalten.

[0104] Wie vorstehend beschrieben, ist es äußerst schwierig, dass die vorstehende organische Verbindung mit einer Lochtransporteigenschaft und niedrigem Brechungsindex, die in der Schicht mit niedrigem Brechungsindex enthalten ist, alle der folgenden Eigenschaften aufweist: eine hohe Ladungsträgertransporteigenschaft, einen niedrigen Brechungsindex und eine hohe Beständigkeit. In der Licht emittierenden Vorrichtung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird daher vorzugsweise eine zweite organische Verbindung, die die nachstehend beschriebene Struktur aufweist, als Material verwendet, das in der Schicht mit niedrigem Brechungsindex enthalten ist.

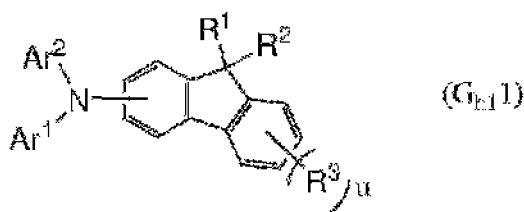
[0105] Als zweite organische Verbindung mit einer Lochtransporteigenschaft wird vorzugsweise eine organische Verbindung verwendet, die eine erste aromatische Gruppe, eine zweite aromatische Gruppe und eine dritte aromatische Gruppe aufweist, wobei die erste aromatische Gruppe, die zweite aromatische Gruppe und die dritte aromatische Gruppe an dasselbe Stickstoffatom gebunden sind.

[0106] In der zweiten organischen Verbindung ist der Anteil von Kohlenstoffatomen, die durch die sp^3 -Hybridorbitale eine Bindung bilden, zu der Gesamtzahl von Kohlenstoffatomen in dem Molekül vorzugsweise höher als oder gleich 23 % und niedriger als oder gleich 55 %. Darüber hinaus wird es bevorzugt, dass bei den Ergebnissen einer ^1H -NMR-Messung, die an der Monoamin-Verbindung durchgeführt wird, der Integralwert von Signalen bei niedriger als 4 ppm den Integralwert von Signalen bei 4 ppm oder höher überschreitet.

[0107] Die zweite organische Verbindung weist vorzugsweise mindestens ein Fluoren-Gerüst auf. Eine oder mehrere der ersten aromatischen Gruppe, der zweiten aromatischen Gruppe und der dritten aromatischen Gruppe sind vorzugsweise ein Fluoren-Gerüst.

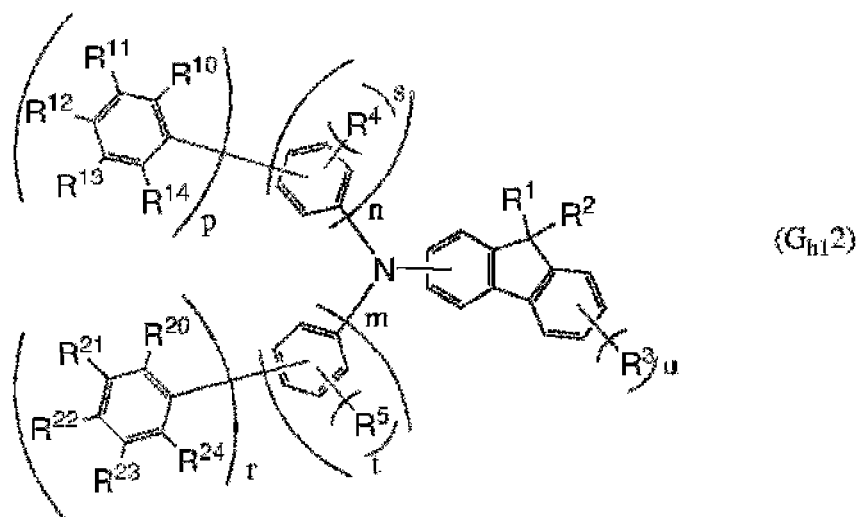
[0108] Beispiele für die vorstehend beschriebene zweite organische Verbindung mit einer Lochtransporteigenschaft umfassen organische Verbindungen mit Strukturen, die durch die folgenden allgemeinen Formeln (G_{H11}) bis (G_{H14}) dargestellt werden.

[Chemische Formel 37]



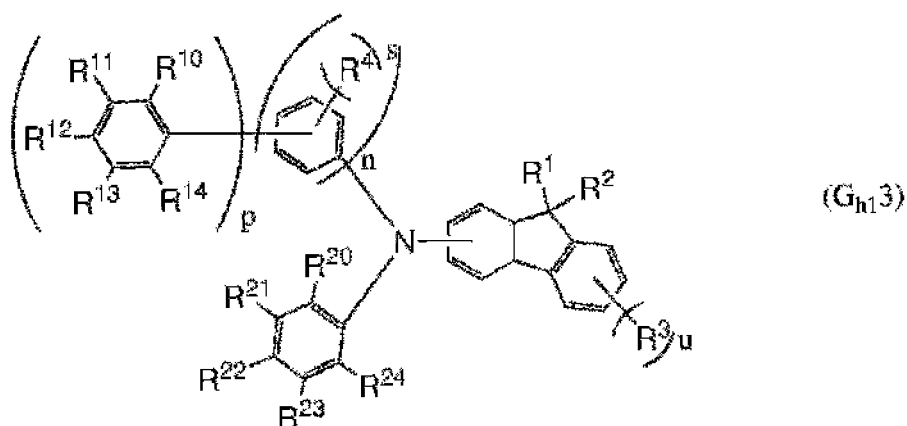
[0109] In der vorstehenden allgemeinen Formel (G_{H11}) stellen Ar^1 und Ar^2 jeweils unabhängig voneinander einen Benzol-Ring oder einen Substituenten dar, in dem zwei oder drei Benzol-Ringe aneinander gebunden sind. Es sei angemerkt, dass Ar^1 und/oder Ar^2 eine oder mehrere Kohlenwasserstoff-Gruppen aufweisen/aufweist, die jeweils 1 bis 12 Kohlenstoffatome aufweisen, die nur durch die sp^3 -Hybridorbitale eine Bindung bilden. Die Gesamtzahl von Kohlenstoffatomen, die in allen Kohlenwasserstoff-Gruppen enthalten sind, die an Ar^1 und Ar^2 gebunden sind, ist 8 oder mehr, und die Gesamtzahl von Kohlenstoffatomen, die in allen Kohlenwasserstoff-Gruppen enthalten sind, die an Ar^1 oder Ar^2 gebunden sind, ist 6 oder mehr. Es sei angemerkt, dass in dem Fall, in dem eine Vielzahl von geradkettigen Alkyl-Gruppen, die jeweils ein oder zwei Kohlenstoffatome aufweisen, als Kohlenwasserstoff-Gruppen an Ar^1 oder Ar^2 gebunden ist, die geradkettigen Alkyl-Gruppen aneinander gebunden sein können, um einen Ring zu bilden.

[Chemische Formel 38]



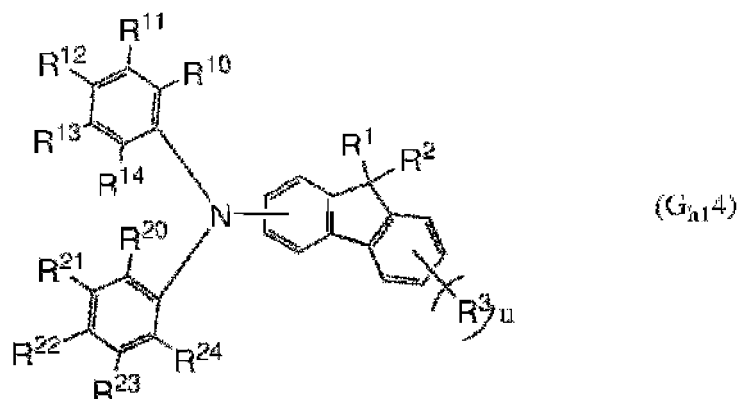
[0110] In der vorstehenden allgemeinen Formel (G_{h12}) stellen m und r jeweils unabhängig voneinander 1 oder 2 dar, und m+r ist 2 oder 3. Ferner stellt t eine ganze Zahl von 0 bis 4 dar und ist vorzugsweise 0. R⁵ stellt Wasserstoff oder eine Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 1 bis 3 Kohlenstoffatomen dar. Wenn m 2 ist, können die Art und die Anzahl von Substituenten sowie die Position von Bindungen in einer Phenyl-Gruppe gleich oder unterschiedlich von denjenigen der anderen Phenyl-Gruppe sein. Wenn r 2 ist, können die Art und die Anzahl von Substituenten sowie die Position von Bindungen in einer Phenyl-Gruppe gleich oder unterschiedlich von denjenigen der anderen Phenyl-Gruppe sein. In dem Fall, in dem t eine ganze Zahl von 2 bis 4 ist, können R⁵s gleich oder voneinander unterschiedlich sein; und benachbarte Gruppen von R⁵s können aneinander gebunden sein, um einen Ring zu bilden.

[Chemische Formel 39]



[0111] In den vorstehenden allgemeinen Formeln (G_{h12}) und (G_{h13}) stellen n und p jeweils unabhängig voneinander 1 oder 2 dar, und n+p ist 2 oder 3. Ferner stellt s eine ganze Zahl von 0 bis 4 dar und ist vorzugsweise 0. R⁴ stellt Wasserstoff oder eine Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 1 bis 3 Kohlenstoffatomen dar. Wenn n 2 ist, können die Art und die Anzahl von Substituenten sowie die Position von Bindungen in einer Phenyl-Gruppe gleich oder unterschiedlich von denjenigen der anderen Phenyl-Gruppe sein. Wenn p 2 ist, können die Art und die Anzahl von Substituenten sowie die Position von Bindungen in einer Phenyl-Gruppe gleich oder unterschiedlich von denjenigen der anderen Phenyl-Gruppe sein. In dem Fall, in dem s eine ganze Zahl von 2 bis 4 ist, können R⁴s gleich oder voneinander unterschiedlich sein.

[Chemische Formel 40]



[0112] In den vorstehenden allgemeinen Formeln (G_{h12}) bis (G_{h14}) stellen R¹⁰ bis R¹⁴ und R²⁰ bis R²⁴ jeweils unabhängig voneinander Wasserstoff oder eine Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 1 bis 12 Kohlenstoffatomen dar, die nur durch die sp³-Hybridorbitale eine Bindung bilden. Es sei angemerkt, dass mindestens drei von R¹⁰ bis R¹⁴ und mindestens drei von R²⁰ bis R²⁴ jeweils vorzugsweise Wasserstoff sind. Als Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 1 bis 12 Kohlenstoffatomen, die nur durch die sp³-Hybridorbitale eine Bindung bilden, werden eine tert-Butyl-Gruppe und eine Cyclohexyl-Gruppe bevorzugt. Die Gesamtzahl von Kohlenstoffatomen, die in R¹⁰ bis R¹⁴ und R²⁰ bis R²⁴ enthalten sind, ist 8 oder mehr, und die Gesamtzahl von Kohlenstoffatomen, die entweder in R¹⁰ bis R¹⁴ oder in R²⁰ bis R²⁴ enthalten sind, ist 6 oder mehr. Benachbarte Gruppen von R⁴, R¹⁰ bis R¹⁴ und R²⁰ bis R²⁴ können aneinander gebunden sein, um einen Ring zu bilden.

[0113] In den vorstehenden allgemeinen Formeln (G_{h11}) bis (G_{h14}) stellt u eine ganze Zahl von 0 bis 4 dar und ist vorzugsweise 0. In dem Fall, in dem u eine ganze Zahl von 2 bis 4 ist, können R^{3s} gleich oder voneinander unterschiedlich sein. Außerdem stellen R¹, R² und R³ jeweils unabhängig voneinander eine Alkyl-Gruppe mit 1 bis 4 Kohlenstoffatomen dar, und R¹ und R² können aneinander gebunden sein, um einen Ring zu bilden.

[0114] Eine organische Verbindung mit einer Arylamin-Struktur, die mindestens eine aromatische Gruppe aufweist, die einen ersten bis dritten Benzol-Ring und mindestens drei Alkyl-Gruppen aufweist, wird auch als zweite organische Verbindung mit einer Lochtransporteigenschaft bevorzugt, die in dem Lochtransportbereich 120 verwendet werden kann. Es sei angemerkt, dass der erste bis dritte Benzol-Ring in dieser Reihenfolge gebunden sind und dass der erste Benzol-Ring direkt an Stickstoff von Amin gebunden ist.

[0115] Der erste Benzol-Ring kann ferner eine substituierte oder nicht substituierte Phenyl-Gruppe aufweisen und weist vorzugsweise eine nicht substituierte Phenyl-Gruppe auf. Ferner kann der zweite Benzol-Ring oder der dritte Benzol-Ring eine Phenyl-Gruppe aufweisen, die durch eine Alkyl-Gruppe substituiert ist.

[0116] Es sei angemerkt, dass Wasserstoff nicht direkt an Kohlenstoffatome an 1- und 3-Positionen in zwei oder mehr, vorzugsweise in allen des ersten bis dritten Benzol-Rings gebunden ist und dass die Kohlenstoffatome an beliebige des ersten bis dritten Benzol-Rings, der Phenyl-Gruppe, die durch die Alkyl-Gruppe substituiert ist, der mindestens drei Alkyl-Gruppen und des Stickstoffs desamins gebunden sind.

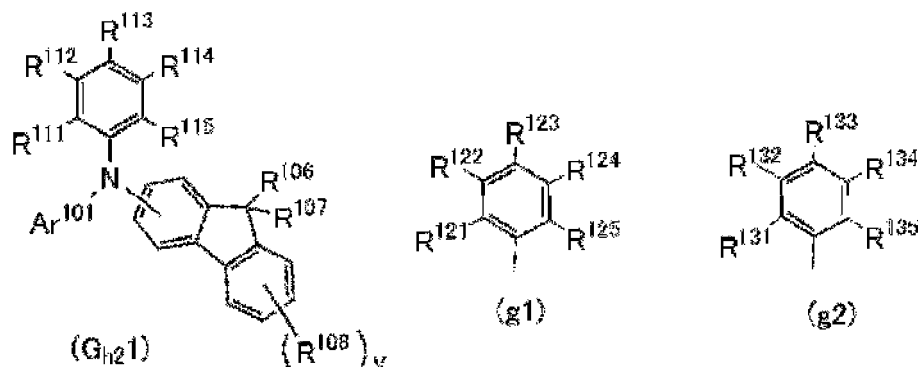
[0117] Die organische Verbindung weist ferner vorzugsweise eine zweite aromatische Gruppe auf. Die zweite aromatische Gruppe weist vorzugsweise einen nicht substituierten monocyclischen Ring oder einen substituierten oder nicht substituierten bicyclischen oder tricyclischen kondensierten Ring auf; insbesondere wird es stärker bevorzugt, dass die zweite aromatische Gruppe eine Gruppe ist, die einen substituierten oder nicht substituierten bicyclischen oder tricyclischen kondensierten Ring aufweist, in dem die Anzahl von Kohlenstoffatomen, die den Ring bilden, 6 bis 13 ist. Es wird noch stärker bevorzugt, dass die zweite aromatische Gruppe eine Gruppe ist, die einen Fluoren-Ring aufweist. Es sei angemerkt, dass eine Dimethylfluorenyl-Gruppe als zweite aromatische Gruppe bevorzugt wird.

[0118] Die organische Verbindung weist ferner vorzugsweise eine dritte aromatische Gruppe auf. Es handelt sich bei der dritten aromatischen Gruppe um eine Gruppe mit 1 bis 3 substituierten oder nicht substituierten Benzol-Ringen.

[0119] Die mindestens drei Alkyl-Gruppen und die Alkyl-Gruppe, durch die die Phenyl-Gruppe substituiert ist, sind jeweils vorzugsweise eine kettige Alkyl-Gruppe mit 2 bis 5 Kohlenstoffatomen. Als Alkyl-Gruppe wird insbesondere eine kettige Alkyl-Gruppe mit einer Verzweigung, die aus 3 bis 5 Kohlenstoffatomen gebildet wird, bevorzugt, und eine t-Butyl-Gruppe wird stärker bevorzugt.

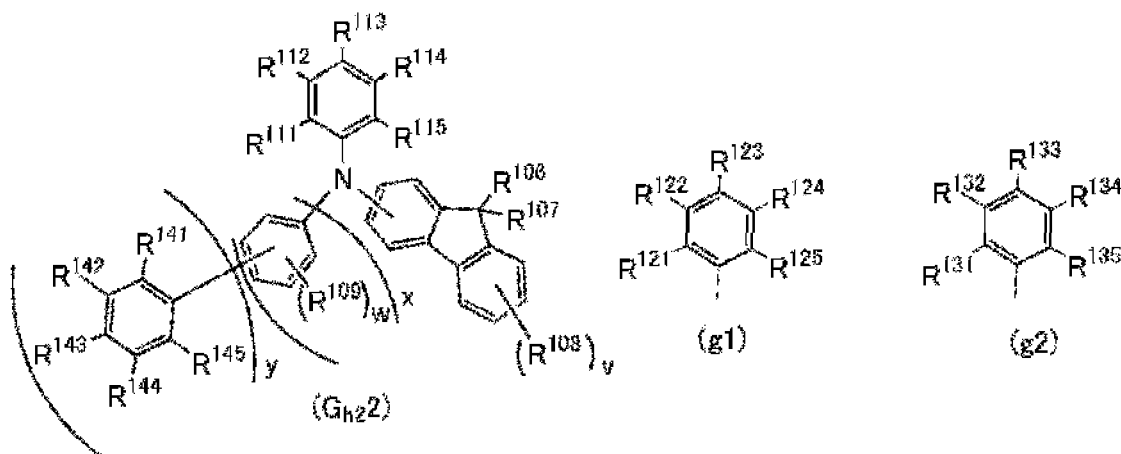
[0120] Beispiele für die zweite organische Verbindung mit einer Lochtransporteigenschaft umfassen organische Verbindungen mit Strukturen, die durch die folgenden Formeln (G_{h21}) bis (G_{h23}) dargestellt werden.

[Chemische Formel 41]



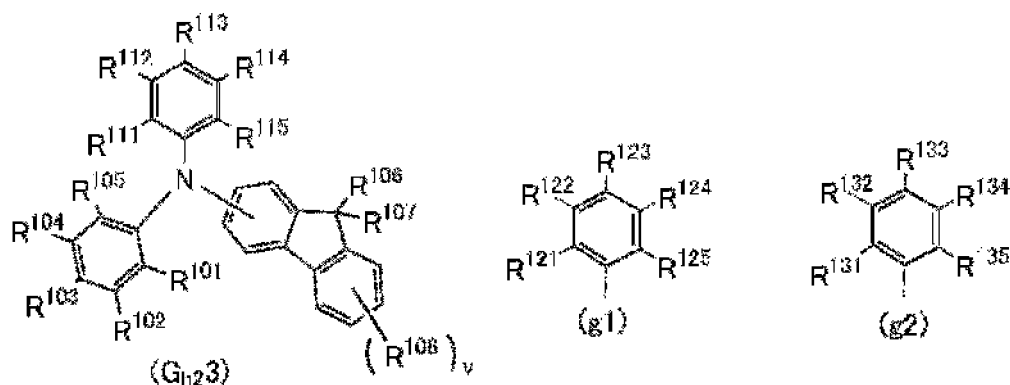
[0121] Es sei angemerkt, dass in der vorstehenden allgemeinen Formel (G_{h21}) Ar^{101} einen substituierten oder nicht substituierten Benzol-Ring oder einen Substituenten darstellt, in dem zwei oder drei substituierte oder nicht substituierte Benzol-Ringe aneinander gebunden sind.

[Chemische Formel 42]



[0122] Es sei angemerkt, dass in der vorstehenden allgemeinen Formel (G_{h22}) x und y jeweils unabhängig voneinander 1 oder 2 darstellen und $x+y$ 2 oder 3 ist. Ferner stellt R^{109} eine Alkyl-Gruppe mit 1 bis 4 Kohlenstoffatomen dar, und w stellt eine ganze Zahl von 0 bis 4 dar. R^{141} bis R^{145} stellen jeweils unabhängig voneinander Wasserstoff, eine Alkyl-Gruppe mit 1 bis 6 Kohlenstoffatomen oder eine Cycloalkyl-Gruppe mit 5 bis 12 Kohlenstoffatomen dar. Wenn w 2 oder mehr ist, können R^{109} s gleich oder voneinander unterschiedlich sein. Wenn x 2 ist, können die Art und die Anzahl von Substituenten sowie die Position von Bindungen in einer Phenyl-Gruppe gleich oder unterschiedlich von denjenigen der anderen Phenyl-Gruppe sein. Wenn y 2 ist, können die Art und die Anzahl von Substituenten in einer Phenyl-Gruppe mit R^{141} bis R^{145} gleich oder unterschiedlich von denjenigen der anderen Phenyl-Gruppe mit R^{141} bis R^{145} sein.

[Chemische Formel 43]



[0123] In der vorstehenden allgemeinen Formel (G_{h23}) stellen R¹⁰¹ bis R¹⁰⁵ jeweils unabhängig voneinander Wasserstoff, eine Alkyl-Gruppe mit 1 bis 6 Kohlenstoffatomen, eine Cycloalkyl-Gruppe mit 6 bis 12 Kohlenstoffatomen oder eine substituierte oder nicht substituierte Phenyl-Gruppe dar.

[0124] In den vorstehenden allgemeinen Formeln (G_{h21}) bis (G_{h23}) stellen R¹⁰⁶, R¹⁰⁷ und R¹⁰⁸ jeweils unabhängig voneinander eine Alkyl-Gruppe mit 1 bis 4 Kohlenstoffatomen dar, und v stellt eine ganze Zahl von 0 bis 4 dar. Es sei angemerkt, dass dann, wenn v 2 oder mehr ist, R¹⁰⁸s gleich oder voneinander unterschiedlich sein können. Eines von R¹¹¹ bis R¹¹⁵ stellt einen Substituenten dar, der durch die vorstehende allgemeine Formel (g1) dargestellt wird, und die anderen stellen jeweils unabhängig voneinander Wasserstoff, eine Alkyl-Gruppe mit 1 bis 6 Kohlenstoffatomen oder eine substituierte oder nicht substituierte Phenyl-Gruppe dar. In der vorstehenden allgemeinen Formel (g1) stellt eines von R¹²¹ bis R¹²⁵ einen Substituenten dar, der durch die vorstehende allgemeine Formel (g2) dargestellt wird, und die anderen stellen jeweils unabhängig voneinander Wasserstoff, eine Alkyl-Gruppe mit 1 bis 6 Kohlenstoffatomen oder eine Phenyl-Gruppe dar, die durch eine Alkyl-Gruppe mit 1 bis 6 Kohlenstoffatomen substituiert ist. In der vorstehenden allgemeinen Formel (g2) stellen R¹³¹ bis R¹³⁵ jeweils unabhängig voneinander Wasserstoff, eine Alkyl-Gruppe mit 1 bis 6 Kohlenstoffatomen oder eine Phenyl-Gruppe dar, die durch eine Alkyl-Gruppe mit 1 bis 6 Kohlenstoffatomen substituiert ist. Es sei angemerkt, dass mindestens drei von R¹¹¹ bis R¹¹⁵, R¹²¹ bis R¹²⁵ und R¹³¹ bis R¹³⁵ jeweils eine Alkyl-Gruppe mit 1 bis 6 Kohlenstoffatomen sind, dass die Anzahl von substituierten oder nicht substituierten Phenyl-Gruppen in R¹¹¹ bis R¹¹⁵ 1 oder weniger ist und dass die Anzahl von Phenyl-Gruppen, die jeweils durch eine Alkyl-Gruppe mit 1 bis 6 Kohlenstoffatomen substituiert sind, in R¹²¹ bis R¹²⁵ und R¹³¹ bis R¹³⁵ 1 oder weniger ist. In mindestens zwei Kombinationen der drei Kombinationen, R¹¹² und R¹¹⁴, R¹²² und R¹²⁴ und R¹³² und R¹³⁴, stellen eines oder beide von Rs einen anderen Substituenten als Wasserstoff dar.

[0125] Die vorstehend beschriebene zweite organische Verbindung mit einer Lochtransporteigenschaft ist eine organische Verbindung, die einen ordentlichen Brechungsindex von höher als oder gleich 1,50 und niedriger als oder gleich 1,75 in dem Bereich der Emission von blauem Licht (455 nm bis 465 nm) oder einen ordentlichen Brechungsindex von höher als oder gleich 1,45 und niedriger als oder gleich 1,70 in Bezug auf Licht von 633 nm, welches normalerweise bei der Messung des Brechungsindex verwendet wird, aufweist und eine vorteilhafte Lochtransporteigenschaft aufweist. Es ist auch möglich, eine organische Verbindung mit hoher Zuverlässigkeit zu erhalten, die gleichzeitig eine hohe Tg aufweist. Eine derartige organische Verbindung mit einer Lochtransporteigenschaft weist eine ausreichende Lochtransporteigenschaft auf und kann daher als Material der Lochtransportschicht 112 geeignet verwendet werden.

[0126] Es sei angemerkt, dass in dem Fall, in dem die vorstehende zweite organische Verbindung mit einer Lochtransporteigenschaft für die Lochinjektionsschicht 111 verwendet wird, die organische Verbindung mit einer Lochtransporteigenschaft vorzugsweise mit einer Substanz mit einer Akzeptoreigenschaft gemischt wird. Beispiele für die Substanz mit einer Akzeptoreigenschaft umfassen eine Verbindung mit einer elektronenziehenden Gruppe (einer Halogen-Gruppe oder einer Cyano-Gruppe), wie z. B. 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), 1,3,4,5,7,8-Hexafluortetracyanonaphthochinodimethan (Abkürzung: F6-TCNNQ) und 2-(7-Dicyanomethylen-1,3,4,5,6,8,9,10-octafluor-7H-pyren-2-yliden)malononitril. Eine Verbindung, in der elektronenziehende Gruppen an einen kondensierten aromatischen Ring mit einer Vielzahl von Heteroatomen gebunden sind, wie z. B. HAT-CN, wird besonders

bevorzugt, da sie thermisch stabil ist. Ein [3]Radialen-Derivat, das eine elektronenziehende Gruppe (insbesondere eine Cyano-Gruppe oder eine Halogen-Gruppe, wie z. B. eine Fluor-Gruppe) aufweist, weist eine sehr hohe Elektronenakzeptoreigenschaft auf und wird somit bevorzugt. Spezifische Beispiele umfassen $\alpha, \alpha', \alpha''$ -1,2,3-Cyclopropantriyldidentris[4-cyano-2,3,5,6-tetrafluorbenzocetonitril], $\alpha, \alpha', \alpha''$ -1,2,3-Cyclopropantriyldidentris[2,6-dichlor-3,5-difluor-4-(trifluormethyl)benzocetonitril] und $\alpha, \alpha', \alpha''$ -1,2,3-Cyclopropantriyldidentris[2,3,4,5,6-pentafluorbenzocetonitril].

[0127] Als Substanz mit einer Akzeptoreigenschaft kann neben den vorstehend beschriebenen organischen Verbindungen Molybdänoxid, Vanadiumoxid, Rutheniumoxid, Wolframoxid, Manganoxid oder dergleichen verwendet werden. Alternativ kann die Lochinjektionsschicht 111 unter Verwendung einer auf Phthalocyanin basierenden Komplexverbindung, wie z. B. Phthalocyanin (Abkürzung: H_2Pc) und Kupferphthalocyanin ($CuPc$), einer aromatischen Amin-Verbindung, wie z. B. 4,4'-Bis[A/(4-diphenylaminophenyl)-N-phenylamino]biphenyl (Abkürzung: DPAB) und 4,4'-Bis(A/(4-[N'-(3-methylphenyl)-N'-phenylamino]phenyl)-N-phenylamino)biphenyl (Abkürzung: DNTPD), oder einer hochmolekularen Verbindung, wie z. B. Poly(3,4-ethyldioxythiophen)/Poly(styrolsulfonsäure) (PEDOT/PSS), ausgebildet werden. Die Substanz mit einer Akzeptoreigenschaft kann Elektronen aus einer benachbarten Lochtransportschicht (oder einem Lochtransportmaterial) extrahieren, indem ein elektrisches Feld angelegt wird.

[0128] In dem Fall, in dem die Lochinjektionsschicht 111 durch Mischen des Materials mit einer Lochtransporteigenschaft mit dem Material mit einer Akzeptoreigenschaft ausgebildet wird, kann ein Material zum Ausbilden einer Elektrode ohne Berücksichtigung seiner Austrittsarbeit ausgewählt werden. Mit anderen Worten: Abgesehen von einem Material mit einer hohen Austrittsarbeit kann auch ein Material mit einer niedrigen Austrittsarbeit für die Anode 101 verwendet werden.

[0129] Als Nächstes werden Beispiele für andere Strukturen und Materialien der Licht emittierenden Vorrichtung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung beschrieben. Die Licht emittierende Vorrichtung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung beinhaltet, wie vorstehend beschrieben, die EL-Schicht 103, die aus einer Vielzahl von Schichten besteht, zwischen dem Paar von Elektroden, der Anode 101 und der Kathode 102. Die EL-Schicht 103 umfasst die Licht emittierende Schicht 113, die ein Licht emittierendes Material enthält, und den Lochtransportbereich 120. Es sei angemerkt, dass der Lochtransportbereich 120 eine mehrschichtige Struktur aus der Schicht mit niedrigem Brechungsindex und einer Schicht aufweist, die eine Monoamin-Verbindung mit der vorstehenden Struktur enthält.

[0130] Die Anode 101 wird vorzugsweise unter Verwendung eines Metalls, einer Legierung, einer leitenden Verbindung mit einer hohen Austrittsarbeit (insbesondere einer Austrittsarbeit von höher als oder gleich 4,0 eV), einer Mischung dieser oder dergleichen ausgebildet. Spezifische Beispiele umfassen Indiumoxid-Zinnoxid (ITO: Indium Tin Oxide), Indiumoxid-Zinnoxid enthaltend Silizium oder Siliziumoxid, Indiumoxid-Zinkoxid und Indiumoxid enthaltend Wolframoxid und Zinkoxid (IWZO). Diese leitenden Metalloxydfilme werden normalerweise durch ein Sputterverfahren ausgebildet, aber sie können auch durch Anwendung eines Sol-Gel-Verfahrens oder dergleichen ausgebildet werden. In einem Beispiel für das Ausbildungsverfahren wird Indiumoxid-Zinkoxid durch ein Sputterverfahren ausgebildet, bei dem ein Target verwendet wird, das durch Zusatz von 1 Gew.-% bis 20 Gew.-% Zinkoxid zu Indiumoxid erhalten wird. Des Weiteren kann Indiumoxid enthaltend Wolframoxid und Zinkoxid (IWZO) durch ein Sputterverfahren ausgebildet werden, bei dem ein Target verwendet wird, in dem 0,5 Gew.-% bis 5 Gew.-% Wolframoxid und 0,1 Gew.-% bis 1 Gew.-% Zinkoxid zu Indiumoxid zugesetzt sind. Weitere Beispiele für das Material, das für die Anode 101 verwendet wird, umfassen Gold (Au), Platin (Pt), Nickel (Ni), Wolfram (W), Chrom (Cr), Molybdän (Mo), Eisen (Fe), Kobalt (Co), Kupfer (Cu), Palladium (Pd) und ein Nitrid eines Metallmaterials (z. B. Titannitrid). Alternativ kann Graphen für das Material, das für die Anode 101 verwendet wird, verwendet werden. Es sei angemerkt, dass dann, wenn ein nachstehend zu beschreibendes Verbundmaterial für eine Schicht verwendet wird, die in Kontakt mit der Anode 101 in der EL-Schicht 103 ist, ein Elektrodenmaterial ohne Berücksichtigung seiner Austrittsarbeit ausgewählt werden kann.

[0131] Wenn die Anode 101 unter Verwendung eines Materials, das eine Durchlässigkeit für sichtbares Licht aufweist, ausgebildet wird, kann die Licht emittierende Vorrichtung, wie in **Fig. 1C** dargestellt, Licht von der Kathodenseite emittieren. Wenn die Anode 101 auf der Substratseite ausgebildet wird, kann die Licht emittierende Vorrichtung eine sogenannte Licht emittierende Bottom-Emission-Vorrichtung sein.

[0132] Obwohl die EL-Schicht 103 vorzugsweise eine mehrschichtige Struktur aufweist, gibt es keine besondere Beschränkung bezüglich der mehrschichtigen Struktur, und verschiedene Funktionsschichten, wie z. B. eine Lochinjektionsschicht, eine Lochtransportschicht, eine Licht emittierende Schicht, eine Elektronentrans-

sportschicht, eine Elektroneninjectionsschicht, eine Ladungsträgerblockierschicht (eine Lochblockierschicht und eine Elektronenblockierschicht), eine Exzitonenblockierschicht, eine Zwischenschicht und eine Ladungserzeugungsschicht, können zum Einsatz kommen. Es sei angemerkt, dass eine oder mehrere der vorstehenden Schichten nicht notwendigerweise bereitgestellt werden. Bei dieser Ausführungsform werden zwei Arten von Strukturen beschrieben: die in **Fig. 1A** dargestellte Struktur, die zusätzlich zu der Licht emittierenden Schicht 113 die Lochinjectionsschicht 111, die Lochtransportschicht 112, die Elektronentransportschicht 114 und die Elektroneninjectionsschicht 115 umfasst; und die in **Fig. 1B** dargestellte Struktur, die zusätzlich zu der Elektronentransportschicht 114, der Licht emittierenden Schicht 113, der Lochinjectionsschicht 111 und der Lochtransportschicht 112 eine Ladungserzeugungsschicht 116 umfasst. Im Folgenden werden Materialien, die in dem Fall die Funktionsschichten bilden können, in dem keine Funktionsschichten Schichten mit niedrigem Brechungsindex sind, insbesondere beschrieben.

[0133] Die Lochinjectionsschicht 111 ist eine Schicht, die eine Substanz mit einer Akzeptoreigenschaft enthält. Als Substanz mit einer Akzeptoreigenschaft kann entweder eine organische Verbindung oder eine anorganische Verbindung verwendet werden.

[0134] Beispiele für die Substanz mit einer Akzeptoreigenschaft umfassen eine Verbindung mit einer elektronenziehenden Gruppe (einer Halogen-Gruppe oder einer Cyano-Gruppe), wie z. B. 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), 1,3,4,5,7,8-Hexafluortetracyanonaphthochinodimethan (Abkürzung: F₆-TCNNQ) und 2-(7-Dicyanomethylen-1,3,4,5,6,8,9,10-octafluor-7H-pyren-2-yliden)malononitril. Eine Verbindung, in der elektronenziehende Gruppen an einen kondensierten aromatischen Ring mit einer Vielzahl von Heteroatomen gebunden sind, wie z. B. HAT-CN, wird besonders bevorzugt, da sie thermisch stabil ist. Ein [3]Radialen-Derivat, das eine elektronenziehende Gruppe (insbesondere eine Cyano-Gruppe oder eine Halogen-Gruppe, wie z. B. eine Fluor-Gruppe) aufweist, weist eine sehr hohe Elektronenakzeptoreigenschaft auf und wird somit bevorzugt. Spezifische Beispiele umfassen $\alpha, \alpha', \alpha''$ -1,2,3-Cyclopropantriyliidentris[4-cyano-2,3,5,6-tetrafluorbenzylacetoneitril], $\alpha, \alpha', \alpha''$ -1,2,3-Cyclopropantriyliidentris[2,6-dichlor-3,5-difluor-4-(trifluormethyl)benzylacetoneitril] und $\alpha, \alpha', \alpha''$ -1,2,3-Cyclopropantriyliidentris[2,3,4,5,6-pentafluorbenzylacetoneitril]. Als Substanz mit einer Akzeptoreigenschaft kann neben den vorstehend beschriebenen organischen Verbindungen Molybdänoxid, Vanadiumoxid, Rutheniumoxid, Wolframoxid, Manganoxid oder dergleichen verwendet werden. Alternativ kann die Lochinjectionsschicht 111 unter Verwendung einer auf Phthalocyanin basierenden Komplexverbindung, wie z. B. Phthalocyanin (Abkürzung: H₂Pc) und Kupferphthalocyanin (CuPc), einer aromatischen Amin-Verbindung, 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), oder einer hochmolekularen Verbindung, wie z. B. Poly(3,4-ethyldioxythiophen)/Poly(styrolsulfonsäure) (PEDOT/PSS), ausgebildet werden. Die Substanz mit einer Akzeptoreigenschaft kann Elektronen aus einer benachbarten Lochtransportschicht (oder einem Lochtransportmaterial) extrahieren, indem ein elektrisches Feld angelegt wird.

[0135] Alternativ kann ein Verbundmaterial, bei dem ein Material mit einer Lochtransporteigenschaft die vorstehend erwähnte Akzeptorsubstanz enthält, für die Lochinjectionsschicht 111 verwendet werden. Indem ein Verbundmaterial verwendet wird, in dem ein Material mit einer Lochtransporteigenschaft eine Akzeptorsubstanz enthält, kann ein Material zum Ausbilden einer Elektrode ohne Berücksichtigung seiner Austrittsarbeit ausgewählt werden. Mit anderen Worten: Abgesehen von einem Material mit einer hohen Austrittsarbeit kann auch ein Material mit einer niedrigen Austrittsarbeit für die Anode 101 verwendet werden.

[0136] Als Material mit einer Lochtransporteigenschaft, das für das Verbundmaterial verwendet wird, können verschiedene organische Verbindungen, wie z. B. aromatische Amin-Verbindungen, Carbazol-Derivate, aromatische Kohlenwasserstoffe und hochmolekulare Verbindungen (z. B. Oligomere, Dendrimere oder Polymere), verwendet werden. Es sei angemerkt, dass das Material mit einer Lochtransporteigenschaft, das für das Verbundmaterial verwendet wird, vorzugsweise eine Substanz mit einer Löcherbeweglichkeit von $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ oder höher ist. Organische Verbindungen, die als Material mit einer Lochtransporteigenschaft in dem Verbundmaterial verwendet werden können, werden insbesondere nachstehend angegeben.

[0137] Beispiele für die aromatische Amin-Verbindung, die für das Verbundmaterial verwendet werden kann, umfassen 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). Spezifische Beispiele für das Carbazol-Derivat umfassen 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), 4,4'-Di(N-carbazolyl)biphenyl (Abkürzung: CBP), 1,3,5-Tris[4-(N-carbazolyl)phenyl]benzol (Abkürzung: TCPB), 9-[4-(N-Carbazolyl)]phenyl-10-phenylanthracen (Abkürzung: CzPA) und 1,4-Bis[4-(N-carbazolyl)phenyl]-2,3,5,6-tetraphenylbenzol. Beispiele für den aromatischen Kohlenwasserstoff umfassen 2-tert-Butyl-9,10-di(2-naphthyl)anthracen (Abkürzung: t-BuDNA), 2-tert-Butyl-9,10-di(1-naphthyl)anthracen, 9,10-Bis(3,5-diphenylphenyl)anthracen (Abkürzung: DPPA), 2-tert-Butyl-9,10-bis(4-phenylphenyl)anthracen (Abkürzung: t-BuDBA), 9,10-Di(2-naphthyl)anthracen (Abkürzung: DNA), 9,10-Diphenylanthracen (Abkürzung: DPAnth), 2-tert-Butylanthracen (Abkürzung: t-BuAnth), 9,10-Bis(4-methyl-1-naphthyl)anthracen (Abkürzung: DMNA), 2-tert-Butyl-9,10-bis[2-(1-naphthyl)phenyl]anthracen, 9,10-Bis[2-(1-naphthyl)phenyl]anthracen, 2,3,6,7-Tetramethyl-9,10-di(1-naphthyl)anthracen, 2,3,6,7-Tetramethyl-9,10-di(2-naphthyl)anthracen, 9,9'-Bianthryl, 10,10'-Diphenyl-9,9'-bianthryl, 10,10'-Bis(2-phenylphenyl)-9,9'-bianthryl, 10,10'-Bis[(2,3,4,5,6-pentaphenyl)phenyl]-9,9'-bianthryl, Anthracen, Tetracen, Rubren, Perylen und 2,5,8,11-Tetra(tert-butyl)perylen. Weitere Beispiele umfassen Pentacen und Coronen. Der aromatische Kohlenwasserstoff kann ein Vinyl-Gerüst aufweisen. Beispiele für den aromatischen Kohlenwasserstoff mit einem Vinyl-Gerüst umfassen 4,4'-Bis(2,2-diphenylvinyl)biphenyl (Abkürzung: DPVBi) und 9,10-Bis[4-(2,2-diphenylvinyl)phenyl]anthracen (Abkürzung: DPVPA).

[0138] Weitere Beispiele umfassen hochmolekulare Verbindungen, wie z. B. Poly(N-vinylcarbazol) (Abkürzung: PVK), Poly(4-vinyltriphenylamin) (Abkürzung: PVTPA), Poly[N-(4-{N'-[4-(4-diphenylamino)phenyl]phenyl-N'-phenylamino}phenyl)methacrylamid] (Abkürzung: PTPDMA) und Poly[N,N'-bis(4-butylphenyl)-N,N'-bis(phenyl)benzidin] (Abkürzung: Poly-TPD).

[0139] Das Material mit einer Lochtransporteigenschaft, das für das Verbundmaterial verwendet wird, weist stärker bevorzugt ein Carbazol-Gerüst, ein Dibenzofuran-Gerüst, ein Dibenzothiophen-Gerüst oder ein Anthracen-Gerüst auf. Insbesondere kann ein aromatisches Amin mit einem Substituenten, der einen Dibenzofuran-Ring oder einen Dibenzothiophen-Ring umfasst, ein aromatisches Monoamin, das einen Naphthalen-Ring aufweist, oder ein aromatisches Monoamin, in dem eine 9-Fluorenyl-Gruppe über eine Arylen-Gruppe an Stickstoff von Amin gebunden ist, verwendet werden. Es sei angemerkt, dass die organische Verbindung vorzugsweise eine N,N-Bis(4-biphenyl)aminogruppe aufweist, da eine Licht emittierende Vorrichtung mit langer Lebensdauer hergestellt werden kann. Spezifische Beispiele für die organische Verbindung umfassen N-(4-Biphenyl)-6,N-diphenylbenzo[b]naphtho[1,2-d]furan-8-amin (Abkürzung: BnfABP), N,N-Bis(4-biphenyl)-6-phenylbenzo[b]naphtho[1,2-d]furan-8-amin (Abkürzung: BBABnf), 4,4'-Bis(6-phenylbenzo[b]naphtho[1,2-d]furan-8-yl-4"-phenyltriphenylamin (Abkürzung: BnfBB1BP), N,N-Bis(4-biphenyl)benzo[b]naphtho[1,2-d]furan-6-amin (Abkürzung: BBABnf(6)), N,N-Bis(4-biphenyl)benzo[b]naphtho[1,2-d]furan-8-amin (Abkürzung: BBABnf(8)), N,N-Bis(4-biphenyl)benzo[b]naphtho[2,3-d]furan-4-amin (Abkürzung: BBABnf(II)(4)), N,N-Bis[4-(dibenzofuran-4-yl)phenyl]-4-amino-p-terphenyl (Abkürzung: DBfBB1TP), N-[4-(Dibenzothiophen-4-yl)phenyl]-N-phenyl-4-biphenylamin (Abkürzung: ThBA1BP), 4-(2-Naphthyl)-4',4"-diphenyltriphenylamin (Abkürzung: BBAßNB), 4-[4-(2-Naphthyl)phenyl]-4',4"-diphenyltriphenylamin (Abkürzung: BBAßNBi), 4,4'-Diphenyl-4"-(6;1'-binaphthyl-2-yl)triphenylamin (Abkürzung: BBAαNßNB), 4,4'-Diphenyl-4"-(7;1'-binaphthyl-2-yl)triphenylamin (Abkürzung: BBAαNßNB-03), 4,4'-Diphenyl-4"-(7-phenyl)naphthyl-2-yltriphenylamin (Abkürzung: BBAPßNB-03), 4,4'-Diphenyl-4"-(6;2'-binaphthyl-2-yl)triphenylamin (Abkürzung: BBA(ßN2)B), 4,4'-Diphenyl-4"-(7;2'-binaphthyl-2-yl)triphenylamin (Abkürzung: BBA(ßN2)B-03), 4,4'-Diphenyl-4"-(4;2'-binaphthyl-1-yl)triphenylamin (Abkürzung: BBAßNαNB), 4,4'-Diphenyl-4"-(5;2'-binaphthyl-1-yl)triphenylamin (Abkürzung: BBAßNαNB-02), 4-(4-Biphenyl)-4'-(2-naphthyl)-4"-phenyltriphenylamin (Abkürzung: TPBiAßNB), 4-(3-Biphenyl)-4'-[4-(2-naphthyl)phenyl]-4"-phenyltriphenylamin (Abkürzung: mTPBiAßNBi), 4-(4-Biphenyl)-4'-[4-(2-naphthyl)phenyl]-4"-phenyltriphenylamin (Abkürzung: TPBiAßNBi), 4-Phenyl-4'-(1-naphthyl)triphenylamin (Abkürzung: αNBA1BP), 4,4'-Bis(1-naphthyl)triphenylamin (Abkürzung: αNBB1 BP), 4,4'-Diphenyl-4"-[4'-(carbazol-9-yl)biphenyl-4-yl]triphenylamin (Abkürzung: YGTBi1BP), 4'-[4-(3-Phenyl-9H-carbazol-9-yl)phenyl]tris(1,1'-biphenyl-4-yl)amin (Abkürzung: YGTBi1 BP-02), 4-[4'-(Carbazol-9-yl)biphenyl-4-yl]-4'-(2-naphthyl)-4"-phenyltriphenylamin (Abkürzung: YGTBißNB), N-[4-(9-Phenyl-9H-carbazol-3-yl)phenyl]-N-[4-(1-naphthyl)phenyl]-9,9'-spirobi(9H-fluoren)-2-amin (Abkürzung: PCBNBSF), N,N-Bis([1,1'-biphenyl]-4-yl)-9,9'-spirobi[9H-fluoren]-2-amin (Abkürzung: BBASF), N,N-Bis([1,1'-biphenyl]-4-yl)-9,9'-spirobi[9H-fluoren]-4-amin (Abkürzung: BBASF(4)), N-(1,1'-Biphenyl-2-yl)-N-(9,9-dimethyl-9H-fluoren-2-yl)-9,9'-spirobi(9H-fluoren)-4-amin (Abkürzung: oFBiSF), N-(4-Biphenyl)-N-(9,9-dimethyl-9H-fluoren-2-yl)dibenzofuran-4-amin (Abkürzung: FrBiF), N-[4-(1-Naphthyl)phenyl]-N-[3-(6-phenyldibenzofuran-4-yl)phenyl]-1-naphthylamin (Abkürzung: mPDBfBNBN), 4-Phenyl-4'-(9-phenylfluoren-9-yl)triphenylamin (Abkürzung: BPAFLP), 4-Phenyl-3'-(9-phenylfluoren-9-yl)triphenylamin (Abkürzung: mBPAFLP), 4-Phenyl-4'-[4-(9-phenylfluoren-9-yl)phenyl]triphenylamin (Abkürzung: BPAFLBi), 4-Phenyl-4'-(9-phenyl-9H-carbazol-3-yl)triphenylamin (Abkürzung: PCBA1 BP), 4,4'-Diphenyl-4"-(9-phenyl-9H-carbazol-3-yl)triphenylamin (Abkürzung: PCBBi1 BP), 4-(1-Naphthyl)-4'-(9-phenyl-9H-carbazol-3-yl)triphenylamin (Abkürzung: PCBANB), 4,4'-Di(1-naphthyl)-4"-(9-phenyl-9H-carba-

zol-3-yl)triphenylamin (Abkürzung: PCBNBB), N-Phenyl-N-[4-(9-phenyl-9H-carbazol-3-yl)phenyl]-9,9'-spirobi[9H-fluoren]-2-amin (Abkürzung: PCBASF), N-(1,1'-Biphenyl-4-yl)-9,9-dimethyl-N-[4-(9-phenyl-9H-carbazol-3-yl)phenyl]-9H-fluoren-2-amin (Abkürzung: PCBBiF), N,N-Bis(9,9-dimethyl-9H-fluoren-2-yl)-9,9'-spirobi-9H-fluoren-4-amin, N,N-Bis(9,9-dimethyl-9H-fluoren-2-yl)-9,9'-spirobi-9H-fluoren-3-amin, N,N-Bis(9,9-dimethyl-9H-fluoren-2-yl)-9,9'-spirobi-9H-fluoren-2-amin und N,N-Bis(9,9-dimethyl-9H-fluoren-2-yl)-9,9'-spirobi-9H-fluoren-1-amin.

[0140] Es wird stärker bevorzugt, dass das Material mit einer Lochtransporteigenschaft, das für das Verbundmaterial verwendet wird, eine Substanz ist, die ein relativ tiefes HOMO-Niveau von höher als oder gleich -5,7 eV und niedriger als oder gleich -5,4 eV aufweist. Wenn das Material mit einer Lochtransporteigenschaft, das für das Verbundmaterial verwendet wird, ein relativ tiefes HOMO-Niveau aufweist, können Löcher leicht in die Lochtransportschicht 112 injiziert werden, so dass eine Licht emittierende Vorrichtung mit langer Lebensdauer leicht erhalten werden kann. Außerdem kann dann, wenn das Material mit einer Lochtransporteigenschaft, das für das Verbundmaterial verwendet wird, ein relativ tiefes HOMO-Niveau aufweist, die Induktion von Löchern richtig unterdrückt werden, so dass die Licht emittierende Vorrichtung eine längere Lebensdauer aufweisen kann.

[0141] Indem das vorstehende Verbundmaterial mit einem Fluorid eines Alkalimetalls oder eines Erdalkalimetalls gemischt wird (der Anteil von Fluoratomen in der Schicht ist vorzugsweise höher als oder gleich 20 %), kann der Brechungsindex der Schicht verringert werden. Dadurch kann auch eine Schicht mit niedrigem Brechungsindex in der EL-Schicht 103 ausgebildet werden, was zu einer Verbesserung der externen Quanteneffizienz der Licht emittierenden Vorrichtung führt.

[0142] Die Ausbildung der Lochinjektionsschicht 111 kann die Lochinjektionseigenschaft verbessern, was dazu führt, dass die Licht emittierende Vorrichtung mit niedriger Betriebsspannung erhalten werden kann.

[0143] Unter Substanzen mit einer Akzeptoreigenschaft ist die organische Verbindung mit einer Akzeptoreigenschaft einfach zu verwenden, da sie leicht durch eine Dampfabscheidung abgeschieden wird.

[0144] Die Lochtransportschicht 112 wird unter Verwendung eines Materials mit einer Lochtransporteigenschaft ausgebildet. Das Material mit einer Lochtransporteigenschaft weist vorzugsweise eine Löcherbeweglichkeit von höher als oder gleich $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ auf.

[0145] Beispiele für das Material mit einer Lochtransporteigenschaft umfassen eine Verbindung mit einem aromatischen Amin-Gerüst, wie z. B. 4,4'-Bis[N-(1-naphthyl)-N-phenylamino]biphenyl (Abkürzung: NPB), 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), 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: PCBASF) oder N-Phenyl-N-[4-(9-phenyl-9H-carbazol-3-yl)phenyl]-9,9'-spirobi[9H-fluoren]-2-amin (Abkürzung: PCBASF), eine Verbindung 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) oder 3,3'-Bis(9-phenyl-9H-carbazol) (Abkürzung: PCCP), eine Verbindung 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: DBTFLP-III) oder 4-[4-(9-Phenyl-9H-fluoren-9-yl)phenyl]-6-phenyldibenzothiophen (Abkürzung: DBTFLP-IV), und eine Verbindung mit einem Furan-Gerüst, wie z. B. 4,4',4''-(Benzol-1,3,5-triyl)tri(dibenzofuran) (Abkürzung: DBF3P-II) oder 4-{3-[3-(9-Phenyl-9H-fluoren-9-yl)phenyl]phenyl}dibenzofuran (Abkürzung: mmDBFFLBI-II). Unter den vorstehenden Materialien werden die Verbindung mit einem aromatischen Amin-Gerüst und die Verbindung mit einem Carbazol-Gerüst bevorzugt, da diese Verbindungen sehr zuverlässig sind, hohe Lochtransporteigenschaften aufweisen und zu einer Verringerung der Betriebsspannung beitragen. Es sei angemerkt, dass auch eine beliebige der Substanzen, die als Beispiele für das Material mit einer Lochtransporteigenschaft, das für das Verbundmaterial für die Lochinjektionsschicht 111 verwendet wird, angegeben werden, als in der Lochtransportschicht 112 enthaltenes Material geeignet verwendet werden kann.

[0146] Die Licht emittierende Schicht 113 enthält eine Licht emittierende Substanz und ein Wirtsmaterial. Die Licht emittierende Schicht 113 kann zusätzlich weitere Materialien enthalten. Alternativ kann die Licht emittie-

rende Schicht 113 eine Schichtanordnung aus zwei Schichten mit unterschiedlichen Zusammensetzungen sein.

[0147] Als Licht emittierende Substanz können fluoreszierende Substanzen, phosphoreszierende Substanzen, Substanzen, die eine thermisch aktivierte verzögerte Fluoreszenz (thermally activated delayed fluorescence, TADF) aufweisen, oder weitere Licht emittierende Substanzen verwendet werden. Es sei angemerkt, dass eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung in dem Fall geeigneter verwendet werden kann, in dem die Licht emittierende Schicht 113 eine Fluoreszenz, insbesondere eine blaue Fluoreszenz, aufweist.

[0148] Beispiele für das Material, das als fluoreszierende Substanz in der Licht emittierenden Schicht 113 verwendet werden kann, sind wie folgt. Es können auch andere fluoreszierende Substanzen verwendet werden.

[0149] Die Beispiele umfassen 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'-Diphenyl-N,N'-bis[4-(9-phenyl-9H-fluoren-9-yl)phenyl]pyren-1,6-diamin (Abkürzung: 1,6FLPAPrN), 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'-Bis[4-(9H-carbazol-9-yl)phenyl]-N,N'-diphenylstilben-4,4'-diamin (Abkürzung: YGA2S), 4-(9H-Carbazol-9-yl)-4'-(10-phenyl-9-anthryl)triphenylamin (Abkürzung: YGAPA), 4-(9H-Carbazol-9-yl)-4'-(9,10-diphenyl-2-anthryl)triphenylamin (Abkürzung: 2YGAPPA), N,9-Diphenyl-N-[4-(10-phenyl-9-anthryl)phenyl]-9H-carbazol-3-amin (Abkürzung: PCAPA), Perylen, 2,5,8,11-Tetra-tert-butylperylene (Abkürzung: TBP), 4-(10-Phenyl-9-anthryl)-4'-(9-phenyl-9H-carbazol-3-yl)triphenylamin (Abkürzung: PCBAPA), N,N'-(2-tert-Butylanthracen-9,10-diyl)-4,1-phenylen)bis[N,N'N',-triphenyl-1,4-phenylendiamin] (Abkürzung: DPABPA), A',9-Diphenyl-A'-[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-phenylendiamin (Abkürzung: 2DPAPPA), N,N,N',N',N'',N''',N''''-Octaphenyldibenzo[g,p]chrysen-2,7,10,15-tetraamin (Abkürzung: DBC1), Cumarin 30, N-(9,10-Diphenyl-2-anthryl)-N,9-diphenyl-9H-carbazol-3-amin (Abkürzung: 2PCAPA), N-[9,10-Bis(1,1'-biphenyl-2-yl)-2-anthryl]-N,9-diphenyl-9H-carbazol-3-amin (Abkürzung: 2PCABPhA), N-(9,10-Diphenyl-2-anthryl)-N,N,N-triphenyl-1,4-phenylendiamin (Abkürzung: 2DPAPA), N-[9,10-Bis(1,1'-biphenyl-2-yl)-2-anthryl]-N,N',N'-triphenyl-1,4-phenylendiamin (Abkürzung: 2DPABPhA), 9,10-Bis(1,1'-biphenyl-2-yl)-N-[4-(9H-carbazol-9-yl)phenyl]-N-phenylanthracen-2-amin (Abkürzung: 2YGABPhA), N,N,9-Triphenylanthracen-9-amin (Abkürzung: DPhAPhA), Cumarin 545T, N,N'-Diphenylchinacridon (Abkürzung: DPQd), Rubren, 5,12-Bis(1,1'-biphenyl-4-yl)-6,11-diphenyltetracen (Abkürzung: BPT), 2-(2-{2-[4-(Dimethylamino)phenyl]ethenyl}-6-methyl-4H-pyran-4-yliden)propandinitril (Abkürzung: DCM1), 2-{2-Methyl-6-[2-(2,3,6,7-tetrahydro-1H,5H-benzo[ij]chinolizin-9-yl)ethenyl]-4H-pyran-4-yliden}propandinitril (Abkürzung: DCM2), N,N,N',N'-Tetrakis(4-methylphenyl)tetracen-5,11-diamin (Abkürzung: p-mPhTD), 7,14-Diphenyl-N,N,N',N'-tetrakis(4-methylphenyl)acenaphtho[1,2-a]fluoranthren-3,10-diamin (Abkürzung: p-mPhAFD), 2-{2-Isopropyl-6-[2-(1,1,7,7-tetramethyl-2,3,6,7-tetrahydro-1 H,5H-benzo[ij]chinolizin-9-yl)ethenyl]-4H-pyran-4-yliden}propandinitril (Abkürzung: DCJTI), 2-{2-tert-Butyl-6-[2-(1,1,7,7-tetramethyl-2,3,6,7-tetrahydro-1H,5H-benzo[ij]chinolizin-9-yl)ethenyl]-4H-pyran-4-yliden}propandinitril (Abkürzung: DCJTB), 2-(2,6-Bis[2-[4-(dimethylamino)phenyl]ethenyl]-4H-pyran-4-yliden)propandinitril (Abkürzung: BisDCM), 2-(2,6-Bis[2-(8-methoxy-1,1,7,7-tetramethyl-2,3,6,7-tetrahydro-1 H,5H-benzo[ij]chinolizin-9-yl)ethenyl]-4H-pyran-4-yliden}propandinitril (Abkürzung: BisDCJTM), N,N'-Diphenyl-N,N'-(1,6-pyren-diyl)bis[(6-phenylbenzo[b]naphtho[1,2-d]furan-8-amin] (Abkürzung: 1,6BnfAPrN-03), 3,10-Bis[N-(9-phenyl-9H-carbazol-2-yl)-N-phenylamino]naphtho[2,3-b;6,7-b']bisbenzofuran (Abkürzung: 3,10PCA2Nbf(IV)-02) und 3,10-Bis[A-(dibenzofuran-3-yl)-A'-phenylamino]naphtho[2,3-b;6,7-b']bisbenzofuran (Abkürzung: 3,10FrA2Nbf(IV)-02). Kondensierte aromatische Diamin-Verbindungen, typischerweise Pyrendiamin-Verbindungen, wie z. B. 1,6FLPAPrN, 1,6mMemFLPAPrN und 1,6BnfAPrN-03, werden aufgrund ihrer hohen Locheinfangeigenschaften, hohen Emissionseffizienz oder hohen Zuverlässigkeit besonders bevorzugt.

[0150] Beispiele für das Material, das in dem Fall verwendet werden kann, in dem eine phosphoreszierende Substanz als Licht emittierende Substanz in der Licht emittierenden Schicht 113 verwendet wird, sind wie folgt.

[0151] Die Beispiele umfassen einen metallorganischen Iridiumkomplex mit einem 4H-Triazol-Gerüst, wie z. B. Tris{2-[5-(2-methylphenyl)-4-(2,6-dimethylphenyl)-4H-1,2,4-triazol-3-yl-kN2]phenyl-kC}iridium(III) (Abkürzung: [Ir(mpptz-dmp)₃]), Tris(5-methyl-3,4-diphenyl-4H-1,2,4-triazolato)iridium(III) (Abkürzung: [Ir(Mptz)₃]) oder Tris[4-(3-biphenyl)-5-isopropyl-3-phenyl-4H-1,2,4-triazolato]iridium(III) (Abkürzung: [Ir(iPrptz-3b)₃]), einen metallorganischen Iridiumkomplex 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]) oder Tris(1-methyl-5-phenyl-3-propyl-1H-1,2,4-triazolato)iridium(III) (Abkürzung: [Ir(Prptz1-Me)₃]), einen metallorganischen Iridiumkomplex

mit einem Imidazol-Gerüst, wie z. B. fac-Tris[(1-2,6-diisopropylphenyl)-2-phenyl-1H-imidazol]iridium(III) (Abkürzung: [Ir(iPrpmi)₃]) oder Tris[3-(2,6-dimethylphenyl)-7-methylimidazo[1,2-f]phenanthridinato]iridium(III) (Abkürzung: [Ir(dmpimpt-Me)₃]), und einen metallorganischen Iridiumkomplex, bei dem ein Phenylpyridin-Derivat mit einer elektronenziehenden Gruppe ein Ligand ist, wie z. B. Bis[2-(4',6'-difluorphenyl)pyridinato-N, C^{2'}]iridium(III)tetrakis(1-pyrazolyl)borat (Abkürzung: Flr6), Bis[2-(4',6'-difluorphenyl)pyridinato-N, C^{2'}]iridium(III)picolinat (Abkürzung: Flrpic), Bis[2-[3',5'-bis(trifluormethyl)phenyl]pyridinato-N, C^{2'}]iridium(III)picolinat (Abkürzung: [Ir(CF₃ppy)₂(pic)]) oder Bis[2-(4',6'-difluorphenyl)pyridinato-N, C^{2'}]iridium(III)acetylacetonat (Abkürzung: Flracac). Diese Verbindungen weisen eine blaue Phosphoreszenz auf und weisen einen Emissionspeak in dem Wellenlängenbereich von 440 nm bis 520 nm auf.

[0152] Weitere Beispiele umfassen einen metallorganischen Iridiumkomplex 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)]) oder (Acetylacetonato)bis(4,6-diphenylpyrimidinato)iridium(III) (Abkürzung: [Ir(dppm)₂(acac)]), einen metallorganischen Iridiumkomplex mit einem Pyrazin-Gerüst, wie z. B. (Acetylacetonato)bis(3,5-dimethyl-2-phenylpyrazinato)iridium(III) (Abkürzung: [Ir(mppr-Me)₂(acac)]) oder (Acetylacetonato)bis(5-isopropyl-3-methyl-2-phenylpyrazinato)iridium(III) (Abkürzung: [Ir(mppr-iPr)₂(acac)]), einen metallorganischen Iridiumkomplex mit einem Pyridin-Gerüst, wie z. B. Tris(2-phenylpyridinato-N, C^{2'})iridium(III) (Abkürzung: [Ir(ppy)₃]), Bis(2-phenylpyridinato-N, C^{2'})iridium(III)acetylacetonat (Abkürzung: [Ir(ppy)₂(acac)]), Bis(benzo[h]chinolinato)iridium(III)acetylacetonat (Abkürzung: [Ir(bzq)₂(acac)]), Tris(benzo[h]chinolinato)iridium(III) (Abkürzung: [Ir(bzq)₃]), Tris(2-phenylchinolinato-N, C^{2'})iridium(III) (Abkürzung: [Ir(pq)₃]) oder Bis(2-phenylchinolinato-N, C^{2'})iridium(III)acetylacetonat (Abkürzung: [Ir(pq)₂(acac)]), und einen Seltenerdmetallkomplex, wie z. B. Tris(acetylacetonato)(monophenanthrolin)terbium(III) (Abkürzung: [Tb(acac)₃(Phen)]). Diese sind hauptsächlich Verbindungen, die eine grüne Phosphoreszenz aufweisen und einen Emissionspeak in dem Wellenlängenbereich von 500 nm bis 600 nm aufweisen. Es sei angemerkt, dass metallorganische Iridiumkomplexe mit einem Pyrimidin-Gerüst eine deutlich hohe Zuverlässigkeit oder eine deutlich hohe Emissionseffizienz aufweisen und somit besonders bevorzugt werden.

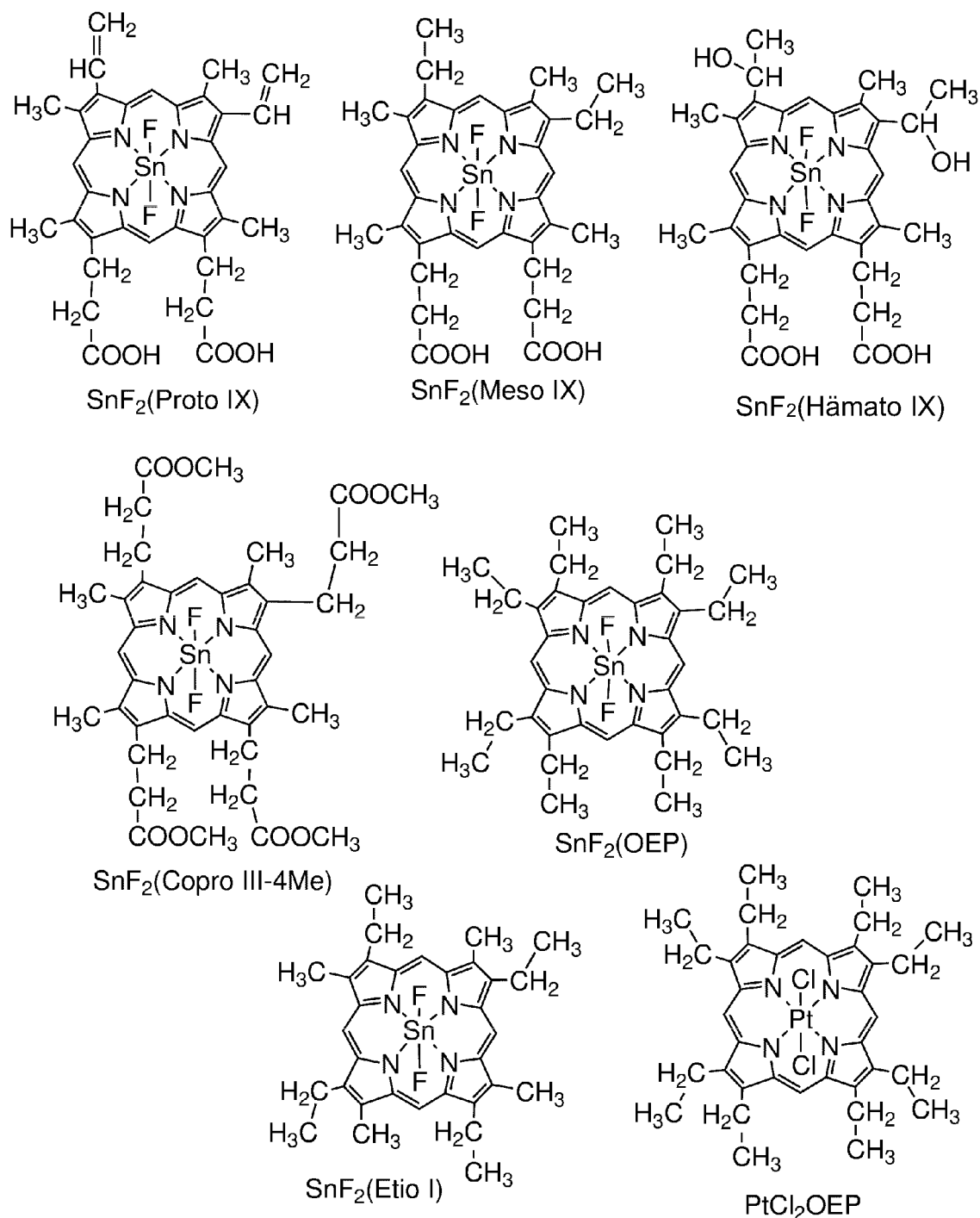
[0153] Weitere Beispiele umfassen einen metallorganischen Iridiumkomplex mit einem Pyrimidin-Gerüst, wie z. B. (Diisobutylmethanato)bis[4,6-bis(3-methylphenyl)pyrimidinato]iridium(III) (Abkürzung: [Ir(5mdppm)₂(dibm)]), Bis[4,6-bis(3-methylphenyl)pyrimidinato](dipivaloylmethanato)iridium(III) (Abkürzung: [Ir(5mdppm)₂(dpm)]), oder Bis[4,6-di(naphthalen-1-yl)pyrimidinato](dipivaloylmethanato)iridium(III) (Abkürzung: [Ir(d1npm)₂(dpm)]), einen metallorganischen Iridiumkomplex mit einem Pyrazin-Gerüst, wie z. B. (Acetylacetonato)bis(2,3,5-triphenylpyrazinato)iridium(III) (Abkürzung: [Ir(tppr)₂(acac)]), Bis(2,3,5-triphenylpyrazinato)(dipivaloylmethanato)iridium(III) (Abkürzung: [Ir(tppr)₂(dpm)]) oder (Acetylacetonato)bis[2,3-bis(4-fluorphenyl)chinoxalinato]iridium(III) (Abkürzung: [Ir(Fdpq)₂(acac)]), einen metallorganischen Iridiumkomplex mit einem Pyridin-Gerüst, wie z. B. Tris(1-phenylisochinolinato-N, C^{2'})iridium(III) (Abkürzung: [Ir(piq)₃]) oder Bis(1-phenylisochinolinato-N, C^{2'})iridium(III)acetylacetonat (Abkürzung: [Ir(piq)₂(acac)]), einen Platinkomplex, wie z. B. 2,3,7,8,12,13,17,18-Octaethyl-21H,23H-porphyrinplatin(II) (Abkürzung: PtOEP), und einen Seltenerdmetallkomplex, wie z. B. Tris(1,3-diphenyl-1,3-propandionato)(monophenanthrolin)europium(III) (Abkürzung: [Eu(DBM)₃(Phen)]) oder Tris[1-(2-thenoyl)-3,3,3-trifluoracetonato](monophenanthrolin)europium(III) (Abkürzung: [Eu(TTA)₃(Phen)]). Diese Verbindungen weisen eine rote Phosphoreszenz auf und weisen einen Emissionspeak in dem Wellenlängenbereich von 600 nm bis 700 nm auf. Metallorganische Iridiumkomplexe mit einem Pyrazin-Gerüst können eine rote Lichtemission mit vorteilhafter Chromatizität bereitstellen.

[0154] Neben den vorstehend beschriebenen phosphoreszierenden Verbindungen können auch bekannte phosphoreszierende Verbindungen ausgewählt und verwendet werden.

[0155] Beispiele für das TADF-Material umfassen ein Fullerene, ein Derivat davon, ein Acridin, ein Derivat davon und ein Eosin-Derivat. Ferner kann 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, angegeben werden. Beispiele für das metallhaltige Porphyrin umfassen einen Protoporphyrin-Zinnfluorid-Komplex (SnF₂(Proto IX)), einen Mesoporphyrin-Zinnfluorid-Komplex (SnF₂(Meso IX)), einen Hämatoporphyrin-Zinnfluorid-Komplex (SnF₂(Hämato IX)), einen Coproporphyrin-Tetramethylester-Zinnfluorid-Komplex (SnF₂(Copro III-4Me)), einen Octaethylporphyrin-Zinnfluorid-Komplex (SnF₂(OEP)), einen Etioporphyrin-Zinnfluorid-Komplex (SnF₂(Etio I)) und einen Octaethylporphyrin-Platinchlorid-Komplex (PtCl₂OEP), welche durch

die folgenden Strukturformeln dargestellt werden.

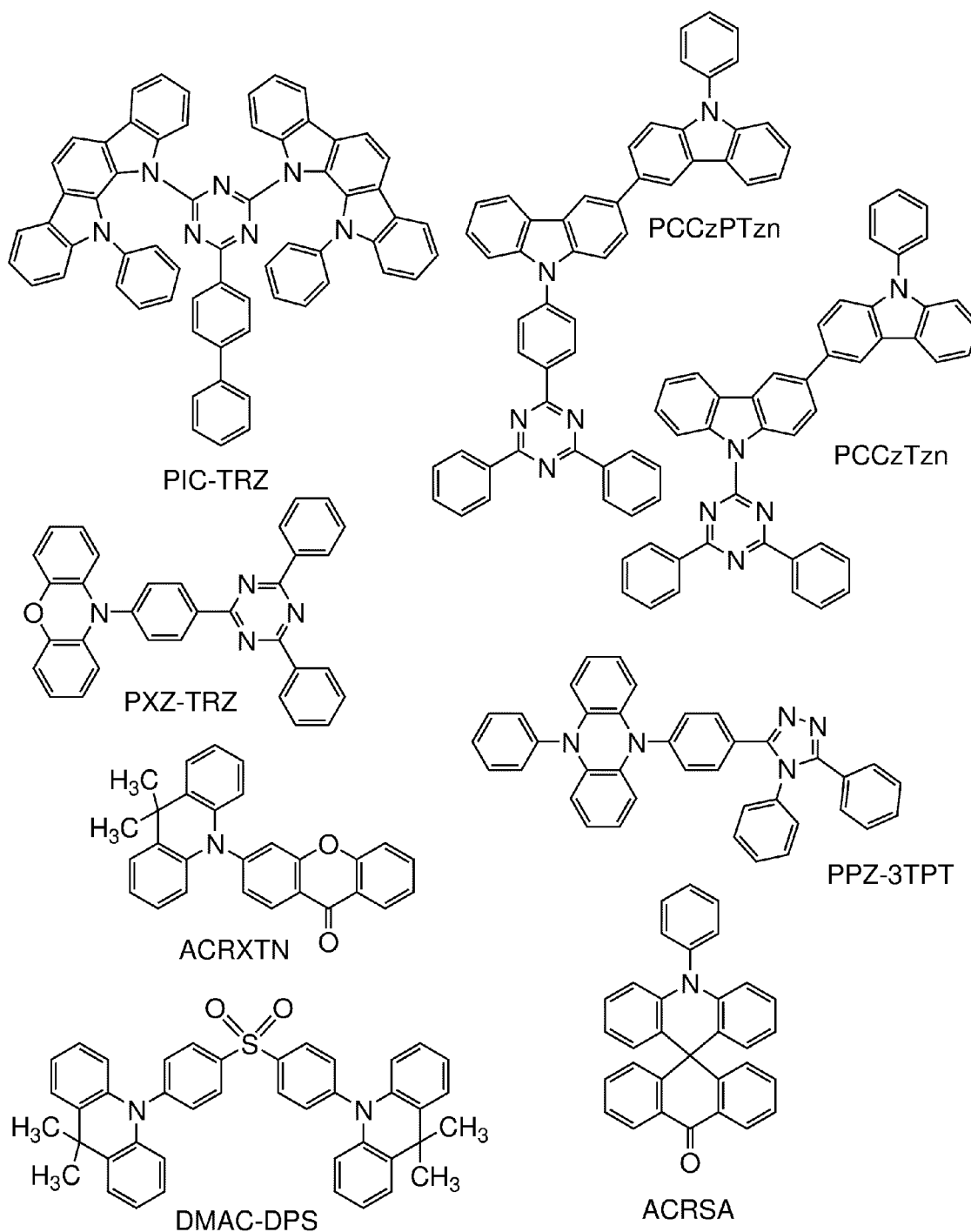
[Chemische Formel 44]



[0156] Alternativ kann eine heterocyclische Verbindung, die einen π -elektronenreichen heteroaromatischen Ring und/oder einen π -elektronenarmen heteroaromatischen Ring aufweist und durch eine der folgenden Strukturformeln dargestellt wird, 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), 9-(4,6-Diphenyl-1,3,5-triazin-2-yl)-9'-phenyl-9H,9'H-3,3'-bicarbazol (Abkürzung: PCCzTzn), 9-[4-(4,6-Diphenyl-1,3,5-triazin-2-yl)phenyl]-9'-phenyl-9H,9'H-3,3'-bicarbazol (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. Eine derartige heterocyclische Verbindung wird aufgrund der

hohen Elektronentransport- und Lochtransporteigenschaften bevorzugt, da sie einen π -elektronenreichen heteroaromatischen Ring und einen π -elektronenarmen heteroaromatischen Ring aufweist. Unter Gerüsten mit dem π -elektronenarmen heteroaromatischen Ring werden ein Pyridin-Gerüst, ein Diazin-Gerüst (ein Pyrimidin-Gerüst, ein Pyrazin-Gerüst und ein Pyridazin-Gerüst) und ein Triazin-Gerüst aufgrund ihrer hohen Stabilität und hohen Zuverlässigkeit bevorzugt. Insbesondere werden ein Benzofuopyrimidin-Gerüst, ein Benzo-thienopyrimidin-Gerüst, ein Benzofuopyrazin-Gerüst und ein Benzo-thienopyrazin-Gerüst aufgrund ihrer hohen Akzeptoreigenschaften und hohen Zuverlässigkeit bevorzugt. Unter Gerüsten mit dem π -elektronenreichen heteroaromatischen Ring weisen ein Acridin-Gerüst, ein Phenoxazin-Gerüst, ein Phenothiazin-Gerüst, ein Furan-Gerüst, ein Thiophen-Gerüst und ein Pyrrol-Gerüst eine hohe Stabilität und eine hohe Zuverlässigkeit auf; deshalb ist mindestens eines dieser Gerüste vorzugsweise enthalten. Als Furan-Gerüst wird ein Dibenzofuran-Gerüst bevorzugt, und als Thiophen-Gerüst wird ein Dibenzothiophen-Gerüst bevorzugt. Als Pyrrol-Gerüst werden insbesondere ein Indol-Gerüst, ein Carbazol-Gerüst, ein Indolocarbazol-Gerüst, ein Bicarbazol-Gerüst und ein 3-(9-Phenyl-9H-carbazol-3-yl)-9H-carbazol-Gerüst bevorzugt. 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 sowohl die Elektronendonatoreigenschaft des π -elektronenreichen heteroaromatischen Rings als auch die Elektronenakzeptoreigenschaft des π -elektronenarmen heteroaromatischen Rings verbessert werden, die Energiedifferenz zwischen dem S1-Niveau und dem T1-Niveau klein wird und somit eine thermisch aktivierte verzögerte Fluoreszenz mit hoher Effizienz erhalten werden kann. Es sei angemerkt, dass ein aromatischer Ring, an den eine elektronenziehende Gruppe, wie z. B. eine Cyano-Gruppe, gebunden ist, anstelle des π -elektronenarmen heteroaromatischen Rings verwendet werden kann. Als π -elektronenreiches Gerüst kann ein aromatisches Amin-Gerüst, ein Phenazin-Gerüst oder dergleichen verwendet werden. Als π -elektronenarmes Gerüst kann ein Xanthen-Gerüst, ein Thioxanthendioxid-Gerüst, ein Oxadiazol-Gerüst, ein Triazol-Gerüst, ein Imidazol-Gerüst, ein Anthrachinon-Gerüst, ein borhaltiges Gerüst, wie z. B. Phenylboran und Boranthren, ein aromatischer Ring oder ein heteroaromatischer Ring mit einer Nitril-Gruppe oder einer Cyano-Gruppe, wie z. B. Benzozonitril oder Cyanobenzol, ein Carbonyl-Gerüst, wie z. B. Benzophenon, ein Phosphinoxid-Gerüst, ein Sulfon-Gerüst oder dergleichen verwendet werden. Wie vorstehend beschrieben, können ein π -elektronenarmes Gerüst und ein π -elektronenreiches Gerüst anstelle des π -elektronenarmen heteroaromatischen Rings und/oder des π -elektronenreichen heteroaromatischen Rings verwendet werden.

[Chemische Formel 45]



[0157] Es sei angemerkt, dass ein TADF-Material ein Material ist, das eine kleine Differenz zwischen dem S1-Niveau und dem T1-Niveau aufweist und eine Funktion zum Umwandeln der Triplett-Anregungsenergie in die Singulett-Anregungsenergie durch umgekehrtes Intersystem-Crossing aufweist. Ein TADF-Material kann somit unter Verwendung einer geringen Menge an thermischer Energie die Triplett-Anregungsenergie in die Singulett-Anregungsenergie aufwärts wandeln (d. h. umgekehrtes Intersystem-Crossing) und effizient einen Singulett-Anregungszustand erzeugen. Außerdem kann die Triplett-Anregungsenergie in Lumineszenz umgewandelt werden.

[0158] Ein Exciplex, dessen Anregungszustand von zwei Arten von Substanzen gebildet wird, weist eine sehr kleine Differenz zwischen dem S1-Niveau und dem T1-Niveau auf und dient als TADF-Material, das die Triplett-Anregungsenergie in die Singulett-Anregungsenergie umwandeln kann.

[0159] Ein Phosphoreszenzspektrum, das bei niedriger Temperatur (z. B. 77 K bis 10 K) wahrgenommen wird, wird für einen Index des T1-Niveaus verwendet. Wenn das Niveau der Energie mit einer Wellenlänge

der Linie, die durch Extrapolation einer Tangente an das Fluoreszenzspektrum an einem Schwanz auf der kurzwelligen Seite erhalten wird, das S1-Niveau ist und das Niveau der Energie mit einer Wellenlänge der Linie, die durch Extrapolation einer Tangente an das Phosphoreszenzspektrum an einem Schwanz auf der kurzwelligen Seite erhalten wird, das T1-Niveau ist, ist die Differenz zwischen dem S1-Niveau und dem T1-Niveau des TADF-Materials bevorzugt kleiner als oder gleich 0,3 eV, bevorzugt kleiner als oder gleich 0,2 eV.

[0160] Wenn ein TADF-Material als Licht emittierende Substanz verwendet wird, ist das S1-Niveau des Wirtsmaterials vorzugsweise höher als dasjenige des TADF-Materials. Des Weiteren ist das T1-Niveau des Wirtsmaterials vorzugsweise höher als dasjenige des TADF-Materials.

[0161] Als Wirtsmaterial der Licht emittierenden Schicht können verschiedene Ladungsträgertransportmaterialien verwendet werden, wie z. B. Materialien mit einer Elektronentransporteigenschaft, Materialien mit einer Lochtransporteigenschaft und die TADF-Materialien.

[0162] Das Material mit einer Lochtransporteigenschaft ist vorzugsweise eine organische Verbindung, die ein Amin-Gerüst oder ein π -elektronenreiches heteroaromatisches Ring-Gerüst aufweist. Beispiele für das Material umfassen eine Verbindung mit einem aromatischen Amin-Gerüst, wie z. B. 4,4'-Bis[N-(1-naphthyl)-N-phenylamino]biphenyl (Abkürzung: NPB), 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), 4,4'-Diphenyl-4'-(9-phenyl-9H-carbazol-3-yl)triphenylamin (Abkürzung: PCBB1BP), 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) oder N-Phenyl-N-[4-(9-phenyl-9H-carbazol-3-yl)phenyl]-9,9'-spirobifluoren-2-amin (Abkürzung: PCBASF), eine Verbindung 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) oder 3,3'-Bis(9-phenyl-9H-carbazol) (Abkürzung: PCCP), eine Verbindung 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: DBTFLP-III) oder 4-[4-(9-Phenyl-9H-fluoren-9-yl)phenyl]-6-phenyldibenzothiophen (Abkürzung: DBTFLP-IV), und eine Verbindung mit einem Furan-Gerüst, wie z. B. 4,4',4''-(Benzol-1,3,5-triyl)tri(dibenzofuran) (Abkürzung: DBF3P-II) oder 4-{3-[3-(9-Phenyl-9H-fluoren-9-yl)phenyl]phenyl}dibenzofuran (Abkürzung: mmDBFFLBI-II). Unter den vorstehenden Materialien werden die Verbindung mit einem aromatischen Amin-Gerüst und die Verbindung mit einem Carbazol-Gerüst bevorzugt, da diese Verbindungen sehr zuverlässig sind, hohe Lochtransporteigenschaften aufweisen und zu einer Verringerung der Betriebsspannung beitragen. Außerdem können auch die organischen Verbindungen verwendet werden, die als Beispiele für das Material mit einer Lochtransporteigenschaft, das für die Lochtransportschicht 112 verwendet werden kann, angegeben worden sind.

[0163] Als Material mit einer Elektronentransporteigenschaft wird beispielsweise ein Metallkomplex, wie z. B. Bis(10-hydroxybenzo[h]chinolinato)beryllium(II) (Abkürzung: BeBq₂), Bis(2-methyl-8-chinolinolato)(4-phenylphenolato)aluminium(III) (Abkürzung: BA1q), Bis(8-chinolinolato)zink(II) (Abkürzung: Znq), Bis[2-(2-benzoxazolyl)phenolato]zink(II) (Abkürzung: ZnPBO) oder Bis[2-(2-benzothiazolyl)phenolato]zink(II) (Abkürzung: ZnBTZ), oder eine organische Verbindung bevorzugt, die ein π -elektronenarmes heteroaromatisches Ring-Gerüst aufweist. Beispiele für die organische Verbindung, die ein π -elektronenarmes heteroaromatisches Ring-Gerüst aufweist, umfassen eine heterocyclische Verbindung mit einem Polyazol-Gerüst, wie z. B. 2-(4-Biphenyl)-5-(4-tert-butylphenyl)-1,3,4-oxadiazol (Abkürzung: PBD), 3-(4-Biphenyl)-4-phenyl-5-(4-tert-butylphenyl)-1,2,4-triazol (Abkürzung: TAZ), 1,3-Bis[5-(p-tert-butylphenyl)-1,3,4-oxadiazol-2-yl]benzol (Abkürzung: OXD-7), 9-[4-(5-Phenyl-1,3,4-oxadiazol-2-yl)phenyl]-9H-carbazol (Abkürzung: CO11), 2,2',2''-(1,3,5-Benzoltriyl)tris(1-phenyl-1H-benzimidazol) (Abkürzung: TPBI) oder 2-[3-(Dibenzothiophen-4-yl)phenyl]-1-phenyl-1H-benzimidazol (Abkürzung: mDBTBI-II), eine heterocyclische Verbindung mit einem Diazin-Gerüst, wie z. B. 2-[3-(Dibenzothiophen-4-yl)phenyl]dibenzo[f,ö]chinoxalin (Abkürzung: 2mDBTPDBq-II), 2-[3'-(Dibenzothiophen-4-yl)biphenyl-3-yl]dibenzo[f,h]chinoxalin (Abkürzung: 2mDBTPDBq-II), 2-[3'-(9H-Carbazol-9-yl)biphenyl-3-yl]dibenzo[f,ö]chinoxalin (Abkürzung: 2mCzBPDBq), 4,6-Bis[3-(phenanthren-9-yl)phenyl]pyrimidin (Abkürzung: 4,6mPnP2Pm) oder 4,6-Bis[3-(4-dibenzothiophenyl)phenyl]pyrimidin (Abkürzung: 4,6mDBTP2Pm-II), eine heterocyclische Verbindung mit einem Pyridin-Gerüst, wie z. B. 3,5-Bis[3-(9H-carbazol-9-yl)phenyl]pyridin (Abkürzung: 35DCzPPy) oder 1,3,5-Tri[3-(3-pyridyl)phenyl]benzol (Abkürzung: TmPyPB), und eine heterocyclische Verbindung mit einem Triazin-Gerüst, wie z. B. 2-[3'-(9,9-Dimethyl-9H-

fluoren-2-yl)-1,1'-biphenyl-3-yl]-4,6-diphenyl-1,3,5-triazin (Abkürzung: mFBPTzn), 2-[(1,1'-Biphenyl)-4-yl]-4-phenyl-6-[9,9'-spirobi(9H-fluoren)-2-yl]-1,3,5-triazin (Abkürzung: BP-SFTzn), 2-{3-[3-(Benzo[b]naphtho[1,2-d]furan-8-yl)phenyl]phenyl}-4,6-diphenyl-1,3,5-triazin (Abkürzung: mBnfBPTzn) oder 2-{3-[3-(Benzo[b]naphtho[1,2-d]furan-6-yl)phenyl]phenyl}-4,6-diphenyl-1,3,5-triazin (Abkürzung: mBnfBPTzn-02). Unter den vorstehenden Materialien weisen die heterocyclische Verbindung mit einem Diazin-Gerüst, die heterocyclische Verbindung mit einem Pyridin-Gerüst und die heterocyclische Verbindung mit einem Triazin-Gerüst eine hohe Zuverlässigkeit auf und werden somit bevorzugt. Insbesondere weisen die heterocyclische Verbindung mit einem Diazin- (Pyrimidin- oder Pyrazin-) Gerüst und die heterocyclische Verbindung mit einem Triazin-Gerüst eine hohe Elektronentransporteigenschaft auf, wodurch sie zu einer Verringerung der Betriebsspannung beitragen.

[0164] Als TADF-Material, das als Wirtsmaterial verwendet werden kann, können auch die vorstehenden Materialien, die als TADF-Material erwähnt werden, verwendet werden. Wenn das TADF-Material als Wirtsmaterial verwendet wird, wird die Triplett-Anregungsenergie, die in dem TADF-Material erzeugt wird, durch umgekehrtes Intersystem-Crossing in die Singulett-Anregungsenergie umgewandelt und auf die Licht emittierende Substanz übertragen, wodurch die Emissionseffizienz der Licht emittierenden Vorrichtung erhöht werden kann. Hier dient das TADF-Material als Energiedonator, und die Licht emittierende Substanz dient als Energieakzeptor.

[0165] Dies ist in dem Fall sehr effektiv, in dem die Licht emittierende Substanz eine fluoreszierende Substanz ist. In diesem Fall ist das S1-Niveau des TADF-Materials vorzugsweise höher als dasjenige der fluoreszierenden Substanz, damit eine hohe Emissionseffizienz erzielt werden kann. Ferner ist das T1-Niveau des TADF-Materials vorzugsweise höher als das S1-Niveau der fluoreszierenden Substanz. Deshalb ist das T1-Niveau des TADF-Materials vorzugsweise höher als dasjenige der fluoreszierenden Substanz.

[0166] Auch ein TADF-Material, das Licht emittiert, dessen Wellenlänge sich mit der Wellenlänge eines Absorptionsbandes auf der Seite der niedrigsten Energie der fluoreszierenden Substanz überlappt, wird vorzugsweise verwendet. Dadurch kann die Anregungsenergie von dem TADF-Material auf die fluoreszierende Substanz problemlos übertragen werden und eine Lichtemission demzufolge effizient erhalten werden, was vorzuziehen ist.

[0167] Außerdem tritt eine Ladungsträgerrekombination vorzugsweise in dem TADF-Material auf, damit die Singulett-Anregungsenergie von der Triplett-Anregungsenergie durch umgekehrtes Intersystem-Crossing effizient erzeugt wird. Es wird auch bevorzugt, dass die Triplett-Anregungsenergie, die in dem TADF-Material erzeugt wird, nicht auf die Triplett-Anregungsenergie der fluoreszierenden Substanz übertragen wird. Aus diesem Grund weist die fluoreszierende Substanz vorzugsweise eine Schutzgruppe um einen Luminophor (ein Gerüst, das eine Lichtemission erzeugt) der fluoreszierenden Substanz herum auf. Als Schutzgruppe werden vorzugsweise ein Substituent, der keine π -Bindung aufweist, und ein gesättigter Kohlenwasserstoff verwendet. Spezifische Beispiele umfassen eine Alkyl-Gruppe mit 3 bis 10 Kohlenstoffatomen, eine substituierte oder nicht substituierte Cycloalkyl-Gruppe mit 3 bis 10 Kohlenstoffatomen und eine Trialkylsilyl-Gruppe mit 3 bis 10 Kohlenstoffatomen. Es wird stärker bevorzugt, dass die fluoreszierende Substanz eine Vielzahl von Schutzgruppen aufweist. Die Substituenten, die keine π -Bindung aufweisen, weisen eine schlechte Ladungsträgertransportleistung auf; deshalb können das TADF-Material und der Luminophor der fluoreszierenden Substanz mit geringem Einfluss auf den Ladungsträgertransport oder die Ladungsträgerrekombination voneinander entfernt werden. Der Luminophor bezieht sich hier auf eine Atomgruppe (Gerüst), die die Lichtemission in einer fluoreszierenden Substanz herbeiführt. Der Luminophor ist vorzugsweise ein Gerüst mit einer π -Bindung, bevorzugter umfasst er einen aromatischen Ring, und noch bevorzugter weist er einen kondensierten aromatischen Ring oder einen kondensierten heteroaromatischen Ring auf. Beispiele für den kondensierten aromatischen Ring oder den kondensierten heteroaromatischen Ring umfassen ein Phenanthren-Gerüst, ein Stilben-Gerüst, ein Acridon-Gerüst, ein Phenoxazin-Gerüst und ein Phenothiazin-Gerüst. Insbesondere wird eine fluoreszierende Substanz mit einem Naphthalen-Gerüst, einem Anthracen-Gerüst, einem Fluoren-Gerüst, einem Chrysen-Gerüst, einem Triphenylen-Gerüst, einem Tetracen-Gerüst, einem Pyren-Gerüst, einem Perylen-Gerüst, einem Cumarin-Gerüst, einem Chinacridon-Gerüst oder einem Naphthobisbenzofuran-Gerüst aufgrund ihrer hohen Fluoreszenzquantenausbeute bevorzugt.

[0168] In dem Fall, in dem eine fluoreszierende Substanz als Licht emittierende Substanz verwendet wird, wird ein Material mit einem Anthracen-Gerüst in geeigneter Weise als Wirtsmaterial verwendet. Die Verwendung einer Substanz mit einem Anthracen-Gerüst als Wirtsmaterial für die fluoreszierende Substanz ermöglicht, dass eine Licht emittierende Schicht, die eine hohe Emissionseffizienz und eine hohe Beständigkeit aufweist, erhalten wird. Unter den Substanzen mit einem Anthracen-Gerüst ist eine Substanz mit einem

Diphenylanthracen-Gerüst, insbesondere eine Substanz mit einem 9,10-Diphenylanthracen-Gerüst, chemisch stabil und wird somit vorzugsweise als Wirtsmaterial verwendet. Das Wirtsmaterial weist vorzugsweise ein Carbazol-Gerüst auf, da die Lochinjektions- und Lochtransporteigenschaften verbessert werden; stärker bevorzugt weist das Wirtsmaterial ein Benzocarbazol-Gerüst, in dem ein Benzol-Ring ferner zu Carbazol kondensiert ist, auf, da das HOMO-Niveau davon um ungefähr 0,1 eV flacher ist als dasjenige von Carbazol und somit Löcher leicht in das Wirtsmaterial eindringen. Insbesondere weist das Wirtsmaterial vorzugsweise ein Dibenzocarbazol-Gerüst auf, da das HOMO-Niveau davon um ungefähr 0,1 eV flacher ist als dasjenige von Carbazol, so dass Löcher leicht in das Wirtsmaterial eindringen, die Lochtransporteigenschaft verbessert wird und die Wärmebeständigkeit erhöht wird. Folglich wird eine Substanz, die sowohl ein 9,10-Diphenylanthracen-Gerüst als auch ein Carbazol-Gerüst (oder ein Benzocarbazol- oder Dibenzocarbazol-Gerüst) aufweist, ferner als Wirtsmaterial bevorzugt. Es sei angemerkt, dass im Hinblick auf die vorstehend beschriebenen Lochinjektions- und Lochtransporteigenschaften anstelle eines Carbazol-Gerüsts ein Benzofluoren-Gerüst oder ein Dibenzofluoren-Gerüst verwendet werden kann. Beispiele für eine derartige Substanz 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-(N-Carbazolyl)]phenyl-10-phenylanthracen (Abkürzung: CzPA), 7-[4-(10-Phenyl-9-anthryl)phenyl]-7H-dibenzo[c,g]carbazol (Abkürzung: cgDBCzPA), 6-[3-(9,10-Diphenyl-2-anthryl)phenyl]-benzo[b]naphtho[1,2-d]furan (Abkürzung: 2mBnfPPA), 9-Phenyl-10-{4-(9-phenyl-9H-fluoren-9-yl)biphenyl-4'-yl}anthracen (Abkürzung: FLPPA) und 9-(1-Naphthyl)-10-[4-(2-naphthyl)phenyl]anthracen (Abkürzung: α N- β NPAnth). Insbesondere weisen CzPA, cgDBCzPA, 2mBnfPPA und PCzPA ausgezeichnete Eigenschaften auf, und sie werden somit vorzugsweise ausgewählt.

[0169] Es sei angemerkt, dass das Wirtsmaterial eine Mischung aus mehreren Arten von Substanzen sein kann; im Falle der Verwendung eines gemischten Wirtsmaterials wird vorzugsweise ein Material mit einer Elektronentransporteigenschaft mit einem Material mit einer Lochtransporteigenschaft gemischt. Indem das Material mit einer Elektronentransporteigenschaft mit dem Material mit einer Lochtransporteigenschaft gemischt wird, kann die Transporteigenschaft der Licht emittierenden Schicht 113 leicht angepasst werden, und ein Rekombinationsbereich kann leicht gesteuert werden. Das Gewichtsverhältnis des Gehalts des Materials mit einer Lochtransporteigenschaft zu dem Gehalt des Materials mit einer Elektronentransporteigenschaft kann 1:19 bis 19:1 sein.

[0170] Es sei angemerkt, dass eine phosphoreszierende Substanz als Teil des gemischten Materials verwendet werden kann. Wenn eine fluoreszierende Substanz als Licht emittierende Substanz verwendet wird, kann eine phosphoreszierende Substanz als Energiedonator zum Zuführen der Anregungsenergie zu der fluoreszierenden Substanz verwendet werden.

[0171] Ein Exciplex kann aus diesen gemischten Materialien gebildet werden. Diese gemischten Materialien werden vorzugsweise derart ausgewählt, dass sie einen Exciplex bilden, der Licht emittiert, dessen Wellenlänge sich mit der Wellenlänge eines Absorptionsbandes auf der Seite der niedrigsten Energie der Licht emittierenden Substanz überlappt, wobei in diesem Fall die Energie problemlos übertragen werden kann und eine Lichtemission effizient erhalten werden kann. Die Verwendung einer derartigen Struktur wird bevorzugt, da die Betriebsspannung auch verringert werden kann.

[0172] Es sei angemerkt, dass mindestens eines der Materialien, die einen Exciplex bilden, eine phosphoreszierende Substanz sein kann. In diesem Fall kann die Triplett-Anregungsenergie durch umgekehrtes Inter-system-Crossing effizient in die Singulett-Anregungsenergie umgewandelt werden.

[0173] Eine Kombination eines Materials mit einer Elektronentransporteigenschaft und eines Materials mit einer Lochtransporteigenschaft, dessen HOMO-Niveau höher als oder gleich demjenigen des Materials mit einer Elektronentransporteigenschaft ist, wird zur effizienten Bildung eines Exciplexes bevorzugt. Zudem ist das LUMO-Niveau des Materials mit einer Lochtransporteigenschaft vorzugsweise höher als oder gleich demjenigen des Materials mit einer Elektronentransporteigenschaft. Es sei angemerkt, dass die LUMO-Niveaus und die HOMO-Niveaus der Materialien von den elektrochemischen Eigenschaften (den Reduktionspotentialen und den Oxidationspotentialen) der Materialien, die durch Cyclovoltammetrie (CV) gemessen werden, abgeleitet werden können.

[0174] Die Bildung eines Exciplexes kann beispielsweise durch ein Phänomen festgestellt werden, bei dem das Emissionsspektrum des Mischfilms, in dem das Material mit einer Lochtransporteigenschaft und das Material mit einer Elektronentransporteigenschaft gemischt sind, auf die Seite der längeren Wellenlänge als das Emissionsspektrum jedes der Materialien verschoben wird (oder das Emissionsspektrum einen anderen Peak auf der Seite der längeren Wellenlänge aufweist), wobei das Phänomen durch einen Vergleich der

Emissionsspektren des Materials mit einer Lochtransporteigenschaft, des Materials mit einer Elektronentransporteigenschaft und des Mischfilms dieser Materialien beobachtet wird. Alternativ kann die Bildung eines Exciplexes durch einen Unterschied der transienten Reaktion, wie z. B. ein Phänomen, bei dem die transiente PL-Lebensdauer des Mischfilms mehr langlebige Komponenten oder einen größeren Anteil verzögerter Komponenten aufweist als diejenige jedes der Materialien, festgestellt werden, wobei der Unterschied durch einen Vergleich der transienten Photolumineszenz (PL) des Materials mit einer Lochtransporteigenschaft, des Materials mit einer Elektronentransporteigenschaft und des Mischfilms der Materialien beobachtet wird. Die transiente PL kann als transiente Elektrolumineszenz (EL) umformuliert werden. Das heißt, dass die Bildung eines Exciplexes auch durch einen Unterschied der transienten Reaktion festgestellt werden kann, der durch einen Vergleich der transienten EL des Materials mit einer Lochtransporteigenschaft, des Materials mit einer Elektronentransporteigenschaft und des Mischfilms der Materialien beobachtet wird.

[0175] Die Elektronentransportschicht 114 enthält eine Substanz mit einer Elektronentransporteigenschaft. Als Substanz mit einer Elektronentransporteigenschaft kann eine der vorstehenden Substanzen mit Elektronentransporteigenschaften verwendet werden, die als Wirtsmaterial verwendet werden können.

[0176] Die Elektronenbeweglichkeit der Elektronentransportschicht 114 ist in dem Fall, in dem die Quadratwurzel der elektrischen Feldstärke [V/cm] 600 ist, vorzugsweise höher als oder gleich $1 \times 10^{-7} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ und niedriger als oder gleich $5 \times 10^{-5} \text{ cm}^2/\text{Vs}$. Die Menge der in die Licht emittierende Schicht injizierten Elektronen kann durch die Verringerung der Elektronentransporteigenschaft der Elektronentransportschicht 114 gesteuert werden, wodurch verhindert werden kann, dass die Licht emittierende Schicht überschüssige Elektronen aufweist. Es wird besonders bevorzugt, dass diese Struktur zum Einsatz kommt, wenn die Lochinjektionsschicht unter Verwendung eines Verbundmaterials ausgebildet wird, das ein Material mit einer Lochtransporteigenschaft enthält, das ein relativ tiefes HOMO-Niveau von -5,7 eV oder höher und -5,4 eV oder niedriger aufweist, wobei in diesem Fall eine lange Lebensdauer erzielt werden kann. In diesem Fall weist das Material mit einer Elektronentransporteigenschaft vorzugsweise ein HOMO-Niveau von -6,0 eV oder höher auf.

[0177] Es gibt vorzugsweise eine Differenz (einschließlich 0) zwischen den Konzentrationen des Alkalimetalls oder des Metallkomplexes des Alkalimetalls in der Dickenrichtung der Elektronentransportschicht 114.

[0178] Als Elektroneninjectionsschicht 115 kann eine Schicht, die ein Alkalimetall, ein Erdalkalimetall, eine Verbindung davon oder einen Komplex davon, wie z. B. Lithiumfluorid (LiF), Cäsiumfluorid (CsF), Calciumfluorid (CaF_2) oder 8-Chinolinolato-Lithium (Abkürzung: Liq), enthält, zwischen der Elektronentransportschicht 114 und der Kathode 102 bereitgestellt werden. Als Elektroneninjectionsschicht 115 kann ein Elektrid oder eine Schicht, die unter Verwendung einer Substanz mit einer Elektronentransporteigenschaft ausgebildet wird und ein Alkalimetall, ein Erdalkalimetall oder eine Verbindung davon enthält, verwendet werden. Beispiele für das Elektrid umfassen eine Substanz, in der Elektronen mit einer hohen Konzentration zu Calciumoxid-Aluminiumoxid zugesetzt sind.

[0179] Es sei angemerkt, dass als Elektroneninjectionsschicht 115 eine Schicht verwendet werden kann, die eine Substanz, die eine Elektronentransporteigenschaft aufweist (vorzugsweise eine organische Verbindung mit einem Bipyridin-Gerüst), enthält und ein Fluorid des Alkalimetalls oder des Erdalkalimetalls mit einer Konzentration von höher als derjenigen, mit der die Elektroneninjectionsschicht 115 in einen mikrokristallinen Zustand wird (50 Gew.-% oder höher), enthält. Da die Schicht einen niedrigen Brechungsindex aufweist, kann eine Licht emittierende Vorrichtung, die die Schicht umfasst, eine hohe externe Quanteneffizienz aufweisen.

[0180] Anstelle der Elektroneninjectionsschicht 115 in **Fig. 1A** kann die Ladungserzeugungsschicht 116 bereitgestellt werden (**Fig. 1B**). Die Ladungserzeugungsschicht 116 bezeichnet eine Schicht, die beim Anlegen eines Potentials zum Injizieren von Löchern in eine Schicht in Kontakt mit der Kathodenseite der Ladungserzeugungsschicht und Elektronen in eine Schicht in Kontakt mit ihrer Anodenseite im Stande ist. Die Ladungserzeugungsschicht 116 umfasst mindestens eine p-Typ-Schicht 117. Die p-Typ-Schicht 117 wird vorzugsweise unter Verwendung eines der Verbundmaterialien ausgebildet, die vorstehend als Beispiele für Materialien, die für die Lochinjektionsschicht 111 verwendet werden können, angegeben worden sind. Die p-Typ-Schicht 117 kann ausgebildet werden, indem ein Film, der als in dem Verbundmaterial enthaltenes Material das vorstehend beschriebene Akzeptormaterial enthält, und ein Film, der ein Lochtransportmaterial enthält, übereinander angeordnet werden. Wenn ein Potential an die p-Typ-Schicht 117 angelegt wird, werden Elektronen in die Elektronentransportschicht 114 und Löcher in die Kathode 102 injiziert; auf diese Weise arbeitet die Licht emittierende Vorrichtung

[0181] Es sei angemerkt, dass die Ladungserzeugungsschicht 116 vorzugsweise zusätzlich zu der p-Typ-Schicht 117 eine Elektronenweiterleitungsschicht 118 und/oder eine Elektroneninjektionspufferschicht 119 umfasst.

[0182] Die Elektronenweiterleitungsschicht 118 enthält mindestens die Substanz mit einer Elektronentransporteigenschaft und weist eine Funktion zum Verhindern einer Wechselwirkung zwischen der Elektroneninjektionspufferschicht 119 und der p-Typ-Schicht 117 und eine Funktion zum problemlosen Übertragen von Elektronen auf. Das LUMO-Niveau der in der Elektronenweiterleitungsschicht 118 enthaltenen Substanz mit einer Elektronentransporteigenschaft liegt vorzugsweise zwischen dem LUMO-Niveau der Akzeptorsubstanz in der p-Typ-Schicht 117 und dem LUMO-Niveau einer Substanz in einer Schicht der Elektronentransportschicht 114, die in Kontakt mit der Ladungserzeugungsschicht 116 ist. Als konkreter Wert des Energieniveaus ist das LUMO-Niveau der Substanz mit einer Elektronentransporteigenschaft in der Elektronenweiterleitungsschicht 118 bevorzugt höher als oder gleich -5,0 eV, bevorzugter höher als oder gleich -5,0 eV und niedriger als oder gleich -3,0 eV. Es sei angemerkt, dass als Substanz mit einer Elektronentransporteigenschaft in der Elektronenweiterleitungsschicht 118 vorzugsweise ein auf Phthalocyanin basierendes Material oder ein Metallkomplex, der eine Metall-Sauerstoff-Bindung und einen aromatischen Liganden aufweist, verwendet wird.

[0183] Für die Elektroneninjektionspufferschicht 119 kann eine Substanz mit einer hohen Elektroneninjektionseigenschaft, wie z. B. ein Alkalimetall, ein Erdalkalimetall, ein Seltenerdmetall oder eine Verbindung davon (eine Alkalimetall-Verbindung (darunter auch ein Oxid, wie z. B. Lithiumoxid, ein Halogenid und ein Carbonat, wie z. B. Lithiumcarbonat oder Cäsiumcarbonat), eine Erdalkalimetall-Verbindung (darunter auch ein Oxid, ein Halogenid und ein Carbonat) oder eine Seltenerdmetall-Verbindung (darunter auch ein Oxid, ein Halogenid und ein Carbonat)), verwendet werden.

[0184] In dem Fall, in dem die Elektroneninjektionspufferschicht 119 die Substanz mit einer Elektronentransporteigenschaft und eine Donatorsubstanz enthält, kann eine organische Verbindung, wie z. B. Tetrathianaphthacen (Abkürzung: TTN), Nickelocen oder Decamethylnickelocen, als Donatorsubstanz verwendet werden, ebenso wie ein Alkalimetall, ein Erdalkalimetall, ein Seltenerdmetall, eine Verbindung davon (z. B. eine Alkalimetall-Verbindung (darunter auch ein Oxid, wie z. B. Lithiumoxid, ein Halogenid und ein Carbonat, wie z. B. Lithiumcarbonat oder Cäsiumcarbonat), eine Erdalkalimetall-Verbindung (darunter auch ein Oxid, ein Halogenid und ein Carbonat) oder eine Seltenerdmetall-Verbindung (darunter auch ein Oxid, ein Halogenid und ein Carbonat)).

[0185] Als Substanz mit einer Elektronentransporteigenschaft kann ein Material, das dem vorstehend beschriebenen Material für die Elektronentransportschicht 114 ähnlich ist, verwendet werden. Da das vorstehend beschriebene Material eine organische Verbindung mit niedrigem Brechungsindex ist, kann die Verwendung des Materials für die Elektroneninjektionspufferschicht 119 eine Licht emittierende Vorrichtung mit hoher externer Quanteneffizienz bieten.

[0186] Für die Substanz zur Bildung der Kathode 102 kann ein Metall, eine Legierung, eine elektrisch leitende Verbindung oder eine Mischung dieser, die jeweils eine niedrige Austrittsarbeit (insbesondere eine Austrittsarbeit von niedriger als oder gleich 3,8 eV) aufweisen, oder dergleichen verwendet werden. Spezifische Beispiele für ein derartiges Kathodenmaterial umfassen Elemente, die zu der Gruppe 1 oder 2 des Periodensystems gehören, so beispielsweise Alkalimetalle (z. B. Lithium (Li) und Cäsium (Cs)), Magnesium (Mg), Calcium (Ca) und Strontium (Sr), Legierungen, die diese Elemente enthalten (z. B. MgAg und AlLi), Seltenerdmetalle, wie z. B. Europium (Eu) und Ytterbium (Yb), und Legierungen, die diese Seltenerdmetalle enthalten. Jedoch können dann, wenn die Elektroneninjektionsschicht zwischen der Kathode 102 und der Elektronentransportschicht bereitgestellt ist, verschiedene leitende Materialien, wie z. B. Al, Ag, ITO oder Indiumoxid-Zinnoxid, das Silizium oder Siliziumoxid enthält, unabhängig von der Austrittsarbeit für die Kathode 102 verwendet werden.

[0187] Wenn die Kathode 102 unter Verwendung eines Materials ausgebildet wird, das eine Durchlässigkeit für sichtbares Licht aufweist, kann die Licht emittierende Vorrichtung, wie in **Fig. 1D** dargestellt, Licht von der Kathodenseite emittieren. Wenn die Anode 101 auf der Substratseite ausgebildet wird, kann die Licht emittierende Vorrichtung eine sogenannte Licht emittierende Top-Emission-Vorrichtung sein.

[0188] Filme aus diesen leitenden Materialien können durch einen Trockenprozess, wie z. B. ein Vakuumverdampfungsverfahren oder ein Sputterverfahren, ein Tintenstrahlverfahren, ein Rotationsbeschichtungsverfahren

ren oder dergleichen ausgebildet werden. Alternativ kann ein Nassprozess mittels eines Sol-Gel-Verfahrens oder ein Nassprozess unter Verwendung einer Paste eines Metallmaterials verwendet werden.

[0189] Verschiedene Verfahren können zum Ausbilden der EL-Schicht 103 verwendet werden, ungeachtet dessen, ob es sich dabei um ein Trockenverfahren oder ein Nassverfahren handelt. Zum Beispiel kann ein Vakuumverdampfungsverfahren, ein Tiefdruckverfahren, ein Offsetdruckverfahren, ein Siebdruckverfahren, ein Tintenstrahlverfahren, ein Rotationsbeschichtungsverfahren oder dergleichen verwendet werden.

[0190] Unterschiedliche Verfahren können verwendet werden, um die vorstehend beschriebenen Elektroden oder Schichten auszubilden.

[0191] Die Struktur der Schichten, die zwischen der Anode 101 und der Kathode 102 bereitgestellt sind, ist nicht auf die vorstehend beschriebene Struktur beschränkt. Vorzugsweise liegt ein Licht emittierender Bereich, in dem Löcher und Elektronen rekombinieren, abgerückt von der Anode 101 und der Kathode 102, so dass eine Löschung (Quenching) aufgrund der Nähe zwischen dem Licht emittierenden Bereich und einem Metall verhindert werden kann, das für Elektroden oder Ladungsträgerinjektionsschichten verwendet wird.

[0192] Damit die Energieübertragung von einem in der Licht emittierenden Schicht erzeugten Exziton unterdrückt werden kann, wird ferner vorzugsweise die Lochtransportschicht oder die Elektronentransportschicht, die in Kontakt mit der Licht emittierenden Schicht 113 ist, besonders eine Ladungsträgertransportschicht, die näher an dem Rekombinationsbereich in der Licht emittierenden Schicht 113 ist, unter Verwendung einer Substanz ausgebildet, die eine größere Bandlücke aufweist als das Licht emittierende Material der Licht emittierenden Schicht oder das Licht emittierende Material, das in der Licht emittierenden Schicht enthalten ist.

[0193] Als Nächstes wird eine Ausführungsform einer Licht emittierenden Vorrichtung mit einer Struktur, bei der eine Vielzahl von Licht emittierenden Einheiten übereinander angeordnet ist (auch als mehrschichtiges Element oder Tandem-Element bezeichnet), beschrieben. Diese Licht emittierende Vorrichtung beinhaltet eine Vielzahl von Licht emittierenden Einheiten zwischen einer Anode und einer Kathode. Eine Licht emittierende Einheit weist im Wesentlichen die gleiche Struktur wie die EL-Schicht 103 auf, die in **Fig. 1A** dargestellt wird. Mit anderen Worten: Das Tandem-Element ist eine Licht emittierende Vorrichtung, die eine Vielzahl von Licht emittierenden Einheiten beinhaltet, und die Licht emittierende Vorrichtung, die in **Fig. 1A** oder **Fig. 1B** dargestellt wird, ist eine Licht emittierende Vorrichtung, die eine einzige Licht emittierende Einheit beinhaltet.

[0194] In dem Tandem-Element sind eine erste Licht emittierende Einheit und eine zweite Licht emittierende Einheit zwischen einer Anode und einer Kathode übereinander angeordnet, und eine Ladungserzeugungsschicht ist zwischen der ersten Licht emittierenden Einheit und der zweiten Licht emittierenden Einheit bereitgestellt. Die Anode und die Kathode entsprechen der Anode 101 bzw. der Kathode 102 in **Fig. 1A**, und die Materialien, die bei der Beschreibung der **Fig. 1A** angegeben worden sind, können verwendet werden. Des Weiteren können die erste Licht emittierende Einheit und die zweite Licht emittierende Einheit die gleiche Struktur oder unterschiedliche Strukturen aufweisen.

[0195] Die Ladungserzeugungsschicht in dem Tandem-Element weist eine Funktion zum Injizieren von Elektronen in eine der Licht emittierenden Einheiten und zum Injizieren von Löchern in die andere der Licht emittierenden Einheiten auf, wenn eine Spannung zwischen der Anode und der Kathode angelegt wird. Das heißt, dass die Ladungserzeugungsschicht Elektronen in die erste Licht emittierende Einheit und Löcher in die zweite Licht emittierende Einheit injiziert, wenn eine Spannung derart angelegt wird, dass das Potential der Anode höher ist als das Potential der Kathode.

[0196] Die Ladungserzeugungsschicht weist vorzugsweise eine Struktur auf, die derjenigen der anhand von **Fig. 1B** beschriebenen Ladungserzeugungsschicht 116 ähnlich ist. Ein Verbundmaterial aus einer organischen Verbindung und einem Metalloxid weist eine ausgezeichnete Ladungsträgerinjektionseigenschaft und eine ausgezeichnete Ladungsträgertransporteigenschaft auf; demzufolge können ein Betrieb mit einer niedrigen Spannung und ein Betrieb mit einem niedrigen Strom erzielt werden. In dem Fall, in dem eine Oberfläche einer Licht emittierenden Einheit auf der Anodenseite in Kontakt mit der Ladungserzeugungsschicht ist, kann die Ladungserzeugungsschicht auch als Lochinjektionsschicht der Licht emittierenden Einheit dienen; deshalb wird eine Lochinjektionsschicht nicht notwendigerweise in der Licht emittierenden Einheit bereitgestellt.

[0197] In dem Fall, in dem die Ladungserzeugungsschicht des Tandem-Elements die Elektroneninjektionspufferschicht 119 umfasst, dient die Elektroneninjektionspufferschicht 119 als Elektroneninjektionsschicht in

der Licht emittierenden Einheit auf der Anodenseite; daher wird eine Elektroneninjektionsschicht nicht notwendigerweise in der Licht emittierenden Einheit auf der Anodenseite ausgebildet.

[0198] Das Tandem-Element, das zwei Licht emittierende Einheiten aufweist, ist vorstehend beschrieben worden; eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann auch auf ein Tandem-Element angewendet werden, bei dem drei oder mehr Licht emittierende Einheiten übereinander angeordnet sind. Wenn eine Vielzahl von Licht emittierenden Einheiten, die durch die Ladungserzeugungsschicht geteilt sind, zwischen einem Paar von Elektroden angeordnet ist, ist es möglich, ein Element mit langer Lebensdauer bereitzustellen, das Licht mit hoher Leuchtdichte bei niedriger Stromdichte emittieren kann. Eine Licht emittierende Einrichtung, die bei niedriger Spannung betrieben werden kann und einen niedrigen Stromverbrauch aufweist, kann bereitgestellt werden.

[0199] Wenn sich die Emissionsfarben der Licht emittierenden Einheiten voneinander unterscheiden, kann eine Lichtemission mit einer gewünschten Farbe von der Licht emittierenden Vorrichtung als Ganzes erhalten werden. Zum Beispiel können in einer Licht emittierenden Vorrichtung, die zwei Licht emittierende Einheiten aufweist, die Emissionsfarben der ersten Licht emittierenden Einheit rot und grün sein und kann die Emissionsfarbe der zweiten Licht emittierenden Einheit blau sein, so dass die Licht emittierende Vorrichtung weißes Licht als Ganzes emittieren kann.

[0200] Die vorstehend beschriebenen Elektroden und Schichten, wie z. B. die EL-Schicht 103, die erste Licht emittierende Einheit, die zweite Licht emittierende Einheit und die Ladungserzeugungsschicht, können durch ein Verfahren, wie z. B. ein Verdampfungsverfahren (darunter auch ein Vakuumverdampfungsverfahren), ein Tröpfchenausstoßverfahren (auch als Tintenstrahlverfahren bezeichnet), ein Beschichtungsverfahren oder ein Tiefdruckverfahren, ausgebildet werden. Ein niedermolekulares Material, ein mittelmolekulares Material (darunter auch ein Oligomer und ein Dendrimer) oder ein hochmolekulares Material kann in den Schichten oder Elektroden enthalten sein.

[0201] Diese Ausführungsform kann mit einer beliebigen der anderen Ausführungsformen frei kombiniert werden.

(Ausführungsform 2)

[0202] Bei dieser Ausführungsform wird eine Licht emittierende Einrichtung, die die bei der Ausführungsform 1 beschriebene Licht emittierende Vorrichtung beinhaltet, beschrieben.

[0203] Bei dieser Ausführungsform wird eine Licht emittierende Einrichtung, die unter Verwendung der bei der Ausführungsform 1 beschriebenen Licht emittierenden Vorrichtung hergestellt wird, anhand von **Fig. 2A** und **Fig. 2B** beschrieben. Es sei angemerkt, dass **Fig. 2A** eine Draufsicht auf die Licht emittierende Einrichtung ist und **Fig. 2B** eine Querschnittsansicht entlang den Strichpunktlinien A-B und C-D der **Fig. 2A** ist. Diese Licht emittierende Einrichtung beinhaltet einen Treiberschaltungsabschnitt (eine Sourceleitungstreiberschaltung) 601, einen Pixelabschnitt 602 und einen Treiberschaltungsabschnitt (eine Gateleitungstreiberschaltung) 603, welche die Lichtemission einer Licht emittierenden Vorrichtung steuern und mit gestrichelten Linien dargestellt werden. Ein Bezugszeichen 604 bezeichnet ein Dichtungssubstrat; 605, ein Dichtungsmaterial; und 607, einen Raum, der von dem Dichtungsmaterial 605 umschlossen ist.

[0204] Eine Anschlussleitung 608 ist eine Leitung zum Übertragen von Signalen, die in die Sourceleitungstreiberschaltung 601 und die Gateleitungstreiberschaltung 603 eingegeben werden, und empfängt ein Videosignal, ein Taktsignal, ein Startsignal, ein Rücksetzsignal oder dergleichen von einer flexiblen gedruckten Schaltung (flexible printed circuit, FPC) 609, die als externer Eingangsanschluss dient. Obwohl hier nur die FPC dargestellt wird, kann eine gedruckte Leiterplatte (printed wiring board, PWB) an der FPC angebracht sein. Die Licht emittierende Einrichtung in dieser Beschreibung umfasst in ihrer Kategorie nicht nur die Licht emittierende Einrichtung an sich, sondern auch die Licht emittierende Einrichtung, die mit der FPC oder der PWB versehen ist.

[0205] Als Nächstes wird eine Querschnittsstruktur anhand von **Fig. 2B** beschrieben. Die Treiberschaltungsabschnitte und der Pixelabschnitt werden über einem Elementsubstrat 610 ausgebildet; hier werden die Sourceleitungstreiberschaltung 601, die ein Treiberschaltungsabschnitt ist, und ein Pixel des Pixelabschnitts 602 dargestellt.

[0206] Das Elementsubstrat 610 kann ein Substrat, das aus Glas, Quarz, einem organischen Harz, einem Metall, einer Legierung, einem Halbleiter oder dergleichen gebildet wird, oder ein Kunststoffsubstrat sein, das aus faserverstärkten Kunststoffen (fiber reinforced plastics, FRP), Poly(vinylfluorid) (PVF), Polyester, einem Acrylharz oder dergleichen gebildet wird.

[0207] Die Strukturen von Transistoren, die in Pixeln oder Treiberschaltungen verwendet werden, sind nicht besonders beschränkt. Beispielsweise können Inverted-Staggered-Transistoren oder Staggered-Transistoren verwendet werden. Ferner können Top-Gate-Transistoren oder Bottom-Gate-Transistoren verwendet werden. Ein Halbleitermaterial, das für die Transistoren verwendet wird, ist nicht besonders beschränkt, und beispielsweise kann Silizium, Germanium, Siliziumcarbid, Galliumnitrid oder dergleichen verwendet werden. Alternativ kann ein Oxidhalbleiter, der mindestens eines von Indium, Gallium und Zink enthält, wie z. B. ein Metalloxid auf In-Ga-Zn-Basis, verwendet werden.

[0208] Es gibt keine besondere Beschränkung bezüglich der Kristallinität eines Halbleitermaterials, das für die Transistoren verwendet wird, und entweder ein amorpher Halbleiter oder ein Halbleiter mit Kristallinität (ein mikrokristalliner Halbleiter, ein polykristalliner Halbleiter, ein einkristalliner Halbleiter oder ein Halbleiter, der teilweise Kristallbereiche umfasst) kann verwendet werden. Vorzugsweise wird ein Halbleiter mit Kristallinität verwendet, wobei in diesem Fall eine Verschlechterung der Transistoreigenschaften unterdrückt werden kann.

[0209] Hier wird vorzugsweise ein Oxidhalbleiter für Halbleitervorrichtungen, wie z. B. die Transistoren, die in den Pixeln oder Treiberschaltungen bereitgestellt werden, und Transistoren, die für Berührungssensoren, die später beschrieben werden, und dergleichen verwendet werden, verwendet. Im Besonderen wird vorzugsweise ein Oxidhalbleiter verwendet, der eine größere Bandlücke aufweist als Silizium. Wenn ein Oxidhalbleiter verwendet wird, der eine größere Bandlücke aufweist als Silizium, kann der Sperrstrom der Transistoren verringert werden.

[0210] Der Oxidhalbleiter enthält vorzugsweise mindestens Indium (In) oder Zink (Zn). Der Oxidhalbleiter enthält stärker bevorzugt ein Oxid, das durch ein Oxid auf In-M-Zn-Basis (M stellt ein Metall, wie z. B. Al, Ti, Ga, Ge, Y, Zr, Sn, La, Ce oder Hf, dar) dargestellt wird.

[0211] Als Halbleiterschicht wird insbesondere vorzugsweise ein Oxidhalbleiterfilm verwendet, der eine Vielzahl von Kristallteilen, deren c-Achsen senkrecht zu einer Oberfläche, auf der die Halbleiterschicht ausgebildet ist, oder der Oberseite der Halbleiterschicht ausgerichtet sind, enthält und in dem die angrenzenden Kristallteile keine Korngrenze aufweisen.

[0212] Die Verwendung derartiger Materialien für die Halbleiterschicht ermöglicht, dass ein Transistor mit hoher Zuverlässigkeit bereitgestellt wird, bei dem eine Veränderung der elektrischen Eigenschaften unterdrückt wird.

[0213] Ladungen, die über einen Transistor, der die vorstehend beschriebene Halbleiterschicht beinhaltet, in einem Kondensator akkumuliert werden, können aufgrund des niedrigen Sperrstroms des Transistors lange Zeit gehalten werden. Wenn ein derartiger Transistor in einem Pixel verwendet wird, kann der Betrieb einer Treiberschaltung unterbrochen werden, während eine Graustufe eines Bildes, das in jedem Anzeigebereich angezeigt wird, aufrechterhalten wird. Als Ergebnis kann ein elektronisches Gerät mit sehr niedrigem Stromverbrauch erhalten werden.

[0214] Für stabile Eigenschaften des Transistors wird vorzugsweise ein Basisfilm bereitgestellt. Der Basisfilm kann derart ausgebildet werden, dass er eine einschichtige Struktur oder eine mehrschichtige Struktur aufweist, bei der ein anorganischer Isolierfilm, wie z. B. ein Siliziumoxidfilm, ein Siliziumnitridfilm, ein Siliziumoxynitridfilm oder ein Siliziumnitridoxidfilm, verwendet wird. Der Basisfilm kann durch ein Sputterverfahren, ein chemisches Gasphasenabscheidungs- (chemical vapor deposition, CVD-) Verfahren (z. B. ein Plasma-CVD-Verfahren, ein thermisches CVD-Verfahren oder ein metallorganisches CVD- (MOCVD-) Verfahren), ein Atomlagenabscheidungs- (atomic layer deposition, ALD-) Verfahren, ein Beschichtungsverfahren, ein Druckverfahren oder dergleichen ausgebildet werden. Es sei angemerkt, dass der Basisfilm nicht notwendigerweise bereitgestellt wird.

[0215] Es sei angemerkt, dass ein FET 623 als Transistor dargestellt wird, der in dem Treiberschaltungsabschnitt 601 ausgebildet ist. Außerdem kann die Treiberschaltung mittels einer von verschiedenen Schaltungen, wie z. B. einer CMOS-Schaltung, einer PMOS-Schaltung oder einer NMOS-Schaltung, ausgebildet werden.

den. Obwohl bei dieser Ausführungsform ein treiberintegrierter Typ beschrieben wird, bei dem die Treiberschaltung über dem Substrat ausgebildet ist, ist die Treiberschaltung nicht notwendigerweise über dem Substrat ausgebildet, und die Treiberschaltung kann außerhalb des Substrats ausgebildet sein.

[0216] Der Pixelabschnitt 602 beinhaltet eine Vielzahl von Pixeln, die jeweils einen Schalt-FET 611, einen Strom steuernden FET 612 und eine Anode 613 beinhalten, die elektrisch mit einem Drain des Strom steuernden FET 612 verbunden ist. Eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist nicht auf die Struktur beschränkt. Der Pixelabschnitt 602 kann drei oder mehr FETs und einen Kondensator in Kombination beinhalten.

[0217] Es sei angemerkt, dass ein Isolator 614 derart ausgebildet ist, dass er einen Endabschnitt der Anode 613 bedeckt. Hier kann der Isolator 614 unter Verwendung eines positiven lichtempfindlichen Acrylharzfilms ausgebildet werden.

[0218] Um die Abdeckung mit einer EL-Schicht oder dergleichen, die später ausgebildet wird, zu verbessern, wird der Isolator 614 derart ausgebildet, dass er eine gekrümmte Oberfläche mit einer Krümmung an seinem oberen oder unteren Endabschnitt aufweist. Beispielsweise weist in dem Fall, in dem ein positives lichtempfindliches Acrylharz für ein Material des Isolators 614 verwendet wird, nur der obere Endabschnitt des Isolators 614 vorzugsweise eine gekrümmte Oberfläche mit einem Krümmungsradius (0,2 μm bis 3 μm) auf. Als Isolator 614 kann entweder ein negatives lichtempfindliches Harz oder ein positives lichtempfindliches Harz verwendet werden.

[0219] Eine EL-Schicht 616 und eine Kathode 617 sind über der Anode 613 ausgebildet. Hier wird als Material, das für die Anode 613 verwendet wird, vorzugsweise ein Material mit hoher Austrittsarbeit verwendet. Beispielsweise kann ein einschichtiger Film von einem ITO-Film, einem Indiumzinnoxidfilm enthaltend Silizium, einem Indiumoxidfilm enthaltend 2 Gew.-% bis 20 Gew.-% Zinkoxid, einem Titannitridfilm, einem Chromfilm, einem Wolframfilm, einem Zn-Film, einem Pt-Film oder dergleichen, eine Schichtanordnung aus einem Titannitridfilm und einem Film, der Aluminium als seine Hauptkomponente enthält, eine Schichtanordnung aus drei Schichten, nämlich einem Titannitridfilm, einem Film, der Aluminium als seine Hauptkomponente enthält, und einem Titannitridfilm, oder dergleichen verwendet werden. Die mehrschichtige Struktur ermöglicht einen niedrigen Leitungswiderstand, einen vorteilhaften ohmschen Kontakt und eine Funktion als Anode.

[0220] Die EL-Schicht 616 wird durch eines von verschiedenen Verfahren ausgebildet, wie z. B. ein Verdampfungsverfahren, bei dem eine Verdampfungsmaske verwendet wird, ein Tintenstrahlverfahren und ein Rotationsbeschichtungsverfahren. Die EL-Schicht 616 weist die bei der Ausführungsform 1 beschriebene Struktur auf. Als weiteres Material, das in der EL-Schicht 616 enthalten ist, kann eine niedermolekulare Verbindung oder eine hochmolekulare Verbindung (darunter auch ein Oligomer oder ein Dendrimer) verwendet werden.

[0221] Als Material, das für die Kathode 617 verwendet wird, die über der EL-Schicht 616 ausgebildet ist, wird vorzugsweise ein Material mit niedriger Austrittsarbeit (z. B. Al, Mg, Li, Ca oder eine Legierung oder eine Verbindung davon, wie beispielsweise MgAg, MgIn und AlLi) verwendet. In dem Fall, in dem Licht, das in der EL-Schicht 616 erzeugt wird, die Kathode 617 passiert, wird für die Kathode 617 vorzugsweise eine Schichtanordnung aus einem dünnen Metallfilm und einem durchsichtigen leitenden Film (z. B. ITO, Indiumoxid enthaltend 2 Gew.-% bis 20 Gew.-% Zinkoxid, Indiumzinnoxid enthaltend Silizium oder Zinkoxid (ZnO)) verwendet.

[0222] Es sei angemerkt, dass die Licht emittierende Vorrichtung mit der Anode 613, der EL-Schicht 616 und der Kathode 617 ausgebildet wird. Es handelt sich bei der Licht emittierenden Vorrichtung um die bei der Ausführungsform 1 beschriebene Licht emittierende Vorrichtung. In der Licht emittierenden Einrichtung dieser Ausführungsform kann der Pixelabschnitt, der eine Vielzahl von Licht emittierenden Vorrichtungen beinhaltet, sowohl die bei der Ausführungsform 1 beschriebene Licht emittierende Vorrichtung als auch eine Licht emittierende Vorrichtung mit einer anderen Struktur beinhalten.

[0223] Das Dichtungssubstrat 604 wird mit dem Dichtungsmaterial 605 an dem Elementsubstrat 610 angebracht, so dass eine Licht emittierende Vorrichtung 618 in dem Raum 607 bereitgestellt wird, der von dem Elementsubstrat 610, dem Dichtungssubstrat 604 und dem Dichtungsmaterial 605 umschlossen ist. Der Raum 607 kann mit einem Füllstoff gefüllt werden oder kann mit einem Inertgas (wie z. B. Stickstoff oder Argon) oder dem Dichtungsmittel gefüllt werden. Es wird bevorzugt, dass das Dichtungssubstrat mit einem

vertieften Abschnitt versehen ist und ein Trocknungsmittel in dem vertieften Abschnitt bereitgestellt ist, wobei in diesem Fall eine Verschlechterung aufgrund des Einflusses von Feuchtigkeit unterdrückt werden kann.

[0224] Ein Harz auf Epoxid-Basis oder eine Glasfritte wird vorzugsweise für das Dichtungsmaterial 605 verwendet. Vorzugsweise sollte ein derartiges Material so wenig Feuchtigkeit oder Sauerstoff wie möglich durchlassen. Als Material, das als Dichtungssubstrat 604 verwendet wird, kann ein Glassubstrat, ein Quarzsubstrat oder ein Kunststoffsubstrat verwendet werden, das aus faserverstärkten Kunststoffen (FRP), Poly(vinylfluorid) (PVF), Polyester, einem Acrylharz oder dergleichen gebildet wird.

[0225] Obwohl in **Fig. 2A** und **Fig. 2B** nicht dargestellt, kann ein Schutzfilm über der Kathode bereitgestellt werden. Als Schutzfilm kann ein organischer Harzfilm oder ein anorganischer Isolierfilm ausgebildet werden. Der Schutzfilm kann derart ausgebildet werden, dass er einen freiliegenden Abschnitt des Dichtungsmaterials 605 bedeckt. Der Schutzfilm kann derart bereitgestellt werden, dass Oberflächen und Seitenflächen des Paares von Substraten und freiliegende Seitenflächen einer Dichtungsschicht, einer Isolierschicht und dergleichen bedeckt werden.

[0226] Der Schutzfilm kann unter Verwendung eines Materials ausgebildet werden, das eine Verunreinigung, wie z. B. Wasser, nicht leicht durchlässt. Somit kann die Diffusion einer Verunreinigung, wie z. B. Wasser, von außen in das Innere effektiv unterdrückt werden.

[0227] Als Material des Schutzfilms kann ein Oxid, ein Nitrid, ein Fluorid, ein Sulfid, eine ternäre Verbindung, ein Metall, ein Polymer oder dergleichen verwendet werden. Zum Beispiel kann ein Material, das Aluminiumoxid, Hafniumoxid, Hafniumsilikat, Lanthanoxid, Siliziumoxid, Strontiumtitanat, Tantalexid, Titanoxid, Zinkoxid, Nioboxid, Zirkoniumoxid, Zinnoxid, Yttriumoxid, Ceroxid, Scandiumoxid, Erbiumoxid, Vanadiumoxid, Indiumoxid oder dergleichen enthält, ein Material, das Aluminiumnitrid, Hafniumnitrid, Siliziumnitrid, Tantalnitrid, Titanitrid, Niobnitrid, Molybdänitrid, Zirkoniumnitrid, Galliumnitrid oder dergleichen enthält, oder ein Material, das ein Titan und Aluminium enthaltendes Nitrid, ein Titan und Aluminium enthaltendes Oxid, ein Aluminium und Zink enthaltendes Oxid, ein Mangan und Zink enthaltendes Sulfid, ein Cer und Strontium enthaltendes Sulfid, ein Erbium und Aluminium enthaltendes Oxid, ein Yttrium und Zirkonium enthaltendes Oxid oder dergleichen enthält, verwendet werden.

[0228] Der Schutzfilm wird vorzugsweise unter Verwendung eines Abscheidungsverfahrens mit einer vorteilhaften Stufenabdeckung ausgebildet. Ein derartiges Verfahren ist ein Atomlagenabscheidungs- (ALD-) Verfahren. Ein Material, das durch ein ALD-Verfahren ausgebildet werden kann, wird vorzugsweise für den Schutzfilm verwendet. Ein dichter Schutzfilm mit verringerten Defekten, wie z. B. Rissen oder kleinen Löchern, oder mit einer gleichmäßigen Dicke kann durch ein ALD-Verfahren ausgebildet werden. Des Weiteren können Schäden an einem Prozesselement beim Ausbilden des Schutzfilms verringert werden.

[0229] Durch ein ALD-Verfahren kann ein gleichmäßiger Schutzfilm mit geringen Defekten beispielsweise selbst auf einer Oberfläche mit einer komplexen ungleichmäßigen Form oder auf Oberseiten, Seitenflächen und Rückseiten eines Touchscreens ausgebildet werden.

[0230] Wie vorstehend beschrieben, kann die Licht emittierende Einrichtung, die unter Verwendung der bei der Ausführungsform 1 beschriebenen Licht emittierenden Vorrichtung hergestellt wird, erhalten werden.

[0231] Die Licht emittierende Einrichtung dieser Ausführungsform wird unter Verwendung der bei der Ausführungsform 1 beschriebenen Licht emittierenden Vorrichtung hergestellt und kann daher vorteilhafte Eigenschaften aufweisen. Insbesondere kann die Licht emittierende Einrichtung einen niedrigen Stromverbrauch erzielen, da die bei der Ausführungsform 1 beschriebene Licht emittierende Vorrichtung eine hohe Emissionseffizienz aufweist.

[0232] **Fig. 3A** und **Fig. 3B** stellen jeweils ein Beispiel für eine Licht emittierende Einrichtung dar, die eine Licht emittierende Vorrichtung, die eine weiße Lichtemission aufweist, Farbschichten (Farbfilter) und dergleichen beinhaltet, um ein Vollfarbbild anzuzeigen. In **Fig. 3A** werden ein Substrat 1001, ein Basis-Isolierfilm 1002, ein Gate-Isolierfilm 1003, Gate-Elektroden 1006, 1007 und 1008, ein erster Zwischenschicht-Isolierfilm 1020, ein zweiter Zwischenschicht-Isolierfilm 1021, ein Peripherieabschnitt 1042, ein Pixelabschnitt 1040, ein Treiberschaltungsabschnitt 1041, Anoden 1024W, 1024R, 1024G und 1024B von Licht emittierenden Vorrichtungen, eine Trennwand 1025, eine EL-Schicht 1028, eine Kathode 1029 der Licht emittierenden Vorrichtungen, ein Dichtungssubstrat 1031, ein Dichtungsmaterial 1032 und dergleichen dargestellt.

[0233] In **Fig. 3A** sind Farbschichten (eine rote Farbschicht 1034R, eine grüne Farbschicht 1034G und eine blaue Farbschicht 1034B) an einem durchsichtigen Basismaterial 1033 bereitgestellt. Eine Schwarzmatrix 1035 kann zusätzlich bereitgestellt werden. Das durchsichtige Basismaterial 1033, das mit den Farbschichten und der Schwarzmatrix versehen ist, ist mit dem Substrat 1001 ausgerichtet sowie an diesem befestigt. Es sei angemerkt, dass die Farbschichten und die Schwarzmatrix 1035 mit einer Abdeckungsschicht 1036 bedeckt sind. In **Fig. 3A** gibt es eine Licht emittierende Schicht, von der Licht nicht durch die Farbschicht nach außen emittiert wird, und eine Licht emittierende Schicht, von der Licht durch die Farbschicht der entsprechenden Farbe nach außen emittiert wird. Da das nicht die Farbschichten passierende Licht weiß ist und das eine der Farbschichten passierende Licht rot, grün oder blau ist, kann ein Bild unter Verwendung von Pixeln der vier Farben angezeigt werden.

[0234] **Fig. 3B** zeigt ein Beispiel, in dem die Farbschichten (die rote Farbschicht 1034R, die grüne Farbschicht 1034G und die blaue Farbschicht 1034B) zwischen dem Gate-Isolierfilm 1003 und dem ersten Zwischenschicht-Isolierfilm 1020 bereitgestellt sind. Wie bei der Struktur können die Farbschichten zwischen dem Substrat 1001 und dem Dichtungssubstrat 1031 bereitgestellt sein.

[0235] Die vorstehend beschriebene Licht emittierende Einrichtung weist eine Struktur auf, bei der Licht von der Seite des Substrats 1001 aus extrahiert wird, wo FETs ausgebildet sind (Bottom-Emission-Struktur); jedoch kann sie eine Struktur aufweisen, bei der Licht von der Seite des Dichtungssubstrats 1031 aus extrahiert wird (Top-Emission-Struktur). **Fig. 4** ist eine Querschnittsansicht einer Licht emittierenden Einrichtung mit einer Top-Emission-Struktur. In diesem Fall kann ein Substrat, das kein Licht durchlässt, als Substrat 1001 verwendet werden. Der Prozess bis zu dem Schritt der Ausbildung einer Verbindungselektrode, die den FET und die Anode der Licht emittierenden Vorrichtung verbindet, wird auf ähnliche Weise wie bei der Licht emittierenden Einrichtung mit einer Bottom-Emission-Struktur durchgeführt. Anschließend wird ein dritter Zwischenschicht-Isolierfilm 1037 derart ausgebildet, dass er die Elektrode 1022 bedeckt. Dieser Isolierfilm kann eine Ebnungsfunktion aufweisen. Der dritte Zwischenschicht-Isolierfilm 1037 kann unter Verwendung eines Materials, das demjenigen des zweiten Zwischenschicht-Isolierfilms ähnlich ist, oder alternativ unter Verwendung eines anderen bekannten Materials ausgebildet werden.

[0236] Die Anoden 1024W, 1024R, 1024G und 1024B der Licht emittierenden Vorrichtungen dienen hier jeweils als Anode, jedoch können sie jeweils als Kathode dienen. Im Falle einer in **Fig. 4** dargestellten Licht emittierenden Einrichtung mit einer Top-Emission-Struktur sind die Anoden vorzugsweise ferner reflektierende Elektroden. Die EL-Schicht 1028 wird derart ausgebildet, dass sie eine Struktur aufweist, die der bei der Ausführungsform 1 beschriebenen Struktur der EL-Schicht 103 ähnlich ist, mit der eine weiße Lichtemission erhalten werden kann.

[0237] Im Falle einer in **Fig. 4** dargestellten Top-Emission-Struktur kann das Abdichten mit dem Dichtungssubstrat 1031 durchgeführt werden, auf dem die Farbschichten (die rote Farbschicht 1034R, die grüne Farbschicht 1034G und die blaue Farbschicht 1034B) bereitgestellt sind. Das Dichtungssubstrat 1031 kann mit der Schwarzmatrix 1035 versehen sein, die zwischen Pixeln positioniert ist. Die Farbschichten (die rote Farbschicht 1034R, die grüne Farbschicht 1034G und die blaue Farbschicht 1034B) und die Schwarzmatrix können mit der Abdeckungsschicht 1036 bedeckt sein. Es sei angemerkt, dass ein lichtdurchlässiges Substrat als Dichtungssubstrat 1031 verwendet wird. Obwohl hier ein Beispiel gezeigt wird, in dem eine Vollfarbanzeige unter Verwendung von vier Farben, nämlich Rot, Grün, Blau und Weiß, durchgeführt wird, gibt es keine besondere Beschränkung, und es kann eine Vollfarbanzeige unter Verwendung von vier Farben, nämlich Rot, Gelb, Grün und Blau, oder unter Verwendung von drei Farben, nämlich Rot, Grün und Blau, durchgeführt werden.

[0238] In der Licht emittierenden Einrichtung mit einer Top-Emission-Struktur kann eine Mikrokavitätsstruktur geeignet zum Einsatz kommen. Eine Licht emittierende Vorrichtung mit einer Mikrokavitätsstruktur wird unter Verwendung einer reflektierenden Elektrode als Anode und einer halbdurchlässigen und halbreflektierenden Elektrode als Kathode ausgebildet. Die Licht emittierende Vorrichtung mit einer Mikrokavitätsstruktur beinhaltet mindestens eine EL-Schicht zwischen der reflektierenden Elektrode und der halbdurchlässigen und halbreflektierenden Elektrode, wobei die EL-Schicht mindestens eine Licht emittierende Schicht umfasst, die als Licht emittierender Bereich dient.

[0239] Es sei angemerkt, dass die reflektierende Elektrode ein Reflexionsvermögen für sichtbares Licht von 40 % bis 100 %, bevorzugt 70 % bis 100 %, und einen spezifischen Widerstand von $1 \times 10^{-2} \Omega\text{cm}$ oder niedriger aufweist. Zudem weist die halbdurchlässige und halbreflektierende Elektrode ein Reflexionsvermögen für

sichtbares Licht von 20 % bis 80 %, bevorzugt 40 % bis 70 %, und einen spezifischen Widerstand von $1 \times 10^{-2} \Omega\text{cm}$ oder niedriger auf.

[0240] Es wird Licht, das von der Licht emittierenden Schicht, die in der EL-Schicht enthalten ist, emittiert wird, von der reflektierenden Elektrode und der halbdurchlässigen und halbreflektierenden Elektrode reflektiert und zur Resonanz gebracht.

[0241] In der Licht emittierenden Vorrichtung kann die optische Weglänge zwischen der reflektierenden Elektrode und der halbdurchlässigen und halbreflektierenden Elektrode geändert werden, indem die Dicke des durchsichtigen leitenden Films, des Verbundmaterials, des Ladungsträgertransportmaterials oder dergleichen geändert wird. Daher kann Licht mit einer Wellenlänge, die zwischen der reflektierenden Elektrode und der halbdurchlässigen und halbreflektierenden Elektrode zur Resonanz gebracht wird, verstärkt werden, während Licht mit einer Wellenlänge, die dazwischen nicht zur Resonanz gebracht wird, abgeschwächt werden kann.

[0242] Es sei angemerkt, dass Licht, das von der reflektierenden Elektrode zurückreflektiert wird (erstes reflektiertes Licht), erheblich mit dem Licht interferiert, das von der Licht emittierenden Schicht direkt in die halbdurchlässige und halbreflektierende Elektrode einfällt (erstem einfallendem Licht). Aus diesem Grund wird die optische Weglänge zwischen der reflektierenden Elektrode und der Licht emittierenden Schicht vorzugsweise auf $(2n-1)\lambda/4$ eingestellt (n ist eine natürliche Zahl von 1 oder größer und λ ist eine Wellenlänge des zu verstärkenden Lichts). Durch Einstellen der optischen Weglänge können die Phasen des ersten reflektierten Lichts und des ersten einfallenden Lichts miteinander ausgerichtet werden und das Licht, das von der Licht emittierenden Schicht emittiert wird, kann weiter verstärkt werden.

[0243] Es sei angemerkt, dass bei der vorstehenden Struktur die EL-Schicht eine Vielzahl von Licht emittierenden Schichten umfassen kann oder eine einzelne Licht emittierende Schicht umfassen kann. Die vorstehend beschriebene Licht emittierende Tandem-Vorrichtung kann mit einer Vielzahl von EL-Schichten kombiniert werden; beispielsweise kann eine Licht emittierende Vorrichtung eine Struktur aufweisen, bei der eine Vielzahl von EL-Schichten bereitgestellt ist, wobei eine Ladungserzeugungsschicht dazwischen liegt, und jede EL-Schicht eine einzelne Licht emittierende Schicht oder eine Vielzahl von Licht emittierenden Schichten umfasst.

[0244] Mit der Mikrokavitätsstruktur kann die Emissionsintensität mit einer bestimmten Wellenlänge in der Richtung nach vorne erhöht werden, wodurch der Stromverbrauch verringert werden kann. Es sei angemerkt, dass im Falle einer Licht emittierenden Einrichtung, die Bilder mit Subpixeln von vier Farben, nämlich Rot, Gelb, Grün und Blau, anzeigt, die Licht emittierende Einrichtung vorteilhafte Eigenschaften aufweisen kann, da die Leuchtdichte dank der gelben Lichtemission erhöht werden kann und jedes Subpixel eine Mikrokavitätsstruktur aufweisen kann, die für Wellenlängen der entsprechenden Farbe geeignet ist.

[0245] Die Licht emittierende Einrichtung dieser Ausführungsform wird unter Verwendung der bei der Ausführungsform 1 beschriebenen Licht emittierenden Vorrichtung hergestellt und kann daher vorteilhafte Eigenschaften aufweisen. Insbesondere kann die Licht emittierende Einrichtung einen niedrigen Stromverbrauch erzielen, da die bei der Ausführungsform 1 beschriebene Licht emittierende Vorrichtung eine hohe Emissionseffizienz aufweist.

[0246] Eine Licht emittierende Aktiv-Matrix-Einrichtung ist vorstehend beschrieben worden, wohingegen eine Licht emittierende Passiv-Matrix-Einrichtung nachstehend beschrieben wird. **Fig. 5A** und **Fig. 5B** stellen eine unter Verwendung der vorliegenden Erfindung hergestellte Licht emittierende Passiv-Matrix-Einrichtung dar. Es sei angemerkt, dass **Fig. 5A** eine perspektivische Ansicht der Licht emittierenden Einrichtung ist und **Fig. 5B** eine Querschnittsansicht entlang der Strichpunktlinie X-Y in **Fig. 5A** ist. In **Fig. 5** ist eine EL-Schicht 955 zwischen einer Elektrode 952 und einer Elektrode 956 über einem Substrat 951 bereitgestellt. Ein Endabschnitt der Elektrode 952 ist mit einer Isolierschicht 953 bedeckt. Eine Trennschicht 954 ist über der Isolierschicht 953 bereitgestellt. Die Seitenwände der Trennschicht 954 sind derart schräg, dass der Abstand zwischen beiden Seitenwänden in Richtung der Oberfläche des Substrats allmählich abnimmt. Mit anderen Worten: Ein Querschnitt entlang der Richtung der kurzen Seite der Trennschicht 954 ist trapezförmig und die untere Seite (eine Seite des Trapezes, die parallel zu der Oberfläche der Isolierschicht 953 und in Kontakt mit der Isolierschicht 953 ist) ist kürzer als die obere Seite (eine Seite des Trapezes, die parallel zu der Oberfläche der Isolierschicht 953 und nicht in Kontakt mit der Isolierschicht 953 ist). Die auf diese Weise bereitgestellte Trennschicht 954 kann Defekte in der Licht emittierenden Vorrichtung aufgrund der statischen Elektrizität oder dergleichen verhindern. Die Licht emittierende Passiv-Matrix-Einrichtung beinhaltet auch die bei der

Ausführungsform 1 beschriebene Licht emittierende Vorrichtung; somit kann die Licht emittierende Einrichtung eine hohe Zuverlässigkeit oder einen niedrigen Stromverbrauch aufweisen.

[0247] Bei der vorstehend beschriebenen Licht emittierenden Einrichtung können viele mikrofeine Licht emittierende Vorrichtungen in einer Matrix getrennt gesteuert werden; daher kann die Licht emittierende Einrichtung in geeigneter Weise als Anzeigevorrichtung zum Anzeigen von Bildern verwendet werden.

[0248] Diese Ausführungsform kann mit einer beliebigen der anderen Ausführungsformen frei kombiniert werden.

(Ausführungsform 3)

[0249] Bei dieser Ausführungsform wird ein Beispiel, in dem die bei der Ausführungsform 1 beschriebene Licht emittierende Vorrichtung für eine Beleuchtungsvorrichtung verwendet wird, anhand von **Fig. 6** beschrieben. **Fig. 6B** ist eine Draufsicht auf die Beleuchtungsvorrichtung, und **Fig. 6A** ist eine Querschnittsansicht entlang der Linie e-f in **Fig. 6B**.

[0250] In der Beleuchtungsvorrichtung dieser Ausführungsform ist eine Anode 401 über einem Substrat 400 ausgebildet, das eine Stütze ist und eine Lichtdurchlässigkeitseigenschaft aufweist. Die Anode 401 entspricht der Anode 101 der Ausführungsform 1. Wenn Licht über die Anode 401 extrahiert wird, wird die Anode 401 unter Verwendung eines Materials mit einer Lichtdurchlässigkeitseigenschaft ausgebildet.

[0251] Ein Pad 412 zum Anlegen einer Spannung an eine Kathode 404 wird über dem Substrat 400 bereitgestellt.

[0252] Eine EL-Schicht 403 ist über der Anode 401 ausgebildet. Die Struktur der EL-Schicht 403 entspricht beispielsweise der Struktur der EL-Schicht 103 der Ausführungsform 1 oder der Struktur, bei der die Licht emittierenden Einheiten 511 und 512 und die Ladungserzeugungsschicht 513 kombiniert sind. Siehe die entsprechende Beschreibung für diese Strukturen.

[0253] Die Kathode 404 wird derart ausgebildet, dass sie die EL-Schicht 403 bedeckt. Die Kathode 404 entspricht der Kathode 102 der Ausführungsform 1. Die Kathode 404 wird unter Verwendung eines Materials mit hohem Reflexionsvermögen ausgebildet, wenn Licht über die Anode 401 extrahiert wird. Die Kathode 404 ist mit dem Pad 412 verbunden, wodurch eine Spannung empfangen wird.

[0254] Wie vorstehend beschrieben, beinhaltet die bei dieser Ausführungsform beschriebene Beleuchtungsvorrichtung eine Licht emittierende Vorrichtung, die die Anode 401, die EL-Schicht 403 und die Kathode 404 beinhaltet. Da es sich bei der Licht emittierenden Vorrichtung um eine Licht emittierende Vorrichtung mit hoher Emissionseffizienz handelt, kann es sich bei der Beleuchtungsvorrichtung dieser Ausführungsform um eine Beleuchtungsvorrichtung mit niedrigem Stromverbrauch handeln.

[0255] Das Substrat 400, das mit der Licht emittierenden Vorrichtung mit der vorstehenden Struktur bereitgestellt ist, wird mit Dichtungsmaterialien 405 und 406 an einem Dichtungssubstrat 407 befestigt und ein Abdichten wird durchgeführt, wodurch die Beleuchtungsvorrichtung vervollständigt wird. Es ist möglich, nur das Dichtungsmaterial 405 oder das Dichtungsmaterial 406 zu verwenden. Das innere Dichtungsmaterial 406 (nicht in **Fig. 6B** dargestellt) kann mit einem Trocknungsmittel vermischt werden, was die Adsorption von Feuchtigkeit ermöglicht und zu einer Verbesserung der Zuverlässigkeit führt.

[0256] Wenn sich Teile des Pads 412 und der Anode 401 bis außerhalb der Dichtungsmaterialien 405 und 406 erstrecken, können die erstreckten Teile als externe Eingangsanschlüsse dienen. Ein IC-Chip 420, der mit einem Wandler oder dergleichen montiert ist, kann über den externen Eingangsanschlüssen bereitgestellt sein.

[0257] Die bei dieser Ausführungsform beschriebene Beleuchtungsvorrichtung beinhaltet die bei der Ausführungsform 1 beschriebene Licht emittierende Vorrichtung als EL-Element; daher kann die Beleuchtungsvorrichtung einen niedrigen Stromverbrauch aufweisen.

[0258] Diese Ausführungsform kann mit einer beliebigen der anderen Ausführungsformen frei kombiniert werden.

[0259] Bei dieser Ausführungsform werden Beispiele für elektronische Geräte beschrieben, die jeweils die bei der Ausführungsform 1 beschriebene Licht emittierende Vorrichtung beinhalten. Die bei der Ausführungsform 1 beschriebene Licht emittierende Vorrichtung weist eine hohe Emissionseffizienz und einen niedrigen Stromverbrauch auf. Als Ergebnis können die bei dieser Ausführungsform beschriebenen elektronischen Geräte jeweils einen Licht emittierenden Abschnitt mit niedrigem Stromverbrauch umfassen.

[0260] Beispiele für das elektronische Gerät, das die vorstehende Licht emittierende Vorrichtung beinhaltet, umfassen Fernsehgeräte (auch als TV oder Fernsehempfänger bezeichnet), Monitore für Computer und dergleichen, Digitalkameras, digitale Videokameras, digitale Fotorahmen, Handys (auch als Mobiltelefone oder Mobiltelefongeräte bezeichnet), tragbare Spielkonsolen, tragbare Informationsendgeräte, Audiowiedergabegeräte und große Spielautomaten, wie z. B. Flipperautomaten. Spezifische Beispiele für diese elektronischen Geräte werden nachstehend gezeigt.

[0261] **Fig. 7A** zeigt ein Beispiel für ein Fernsehgerät. Bei dem Fernsehgerät ist ein Anzeigeabschnitt 7103 in einem Gehäuse 7101 eingebaut. Hier wird das Gehäuse 7101 von einem Ständer 7105 getragen. Bilder können auf dem Anzeigeabschnitt 7103 angezeigt werden, und in dem Anzeigeabschnitt 7103 sind die bei der Ausführungsform 1 beschriebenen Licht emittierenden Vorrichtungen in einer Matrix angeordnet.

[0262] Das Fernsehgerät kann mittels eines Bedienschalters des Gehäuses 7101 oder einer separaten Fernbedienung 7110 bedient werden. Durch Bedientasten 7109 der Fernbedienung 7110 können die Fernsehsender oder die Lautstärke gesteuert werden, und Bilder, die auf dem Anzeigeabschnitt 7103 angezeigt werden, können gesteuert werden. Des Weiteren kann die Fernbedienung 7110 mit einem Anzeigeabschnitt 7107 zum Anzeigen von Daten bereitgestellt sein, die von der Fernbedienung 7110 ausgegeben werden. Auch in dem Anzeigeabschnitt 7107 können die bei der Ausführungsform 1 beschriebenen Licht emittierenden Vorrichtungen in einer Matrix angeordnet sein.

[0263] Es sei angemerkt, dass das Fernsehgerät mit einem Empfänger, einem Modem und dergleichen versehen ist. Unter Verwendung des Empfängers kann allgemeiner Fernsehrundfunk empfangen werden. Des Weiteren kann dann, wenn das Fernsehgerät über das Modem drahtlos oder nicht drahtlos mit einem Kommunikationsnetzwerk verbunden ist, eine unidirektionale (von einem Sender zu einem Empfänger) oder eine bidirektionale (zwischen einem Sender und einem Empfänger oder zwischen Empfängern) Datenkommunikation durchgeführt werden.

[0264] **Fig. 7B1** stellt einen Computer dar, der einen Hauptteil 7201, ein Gehäuse 7202, einen Anzeigeabschnitt 7203, eine Tastatur 7204, einen externen Verbindungsanschluss 7205, eine Zeigevorrichtung 7206 und dergleichen beinhaltet. Es sei angemerkt, dass dieser Computer durch Verwendung der bei der Ausführungsform 1 beschriebenen Licht emittierenden Vorrichtungen, die in einer Matrix angeordnet sind, in dem Anzeigeabschnitt 7203 hergestellt wird. Der Computer in **Fig. 7B1** kann eine in **Fig. 7B2** dargestellte Struktur aufweisen. Ein Computer in **Fig. 7B2** ist mit einem Anzeigeabschnitt 7210 anstelle der Tastatur 7204 und der Zeigevorrichtung 7206 versehen. Der Anzeigeabschnitt 7210 ist ein Touchscreen, und ein Eingabevorgang kann durchgeführt werden, indem die Anzeige für die Eingabe auf dem Anzeigeabschnitt 7210 mit einem Finger oder einem zugehörigen Stift berührt wird. Der Anzeigeabschnitt 7210 kann auch andere Bilder als die Anzeige für die Eingabe anzeigen. Der Anzeigeabschnitt 7203 kann auch ein Touchscreen sein. Durch Verbinden der zwei Bildschirme mittels eines Gelenks kann das Auftreten von Problemen, wie beispielsweise die Rissbildung oder Beschädigung der Bildschirme beim Lagern oder Mitführen des Computers, verhindert werden.

[0265] **Fig. 7C** zeigt ein Beispiel für ein tragbares Endgerät. Ein Handy ist mit einem Anzeigeabschnitt 7402, der in einem Gehäuse 7401 eingebaut ist, Bedienknöpfen 7403, einem externen Verbindungsanschluss 7404, einem Lautsprecher 7405, einem Mikrofon 7406 und dergleichen bereitgestellt. Es sei angemerkt, dass das Handy den Anzeigeabschnitt 7402 aufweist, in dem die bei der Ausführungsform 1 beschriebenen Licht emittierenden Vorrichtungen in einer Matrix angeordnet sind.

[0266] Wenn der Anzeigeabschnitt 7402 des in **Fig. 7C** dargestellten tragbaren Endgeräts mit einem Finger oder dergleichen berührt wird, können Daten in das tragbare Endgerät eingegeben werden. In diesem Fall können Bedienungen, wie z. B. Anrufen und Schreiben einer E-Mail, durch Berühren des Anzeigeabschnitts 7402 mit einem Finger oder dergleichen durchgeführt werden.

[0267] Der Anzeigebereich 7402 weist hauptsächlich drei Bildschirmmodi auf. Der erste Modus ist ein Anzeigemodus, bei dem hauptsächlich Bilder angezeigt werden. Der zweite Modus ist ein Eingabemodus, bei dem hauptsächlich Daten, wie z. B. ein Text, eingegeben werden. Der dritte Modus ist ein Anzeige- und Eingabemodus, bei dem die zwei Modi, der Anzeigemodus und der Eingabemodus, kombiniert werden.

[0268] Zum Beispiel wird in dem Fall, in dem ein Anruf durchgeführt wird oder eine E-Mail geschrieben wird, ein Texteingabemodus, bei dem hauptsächlich ein Text eingegeben wird, für den Anzeigebereich 7402 ausgewählt, so dass der auf einem Bildschirm angezeigte Text eingegeben werden kann. In diesem Fall wird es bevorzugt, dass eine Tastatur oder Zahlentasten auf fast dem gesamten Bildschirm des Anzeigebereichs 7402 angezeigt werden.

[0269] Wenn eine Erfassungsvorrichtung, die einen Sensor zum Erfassen der Neigung, wie z. B. einen Gyroskopsensor oder einen Beschleunigungssensor, beinhaltet, innerhalb des tragbaren Endgeräts bereitgestellt ist, kann eine Anzeige auf dem Bildschirm des Anzeigebereichs 7402 durch Bestimmen der Orientierung des tragbaren Endgeräts (je nachdem, ob das tragbare Endgerät horizontal oder vertikal gestellt ist) automatisch in ihrer Richtung geändert werden.

[0270] Die Bildschirmmodi werden durch Berühren des Anzeigebereichs 7402 oder durch Bedienen der Bedienknöpfe 7403 des Gehäuses 7401 umgeschaltet. Alternativ können die Bildschirmmodi abhängig von der Art der auf dem Anzeigebereich 7402 angezeigten Bilder umgeschaltet werden. Wenn zum Beispiel ein Signal eines auf dem Anzeigebereich angezeigten Bildes ein Signal von Daten eines bewegten Bildes ist, wird der Bildschirmmodus in den Anzeigemodus umgeschaltet. Wenn das Signal ein Signal von Daten eines Texts ist, wird der Bildschirmmodus in den Eingabemodus umgeschaltet.

[0271] Des Weiteren kann dann, wenn bei dem Eingabemodus eine Eingabe durch Berühren des Anzeigebereichs 7402 für eine bestimmte Dauer nicht durchgeführt wird, während ein von einem optischen Sensor in dem Anzeigebereich 7402 erfasstes Signal erfasst wird, der Bildschirmmodus derart gesteuert werden, dass er von dem Eingabemodus in den Anzeigemodus umgeschaltet wird.

[0272] Der Anzeigebereich 7402 kann auch als Bildsensor dienen. Zum Beispiel wird dann, wenn der Anzeigebereich 7402 mit einer Handfläche oder einem Finger berührt wird, ein Bild des Handabdrucks, des Fingerabdrucks oder dergleichen aufgenommen, wodurch eine persönliche Authentifizierung durchgeführt werden kann. Ferner kann, indem eine Hintergrundbeleuchtung oder eine Abtast-Lichtquelle, die Nah-Infrarotlicht emittiert, in dem Anzeigebereich bereitgestellt wird, ein Bild einer Fingervene, einer Handflächenvene oder dergleichen aufgenommen werden.

[0273] Es sei angemerkt, dass die bei dieser Ausführungsform beschriebene Struktur angemessen mit einer beliebigen der bei den Ausführungsformen 1 bis 3 beschriebenen Strukturen kombiniert werden kann.

[0274] Wie vorstehend beschrieben, ist der Anwendungsbereich der Licht emittierenden Einrichtung, die die bei der Ausführungsform 1 beschriebene Licht emittierende Vorrichtung beinhaltet, umfangreich, und die Licht emittierende Einrichtung kann somit auf elektronische Geräte auf verschiedenen Gebieten angewendet werden. Unter Verwendung der bei der Ausführungsform 1 beschriebenen Licht emittierenden Vorrichtung kann ein elektronisches Gerät mit niedrigem Stromverbrauch erhalten werden.

[0275] **Fig. 8A** ist eine schematische Ansicht, die ein Beispiel für einen Reinigungsroboter zeigt.

[0276] Ein Reinigungsroboter 5100 beinhaltet ein Display 5101 auf seiner Oberseite, eine Vielzahl von Kameras 5102 auf seiner Seitenfläche, eine Bürste 5103 und Bedienknöpfe 5104. Obwohl nicht dargestellt, ist die Unterseite des Reinigungsroboters 5100 mit einem Reifen, einer Einlassöffnung und dergleichen bereitgestellt. Der Reinigungsroboter 5100 beinhaltet ferner verschiedene Sensoren, wie z. B. einen Infrarotsensor, einen Ultraschallsensor, einen Beschleunigungssensor, einen piezoelektrischen Sensor, einen optischen Sensor und einen Gyroskopsensor. Der Reinigungsroboter 5100 weist ein drahtloses Kommunikationsmittel auf.

[0277] Der Reinigungsroboter 5100 ist selbstfahrend, erfasst Staub 5120 und saugt durch die Einlassöffnung, die auf der Unterseite bereitgestellt ist, den Staub auf.

[0278] Der Reinigungsroboter 5100 kann bestimmen, ob ein Hindernis, wie z. B. eine Wand, ein Möbelstück oder eine Stufe, vorhanden ist, indem durch die Kameras 5102 aufgenommene Bilder analysiert werden.

Wenn der Reinigungsroboter 5100 einen Gegenstand, der sich in der Bürste 5103 verfangen könnte (z. B. einen Draht), durch Analysieren eines Bildes erfasst, kann die Drehung der Bürste 5103 angehalten werden.

[0279] Das Display 5101 kann die verbleibende Batterieleistung, die Menge des gesammelten Staubs oder dergleichen anzeigen. Das Display 5101 kann eine Route anzeigen, auf der der Reinigungsroboter 5100 gelaufen ist. Es kann sich bei dem Display 5101 um einen Touchscreen handeln, und die Bedienknöpfe 5104 können auf dem Display 5101 bereitgestellt werden.

[0280] Der Reinigungsroboter 5100 kann mit einem tragbaren elektronischen Gerät 5140, wie z. B. einem Smartphone, kommunizieren. Das tragbare elektronische Gerät 5140 kann durch die Kameras 5102 aufgenommene Bilder anzeigen. Demzufolge kann ein Besitzer des Reinigungsroboters 5100 selbst dann, wenn der Besitzer nicht zu Hause ist, sein Zimmer überwachen. Der Besitzer kann auch die Anzeige auf dem Display 5101 mit dem tragbaren elektronischen Gerät, wie z. B. einem Smartphone, überprüfen.

[0281] Die Licht emittierende Einrichtung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann für das Display 5101 verwendet werden.

[0282] Ein Roboter 2100, der in **Fig. 8B** dargestellt wird, beinhaltet eine arithmetische Vorrichtung 2110, einen Beleuchtungsstärkesensor 2101, ein Mikrofon 2102, eine obere Kamera 2103, einen Lautsprecher 2104, ein Display 2105, eine untere Kamera 2106, einen Hindernissensor 2107 und einen Bewegungsmechanismus 2108.

[0283] Das Mikrofon 2102 weist eine Funktion auf, eine Sprechstimme eines Benutzers, ein Umgebungsgeräusch und dergleichen zu erfassen. Der Lautsprecher 2104 weist eine Funktion auf, einen Ton auszugeben. Der Roboter 2100 kann unter Verwendung des Mikrofons 2102 und des Lautsprechers 2104 mit einem Benutzer kommunizieren.

[0284] Das Display 2105 weist eine Funktion auf, verschiedene Arten von Informationen anzuzeigen. Der Roboter 2100 kann auf dem Display 2105 Informationen anzeigen, die von einem Benutzer gewünscht werden. Das Display 2105 kann mit einem Touchscreen versehen sein. Außerdem kann es sich bei dem Display 2105 um ein abnehmbares Informationsendgerät handeln, wobei in diesem Fall ein Aufladen und eine Datenkommunikation durchgeführt werden können, wenn das Display 2105 auf die Zuhause-Position (Home-Position) des Roboters 2100 eingestellt wird.

[0285] Die obere Kamera 2103 und die untere Kamera 2106 weisen jeweils eine Funktion zum Aufnehmen eines Bildes der Umgebung des Roboters 2100 auf. Der Hindernissensor 2107 kann ein Hindernis in der Richtung erfassen, in die sich der Roboter 2100 mit dem Bewegungsmechanismus 2108 vorwärtsbewegt. Der Roboter 2100 kann sich sicher bewegen, indem er mit der oberen Kamera 2103, der unteren Kamera 2106 und dem Hindernissensor 2107 die Umgebung erkennt. Die Licht emittierende Einrichtung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann für das Display 2105 verwendet werden.

[0286] **Fig. 8C** zeigt ein Beispiel für ein brillenartiges Display. Das brillenartige Display beinhaltet beispielsweise ein Gehäuse 5000, einen Anzeigeabschnitt 5001, einen Lautsprecher 5003, eine LED-Lampe 5004, einen Verbindungsanschluss 5006, einen Sensor 5007 (einen Sensor mit einer Funktion zum Messen von Kraft, Verschiebung, Position, Geschwindigkeit, Beschleunigung, Winkelgeschwindigkeit, Drehzahl, Abstand, Licht, Flüssigkeit, Magnetismus, Temperatur, chemischer Substanz, Ton, Zeit, Härte, elektrischem Feld, Strom, Spannung, elektrischer Energie, Strahlung, Durchflussrate, Feuchtigkeit, Steigungsgrad, Schwingung, Geruch oder Infrarotstrahlen), ein Mikrofon 5008, einen Anzeigeabschnitt 5002, eine Stütze 5012 und einen Ohrhörer 5013.

[0287] Die Licht emittierende Einrichtung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann für den Anzeigeabschnitt 5001 und den Anzeigeabschnitt 5002 verwendet werden.

[0288] **Fig. 9** zeigt ein Beispiel, in dem die bei der Ausführungsform 1 beschriebene Licht emittierende Vorrichtung für eine Tischlampe, die eine Beleuchtungsvorrichtung ist, verwendet wird. Die Tischlampe in **Fig. 9** beinhaltet ein Gehäuse 2001 und eine Lichtquelle 2002, und die bei der Ausführungsform 3 beschriebene Beleuchtungsvorrichtung kann für die Lichtquelle 2002 verwendet werden.

[0289] **Fig. 10** zeigt ein Beispiel, in dem die bei der Ausführungsform 1 beschriebene Licht emittierende Vorrichtung für eine Innenraumbeleuchtungsvorrichtung 3001 verwendet wird. Da die bei der Ausführungsform 1

beschriebene Licht emittierende Vorrichtung eine hohe Emissionseffizienz aufweist, kann die Beleuchtungsvorrichtung einen niedrigen Stromverbrauch aufweisen. Da die bei der Ausführungsform 1 beschriebene Licht emittierende Vorrichtung ferner eine große Fläche aufweisen kann, kann die Licht emittierende Vorrichtung für eine großflächige Beleuchtungsvorrichtung verwendet werden. Da die bei der Ausführungsform 1 beschriebene Licht emittierende Vorrichtung ferner dünn ist, kann die Licht emittierende Vorrichtung für eine Beleuchtungsvorrichtung mit einer verringerten Dicke verwendet werden.

[0290] Die bei der Ausführungsform 1 beschriebene Licht emittierende Vorrichtung kann auch für eine Autowindschutzscheibe oder ein Autoarmaturenbrett verwendet werden. **Fig. 11** stellt eine Ausführungsform dar, bei der die bei der Ausführungsform 1 beschriebenen Licht emittierenden Vorrichtungen für eine Autowindschutzscheibe und ein Autoarmaturenbrett verwendet werden. Anzeigebereiche 5200 bis 5203 beinhalten jeweils die bei der Ausführungsform 1 beschriebene Licht emittierende Vorrichtung.

[0291] Die Anzeigebereiche 5200 und 5201 sind Anzeigevorrichtungen, die in der Autowindschutzscheibe bereitgestellt sind und die bei der Ausführungsform 1 beschriebene Licht emittierende Vorrichtung beinhalten. Die bei der Ausführungsform 1 beschriebene Licht emittierende Vorrichtung kann zu einer so genannten durchsichtigen Anzeigevorrichtung, durch die die Gegenseite gesehen werden kann, ausgebildet werden, wenn eine Anode und eine Kathode, die aus lichtdurchlässigen Elektroden bestehen, enthalten sind. Derartige durchsichtige Anzeigevorrichtungen können sogar in der Autowindschutzscheibe bereitgestellt werden, ohne die Sicht zu behindern. In dem Fall, in dem ein Treibertransistor oder dergleichen bereitgestellt wird, wird vorzugsweise ein Transistor mit einer Lichtdurchlässigkeitseigenschaft verwendet, so beispielsweise ein organischer Transistor, der ein organisches Halbleitermaterial enthält, oder ein Transistor, der einen Oxidhalbleiter enthält.

[0292] Der Anzeigebereich 5202 ist eine Anzeigevorrichtung, die in einem Säulenabschnitt bereitgestellt ist und die bei der Ausführungsform 1 beschriebene Licht emittierende Vorrichtung beinhaltet. Der Anzeigebereich 5202 kann die von der Säule behinderte Sicht kompensieren, indem ein Bild, das mit einer in der Karosserie bereitgestellten Abbildungseinheit aufgenommen wird, angezeigt wird. Der Anzeigebereich 5203, der in dem Teil des Armaturenbretts bereitgestellt ist, kann in ähnlicher Weise die von der Karosserie behinderte Sicht kompensieren, indem ein Bild, das mit einer außerhalb des Autos bereitgestellten Abbildungseinheit aufgenommen wird, angezeigt wird. Daher können tote Winkel beseitigt werden, um die Sicherheit zu erhöhen. Bilder, die die Bereiche kompensieren, die ein Fahrer nicht sehen kann, ermöglichen es dem Fahrer, einfach und bequem für Sicherheit zu sorgen.

[0293] Der Anzeigebereich 5203 kann verschiedene Arten von Informationen bereitstellen, wie z. B. Navigationsdaten, einen Geschwindigkeitsmesser, einen Tachometer und eine Einstellung der Klimaanlage. Der Inhalt oder das Layout der Anzeige kann je nach der Präferenz eines Benutzers angemessen geändert werden. Es sei angemerkt, dass derartige Informationen auch auf den Anzeigebereichen 5200 bis 5202 angezeigt werden können. Die Anzeigebereiche 5200 bis 5203 können auch als Beleuchtungsvorrichtungen verwendet werden.

[0294] **Fig. 12A** und **Fig. 12B** stellen ein klappbares, tragbares Informationsendgerät 5150 dar. Das klappbare, tragbare Informationsendgerät 5150 beinhaltet ein Gehäuse 5151, einen Anzeigebereich 5152 und einen Biegeabschnitt 5153. **Fig. 12A** stellt das tragbare Informationsendgerät 5150 dar, das aufgeklappt ist. **Fig. 12B** stellt das tragbare Informationsendgerät dar, das zusammengeklappt ist. Trotz seines großen Anzeigebereichs 5152 ist das tragbare Informationsendgerät 5150 kompakt und weist eine hohe Tragbarkeit auf, wenn es zusammengeklappt ist.

[0295] Der Anzeigebereich 5152 kann mit dem Biegeabschnitt 5153 zweifach zusammengeklappt werden. Der Biegeabschnitt 5153 beinhaltet ein flexibles Element und eine Vielzahl von Stützelementen. Wenn der Anzeigebereich zusammengeklappt wird, dehnt sich das flexible Element aus. Der Biegeabschnitt 5153 weist einen Krümmungsradius von größer als oder gleich 2 mm, vorzugsweise größer als oder gleich 3 mm auf.

[0296] Es sei angemerkt, dass der Anzeigebereich 5152 ein Touchscreen (eine Eingabe/Ausgabe-Vorrichtung) sein kann, der einen Berührungssensor (eine Eingabe-Vorrichtung) beinhaltet. Die Licht emittierende Einrichtung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann für den Anzeigebereich 5152 verwendet werden.

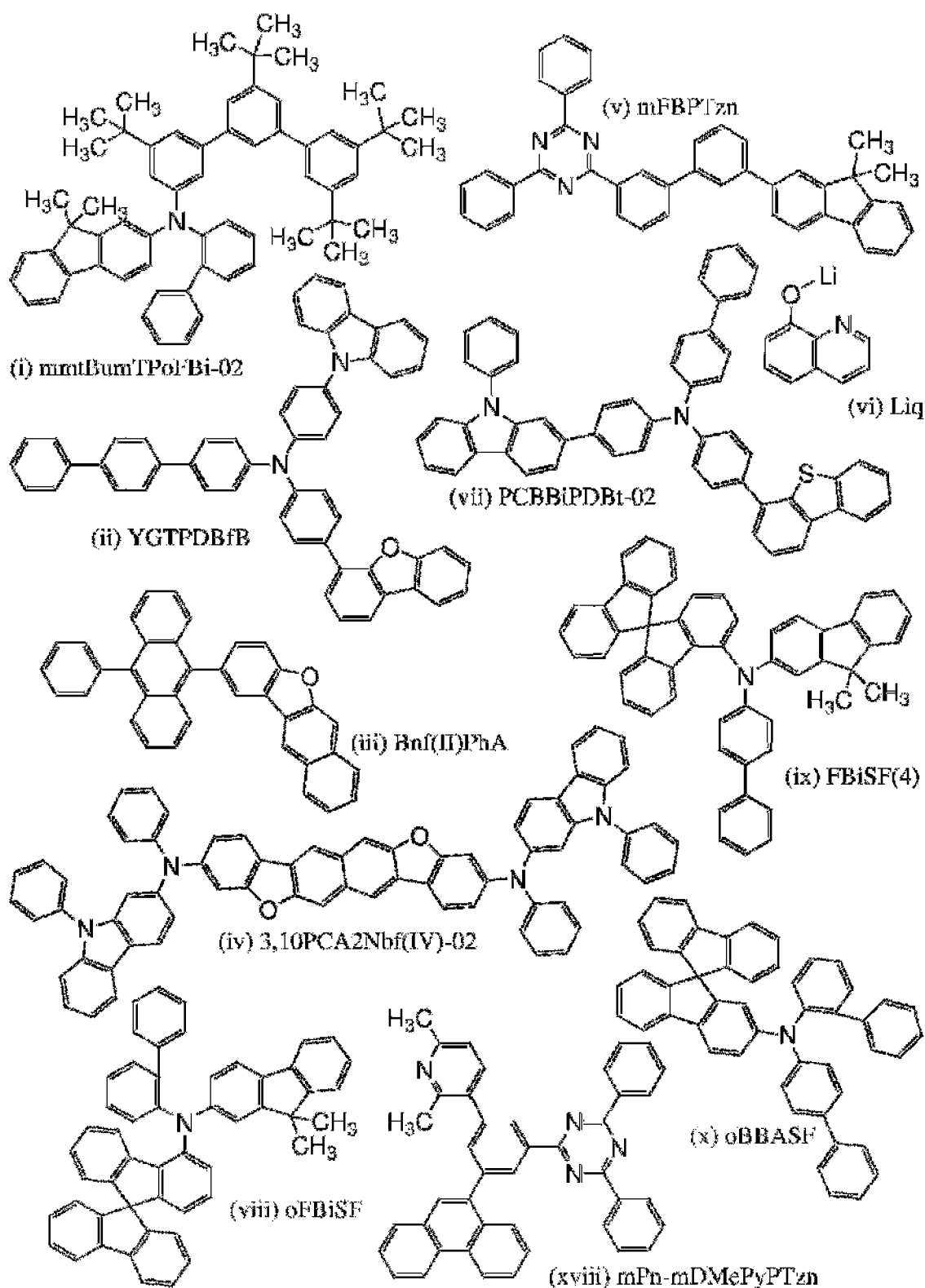
[0297] Fig. 13A bis Fig. 13C stellen ein klappbares, tragbares Informationsendgerät 9310 dar. Fig. 13A stellt das tragbare Informationsendgerät 9310 dar, das aufgeklappt ist. Fig. 13B stellt das tragbare Informationsendgerät 9310 beim Wechsel von einem aufgeklappten Zustand oder einem zusammengeklappten Zustand in den anderen dar. Fig. 13C 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 aufgrund eines übergangslosen großen Anzeigebereichs sehr gut durchsuchbar.

[0298] Ein Anzeigefeld 9311 ist von drei Gehäusen 9315 getragen, die durch Gelenke 9313 miteinander verbunden sind. Es sei angemerkt, dass das Anzeigefeld 9311 ein Touchscreen (eine Eingabe/Ausgabe-Vorrichtung) sein kann, der einen Berührungssensor (eine Eingabe-Vorrichtung) beinhaltet. Die Form des tragbaren Informationsendgeräts 9310 kann reversibel von dem aufgeklappten Zustand in den zusammengeklappten Zustand verändert werden, indem das Anzeigefeld 9311 an den Gelenken 9313 zwischen zwei Gehäusen 9315 zusammengeklappt wird. Die Licht emittierende Einrichtung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann für das Anzeigefeld 9311 verwendet werden.

[Beispiel 1]

[0299] In diesem Beispiel werden eine Licht emittierende Vorrichtung 1 und eine Licht emittierende Vorrichtung 2, die jeweils eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung sind, die bei der Ausführungsform beschrieben worden ist, sowie Licht emittierende Vergleichsvorrichtungen 1 bis 3 beschrieben. Strukturformeln von organischen Verbindungen, die in diesem Beispiel verwendet werden, werden nachstehend gezeigt.

[Chemische Formel 46]



(Herstellungsverfahren der Licht emittierenden Vorrichtung 1)

[0300] Zuerst wurde als durchsichtige Elektrode Indiumzinnoxid, das Siliziumoxid enthält (ITSO), durch ein Sputterverfahren in einer Dicke von 55 nm über einem Glassubstrat abgeschieden, wodurch die Anode 101 ausgebildet wurde. Es sei angemerkt, dass die Elektrodenfläche auf 4 mm² (2 mm × 2 mm) eingestellt wurde.

[0301] Als Nächstes wurde bei einer Vorbehandlung zum Ausbilden der Licht emittierenden Vorrichtung über dem Substrat eine Oberfläche des Substrats mit Wasser gewaschen und 1 Stunde lang bei 200 °C gebacken, und dann wurde eine UV-OzonBehandlung 370 Sekunden lang durchgeführt.

[0302] Danach wurde das Substrat in eine Vakuumverdampfungseinrichtung überführt, in der der Druck auf ungefähr 10^{-1} Pa verringert wurde, ein Vakuumbacken wurde 30 Minuten lang bei 170 °C in einer Heizkammer der Vakuumverdampfungseinrichtung durchgeführt, und dann wurde das Substrat ungefähr 30 Minuten lang abgekühlt.

[0303] Als Nächstes wurde das Substrat, das mit der Anode 101 versehen war, an einem Substrathalter, der in der Vakuumverdampfungseinrichtung bereitgestellt war, derart befestigt, dass die Oberfläche, auf der die Anode 101 ausgebildet war, nach unten gerichtet war. Auf der Anode 101 wurden dann N-(1,1'-Biphenyl-2-yl)-N-(3,3'',5',5''-tetra-*t*-butyl-1,1':3', 1''-terphenyl-5-yl)-9,9-dimethyl-9H-fluoren-2-amin (Abkürzung: mmtBumTPoFBI-02), das durch die vorstehende Strukturformel (i) dargestellt wird, und ein Elektronenakzeptormaterial (OCHD-001) durch Co-Verdampfung in einer Dicke von 10 nm derart abgeschieden, dass das Gewichtsverhältnis 1: 0,1 (= mmtBumTPoFBI-02: OCHD-001) war, wodurch die Lochinjektionsschicht 111 ausgebildet wurde.

[0304] Über der Lochinjektionsschicht 111 wurde mmtBumTPoFBI-02 durch Verdampfung in einer Dicke von 140 nm abgeschieden, wodurch die Lochtransportschicht 112 ausgebildet wurde.

[0305] Anschließend wurde über der Lochtransportschicht 112 N-[4-(9HCarbazol-9-yl)phenyl]-N-[4-(4-dibenzofuranyl)phenyl]-[1,1':4',1''-terphenyl]-4-amin (Abkürzung: YGTPDBfB), das durch die vorstehende Strukturformel (ii) dargestellt wird, durch Verdampfung in einer Dicke von 10 nm abgeschieden, wodurch eine Elektronenblockierschicht ausgebildet wurde.

[0306] Dann wurden 2-(10-Phenyl-9-anthracenyl)-benzo[b]naphtho[2,3-d]furan (Abkürzung: Bnf(II)PhA), das durch die vorstehende Strukturformel (iii) dargestellt wird, und 3,10-Bis[N-(9-phenyl-9H-carbazol-2-yl)-N-phenylamino]naphtho[2,3-b;6,7-b']bisbenzofuran (Abkürzung: 3,10PCA2Nbf(IV)-02), das durch die vorstehende Strukturformel (iv) dargestellt wird, durch Co-Verdampfung in einer Dicke von 25 nm derart abgeschieden, dass das Gewichtsverhältnis 1: 0,015 (= Bnf(II)PhA: 3,10PCA2Nbf(IV)-02) war, wodurch die Licht emittierende Schicht 113 ausgebildet wurde.

[0307] Danach wurde 2-[3'-(9,9-Dimethyl-9H-fluoren-2-yl)-1,1'-biphenyl-3-yl]-4,6-diphenyl-1,3,5-triazin (Abkürzung: mFBPTzn), das durch die vorstehende Strukturformel (v) dargestellt wird, durch Verdampfung in einer Dicke von 10 nm abgeschieden, wodurch eine Lochblockierschicht ausgebildet wurde. Dann wurden 2-[3-(2,6-Dimethyl-3-pyridinyl)-5-(9-phenanthrenyl)phenyl]-4,6-diphenyl-1,3,5-triazin (Abkürzung: mPn-mDMePyPTzn), das durch die vorstehende Strukturformel (xviii) dargestellt wird, und 8-Chinolinolato-Lithium (Abkürzung: Liq), das durch die vorstehende Strukturformel (vi) dargestellt wird, durch Co-Verdampfung in einer Dicke von 20 nm derart abgeschieden, dass das Gewichtsverhältnis 1: 1 (= mPn-mDMePyPTzn: Liq) war, wodurch die Elektronentransportschicht 114 ausgebildet wurde.

[0308] Nach dem Ausbilden der Elektronentransportschicht 114 wurde Liq in einer Dicke von 1 nm abgeschieden, um die Elektroneninjectionsschicht 115 auszubilden, und schließlich wurde Aluminium durch Verdampfung in einer Dicke von 200 nm abgeschieden, um die Kathode 102 auszubilden, wodurch die Licht emittierende Vorrichtung 1 hergestellt wurde.

(Herstellungsverfahren der Licht emittierenden Vorrichtung 2)

[0309] Die Licht emittierende Vorrichtung 2 wurde auf ähnliche Weise wie diejenige für die Licht emittierende Vorrichtung 1 hergestellt, mit der Ausnahme, dass YGTPDBfB in der Elektronenblockierschicht der Licht emittierenden Vorrichtung 1 durch 4-(Dibenzothiophen-4-yl)-4'-phenyl-4''-(9-phenyl-9H-carbazol-2-yl)triphenylamin (Abkürzung: PCBBiPDBt-02), das durch die vorstehende Strukturformel (vii) dargestellt wird, ersetzt wurde.

(Herstellungsverfahren der Licht emittierenden Vergleichsvorrichtung 1)

[0310] Die Licht emittierende Vergleichsvorrichtung 1 wurde auf ähnliche Weise wie diejenige für die Licht emittierende Vorrichtung 1 hergestellt, mit der Ausnahme, dass YGTPDBfB in der Elektronenblockierschicht der Licht emittierenden Vorrichtung 1 durch N-(1,1'-Biphenyl-2-yl)-N-(9,9-dimethyl-9H-fluoren-2-yl)-9,9'-spirobi(9H-fluoren)-4-amin (Abkürzung: oFBI SF), das durch die vorstehende Strukturformel (viii) dargestellt wird, ersetzt wurde.

(Herstellungsverfahren der Licht emittierenden Vergleichsvorrichtung 2)

[0311] Die Licht emittierende Vergleichsvorrichtung 2 wurde auf ähnliche Weise wie diejenige für die Licht emittierende Vorrichtung 1 hergestellt, mit der Ausnahme, dass YGTPDBfB in der Elektronenblockierschicht der Licht emittierenden Vorrichtung 1 durch N-[1,1'-Biphenyl]-4-yl-N-(9,9-dimethyl-9H-fluoren-2-yl)-9,9'-spirobi[9H-fluoren]-4-amin (Abkürzung: FBiSF(4)), das durch die vorstehende Strukturformel (ix) dargestellt wird, ersetzt wurde.

(Herstellungsverfahren der Licht emittierenden Vergleichsvorrichtung 3)

[0312] Die Licht emittierende Vergleichsvorrichtung 3 wurde auf ähnliche Weise wie diejenige für die Licht emittierende Vorrichtung 1 hergestellt, mit der Ausnahme, dass YGTPDBfB in der Elektronenblockierschicht der Licht emittierenden Vorrichtung 1 durch N-(1,1'-Biphenyl-4-yl)-N-(1,1'-biphenyl-2-yl)-9,9'-spirobi(9H-fluoren)-2-amin (Abkürzung: oBBASF), das durch die vorstehende Strukturformel (x) dargestellt wird, ersetzt wurde.

[0313] Die Strukturen der Licht emittierenden Vorrichtung 1, der Licht emittierenden Vorrichtung 2 und der Licht emittierenden Vergleichsvorrichtungen 1 bis 3 werden in der folgenden Tabelle aufgeführt.

[Tabelle 1]

		Licht emittierende Vorrichtung 1	Licht emittierende Vorrichtung 2	Licht emittierende Vergleichsvorrichtung 1	Licht emittierende Vergleichsvorrichtung 2	Licht emittierende Vergleichsvorrichtung 3
Elektroneninjectionsschicht	1 nm	Liq				
Elektronen- i transportschicht	20 nm	mPn-mDMePyPTzn: Liq (1:1)				
Lochblockierschicht	10 nm	mFBPTzn				
Licht emittierende Schicht	25 nm	Bnf(II)PhA:3,10PCA2Nbf(IV)-02 (1:0,015)				
Elektronenblockierschicht	10 nm	YGTPDBfB	PCBBiPDBt-02	oFBiSF	FBiSF(4)	oBBASF
Lochtransportschicht	140 nm	mmtBumTPoFBI-02				
Lochinjektionschicht	10 nm	mmtBumTPoFBI-02:OCHD-001 (1:0,1)				

[0314] Es sei angemerkt, dass der ordentliche Brechungsindex von mmtBumTPoFBI-02 in dem gesamten Bereich der Emission von blauem Licht (455 nm bis 465 nm) höher als oder gleich 1,69 und niedriger als oder gleich 1,70 ist, welcher innerhalb des Bereichs von 1,50 bis 1,75 liegt, und der ordentliche Brechungsindex bei 633 nm 1,64 ist, welcher innerhalb des Bereichs von 1,45 bis 1,70 liegt. Das heißt, dass mmtBumTPoFBI-02 ein Lochtransportmaterial mit niedrigem Brechungsindex ist. Der ordentliche Brechungsindex von Bnf(II)PhA in dem gesamten Bereich der Emission von blauem Licht (455 nm bis 465 nm) ist höher als oder gleich 1,89 und niedriger als oder gleich 1,91, und der ordentliche Brechungsindex bei 633 nm ist 1,79. Da die Konzentration von 3,10PCA2Nbf(IV)-02 in der Licht emittierenden Schicht 113 niedrig ist, ist der Brechungsindex der Licht emittierenden Schicht 113 gleich demjenigen von Bnf(II)PhA. Demzufolge handelt es sich bei der Licht emittierenden Vorrichtung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung um eine Licht emittierende Vorrichtung, bei der der Brechungsindex der Lochtransportschicht 112 niedriger ist als derjenige der Licht emittierenden Schicht 113.

[0315] Ferner sind YGTPDBfB und PCBBiPDBt-02, die für die Elektronenblockierschicht der Licht emittierenden Vorrichtung 1 bzw. diejenige der Licht emittierenden Vorrichtung 2 verwendet wurden, jeweils eine Monoamin-Verbindung mit einer Triarylamin-Struktur, die eine Gruppe, die eine Carbazol-Struktur umfasst, eine

Gruppe, die eine Dibenzofuran-Struktur oder eine Dibenzothiophen-Struktur umfasst, und eine Gruppe aufweist, die eine aromatische Kohlenwasserstoff-Struktur mit 6 bis 18 Kohlenstoffatomen umfasst. Es sei angemerkt, dass drei Materialien, die für die Elektronenblockierschichten der Licht emittierenden Vergleichsvorrichtungen 1 bis 3 verwendet wurden, jeweils eine organische Verbindung sind, die nicht die vorstehende Struktur aufweist.

[0316] Die Licht emittierenden Vorrichtungen und die Licht emittierenden Vergleichsvorrichtungen wurden unter Verwendung eines Glassubstrats in einem eine Stickstoffatmosphäre enthaltenden Handschuhkasten derart abgedichtet, dass sie nicht der Luft ausgesetzt wurden (ein UV-härtendes Dichtungsmaterial wurde aufgetragen, um die Elemente zu umschließen, nur das UV-härtende Dichtungsmaterial wurde mit UV bestrahlt, während verhindert wurde, dass die Licht emittierenden Vorrichtungen mit dem UV bestrahlt wurden, und eine Wärmebehandlung wurde unter atmosphärischem Druck eine Stunde lang bei 80 °C durchgeführt). Dann wurden die Anfangseigenschaften der Licht emittierenden Vorrichtungen gemessen.

[0317] Fig. 14 zeigt die Leuchtdichte-Stromdichte-Eigenschaften der Licht emittierenden Vorrichtung 1, der Licht emittierenden Vorrichtung 2 und der Licht emittierenden Vergleichsvorrichtungen 1 bis 3. Fig. 15 zeigt die Leuchtdichte-Spannungs-Eigenschaften dieser. Fig. 16 zeigt die Stromeffizienz-Leuchtdichte-Eigenschaften dieser. Fig. 17 zeigt die Strom-Spannungs-Eigenschaften dieser. Fig. 18 zeigt die externen Quanteneffizienz-Leuchtdichte-Eigenschaften dieser. Fig. 19 zeigt die Leistungseffizienz-Leuchtdichte-Eigenschaften dieser. Fig. 20 zeigt die Emissionsspektren dieser. Tabelle 2 zeigt die Haupteigenschaften der Licht emittierenden Vorrichtung 1, der Licht emittierenden Vorrichtung 2 und der Licht emittierenden Vergleichsvorrichtungen 1 bis 3 bei etwa 1000 cd/m². Die Leuchtdichte, die CIE-Chromatizität und die Emissionsspektren wurden mit einem Spektralradiometer (SR-UL1R, hergestellt von TOPCON TECHNOHOUSE CORPORATION) bei normaler Temperatur gemessen.

[Tabelle 2]

	Spannung (V)	Strom (mA)	Stromdichte (mA/cm ²)	Chromatizität (x, y)	Stromeffi- zienz (cd/A)	externe Quanteneffizi- enz (%)
Licht emittierende Vorrichtung 1	4,1	0,40	10,1	(0,140,0,083)	10,2	13,0
Licht emittierende Vorrichtung2	3,9	0,41	10,2	(0,140,0,083)	10,1	13,0
Licht emittierende Vergleichsvorrichtung 1	4,1	0,38	9,4	(0,141,0,081)	10,2	13,3
Licht emittierende Vergleichsvorrichtung 2	4,3	0,44	10,9	(0,141,0,085)	7,9	9,9
Licht emittierende Vergleichsvorrichtung 3	4,1	0,37	9,2	(0,141,0,082)	9,7	12,5

[0318] Aus Fig. 14 bis Fig. 20 und Tabelle 2 wurde festgestellt, dass es sich bei der Licht emittierenden Vorrichtung 1 und der Licht emittierenden Vorrichtung 2 einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung sowie der Licht emittierenden Vergleichsvorrichtung 1 jeweils um eine Licht emittierende Vorrichtung handelt, die eine hohe externe Quanteneffizienz aufweist. Insbesondere weist die Licht emittierende Vorrichtung 2 eine niedrige Betriebsspannung auf; folglich ist die Licht emittierende Vorrichtung 2 eine Licht emittierende Vorrichtung, die eine sehr hohe Leistungseffizienz aufweist.

[0319] Fig. 21 ist ein Diagramm, das eine Änderung der Leuchtdichte über die Betriebszeit bei einer Stromdichte von 50 mA/cm² zeigt. Wie in Fig. 21 gezeigt, wurde festgestellt, dass sowohl die Licht emittierende Vorrichtung 1 als auch die Licht emittierende Vorrichtung 2 eine lange Lebensdauer aufweisen. Andererseits wurde festgestellt, dass sich die Licht emittierenden Vergleichsvorrichtungen 1 bis 3 schneller als die Licht emittierenden Vorrichtungen 1 und 2 verschlechtern.

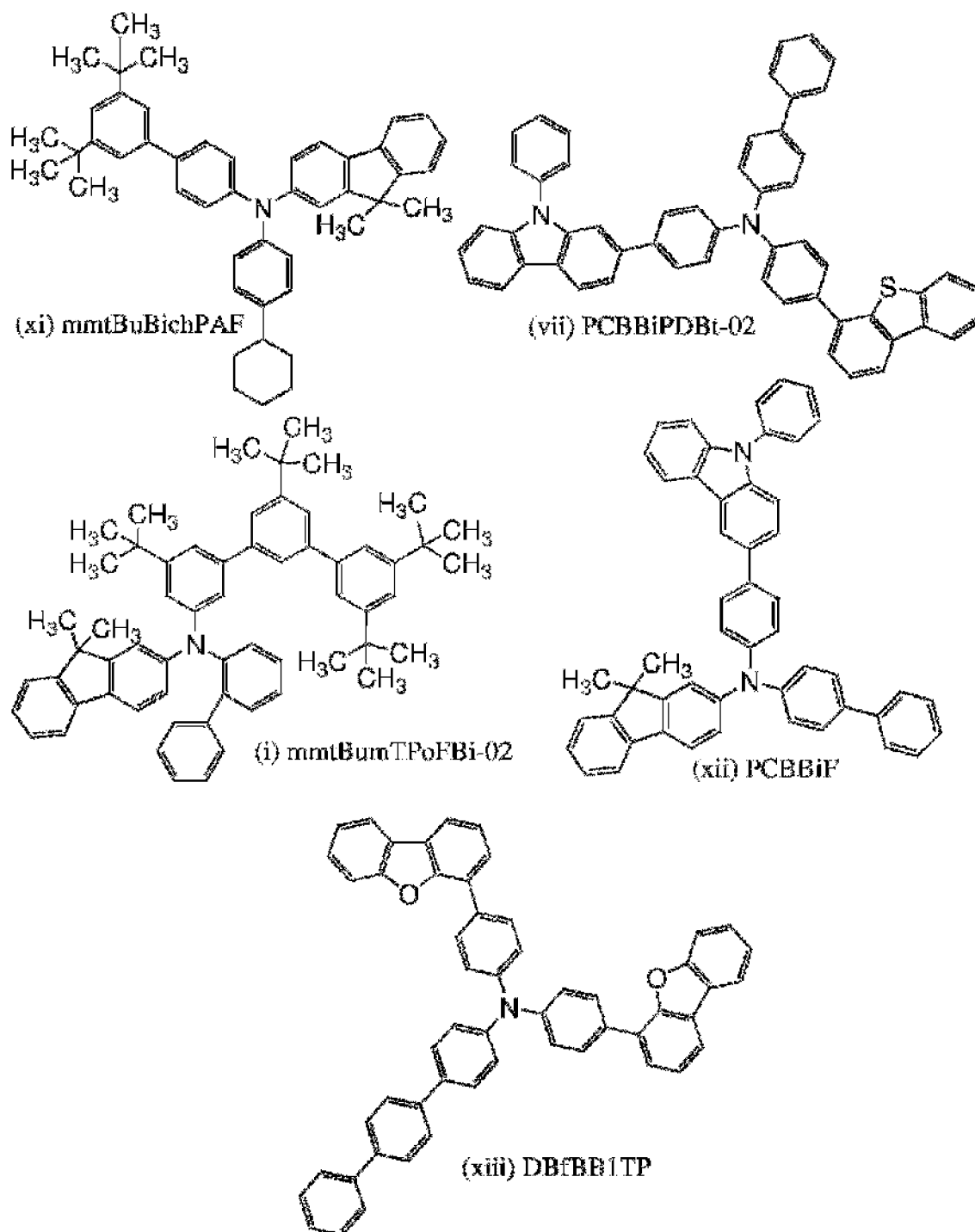
[0320] Wie vorstehend beschrieben, kann eine Licht emittierende Vorrichtung, in der eine Schicht, die eine Monoamin-Verbindung mit einer bestimmten Struktur enthält, in Kontakt mit einer Schicht mit niedrigem Brechungsindex ausgebildet ist, eine Licht emittierende Vorrichtung mit vorteilhaften Eigenschaften sein. Insbesondere kann die Licht emittierende Vorrichtung eine lange Lebensdauer aufweisen. Alternativ kann die Licht emittierende Vorrichtung eine hohe Emissionseffizienz aufweisen. Alternativ kann die Licht emittierende Vorrichtung eine niedrige Betriebsspannung aufweisen.

[Beispiel 2]

[0321] In diesem Beispiel werden Ergebnisse einer Untersuchung über die Leichtigkeit des Flusses von Ladungsträgern (Löchern in diesem Fall) bei der mehrschichtigen Struktur gezeigt, die zwischen der Anode und der Licht emittierenden Schicht der Licht emittierenden Vorrichtung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ausgebildet wird, die bei der Ausführungsform beschrieben worden ist. Um die Messung durchzuführen, wurden Messvorrichtungen, in denen nur Löcher fließen (Nur-Löcher-Elemente), hergestellt. Es handelt sich bei Vorrichtungen 3 und 4 jeweils um eine Messvorrichtung, die einen Teil der mehrschichtigen Struktur einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung aufweist. Es handelt sich bei Vergleichsvorrichtungen 4 bis 7 jeweils um eine Messvorrichtung, die keinen Teil der mehrschichtigen Struktur einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung aufweist.

[0322] Strukturformeln von organischen Verbindungen, die für die Vorrichtung 3, die Vorrichtung 4 und die Vergleichsvorrichtungen 4 bis 7 verwendet werden, werden nachstehend gezeigt.

[Chemische Formel 47]



(Herstellungsverfahren der Vorrichtung 3)

[0323] Zuerst wurde ein Film aus einer Silber-Palladium-Kupfer-Legierung (auch als APC-Film bezeichnet) in einer Dicke von 100 nm über einem Glassubstrat ausgebildet, und dann wurde ein Indiumzinnoxid, das Siliziumoxid enthält (ITSO), durch ein Sputterverfahren in einer Dicke von 45 nm abgeschieden, wodurch die Anode ausgebildet wurde. Es sei angemerkt, dass die Elektrodenfläche auf 4 mm² (2 mm × 2 mm) eingestellt wurde.

[0324] Als Nächstes wurde bei einer Vorbehandlung zum Ausbilden der Licht emittierenden Vorrichtung über dem Substrat eine Oberfläche des Substrats mit Wasser gewaschen und 1 Stunde lang bei 200 °C gebacken, und dann wurde eine UV-OzonBehandlung 370 Sekunden lang durchgeführt.

[0325] Danach wurde das Substrat in eine Vakuumverdampfungseinrichtung überführt, in der der Druck auf ungefähr 10^{-4} Pa verringert wurde, ein Vakuumbacken wurde 30 Minuten lang bei 170 °C in einer Heizkammer der Vakuumverdampfungseinrichtung durchgeführt, und dann wurde das Substrat ungefähr 30 Minuten lang abgekühlt.

[0326] Als Nächstes wurde das Substrat, das mit der Anode 101 versehen war, an einem Substrathalter, der in der Vakuumverdampfungseinrichtung bereitgestellt war, derart befestigt, dass die Oberfläche, auf der die Anode 101 ausgebildet war, nach unten gerichtet war. Auf der Anode 101 wurden dann N-[(3',5'-Ditertiarybutyl)-1,1'-biphenyl-4-yl]-N-(4-cyclohexylphenyl)-9,9-dimethyl-9H-fluoren-2-amin (Abkürzung: mmtBuBichPAF), das durch die vorstehende Strukturformel (xi) dargestellt wird, und ein Elektronenakzeptormaterial (OCHD-001) durch Co-Verdampfung in einer Dicke von 10 nm derart abgeschieden, dass das Gewichtsverhältnis 1: 0,1 (= mmtBuBichPAF: OCHD-001) war.

[0327] Anschließend wurde mmtBuBichPAF durch Verdampfung in einer Dicke von 50 nm abgeschieden, und 4-(Dibenzothiophen-4-yl)-4'-phenyl-4''-(9-phenyl-9H-carbazol-2-yl)triphenylamin (Abkürzung: PCBBiPDBt-02), das durch (vii) dargestellt wird, wurde durch Verdampfung in einer Dicke von 50 nm abgeschieden.

[0328] Danach wurden PCBBiPDBt-02 und OCHD-001 durch Co-Verdampfung in einem Gewichtsverhältnis von 1: 0,1 (= PCBBiPDBt-02: OCHD-001) in einer Dicke von 10 nm abgeschieden.

[0329] Schließlich wurde Aluminium durch Verdampfung in einer Dicke von 100 nm abgeschieden; auf diese Weise wurde die Vorrichtung 3, die die Messvorrichtung ist, hergestellt.

(Herstellungsverfahren der Vorrichtung 4)

[0330] Die Vorrichtung 4 wurde auf ähnliche Weise wie diejenige für die Vorrichtung 3 hergestellt, mit der Ausnahme, dass mmtBuBichPAF in der Vorrichtung 3 durch N-(1,1'-Biphenyl-2-yl)-N-(3,3'',5',5''-tetra-*t*-butyl-1,1':3'1''-terphenyl-5-yl)-9,9-dimethyl-9H-fluoren-2-amin (Abkürzung: mmtBumTPoFbi-02), das durch die vorstehende Strukturformel (i) dargestellt wird, ersetzt wurde.

(Herstellungsverfahren der Vergleichsvorrichtung 4)

[0331] Die Vergleichsvorrichtung 4 wurde auf ähnliche Weise wie diejenige für die Vorrichtung 3 hergestellt, mit der Ausnahme, dass mmtBuBichPAF in der Vorrichtung 3 durch N-(1,1'-Biphenyl-4-yl)-9,9-dimethyl-N-[4-(9-phenyl-9H-carbazol-3-yl)phenyl]-9H-fluoren-2-amin (Abkürzung: PCBBiF), das durch die vorstehende Strukturformel (xii) dargestellt wird, ersetzt wurde.

(Herstellungsverfahren der Vergleichsvorrichtung 5)

[0332] Die Vergleichsvorrichtung 5 wurde auf ähnliche Weise wie diejenige für die Vergleichsvorrichtung 4 hergestellt, mit der Ausnahme, dass PCBBiPDBt-02 in der Vergleichsvorrichtung 4 durch N,N-Bis[4-(dibenzofuran-4-yl)phenyl]-4-amino-*p*-terphenyl (Abkürzung: DBfBB1TP), das durch die vorstehende Strukturformel (xiii) dargestellt wird, ersetzt wurde.

(Herstellungsverfahren der Vergleichsvorrichtung 6)

[0333] Die Vergleichsvorrichtung 6 wurde auf ähnliche Weise wie diejenige für die Vorrichtung 3 hergestellt, mit der Ausnahme, dass PCBBiPDBt-02 in der Vorrichtung 3 durch DBfBB1TP ersetzt wurde.

(Herstellungsverfahren der Vergleichsvorrichtung 7)

[0334] Die Vergleichsvorrichtung 7 wurde auf ähnliche Weise wie diejenige für die Vorrichtung 4 hergestellt, mit der Ausnahme, dass PCBBiPDBt-02 in der Vorrichtung 4 durch DBfBB1TP ersetzt wurde.

[0335] Die Strukturen der Vorrichtung 3, der Vorrichtung 4 und der Vergleichsvorrichtungen 4 bis 7 werden in der folgenden Tabelle aufgeführt.

[Tabelle 3]

Dicke	Vorrichtung		Vergleichsvorrichtung			
	3	4	4	5	6	7
10 nm	PCBBiPDBt-02:OCHD-001 (1:0,1)			DBfBB1TP:OCHD-001 (1:0,1)		
50 nm	PCBBiPDBt-02			DBfBB1TP		
50 nm	*1					
10 nm	*1:OCHD-001 (1:0,1)					

*1 Vorrichtung 3, Vergleichsvorrichtung 6: mmtBuBichPAF Vorrichtung 4, Vergleichsvorrichtung 7: mmtBumTPoFbi-02 Vergleichsvorrichtungen 4,5: PCBBiF

[0336] Unter den organischen Verbindungen, die für die vorstehenden Vorrichtungen verwendet wurden, ist mmtBuBichPAF eine organische Verbindung mit einer Lochtransporteigenschaft und niedrigem Brechungsindex. Das heißt, dass der ordentliche Brechungsindex von mmtBuBichPAF in dem gesamten Bereich der Emission von blauem Licht (455 nm bis 465 nm) höher als oder gleich 1,72 und niedriger als oder gleich 1,73 ist, welcher innerhalb des Bereichs von 1,50 bis 1,75 liegt, und dass der ordentliche Brechungsindex von mmtBuBichPAF bei 633 nm 1,65 ist, welcher innerhalb des Bereichs von 1,45 bis 1,70 liegt. Ferner ist mmtBumTPoFbi-02 eine organische Verbindung mit einer Lochtransporteigenschaft und niedrigem Brechungsindex. Das heißt, dass der ordentliche Brechungsindex von mmtBumTPoFbi-02 in dem gesamten Bereich der Emission von blauem Licht (455 nm bis 465 nm) höher als oder gleich 1,69 und niedriger als oder gleich 1,70 ist, welcher innerhalb des Bereichs von 1,50 bis 1,75 liegt, und dass der ordentliche Brechungsindex von mmtBumTPoFbi-02 bei 633 nm 1,64 ist, welcher innerhalb des Bereichs von 1,45 bis 1,70 liegt.

[0337] Unter den organischen Verbindungen, die für die vorstehenden Vorrichtungen verwendet wurden, ist PCBBiPDBt-02 eine Monoamin-Verbindung mit einer Triarylamin-Struktur, die eine Gruppe, die eine Carbazol-Struktur umfasst, eine Gruppe, die eine Dibenzofuran-Struktur oder eine Dibenzothiophen-Struktur umfasst, und eine Gruppe aufweist, die eine aromatische Kohlenwasserstoff-Struktur mit 6 bis 18 Kohlenstoffatomen umfasst. Es sei angemerkt, dass DBfBB1TP keine Carbazol-Struktur umfasst und daher eine organische Verbindung ist, die nicht die vorstehende Struktur aufweist.

[0338] Die Licht emittierenden Vorrichtungen und die Licht emittierenden Vergleichsvorrichtungen wurden unter Verwendung eines Glassubstrats in einem eine Stickstoffatmosphäre enthaltenden Handschuhkasten derart abgedichtet, dass sie nicht der Luft ausgesetzt wurden (ein UV-härtendes Dichtungsmaterial wurde aufgetragen, um die Elemente zu umschließen, nur das UV-härtende Dichtungsmaterial wurde mit UV bestrahlt, während verhindert wurde, dass die Licht emittierenden Vorrichtungen mit dem UV bestrahlt wurden, und eine Wärmebehandlung wurde unter atmosphärischem Druck eine Stunde lang bei 80 °C durchgeführt). Dann wurden die Anfangseigenschaften der Licht emittierenden Vorrichtungen gemessen.

[0339] Diese Vorrichtungen sind jeweils eine Vorrichtung, die die mehrschichtige Struktur zwischen der Anode und der Licht emittierenden Schicht der Licht emittierenden Vorrichtung imitiert und durch die nur Löcher fließen. Durch die Messung dieser Vorrichtungen können Lochinjektions- und Lochtransporteigenschaften beobachtet werden, ohne von der Injektion und dem Transport von Elektronen, der Rekombination in der Licht emittierenden Schicht und dergleichen beeinflusst zu werden.

[0340] Fig. 22 zeigt die Stromdichte-Spannungs-Eigenschaften der Vorrichtung 3, der Vorrichtung 4 und der Vergleichsvorrichtungen 4 bis 4.

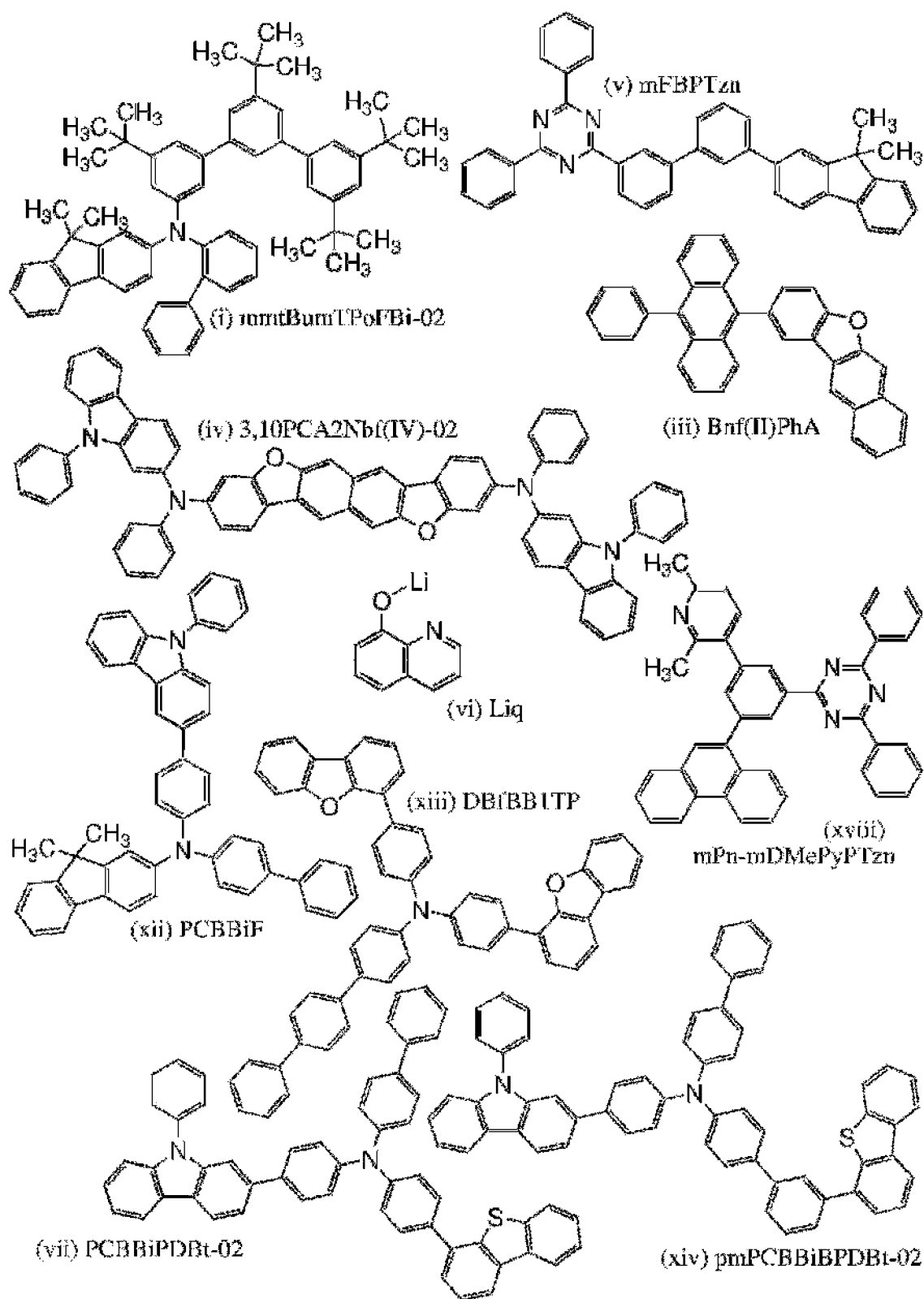
[0341] Fig. 22 zeigt, dass dann, wenn die Vergleichsvorrichtungen 6 und 7, die mmtBuBichPAF bzw. mmtBumTPoFbi-02 enthalten, welche Materialien mit niedrigem Brechungsindex sind, mit der Vergleichsvorrichtung 5, die kein Material mit niedrigem Brechungsindex enthält, verglichen werden, die Vergleichsvorrichtungen 6 und 7 niedrige Eigenschaften aufweisen. Dies bedeutet, dass die Lochinjektions- und Lochtransporteigenschaften von mmtBuBichPAF und mmtBumTPoFbi-02 niedriger sind als diejenigen von PCBBiF. Jedoch wiesen die Vorrichtungen 3 und 4, in denen PCBBiPDBt-02 in Kontakt mit mmtBuBichPAF bzw.

mmtBumTPoFbi-02 ausgebildet war, trotz der Verwendung der Materialien mit niedrigem Brechungsindex die gleichen Eigenschaften wie die Vergleichsvorrichtung 4 auf, bei der kein Material mit niedrigem Brechungsindex verwendet wurde. Daher wurde festgestellt, dass die Stromdichte-Spannung-Eigenschaften erheblich verbessert werden, wenn eine Monoamin-Verbindung mit einer Triarylamin-Struktur, die eine Gruppe, die eine Carbazol-Struktur umfasst, eine Gruppe, die eine Dibenzofuran-Struktur oder eine Dibenzothiophen-Struktur umfasst, und eine Gruppe aufweist, die eine aromatische Kohlenwasserstoff-Struktur mit 6 bis 18 Kohlenstoffatomen umfasst, wie z. B. PCBBiPDBt-02, in Kontakt mit einem Material mit niedrigem Brechungsindex bereitgestellt wird.

[Beispiel 3]

[0342] In diesem Beispiel werden eine Licht emittierende Vorrichtung 5 und eine Licht emittierende Vorrichtung 6, die jeweils eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung sind, die bei der Ausführungsform beschrieben worden ist, sowie Licht emittierende Vergleichsvorrichtungen 8 bis 11 beschrieben. Strukturformeln von organischen Verbindungen, die in diesem Beispiel verwendet werden, werden nachstehend gezeigt.

[Chemische Formel 48]



(Herstellungsverfahren der Licht emittierenden Vorrichtung 5)

[0343] Zuerst wurde als durchsichtige Elektrode Indiumzinnoxid, das Siliziumoxid enthält (ITSO), durch ein Sputterverfahren in einer Dicke von 55 nm über einem Glassubstrat abgeschieden, wodurch die Anode 101 ausgebildet wurde. Es sei angemerkt, dass die Elektrodenfläche auf 4 mm² (2 mm × 2 mm) eingestellt wurde.

[0344] Als Nächstes wurde bei einer Vorbehandlung zum Ausbilden der Licht emittierenden Vorrichtung über dem Substrat eine Oberfläche des Substrats mit Wasser gewaschen und 1 Stunde lang bei 200 °C gebacken, und dann wurde eine UV-Ozon-Behandlung 370 Sekunden lang durchgeführt.

[0345] Danach wurde das Substrat in eine Vakuumverdampfungseinrichtung überführt, in der der Druck auf ungefähr 10^{-4} Pa verringert wurde, ein Vakuumbacken wurde 30 Minuten lang bei 170 °C in einer Heizkammer der Vakuumverdampfungseinrichtung durchgeführt, und dann wurde das Substrat ungefähr 30 Minuten lang abgekühlt.

[0346] Als Nächstes wurde das Substrat, das mit der Anode 101 versehen war, an einem Substrathalter, der in der Vakuumverdampfungseinrichtung bereitgestellt war, derart befestigt, dass die Oberfläche, auf der die Anode 101 ausgebildet war, nach unten gerichtet war. Auf der Anode 101 wurden dann N-(1,1'-Biphenyl-2-yl)-N-(3,3',5,5'-tetra-*t*-butyl-1,1':3'1"-terphenyl-5-yl)-9,9-dimethyl-9H-fluoren-2-amin (Abkürzung: mmtBumTPoFBI-02), das durch die vorstehende Strukturformel (i) dargestellt wird, und ein Elektronenakzeptormaterial (OCHD-001) durch Co-Verdampfung in einer Dicke von 10 nm derart abgeschieden, dass das Gewichtsverhältnis 1: 0,1 (= mmtBumTPoFBI-02: OCHD-001) war, wodurch die Lochinjektionsschicht 111 ausgebildet wurde.

[0347] Über der Lochinjektionsschicht 111 wurde mmtBumTPoFBI-02 durch Verdampfung in einer Dicke von 100 nm abgeschieden, wodurch die Lochtransportschicht 112 ausgebildet wurde.

[0348] Anschließend wurde über der Lochtransportschicht 112 4-(Dibenzothiophen-4-yl)-4'-phenyl-4''-(9-phenyl-9H-carbazol-2-yl)triphenylamin (Abkürzung: PCBBiPDBt-02), das durch die vorstehende Strukturformel (vii) dargestellt wird, durch Verdampfung in einer Dicke von 10 nm abgeschieden, wodurch eine Elektronenblockierschicht ausgebildet wurde.

[0349] Dann wurden 2-(10-Phenyl-9-anthracenyl)-benzo[b]naphtho[2,3-d]furan (Abkürzung: Bnf(II)PhA), das durch die vorstehende Strukturformel (iii) dargestellt wird, und 3,10-Bis[N-(9-phenyl-9H-carbazol-2-yl)-N-phenylamino]naphtho[2,3-b;6,7-b']bisbenzofuran (Abkürzung: 3,10PCA2Nbf(IV)-02), das durch die vorstehende Strukturformel (iv) dargestellt wird, durch Co-Verdampfung in einer Dicke von 25 nm derart abgeschieden, dass das Gewichtsverhältnis 1: 0,015 (= Bnf(II)PhA: 3,10PCA2Nbf(IV)-02) war, wodurch die Licht emittierende Schicht 113 ausgebildet wurde.

[0350] Danach wurde 2-[3'-(9,9-Dimethyl-9H-fluoren-2-yl)-1,1'-biphenyl-3-yl]-4,6-diphenyl-1,3,5-triazin (Abkürzung: mFBPTzn), das durch die vorstehende Strukturformel (v) dargestellt wird, durch Verdampfung in einer Dicke von 10 nm abgeschieden, wodurch eine Lochblockierschicht ausgebildet wurde. Dann wurden 2-[3-(2,6-Dimethyl-3-pyridinyl)-5-(9-phenanthrenyl)phenyl]-4,6-diphenyl-1,3,5-triazin (Abkürzung: mPn-mDMePyPTzn), das durch die vorstehende Strukturformel (xviii) dargestellt wird, und 8-Chinolinolato-Lithium (Abkürzung: Liq), das durch die vorstehende Strukturformel (vi) dargestellt wird, durch Co-Verdampfung in einer Dicke von 15 nm derart abgeschieden, dass das Gewichtsverhältnis 1: 1 (= mPn-mDMePyPTzn: Liq) war, wodurch die Elektronentransportschicht 114 ausgebildet wurde.

[0351] Nach dem Ausbilden der Elektronentransportschicht 114 wurde Liq in einer Dicke von 1 nm abgeschieden, um die Elektroneninjectionsschicht 115 auszubilden, und schließlich wurde Aluminium durch Verdampfung in einer Dicke von 200 nm abgeschieden, um die Kathode 102 auszubilden, wodurch die Licht emittierende Vorrichtung 5 hergestellt wurde.

(Herstellungsverfahren der Licht emittierenden Vorrichtung 6)

[0352] Die Licht emittierende Vorrichtung 6 wurde auf ähnliche Weise wie diejenige für die Licht emittierende Vorrichtung 5 hergestellt, mit der Ausnahme, dass PCBBiPDBt-02 in der Elektronenblockierschicht der Licht emittierenden Vorrichtung 5 durch 4-[3-(Dibenzothiophen-4-yl)phenyl]-4'-phenyl-4''-(9-phenyl-9H-carbazol-2-yl)triphenylamin (Abkürzung: pmPCBBiPDBt-02), das durch die vorstehende Strukturformel (vii) dargestellt wird, ersetzt wurde.

(Herstellungsverfahren der Licht emittierenden Vergleichsvorrichtung 8)

[0353] Die Licht emittierende Vergleichsvorrichtung 8 wurde auf ähnliche Weise wie diejenige für die Licht emittierende Vorrichtung 5 hergestellt, mit der Ausnahme, dass PCBBiPDBt-02 in der Elektronenblockier-

schicht der Licht emittierenden Vorrichtung 5 durch N,N-Bis[4-(dibenzofuran-4-yl)phenyl]-4-amino-p-terphenyl (Abkürzung: DBfBB1TP), das durch die vorstehende Strukturformel (xiii) dargestellt wird, ersetzt wurde.

(Herstellungsverfahren der Licht emittierenden Vergleichsvorrichtung 9)

[0354] Die Licht emittierende Vergleichsvorrichtung 9 wurde auf ähnliche Weise wie diejenige für die Licht emittierende Vorrichtung 5 hergestellt, mit der Ausnahme, dass mmtBumTPoFBI-02 in der Lochinjektionsschicht und Lochtransportschicht der Licht emittierenden Vorrichtung 5 durch N-(1,1'-Biphenyl-4-yl)-9,9-dimethyl-N-[4-(9-phenyl-9H-carbazol-3-yl)phenyl]-9H-fluoren-2-amin (Abkürzung: PCBBiF), das durch die vorstehende Strukturformel (xii) dargestellt wird, ersetzt wurde.

(Herstellungsverfahren der Licht emittierenden Vergleichsvorrichtung 10)

[0355] Die Licht emittierende Vergleichsvorrichtung 10 wurde auf ähnliche Weise wie diejenige für die Licht emittierende Vorrichtung 6 hergestellt, mit der Ausnahme, dass mmtBumTPoFBI-02 in der Lochinjektionsschicht und Lochtransportschicht der Licht emittierenden Vorrichtung 6 durch PCBBiF ersetzt wurde.

(Herstellungsverfahren der Licht emittierenden Vergleichsvorrichtung 11)

[0356] Die Licht emittierende Vergleichsvorrichtung 11 wurde auf ähnliche Weise wie diejenige für die Licht emittierende Vorrichtung 6 hergestellt, mit der Ausnahme, dass mmtBumTPoFBI-02 in der Lochinjektionsschicht und Lochtransportschicht der Licht emittierenden Vergleichsvorrichtung 8 durch PCBBiF ersetzt wurde.

[0357] Die Strukturen der Licht emittierenden Vorrichtung 5, der Licht emittierenden Vorrichtung 6 und der Licht emittierenden Vergleichsvorrichtungen 8 bis 11 werden in der folgenden Tabelle aufgeführt.

[Tabelle 4]

		Licht emittierende Vorrichtung 5	Licht emittierende Vorrichtung 6	Licht emittierende Vergleichsvorrichtung 8
Elektroneninjektionsschicht	1 nm	Liq		
Elektronen- transportschicht	15 nm	mPn-mDMePyPTzn: Liq (1:1)		
Lochblockierschicht	10 nm	mFBPTzn		
Licht emittierende Schicht	25 nm	Bnf(II)PhA:3,10PCA2Nbf(IV)-02 (1:0,015)		
Elektronenblockierschicht	10 nm	PCBBiPDBt-02	pmPCBBiBPDBt-02	DBfBBITP
Lochtransportschicht	100 nm	mmtBumTPoFBI-02		
Lochinjektionsschicht	10 nm	mmtBumTPoFBI-02:OCHD-001 (1:0,1)		

[Tabelle 5]

		Licht emittierende Vergleichsvorrichtung 9	Licht emittierende Vergleichsvorrichtung 10	Licht emittierende Vergleichsvorrichtung 11
Elektroneninjektionsschicht	1 nm	Liq		
Elektronen- transportschicht	15 nm	mPn-mDMePyPTzn: Liq (1:1)		

		Licht emittierende Vergleichsvorrichtung 9	Licht emittierende Vergleichsvorrichtung 10	Licht emittierende Vergleichsvorrichtung 11
Lochblockierschicht	10 nm	mFBPTzn		
Licht emittierende Schicht	25 nm	Bnf(II)PhA:3,10PCA2Nbf(IV)-02 (1:0,015)		
Elektronenblockierschicht	10 nm	PCBBiPDBt-02	pmPCBBiPDBt-02	DBfBBITP
Lochtransport-schicht	100 nm	PCBBiF		
Lochinjektions-schicht !	10 nm	PCBBiF:OCHD-001 (1:0,1)		

[0358] Es sei angemerkt, dass der ordentliche Brechungsindex von mmtBumTPoFbi-02 in dem gesamten Bereich der Emission von blauem Licht (455 nm bis 465 nm) höher als oder gleich 1,69 und niedriger als oder gleich 1,70 ist, welcher innerhalb des Bereichs von 1,50 bis 1,75 liegt, und der ordentliche Brechungsindex bei 633 nm 1,64 ist, welcher innerhalb des Bereichs von 1,45 bis 1,70 liegt. Das heißt, dass mmtBumTPoFbi-02 ein Lochtransportmaterial mit niedrigem Brechungsindex ist. Der ordentliche Brechungsindex von Bnf(II)PhA in dem gesamten Bereich der Emission von blauem Licht (455 nm bis 465 nm) ist höher als oder gleich 1,89 und niedriger als oder gleich 1,91, und der ordentliche Brechungsindex bei 633 nm ist 1,79. Da die Konzentration von 3,10PCA2Nbf(IV)-02 in der Licht emittierenden Schicht 113 niedrig ist, ist der Brechungsindex der Licht emittierenden Schicht 113 gleich demjenigen von Bnf(II)PhA. Demzufolge handelt es sich bei der Licht emittierenden Vorrichtung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung um eine Licht emittierende Vorrichtung, bei der der Brechungsindex der Lochtransportschicht 112 niedriger ist als derjenige der Licht emittierenden Schicht 113.

[0359] Ferner sind PCBBiPDBt-02 und pmPCBBiPDBt-02, die für die Elektronenblockierschicht der Licht emittierenden Vorrichtung 5 bzw. diejenige der Licht emittierenden Vorrichtung 6 verwendet wurden, jeweils eine Monoamin-Verbindung mit einer Triarylamin-Struktur, die eine Gruppe, die eine Carbazol-Struktur umfasst, eine Gruppe, die eine Dibenzofuran-Struktur oder eine Dibenzothiophen-Struktur umfasst, und eine Gruppe aufweist, die eine aromatische Kohlenwasserstoff-Struktur mit 6 bis 18 Kohlenstoffatomen umfasst.

[0360] Die Licht emittierenden Vorrichtungen und die Licht emittierenden Vergleichsvorrichtungen wurden unter Verwendung eines Glassubstrats in einem eine Stickstoffatmosphäre enthaltenden Handschuhkasten derart abgedichtet, dass sie nicht der Luft ausgesetzt wurden (ein UV-härtendes Dichtungsmaterial wurde aufgetragen, um die Elemente zu umschließen, nur das UV-härtende Dichtungsmaterial wurde mit UV bestrahlt, während verhindert wurde, dass die Licht emittierenden Vorrichtungen mit dem UV bestrahlt wurden, und eine Wärmebehandlung wurde unter atmosphärischem Druck eine Stunde lang bei 80 °C durchgeführt). Dann wurden die Anfangseigenschaften der Licht emittierenden Vorrichtungen gemessen.

[0361] Fig. 23 zeigt die Leuchtdichte-Stromdichte-Eigenschaften der Licht emittierenden Vorrichtung 5, der Licht emittierenden Vorrichtung 6 und der Licht emittierenden Vergleichsvorrichtungen 8 bis 11. Fig. 24 zeigt die Leuchtdichte-Spannungs-Eigenschaften dieser. Fig. 25 zeigt die Stromeffizienz-Leuchtdichte-Eigenschaften dieser. Fig. 26 zeigt die Strom-Spannungs-Eigenschaften dieser. Fig. 27 zeigt die externen Quanteneffizienz-Leuchtdichte-Eigenschaften dieser. Fig. 28 zeigt die Leistungseffizienz-Leuchtdichte-Eigenschaften dieser. Fig. 29 zeigt die Emissionsspektren dieser. Tabelle 6 zeigt die Haupteigenschaften der Licht emittierenden Vorrichtung 5, der Licht emittierenden Vorrichtung 6 und der Licht emittierenden Vergleichsvorrichtungen 8 bis 11 bei etwa 1000 cd/m². Die Leuchtdichte, die CIE-Chromatizität und die Emissionsspektren wurden mit einem Spektralradiometer (SR-UL1R, hergestellt von TOPCON TECHNOHOUSE CORPORATION) bei normaler Temperatur gemessen.

[Tabelle 6]

	Spannung (V)	Strom (mA)	Stromdichte (mA/cm ²)	Chromatizität (x, y)	Stromeffizienz (cd/A)	externe Quanteneffizienz (%)
Licht emittierende Vorrichtung 5	3,4	0,37	9,1	(0,141,0,166)	9,8	7,5
Licht emittierende Vorrichtung 6	3,4	0,39	9,7	(0,140,0,166)	10,1	7,7
Licht emittierende Vergleichsvorrichtung 8	3,6	0,42	10,4	(0,139,0,168)	9,5	7,2
Licht emittierende Vergleichsvorrichtung 9	3,3	0,53	13,2	(0,143,0,126)	7,8	7,2
Licht emittierende Vergleichsvorrichtung 10	3,3	0,57	14,2	(0,143,0,129)	7,7	7,0
Licht emittierende Vergleichsvorrichtung 11	3,3	0,40	10,1	(0,142,0,133)	7,3	6,4

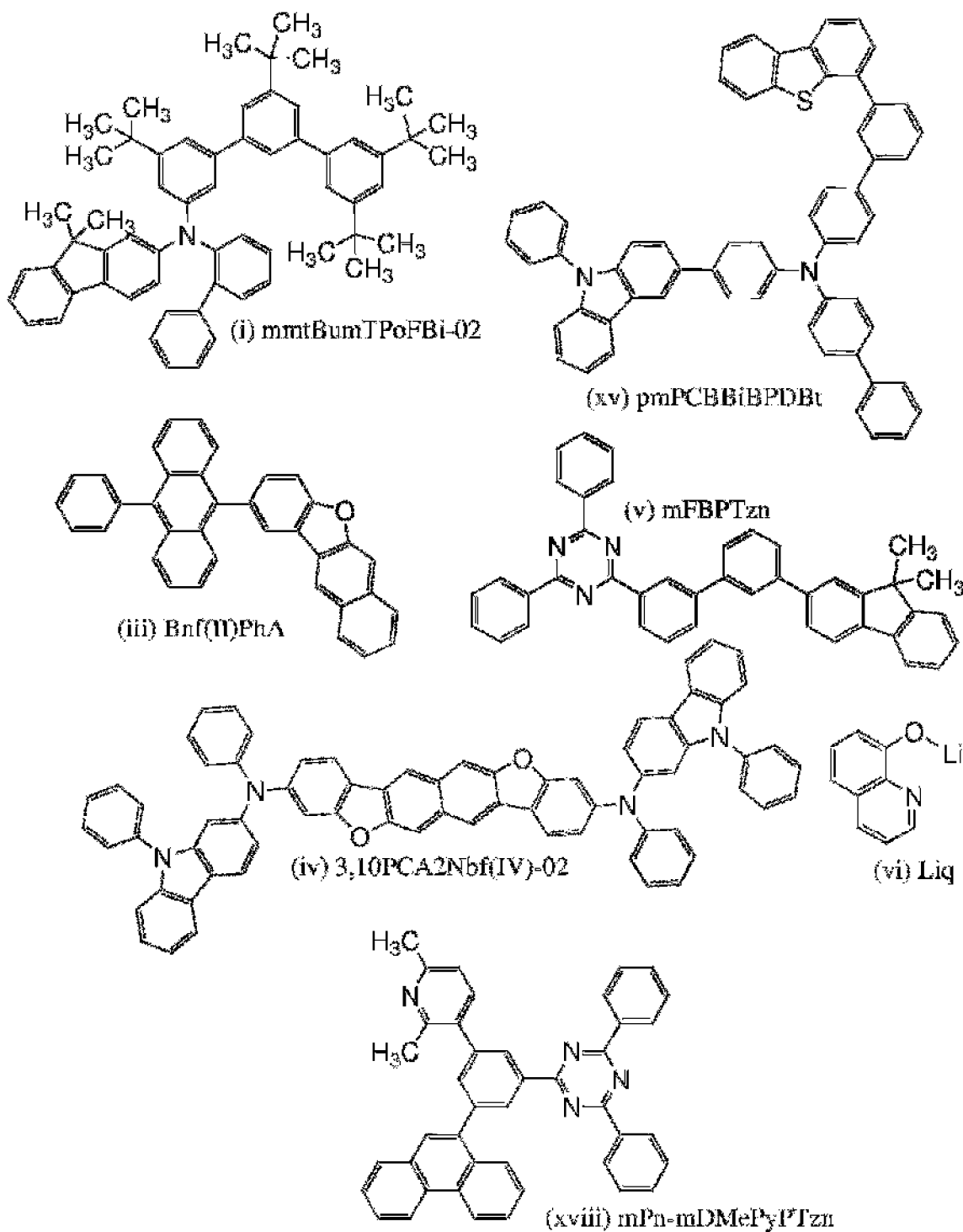
[0362] Aus **Fig. 23** bis **Fig. 29** und Tabelle 6 wurde festgestellt, dass es sich bei den Licht emittierenden Vorrichtungen 5 und 6 einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung jeweils um ein Licht emittierendes Element mit hoher Leistungseffizienz handelt, da die Licht emittierenden Vorrichtungen 5 und 6 PCBBiPDBt-02 bzw. pmPCBBiPDBt-02 enthalten, welche in Kontakt mit dem Material mit niedrigem Brechungsindex, mmtBumTPoFbi-02, sind, was zur Erhöhung der externen Quanteneffizienz und zur Unterdrückung der Verringerung der Betriebsspannung führt. Es sei angemerkt, dass pmPCBBiPDBt-02, in dem eine Dibenzothiophenyl-Gruppe über eine meta-substituierte Phenylen-Gruppe an Stickstoff von Amin gebunden ist, stärker bevorzugt wird, da es eine große Wirkung zur Verbesserung der Effizienz aufweist.

[0363] Wie vorstehend beschrieben, kann eine Licht emittierende Vorrichtung, in der eine Schicht, die eine Monoamin-Verbindung mit einer bestimmten Struktur enthält, in Kontakt mit einer Schicht mit niedrigem Brechungsindex ausgebildet ist, eine Licht emittierende Vorrichtung mit vorteilhaften Eigenschaften sein. Insbesondere kann die Licht emittierende Vorrichtung eine lange Lebensdauer aufweisen. Alternativ kann die Licht emittierende Vorrichtung eine hohe Emissionseffizienz aufweisen. Alternativ kann die Licht emittierende Vorrichtung eine niedrige Betriebsspannung aufweisen.

[Beispiel 4]

[0364] In diesem Beispiel wird eine Licht emittierende Vorrichtung 7, die eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist, die bei der Ausführungsform beschrieben worden ist, beschrieben. Strukturformeln von organischen Verbindungen, die in diesem Beispiel verwendet werden, werden nachstehend gezeigt.

[Chemische Formel 49]



(Herstellungsverfahren der Licht emittierenden Vorrichtung 7)

[0365] Zuerst wurde als durchsichtige Elektrode Indiumzinnoxid, das Siliziumoxid enthält (ITSO), durch ein Sputterverfahren in einer Dicke von 55 nm über einem Glassubstrat abgeschieden, wodurch die Anode 101 ausgebildet wurde. Es sei angemerkt, dass die Elektrodenfläche auf 4 mm² (2 mm × 2 mm) eingestellt wurde.

[0366] Als Nächstes wurde bei einer Vorbehandlung zum Ausbilden der Licht emittierenden Vorrichtung über dem Substrat eine Oberfläche des Substrats mit Wasser gewaschen und 1 Stunde lang bei 200 °C gebacken, und dann wurde eine UV-OzonBehandlung 370 Sekunden lang durchgeführt.

[0367] Danach wurde das Substrat in eine Vakuumverdampfungseinrichtung überführt, in der der Druck auf ungefähr 10⁻⁴ Pa verringert wurde, ein Vakuumbacken wurde 30 Minuten lang bei 170 °C in einer Heizkam-

mer der Vakuumverdampfungseinrichtung durchgeführt, und dann wurde das Substrat ungefähr 30 Minuten lang abgekühlt.

[0368] Als Nächstes wurde das Substrat, das mit der Anode 101 versehen war, an einem Substrathalter, der in der Vakuumverdampfungseinrichtung bereitgestellt war, derart befestigt, dass die Oberfläche, auf der die Anode 101 ausgebildet war, nach unten gerichtet war. Auf der Anode 101 wurden dann N-(1,1'-Biphenyl-2-yl)-N-(3,3",5',5"-tetra-*t*-butyl-1,1':3'1"-terphenyl-5-yl)-9,9-dimethyl-9H-fluoren-2-amin (Abkürzung: mmtBumTPoFBI-02), das durch die vorstehende Strukturformel (i) dargestellt wird, und ein Elektronenakzeptormaterial (OCHD-001) durch Co-Verdampfung in einer Dicke von 10 nm derart abgeschieden, dass das Gewichtsverhältnis 1: 0,1 (= mmtBumTPoFBI-02: OCHD-001) war, wodurch die Lochinjektionsschicht 111 ausgebildet wurde.

[0369] Über der Lochinjektionsschicht 111 wurde mmtBumTPoFBI-02 durch Verdampfung in einer Dicke von 100 nm abgeschieden, wodurch die Lochtransportschicht 112 ausgebildet wurde.

[0370] Anschließend wurde über der Lochtransportschicht 112 4-[3-(Dibenzothiophen-4-yl)phenyl]-4'-phenyl-4"-(9-phenyl-9H-carbazol-3-yl)triphenylamin (Abkürzung: pmPCBBiBPDBt), das durch die vorstehende Strukturformel (xv) dargestellt wird, durch Verdampfung in einer Dicke von 10 nm abgeschieden, wodurch eine Elektronenblockierschicht ausgebildet wurde.

[0371] Dann wurden 2-(10-Phenyl-9-anthracenyl)-benzo[b]naphtho[2,3-d]furan (Abkürzung: Bnf(II)PhA), das durch die vorstehende Strukturformel (iii) dargestellt wird, und 3,10-Bis[N-(9-phenyl-9H-carbazol-2-yl)-N-phenylamino]naphtho[2,3-b;6,7-b']bisbenzofuran (Abkürzung: 3,10PCA2Nbf(IV)-02), das durch die vorstehende Strukturformel (iv) dargestellt wird, durch Co-Verdampfung in einer Dicke von 25 nm derart abgeschieden, dass das Gewichtsverhältnis 1: 0,015 (= Bnf(II)PhA: 3,10PCA2Nbf(IV)-02) war, wodurch die Licht emittierende Schicht 113 ausgebildet wurde.

[0372] Danach wurde 2-[3'-(9,9-Dimethyl-9H-fluoren-2-yl)-1,1'-biphenyl-3-yl]-4,6-diphenyl-1,3,5-triazin (Abkürzung: mFBPTzn), das durch die vorstehende Strukturformel (v) dargestellt wird, durch Verdampfung in einer Dicke von 10 nm abgeschieden, wodurch eine Lochblockierschicht ausgebildet wurde. Dann wurden 2-[3-(2,6-Dimethyl-3-pyridinyl)-5-(9-phenanthrenyl)phenyl]-4,6-diphenyl-1,3,5-triazin (Abkürzung: mPn-mDMePyPTzn), das durch die vorstehende Strukturformel (xviii) dargestellt wird, und 8-Chinolinolato-Lithium (Abkürzung: Liq), das durch die vorstehende Strukturformel (vi) dargestellt wird, durch Co-Verdampfung in einer Dicke von 15 nm derart abgeschieden, dass das Gewichtsverhältnis 1: 1 (= mPn-mDMePyPTzn: Liq) war, wodurch die Elektronentransportschicht 114 ausgebildet wurde.

[0373] Nach dem Ausbilden der Elektronentransportschicht 114 wurde Liq in einer Dicke von 1 nm abgeschieden, um die Elektroneninjectionsschicht 115 auszubilden, und schließlich wurde Aluminium durch Verdampfung in einer Dicke von 200 nm abgeschieden, um die Kathode 102 auszubilden, wodurch die Licht emittierende Vorrichtung 7 hergestellt wurde.

[0374] Die Struktur der Licht emittierenden Vorrichtung 7 wird in der folgenden Tabelle aufgeführt.

[Tabelle 7]

		Licht emittierende Vorrichtung 7
Elektronen- injektionsschicht	1 nm	Liq
Elektronen- transportschicht	15 nm	mPn-mDMePyPTzn: Liq (1:1)
Lochblockierschicht	10 nm	mFBPTzn
Licht emittierende Schicht	25 nm	Bnf(II)PhA:3,10PCA2Nbf(IV)-02 (1:0,015)
Elektronen- blockierschicht	10 nm	pmPCBBiBPDBt
Lochtransport- schicht	100 nm	mmtBumTPoFBI-02
Lochinjektions- schicht	10 nm	mmtBumTPoFBI-02:OCHD-001 (1:0,1)

[0375] Es sei angemerkt, dass der ordentliche Brechungsindex von mmtBumTPoFbi-02 in dem gesamten Bereich der Emission von blauem Licht (455 nm bis 465 nm) höher als oder gleich 1,69 und niedriger als oder gleich 1,70 ist, welcher innerhalb des Bereichs von 1,50 bis 1,75 liegt, und der ordentliche Brechungsindex bei 633 nm 1,64 ist, welcher innerhalb des Bereichs von 1,45 bis 1,70 liegt. Das heißt, dass mmtBumTPoFbi-02 ein Lochtransportmaterial mit niedrigem Brechungsindex ist. Der ordentliche Brechungsindex von Bnf(II)PhA in dem gesamten Bereich der Emission von blauem Licht (455 nm bis 465 nm) ist höher als oder gleich 1,89 und niedriger als oder gleich 1,91, und der ordentliche Brechungsindex bei 633 nm ist 1,79. Da die Konzentration von 3,10PCA2Nbf(IV)-02 in der Licht emittierenden Schicht 113 niedrig ist, ist der Brechungsindex der Licht emittierenden Schicht 113 gleich demjenigen von Bnf(II)PhA. Demzufolge handelt es sich bei der Licht emittierenden Vorrichtung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung um eine Licht emittierende Vorrichtung, bei der der Brechungsindex der Lochtransportschicht 112 niedriger ist als derjenige der Licht emittierenden Schicht 113.

[0376] Ferner ist pmPCBBiBPDBt, das für die Elektronenblockierschicht der Licht emittierenden Vorrichtung 7 verwendet wurde, eine Monoamin-Verbindung mit einer Triarylamin-Struktur, die eine Gruppe, die eine Carbazol-Struktur umfasst, eine Gruppe, die eine Dibenzofuran-Struktur oder eine Dibenzothiophen-Struktur umfasst, und eine Gruppe aufweist, die eine aromatische Kohlenwasserstoff-Struktur mit 6 bis 18 Kohlenstoffatomen umfasst.

[0377] Die Licht emittierende Vorrichtung wurde unter Verwendung eines Glassubstrats in einem eine Stickstoffatmosphäre enthaltenden Handschuhkasten derart abgedichtet, dass sie nicht der Luft ausgesetzt wurde (ein UV-härtendes Dichtungsmaterial wurde aufgetragen, um das Element zu umschließen, nur das UV-härtende Dichtungsmaterial wurde mit UV bestrahlt, während verhindert wurde, dass die Licht emittierende Vorrichtung mit dem UV bestrahlt wurde, und eine Wärmebehandlung wurde unter atmosphärischem Druck eine Stunde lang bei 80 °C durchgeführt). Dann wurden die Anfangseigenschaften der Licht emittierenden Vorrichtung gemessen.

[0378] Fig. 30 zeigt die Leuchtdichte-Stromdichte-Eigenschaften der Licht emittierenden Vorrichtung 7. Fig. 31 zeigt die Leuchtdichte-Spannungs-Eigenschaften dieser. Fig. 32 zeigt die Stromeffizienz-Leuchtdichte-Eigenschaften dieser. Fig. 33 zeigt die Strom-Spannungs-Eigenschaften dieser. Fig. 34 zeigt die externen Quanteneffizienz-Leuchtdichte-Eigenschaften dieser. Fig. 35 zeigt die Leistungseffizienz-Leuchtdichte-Eigenschaften dieser. Fig. 36 zeigt die Emissionsspektren dieser. Tabelle 3 zeigt die Haupteigenschaften der Licht emittierenden Vorrichtung 7 bei etwa 1000 cd/m². Die Leuchtdichte, die CIE-Chromatizität und die Emissionsspektren wurden mit einem Spektralradiometer (SR-UL1R, hergestellt von TOPCON TECHNO-HOUSE CORPORATION) bei normaler Temperatur gemessen.

[Tabelle 8]

	Spannung (V)	Strom (mA)	Stromdichte (mA/cm ²)	Chromatizität (x, y)	Stromeffizienz (cd/A)	externe Quanteneffizienz (%)
Licht emittierende Vorrichtung 7	3,6	0,45	11,2	(0,140,0,166)	9,7	7,4

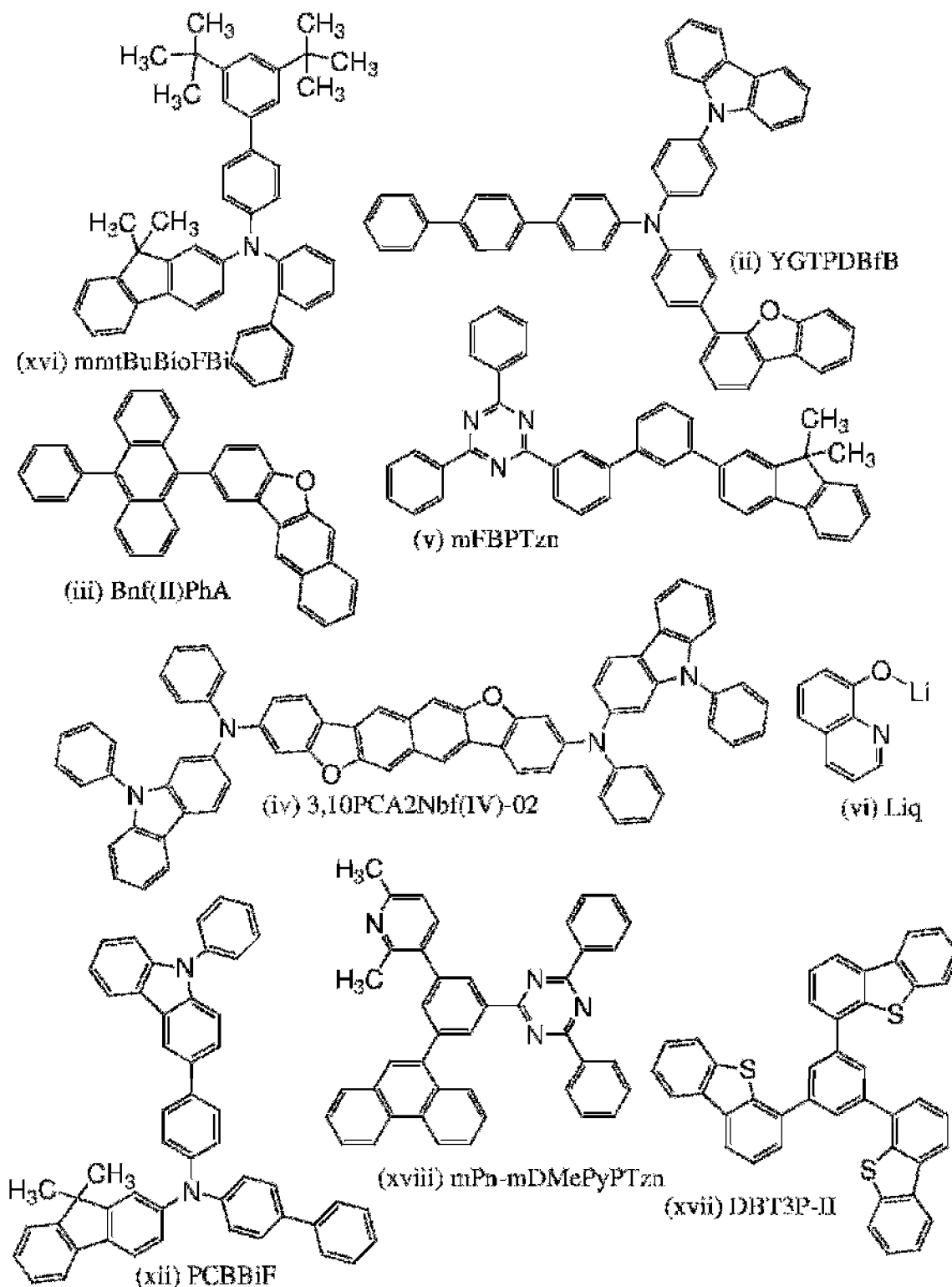
[0379] Aus Fig. 30 bis Fig. 36 und Tabelle 8 wurde festgestellt, dass es sich bei der Licht emittierenden Vorrichtung 7 einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung um ein Licht emittierendes Element mit hoher Leistungseffizienz handelt, da die Licht emittierende Vorrichtung 7 pmPCBBiBPDBt enthält, welches in Kontakt mit dem Material mit niedrigem Brechungsindex, mmtBumTPoFbi-02, ist, was zur Erhöhung der externen Quanteneffizienz und zur Unterdrückung der Verringerung der Betriebsspannung führt.

[0380] Wie vorstehend beschrieben, kann eine Licht emittierende Vorrichtung, in der eine Schicht, die eine Monoamin-Verbindung mit einer bestimmten Struktur enthält, in Kontakt mit einer Schicht mit niedrigem Brechungsindex ausgebildet ist, eine Licht emittierende Vorrichtung mit vorteilhaften Eigenschaften sein. Insbesondere kann die Licht emittierende Vorrichtung eine lange Lebensdauer aufweisen. Alternativ kann die Licht emittierende Vorrichtung eine hohe Emissionseffizienz aufweisen. Alternativ kann die Licht emittierende Vorrichtung eine niedrige Betriebsspannung aufweisen.

[Beispiel 5]

[0381] In diesem Beispiel werden eine Licht emittierende Vorrichtung 8, die eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist, die bei der Ausführungsform beschrieben worden ist, und eine Licht emittierende Vergleichsvorrichtung 12 beschrieben. Strukturformeln von organischen Verbindungen, die in diesem Beispiel verwendet werden, werden nachstehend gezeigt.

[Chemische Formel 50]



(Herstellungsverfahren der Licht emittierenden Vorrichtung 8)

[0382] Zuerst wurde als reflektierende Elektrode Silber (Ag) durch ein Sputterverfahren in einer Dicke von 100 nm über einem Glassubstrat abgeschieden, und dann wurde als durchsichtige Elektrode Indiumzinnoxid, das Siliziumdioxid enthält (ITSO), durch ein Sputterverfahren in einer Dicke von 10 nm abgeschieden, wodurch die Anode 101 ausgebildet wurde. Es sei angemerkt, dass die Elektrodenfläche auf 4 mm² (2 mm × 2 mm) eingestellt wurde.

[0383] Als Nächstes wurde bei einer Vorbehandlung zum Ausbilden der Licht emittierenden Vorrichtung über dem Substrat eine Oberfläche des Substrats mit Wasser gewaschen und 1 Stunde lang bei 200 °C gebacken, und dann wurde eine UV-Ozon-Behandlung 370 Sekunden lang durchgeführt.

[0384] Danach wurde das Substrat in eine Vakuumverdampfungseinrichtung überführt, in der der Druck auf ungefähr 10⁻⁴ Pa verringert wurde, ein Vakuumbacken wurde 30 Minuten lang bei 170 °C in einer Heizkammer der Vakuumverdampfungseinrichtung durchgeführt, und dann wurde das Substrat ungefähr 30 Minuten lang abgekühlt.

[0385] Als Nächstes wurde das Substrat, das mit der Anode 101 versehen war, an einem Substrathalter, der in der Vakuumverdampfungseinrichtung bereitgestellt war, derart befestigt, dass die Oberfläche, auf der die Anode 101 ausgebildet war, nach unten gerichtet war. Auf der Anode 101 wurden dann N-3',5'-Ditertiarybutyl-1,1'-biphenyl-4-yl-N-1,1'-biphenyl-2-yl-9,9-dimethyl-9H-fluoren-2-amin (Abkürzung: mmtBuBioFbi), das durch die vorstehende Strukturformel (xvi) dargestellt wird, und ein Elektronenakzeptormaterial (OCHD-001) durch Co-Verdampfung in einer Dicke von 10 nm derart abgeschieden, dass das Gewichtsverhältnis 1: 0,1 (= mmtBuTPoFbi-02: OCHD-001) war, wodurch die Lochinjektionsschicht 111 ausgebildet wurde.

[0386] Über der Lochinjektionsschicht 111 wurde mmtBuBioFbi durch Verdampfung in einer Dicke von 120 nm abgeschieden, wodurch die Lochtransportschicht 112 ausgebildet wurde.

[0387] Anschließend wurde über der Lochtransportschicht 112 N-[4-(9HCarbazol-9-yl)phenyl]-N-[4-(4-dibenzofuran-2-yl)phenyl]-[1,1':4,1''-terphenyl]-4-amin (Abkürzung: YGTPDBfB), das durch die vorstehende Strukturformel (ii) dargestellt wird, durch Verdampfung in einer Dicke von 10 nm abgeschieden, wodurch eine Elektronenblockierschicht ausgebildet wurde.

[0388] Dann wurden 2-(10-Phenyl-9-anthracenyl)-benzo[b]naphtho[2,3-d]furan (Abkürzung: Bnf(II)PhA), das durch die vorstehende Strukturformel (iii) dargestellt wird, und 3,10-Bis[N-(9-phenyl-9H-carbazol-2-yl)-N-phenylamino]naphtho[2,3-b;6,7-b']bisbenzofuran (Abkürzung: 3,10PCA2Nbf(IV)-02), das durch die vorstehende Strukturformel (iv) dargestellt wird, durch Co-Verdampfung in einer Dicke von 25 nm derart abgeschieden, dass das Gewichtsverhältnis 1: 0,015 (= Bnf(II)PhA: 3,10PCA2Nbf(IV)-02) war, wodurch die Licht emittierende Schicht 113 ausgebildet wurde.

[0389] Danach wurde 2-[3'-(9,9-Dimethyl-9H-fluoren-2-yl)-1,1'-biphenyl-3-yl]-4,6-diphenyl-1,3,5-triazin (Abkürzung: mFBPTzn), das durch die vorstehende Strukturformel (v) dargestellt wird, durch Verdampfung in einer Dicke von 10 nm abgeschieden, wodurch eine Lochblockierschicht ausgebildet wurde. Dann wurden 2-[3-(2,6-Dimethyl-3-pyridinyl)-5-(9-phenanthrenyl)phenyl]-4,6-diphenyl-1,3,5-triazin (Abkürzung: mPn-mDMePyPTzn), das durch die vorstehende Strukturformel (xviii) dargestellt wird, und 8-Chinolinolato-Lithium (Abkürzung: Liq), das durch die vorstehende Strukturformel (vi) dargestellt wird, durch Co-Verdampfung in einer Dicke von 20 nm derart abgeschieden, dass das Gewichtsverhältnis 1: 1 (= mPn-mDMePyPTzn: Liq) war, wodurch die Elektronentransportschicht 114 ausgebildet wurde.

[0390] Nach dem Ausbilden der Elektronentransportschicht 114 wurde Lithiumfluorid (LiF) in einer Dicke von 1 nm abgeschieden, um die Elektroneninjektionsschicht 115 auszubilden, und schließlich wurden Silber (Ag) und Magnesium (Mg) durch Co-Verdampfung in einer Dicke von 15 nm derart abgeschieden, dass das Volumenverhältnis 1: 0,1 war, um die Kathode 102 auszubilden, wodurch die Licht emittierende Vorrichtung 8 hergestellt wurde. Es handelt sich bei der Kathode 102 um eine halbdurchlässige und halbreflektierende Elektrode, die eine Funktion zum Reflektieren von Licht und eine Funktion zum Durchlassen von Licht aufweist; daher handelt es sich bei der Licht emittierenden Vorrichtung dieses Beispiels um ein Top-Emission-Element, bei dem Licht über die Kathode 102 extrahiert wird. Über der Kathode 102 wurde 4,4',4''-(Benzol-1,3,5-triyl)tri(dibenzothiophen) (Abkürzung: DBT3P-II), das durch die vorstehende Strukturformel (xvii) dargestellt wird, durch Verdampfung in einer Dicke von 70 nm abgeschieden, so dass die Auskopplungseffizienz verbessert wird.

(Herstellungsverfahren der Licht emittierenden Vergleichsvorrichtung 12)

[0391] Die Licht emittierende Vergleichsvorrichtung 12 wurde auf ähnliche Weise wie diejenige für die Licht emittierende Vorrichtung 8 hergestellt, mit der Ausnahme, dass mmtBuBioFBI in der Lochinjektionsschicht und Lochtransportschicht der Licht emittierenden Vorrichtung 8 durch N-(1,1'-Biphenyl-4-yl)-9,9-dimethyl-N-[4-(9-phenyl-9H-carbazol-3-yl)phenyl]-9H-fluoren-2-amin (Abkürzung: PCBBiF), das durch die vorstehende Strukturformel (xii) dargestellt wird, ersetzt wurde und die Dicke der Lochtransportschicht auf 100 nm eingestellt wurde.

[0392] Die Strukturen der Licht emittierenden Vorrichtung 8 und der Licht emittierenden Vergleichsvorrichtung 12 werden in der folgenden Tabelle aufgeführt

[Tabelle 9]

		Licht emittierende Vorrichtung 8	Licht emittierende Vergleichsvorrichtung 12
Elektroneninjektions-schicht	1 nm	LiF	
Elektronen- transport-schicht	20 nm	mPn-mDMePyPTzn: Liq (1:1)	
Lochblockierschicht	10 nm	mFBPTzn	
Licht emittierende Schicht	25 nm	Bnf(II)PhA:3,10PCA2Nbf(IV)-02 (1:0,015)	
Elektronenblockier-schicht	10 nm	YGTPDBfB	
Lochtransportschicht	*2	mmtBuBioFBI	PCBBiF
Lochinjektions- schicht	10 nm	mmtBuBioFBI : OCHD-001 (1:0,1)	PCBBiF:OCHD-001 (1:0,1)

*2 Licht emittierende Vorrichtung 8: 120 nm,
Licht emittierende Vergleichsvorrichtung 12: 100 nm

[0393] Es sei angemerkt, dass der ordentliche Brechungsindex von mmtBuBioFBI in dem gesamten Bereich der Emission von blauem Licht (455 nm bis 465 nm) höher als oder gleich 1,73 und niedriger als oder gleich 1,74 ist, welcher innerhalb des Bereichs von 1,50 bis 1,75 liegt, und der ordentliche Brechungsindex bei 633 nm 1,66 ist, welcher innerhalb des Bereichs von 1,45 bis 1,70 liegt. Das heißt, dass mmtBuBioFBI ein Lochtransportmaterial mit niedrigem Brechungsindex ist. Der ordentliche Brechungsindex von Bnf(II)PhA in dem gesamten Bereich der Emission von blauem Licht (455 nm bis 465 nm) ist höher als oder gleich 1,89 und niedriger als oder gleich 1,91, und der ordentliche Brechungsindex bei 633 nm ist 1,79. Da die Konzentration von 3,10PCA2Nbf(IV)-02 in der Licht emittierenden Schicht 113 niedrig ist, ist der Brechungsindex der Licht emittierenden Schicht 113 gleich demjenigen von Bnf(II)PhA. Demzufolge handelt es sich bei der Licht emittierenden Vorrichtung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung um eine Licht emittierende Vorrichtung, bei der der Brechungsindex der Lochtransportschicht 112 niedriger ist als derjenige der Licht emittierenden Schicht 113.

[0394] Ferner ist YGTPDBfB, das für die Elektronenblockierschicht der Licht emittierenden Vorrichtung 8 verwendet wurde, eine Monoamin-Verbindung mit einer Triarylamin-Struktur, die eine Gruppe, die eine Carbazol-Struktur umfasst, eine Gruppe, die eine Dibenzofuran-Struktur oder eine Dibenzothiophen-Struktur umfasst, und eine Gruppe aufweist, die eine aromatische Kohlenwasserstoff-Struktur mit 6 bis 18 Kohlenstoffatomen umfasst.

[0395] Die Licht emittierenden Vorrichtungen wurden unter Verwendung eines Glassubstrats in einem eine Stickstoffatmosphäre enthaltenden Handschuhkasten derart abgedichtet, dass sie nicht der Luft ausgesetzt wurden (ein UV-härtendes Dichtungsmaterial wurde aufgetragen, um die Elemente zu umschließen, nur das UV-härtende Dichtungsmaterial wurde mit UV bestrahlt, während verhindert wurde, dass die Licht emittierenden Vorrichtungen mit dem UV bestrahlt wurden, und eine Wärmebehandlung wurde unter atmosphärischem

Druck eine Stunde lang bei 80 °C durchgeführt). Dann wurden die Anfangseigenschaften der Licht emittierenden Vorrichtungen gemessen.

[0396] Fig. 37 zeigt die Leuchtdichte-Stromdichte-Eigenschaften der Licht emittierenden Vorrichtung 8 und der Licht emittierenden Vergleichsvorrichtung 12. Fig. 38 zeigt die Leuchtdichte-Spannungs-Eigenschaften dieser. Fig. 39 zeigt die Stromeffizienz-Leuchtdichte-Eigenschaften dieser. Fig. 40 zeigt die Strom-Spannungs-Eigenschaften dieser. Fig. 41 zeigt die Blauindex-Leuchtdichte-Eigenschaften dieser. Fig. 42 zeigt die Emissionsspektren dieser. Tabelle 10 zeigt die Haupteigenschaften der Licht emittierenden Vorrichtung 8 und der Licht emittierenden Vergleichsvorrichtung 12 bei etwa 1000 cd/m². Die Leuchtdichte, die CIE-Chromatizität und die Emissionsspektren wurden mit einem Spektralradiometer (SR-UL1R, hergestellt von TOPCON TECHNOHOUSE CORPORATION) bei normaler Temperatur gemessen.

[Tabelle 10]

	Spannung (V)	Strom (mA)	Stromdichte (mA/cm ²)	Chromatizität (x,y)	Stromeffizienz (cd/A)	BI (cd/A/y)
Licht emittierende Vorrichtung 8	3,6	0,56	14,1	(0,141,0,049)	7,8	162
Licht emittierende Vergleichsvorrichtung 12	3,6	0,54	13,6	(0,140,0,049)	7,0	145

[0397] Aus Fig. 37 bis Fig. 42 und Tabelle 10 wurde festgestellt, dass die Licht emittierende Vorrichtung 7 einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zu einem Licht emittierenden Element mit hoher Emissionseffizienz wird, da YGTPDBfB in Kontakt mit dem Material mit niedrigem Brechungsindex, mmtBuBioFBi, bereitgestellt wird.

[0398] Fig. 43 ist ein Diagramm, das eine Änderung der Leuchtdichte über die Betriebszeit bei einer Stromdichte von 50 mA/cm² zeigt. Wie in Fig. 43 gezeigt, wurde festgestellt, dass die Licht emittierende Vorrichtung 8 eine lange Lebensdauer aufweist.

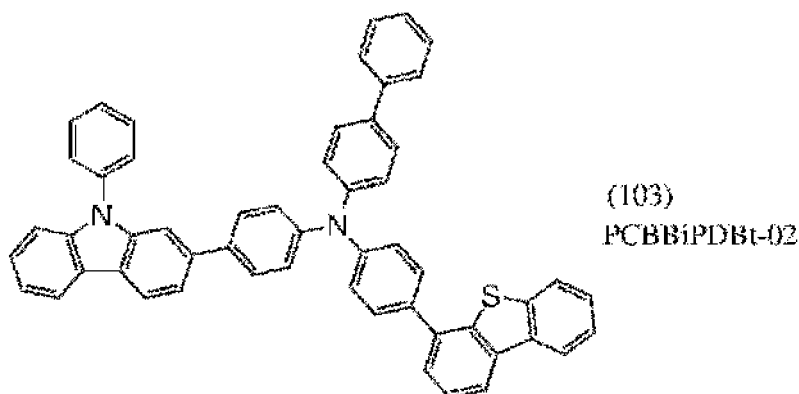
[0399] Wie vorstehend beschrieben, kann eine Licht emittierende Vorrichtung, in der eine Schicht, die eine Monoamin-Verbindung mit einer bestimmten Struktur enthält, in Kontakt mit einer Schicht mit niedrigem Brechungsindex ausgebildet ist, eine Licht emittierende Vorrichtung mit vorteilhaften Eigenschaften sein. Insbesondere kann die Licht emittierende Vorrichtung eine hohe Emissionseffizienz aufweisen. Alternativ kann die Licht emittierende Vorrichtung eine niedrige Betriebsspannung aufweisen. Alternativ kann die Licht emittierende Vorrichtung eine lange Lebensdauer aufweisen.

[Beispiel 6]

<<Synthesebeispiel 1>>

[0400] In diesem Beispiel wird ein Syntheseverfahren von 4-(Dibenzothiophen-4-yl)-4'-phenyl-4''-(9-phenyl-9H-carbazol-2-yl)triphenylamin (Abkürzung: PCBBiPDBt-02) beschrieben, das die Monoamin-Verbindung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist, die durch die allgemeine Formel (G1) dargestellt wird, die bei der Ausführungsform 1 beschrieben worden ist. Die Struktur von PCBBiPDBt-02 wird nachstehend gezeigt.

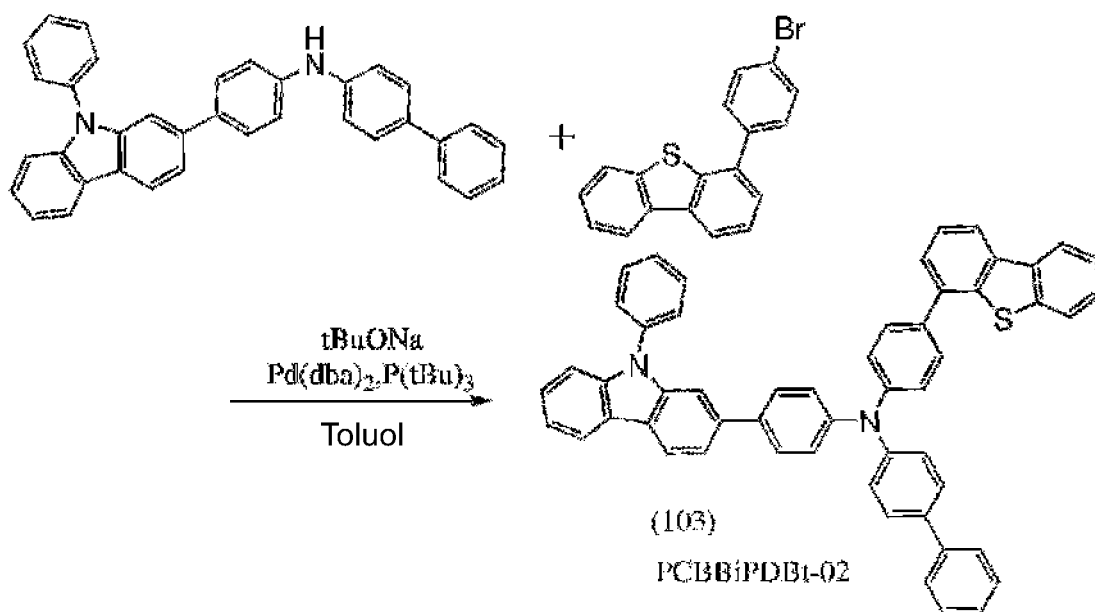
[Chemische Formel 51]



[0401] In einen 200 ml Dreihalskolben wurden 1,8 g (3,7 mmol) N-(4-Biphenyl)-N-[4-(9-phenyl-9H-carbazol-2-yl)phenyl]amin, 1,1 g (3,4 mmol) 4-(4-Bromphenyl)dibenzothiophen und 0,97 g (10 mmol) Natrium-tert-butoxid gegeben. Dieser Mischung wurden 20 ml Toluol und 0,2 ml einer 10 %-Hexanlösung von Tri(tert-butyl)phosphin hinzugefügt, und die Mischung wurde unter reduziertem Druck gerührt, um entgast zu werden. Dieser Mischung wurden 19 mg (34 μ mol) Bis(dibenzylidenacetone)palladium(0) hinzugefügt, und die Mischung wurde 9 Stunden lang unter einem Stickstoffstrom bei 110 °C erwärmt und gerührt.

[0402] Nach dem Rühren wurde dieser Mischung Toluol hinzugefügt, und die Mischung wurde durch Florisil, Celite und Aluminiumoxid saugfiltriert. Das erhaltene Filtrat wurde konzentriert, um einen Feststoff zu erhalten. Das Syntheschema dieses Synthesebeispiels wird nachstehend gezeigt.

[Chemische Formel 52]



[0403] Dieser Feststoff wurde durch Kieselgelsäulenchromatographie (Laufmittel, Hexan: Toluol = 2: 1) gereinigt, um einen Feststoff zu erhalten. Der erhaltene Feststoff wurde aus Ethylacetat umkristallisiert, so dass 2,6 g eines weißen Feststoffs in einer Ausbeute von 94 % erhalten wurden.

[0404] Durch ein Train-Sublimationsverfahren wurden 2,1 g des erhaltenen Feststoffs unter einem Druck von 3,1 Pa mit einer Argonflussrate von 15 ml/min bei 345 °C sublimiert und gereinigt. Nach der Sublimationsreinigung wurden 1,8 g eines weißen Feststoffs mit einer Sammelquote von 86 % erhalten.

[0405] Die durch Kernspinresonanz- (^1H -NMR-) Spektroskopie erhaltenen Analyseergebnisse des in dem Synthesebeispiel erhaltenen weißen Feststoffs werden in **Fig. 44A** und **Fig. 44B** gezeigt. Es sei angemerkt, dass **Fig. 44B** ein Diagramm ist, das einen vergrößerten Teil des Bereichs von 7 ppm bis 8,5 ppm in **Fig. 44A** zeigt. Numerische Daten werden nachstehend gezeigt. Die Ergebnisse zeigen, dass PCBBiPDBt-02 in diesem Synthesebeispiel synthetisiert wurde.

[0406] ^1H NMR (DMSO- d_6 , 300 MHz): δ = 7,22-7,39 (m, 9H), 7,42-7,49 (m, 3H), 7,51 - 7,75 (m, 19H), 8,03 (dd, J_1 = 6,0 Hz, J_2 = 3,3 Hz, 1H), 8,28 (d, J_1 = 7,5 Hz, 1H), 8,33 (d, J_1 = 8,1 Hz, 1H), 8,37 (dd, J_1 = 7,5 Hz, J_2 = 1,2 Hz, 1H), 8,41 (dd, J_1 = 6,0 Hz, J_2 = 3,0 Hz, 1H).

[0407] Als Nächstes zeigt **Fig. 45** die Messergebnisse eines Absorptionsspektrums und eines Emissionsspektrums von PCBBiPDBt-02 in einer Toluollösung, und **Fig. 46** zeigt ein Absorptionsspektrum und ein Emissionsspektrum eines Dünnefilms davon. In jedem Diagramm stellt die horizontale Achse die Wellenlänge dar, und die vertikalen Achsen stellen das Absorptionsvermögen und die Emissionsintensität dar. Die dünne durchgezogene Linie stellt das Absorptionsspektrum dar, und die dicke durchgezogene Linie stellt das Emissionsspektrum dar. Das in **Fig. 45** gezeigte Absorptionsvermögen ist ein Ergebnis, das durch Subtraktion eines gemessenen Absorptionsspektrums von nur Toluol in einer Quarzzelle von dem gemessenen Absorptionsspektrum der Toluollösung in der Quarzzelle erhalten wurde.

[0408] Der feste Dünnefilm wurde durch ein Vakuumverdampfungsverfahren über einem Quarzsubstrat ausgebildet. Das Absorptionsspektrum der Toluollösung wurde mit einem UV-VIS-Spektrophotometer (V550, hergestellt von JASCO Corporation) gemessen, von dem das Spektrum von nur Toluol in einer Quarzzelle subtrahiert wurde. Das Absorptionsspektrum des Dünnefilms wurde mit einem Spektrophotometer (Spektrophotometer U4100, hergestellt von Hitachi High-Technologies Corporation) gemessen. Das Emissionsspektrum wurde mit einem Fluoreszenz-Spektrophotometer (FS920, hergestellt von Hamamatsu Photonics K.K.) gemessen.

[0409] Von **Fig. 45** ausgehend weist PCBBiPDBt-02 in der Toluollösung Absorptionspeaks bei 355 nm und 282 nm und Emissionswellenlängenpeaks bei 406 nm und 426 nm (Anregungswellenlänge: 357 nm) auf. Von **Fig. 46** ausgehend weist ferner der Dünnefilm aus PCBBiPDBt-02 Absorptionspeaks bei 359 nm und 290 nm und einen Emissionswellenlängenpeak bei 427 nm (Anregungswellenlänge: 360 nm) auf.

[0410] Als Nächstes wurde PCBBiPDBt-02, das in diesem Beispiel erhalten wurde, durch Flüssigkeitschromatographie-Massenspektrometrie (liquid chromatography mass spectrometry, Abkürzung: LC/MS) analysiert.

[0411] Bei der LC/MS-Analyse wurde die Flüssigkeitschromatographie- (LC-) Trennung mit UltiMate 3000, hergestellt von Thermo Fisher Scientific K.K., durchgeführt, und die Massenanalyse (MS-Analyse) wurde mit Q Exactive, hergestellt von Thermo Fisher Scientific K.K., durchgeführt.

[0412] Bei der LC-Trennung wurde eine gegebene Säule verwendet, wobei die Säulentemperatur auf 40 °C eingestellt wurde, die Lösung wurde unter der Bedingung eingeleitet, dass ein Lösungsmittel angemessen ausgewählt wurde, die Probe wurde hergestellt, indem PCBBiPDBt-02 in einem organischen Lösungsmittel in einer gegebenen Konzentration aufgelöst wurde, und die Injektionsmenge betrug 5,0 μL .

[0413] Durch ein Targeted- MS^2 -Verfahren wurde eine MS^2 -Messung von m/z 744,26 durchgeführt, welches ein Ion ist, das von PCBBiPDBt-02 stammt. Die Einstellungen der Targeted- MS^2 sind wie folgt: Der Massenbereich des Targetions wurde auf $m/z = 744,26 \pm 2,0$ (Isolationsfenster = 4) eingestellt, und die Nachweisung wurde in einem positiven Modus durchgeführt. Die Messung wurde durchgeführt, wobei die normalisierte Kollisionsenergie (normalized collision energy, NCE) zur Beschleunigung eines Targetions in einer Kollisionszelle auf 50 eingestellt wurde. Das erhaltene MS -Spektrum wird in **Fig. 47** gezeigt.

[0414] Aus den Ergebnissen in **Fig. 47** wurde festgestellt, dass in dem Fall, in dem die Kollisionsenergie 50 eV ist, aufgrund der An- und Abwesenheit von Wasserstoffionen und des Vorhandenseins von Isotopen Vorläuferionen von PCBBiPDBt-02 hauptsächlich bei etwa 744 nachgewiesen werden und Produktionen von PCBBiPDBt-02 bei m/z von etwa 592, etwa 486, etwa 427, etwa 333, etwa 274, etwa 242 und etwa 168 nachgewiesen werden. Die Ergebnisse in **Fig. 47** können als wichtige Daten angesehen werden, um PCBBiPDBt-02 zu identifizieren.

[0415] Es sei angemerkt, dass es angenommen wird, dass das Produktion bei m/z von etwa 592 ein Kation in einem Zustand ist, in dem eine Biphenyl-Gruppe aus PCBBiPDBt-02 extrahiert wird. Dies deutet darauf hin, dass PCBBiPDBt-02 eine Biphenyl-Gruppe umfasst.

[0416] Es sei angemerkt, dass es angenommen wird, dass das Produktion bei m/z von etwa 486 ein Kation in einem Zustand ist, in dem eine 4-(Dibenzothiophen-4-yl)phenyl-Gruppe aus PCBBiPDBt-02 extrahiert wird. Dies deutet darauf hin, dass PCBBiPDBt-02 eine 4-(Dibenzothiophen-4-yl)phenyl-Gruppe umfasst.

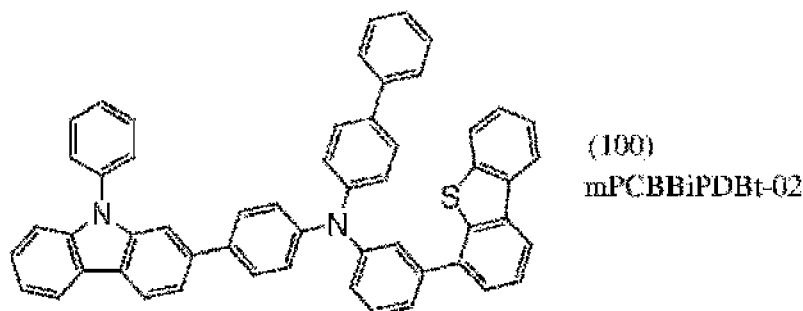
[0417] Es sei angemerkt, dass es angenommen wird, dass das Produktion bei m/z von etwa 427 ein Kation in einem Zustand ist, in dem eine 4-(9-Phenyl-9H-carbazol-2-yl)phenyl-Gruppe aus PCBBiPDBt-02 extrahiert wird. Dies deutet darauf hin, dass PCBBiPDBt-02 eine 4-(9-Phenyl-9H-carbazol-2-yl)phenyl-Gruppe umfasst.

[Beispiel 7]

<<Synthesebeispiel 2>>

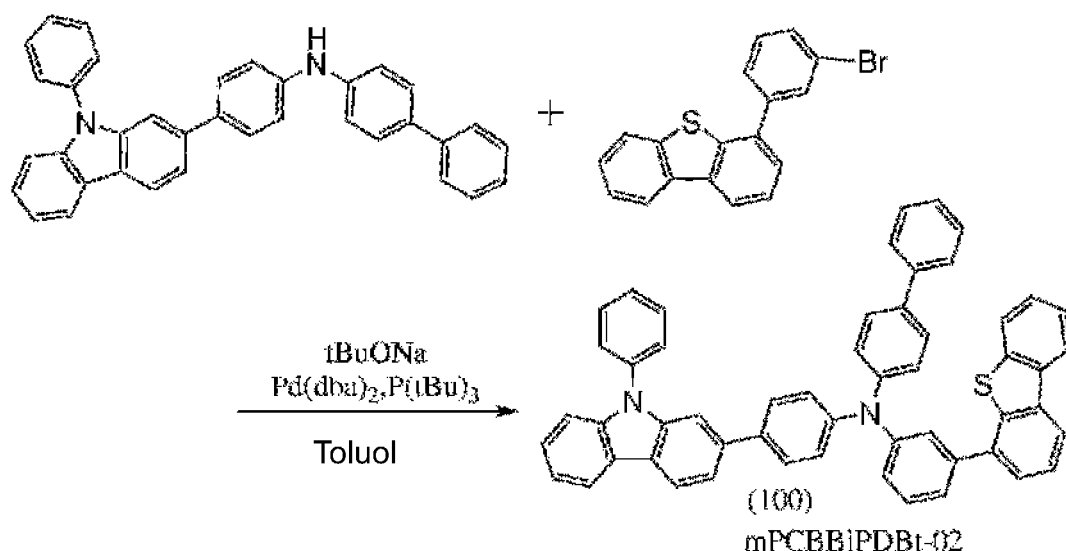
[0418] In diesem Beispiel wird ein Syntheseverfahren von 3-(Dibenzothiophen-4-yl)-4'-phenyl-4''-(9-phenyl-9H-carbazol-2-yl)triphenylamin (Abkürzung: mPCBBiPDBt-02) beschrieben, das die Monoamin-Verbindung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist, die bei der Ausführungsform 1 beschrieben worden ist. Die Struktur von mPCBBiPDBt-02 wird nachstehend gezeigt.

[Chemische Formel 53]



[0419] In einen 200 ml Dreihalskolben wurden 1,8 g (3,7 mmol) N-(4-Biphenyl)-N-[4-(9-phenyl-9H-carbazol-2-yl)phenyl]amin, 1,1 g (3,4 mmol) 4-(3-Bromphenyl)dibenzothiophen und 0,97 g (10 mmol) Natrium-tert-butoxid gegeben. Dieser Mischung wurden 20 ml Toluol und 0,2 ml einer 10 %-Hexanlösung von Tri(tert-butyl)phosphin hinzugefügt, und die Mischung wurde unter reduziertem Druck gerührt, um entgast zu werden. Dieser Mischung wurden 19 mg (34 μ mol) Bis(dibenzylidenacetone)palladium(0) hinzugefügt, und die Mischung wurde 8 Stunden lang unter einem Stickstoffstrom bei 110 °C erwärmt und gerührt. Nach dem Rühren wurde dieser Mischung Toluol hinzugefügt, und die Mischung wurde durch Florisil, Celite und Aluminiumoxid saugfiltriert, um ein Filtrat zu erhalten. Das erhaltene Filtrat wurde konzentriert, um einen Feststoff zu erhalten.

[Chemische Formel 54]



[0420] Dieser Feststoff wurde durch Kieselgelsäulenchromatographie (Laufmittel, Hexan: Toluol = 2: 1) gereinigt, um einen Feststoff zu erhalten.

[0421] Der erhaltene Feststoff wurde aus Toluol/Ethylacetat umkristallisiert, um 2,3 g eines weißen Feststoffs in einer Ausbeute von 91 % zu erhalten. Durch ein Train-Sublimationsverfahren wurden 2,3 g des erhaltenen Feststoffs sublimiert und gereinigt. Die Sublimationsreinigung wurde durchgeführt, indem eine Erwärmung bei 335 °C unter einem Druck von 3,0 Pa mit einer Argonflussrate von 15 ml/min durchgeführt wurde. Nach der Sublimationsreinigung wurden 1,6 g eines weißen Feststoffs mit einer Sammelquote von 69 % erhalten.

[0422] Die durch Kernspinresonanz- (^1H -NMR-) Spektroskopie erhaltenen Analyseergebnisse des in dem Synthesebeispiel erhaltenen weißen Feststoffs werden in **Fig. 48A** und **Fig. 48B** gezeigt. Es sei angemerkt, dass **Fig. 48B** ein Diagramm ist, das einen vergrößerten Teil des Bereichs von 7 ppm bis 8,5 ppm in **Fig. 48A** zeigt. Numerische Daten werden nachstehend gezeigt. Die Ergebnisse zeigen, dass mPCBBiPDBt-02 in diesem Synthesebeispiel synthetisiert wurde.

[0423] ^1H NMR (DMSO- d_6 , 300 MHz): δ = 7,17-7,72 (m, 31H), 7,91-7,97 (m, 1H), 8,27 (d, J_1 = 7,5 Hz, 1 H), 8,31 (d, J_1 = 8,1 Hz, 1 H), 8,35-8,41 (m, 2H).

[0424] Als Nächstes zeigt **Fig. 49** die Messergebnisse eines Absorptionsspektrums und eines Emissionsspektrums von mPCBBiPDBt-02 in einer Toluollösung. **Fig. 50** zeigt ein Absorptionsspektrum und ein Emissionsspektrum eines Dünnschfilms davon. In jedem Diagramm stellt die horizontale Achse die Wellenlänge dar, und die vertikalen Achsen stellen das Absorptionsvermögen und die Emissionsintensität dar. Die dünne durchgezogene Linie stellt das Absorptionsspektrum dar, und die dicke durchgezogene Linie stellt das Emissionsspektrum dar. Das in **Fig. 49** gezeigte Absorptionsvermögen ist ein Ergebnis, das durch Subtraktion eines gemessenen Absorptionsspektrums von nur Toluol in einer Quarzzelle von dem gemessenen Absorptionsspektrum der Toluollösung in der Quarzzelle erhalten wurde.

[0425] Der feste Dünnschfilm wurde durch ein Vakuumverdampfungsverfahren über einem Quarzsubstrat ausgebildet. Das Absorptionsspektrum der Toluollösung wurde mit einem UV-VIS-Spektrophotometer (V550, hergestellt von JASCO Corporation) gemessen, von dem das Spektrum von nur Toluol in einer Quarzzelle subtrahiert wurde. Das Absorptionsspektrum des Dünnschfilms wurde mit einem Spektrophotometer (Spektrophotometer U4100, hergestellt von Hitachi High-Technologies Corporation) gemessen. Das Emissionsspektrum wurde mit einem Fluoreszenz-Spektrophotometer (FS920, hergestellt von Hamamatsu Photonics K.K.) gemessen.

[0426] Von **Fig. 49** ausgehend weist mPCBBiPDBt-02 in der Toluollösung Absorptionspeaks bei 339 nm und 282 nm und Emissionswellenlängenpeaks bei 401 nm und 420 nm (Anregungswellenlänge: 348 nm) auf. Von **Fig. 50** ausgehend weist ferner der Dünnschfilm aus mPCBBiPDBt-02 Absorptionspeaks bei 344 nm und 288 nm und einen Emissionswellenlängenpeak bei 420 nm (Anregungswellenlänge: 360 nm) auf.

[0427] Als Nächstes wurde mPCBBiPDBt-02, das in diesem Beispiel erhalten wurde, durch Flüssigkeitschromatographie-Massenspektrometrie (liquid chromatography mass spectrometry, Abkürzung: LC/MS) analysiert.

[0428] Bei der LC/MS-Analyse wurde die Flüssigkeitschromatographie- (LC-) Trennung mit UltiMate 3000, hergestellt von Thermo Fisher Scientific K.K., durchgeführt, und die Massenanalyse (MS-Analyse) wurde mit Q Exactive, hergestellt von Thermo Fisher Scientific K.K., durchgeführt.

[0429] Bei der LC-Trennung wurde eine gegebene Säule verwendet, wobei die Säulentemperatur auf 40 °C eingestellt wurde, die Lösung wurde unter der Bedingung eingeleitet, dass ein Lösungsmittel angemessen ausgewählt wurde, die Probe wurde hergestellt, indem mPCBBiPDBt-02 in einem organischen Lösungsmittel in einer gegebenen Konzentration aufgelöst wurde, und die Injektionsmenge betrug 5,0 µL.

[0430] Durch ein Targeted-MS²-Verfahren wurde eine MS²-Messung von $m/z = 744,26$ durchgeführt, welches ein Ion ist, das von mPCBBiPDBt-02 stammt. Die Einstellungen der Targeted-MS² sind wie folgt: Der Massenbereich des Targetions wurde auf $m/z = 744,26 \pm 2,0$ (Isolationsfenster = 4) eingestellt, und die Nachweisung wurde in einem positiven Modus durchgeführt. Die Messung wurde durchgeführt, wobei die normalisierte Kollisionsenergie (normalized collision energy, NCE) zur Beschleunigung eines Targetions in einer Kollisionszelle auf 50 eingestellt wurde. Das erhaltene MS-Spektrum wird in **Fig. 51** zeigt.

[0431] Aus den Ergebnissen in **Fig. 51** wurde festgestellt, dass in dem Fall, in dem die Kollisionsenergie 50 eV ist, aufgrund der An- und Abwesenheit von Wasserstoffionen und des Vorhandenseins von Isotopen Vorläuferionen von mPCBBiPDBt-02 hauptsächlich bei etwa 744 nachgewiesen werden und Produktionen von mPCBBiPDBt-02 bei m/z von etwa 592, etwa 486, etwa 427, etwa 333, etwa 319, etwa 242 und etwa 168 nachgewiesen werden. Die Ergebnisse in **Fig. 51** können als wichtige Daten angesehen werden, um mPCBBiPDBt-02 zu identifizieren.

[0432] Es sei angemerkt, dass es angenommen wird, dass das Produktion bei m/z von etwa 592 ein Kation in einem Zustand ist, in dem eine Biphenyl-Gruppe aus mPCBBiPDBt-02 extrahiert wird. Dies deutet darauf hin, dass mPCBBiPDBt-02 eine Biphenyl-Gruppe umfasst.

[0433] Es sei angemerkt, dass es angenommen wird, dass das Produktion bei m/z von etwa 486 ein Kation in einem Zustand ist, in dem eine 3-(Dibenzothiophen-4-yl)phenyl-Gruppe aus mPCBBiPDBt-02 extrahiert wird. Dies deutet darauf hin, dass mPCBBiPDBt-02 eine 3-(Dibenzothiophen-4-yl)phenyl-Gruppe umfasst.

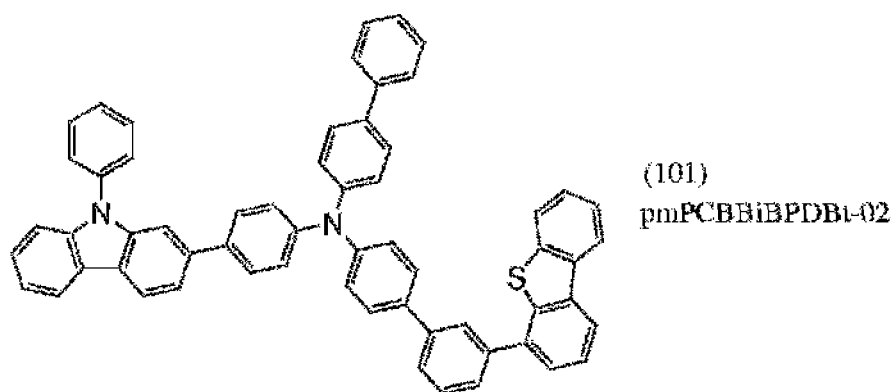
[0434] Es sei angemerkt, dass es angenommen wird, dass das Produktion bei m/z von etwa 427 ein Kation in einem Zustand ist, in dem eine 4-(9-Phenyl-9H-carbazol-2-yl)phenyl-Gruppe aus mPCBBiPDBt-02 extrahiert wird. Dies deutet darauf hin, dass mPCBBiPDBt-02 eine 4-(9-Phenyl-9H-carbazol-2-yl)phenyl-Gruppe umfasst.

[Beispiel 8]

«Synthesebeispiel 3»

[0435] In diesem Beispiel wird ein Syntheseverfahren von 4-[3-(Dibenzothiophen-4-yl)phenyl]-4'-phenyl-4''-(9-phenyl-9H-carbazol-2-yl)triphenylamin (Abkürzung: pmPCBBiBPDBt-02) beschrieben, das die Monoamin-Verbindung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist, die bei der Ausführungsform 1 beschrieben worden ist. Die Struktur von pmPCBBiBPDBt-02 wird nachstehend gezeigt.

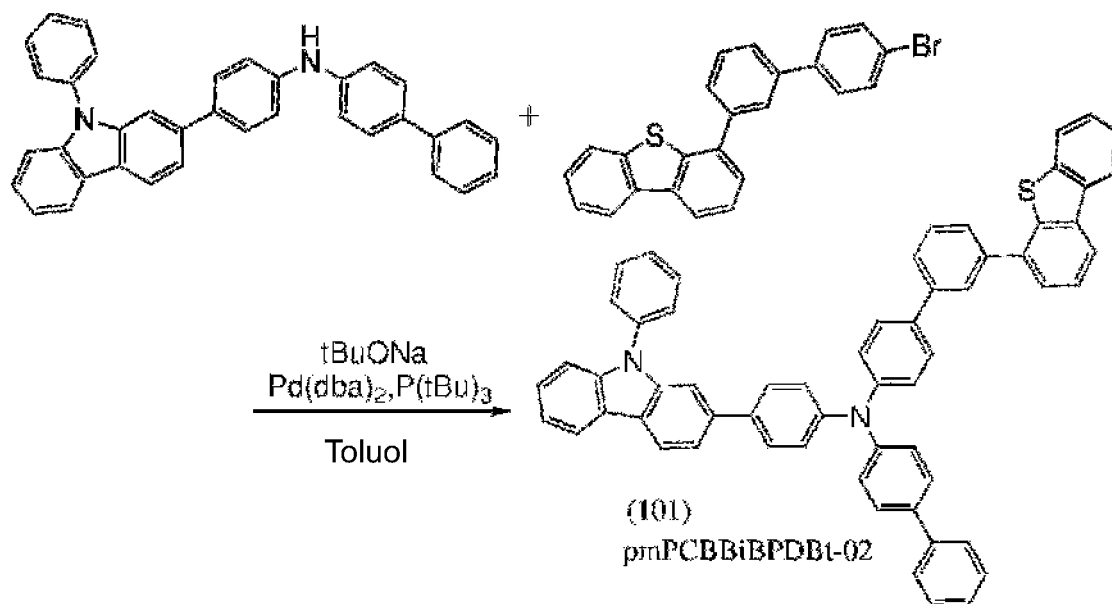
[Chemische Formel 55]



[0436] In einen 200 ml Dreihalskolben wurden 1,6 g (3,4 mmol) N-(4-Biphenyl)-N-[4-(9-phenyl-9H-carbazol-2-yl)phenyl]amin, 1,3 g (3,0 mmol) 4-(4'-Brom[1,1'-biphenyl]-3-yl)dibenzothiophen und 0,88 g (9,1 mmol) Natrium-tert-butoxid gegeben. Dieser Mischung wurden 20 ml Toluol und 0,2 ml einer 10 %-Hexanlösung von Tri(tert-butyl)phosphin hinzugefügt, und die Mischung wurde unter reduziertem Druck gerührt, um entgast zu werden. Dieser Mischung wurden 17 mg (30 µmol) Bis(dibenzylidenacetone)palladium(0) hinzugefügt, und die Mischung wurde 12 Stunden lang unter einem Stickstoffstrom bei 110 °C erwärmt und gerührt.

[0437] Nach dem Rühren wurde dieser Mischung Toluol hinzugefügt, und die Mischung wurde durch Florisil, Celite und Aluminiumoxid saugfiltriert, um ein Filtrat zu erhalten. Das erhaltene Filtrat wurde konzentriert, um einen Feststoff zu erhalten. Das Syntheschema dieses Synthesebeispiels wird nachstehend gezeigt.

[Chemische Formel 56]



[0438] Dieser Feststoff wurde durch Kieselgelsäulenchromatographie (Laufmittel, Hexan: Toluol = 2: 1) gereinigt, um einen Feststoff zu erhalten. Der erhaltene Feststoff wurde mit Toluol/Ethanol wieder ausgefallen, um 2,3 g eines Feststoffs in einer Ausbeute von 91 % zu erhalten.

[0439] Durch ein Train-Sublimationsverfahren wurden 2,3 g des erhaltenen Feststoffs sublimiert und gereinigt. Die Sublimationsreinigung wurde durchgeführt, indem eine Erwärmung bei 385 °C unter einem Druck von 3,0 Pa mit einer Argonflussrate von 15 ml/min durchgeführt wurde. Nach der Sublimationsreinigung wurden 2,0 g eines weißen Feststoffs mit einer Sammelquote von 85 % erhalten.

[0440] Die durch Kernspinresonanz- (^1H -NMR-) Spektroskopie erhaltenen Analyseergebnisse des in dem Synthesebeispiel erhaltenen weißen Feststoffs werden in **Fig. 52A** und **Fig. 52B** gezeigt. Es sei angemerkt, dass **Fig. 52B** ein Diagramm ist, das einen vergrößerten Teil des Bereichs von 7 ppm bis 8,5 ppm in **Fig. 52A** zeigt. Numerische Daten werden nachstehend gezeigt. Die Ergebnisse zeigen, dass pmPCBBiBPDBt-02 in diesem Synthesebeispiel synthetisiert wurde.

[0441] ^1H NMR (DMSO- d_6 , 300 MHz): δ = 7,17-7,20 (m, 6H), 7,28-7,47 (m, 6H), 7,51-7,80 (m, 22H), 7,99-8,05 (m, 2H), 8,27 (d, J_1 = 7,5 Hz, 1H), 8,32 (d, J_1 = 8,4 Hz, 1H), 8,39-8,46 (m, 2H).

[0442] Als Nächstes zeigt **Fig. 53** die Messergebnisse eines Absorptionsspektrums und eines Emissionsspektrums von pmPCBBiBPDBt-02 in einer Toluollösung, und **Fig. 54** zeigt ein Absorptionsspektrum und ein Emissionsspektrum eines Dünnefilms davon. In jedem Diagramm stellt die horizontale Achse die Wellenlänge dar, und die vertikalen Achsen stellen das Absorptionsvermögen und die Emissionsintensität dar. Die dünne durchgezogene Linie stellt das Absorptionsspektrum dar, und die dicke durchgezogene Linie stellt das Emissionsspektrum dar. Das in **Fig. 53** gezeigte Absorptionsvermögen ist ein Ergebnis, das durch Subtraktion eines gemessenen Absorptionsspektrums von nur Toluol in einer Quarzzelle von dem gemessenen Absorptionsspektrum der Toluollösung in der Quarzzelle erhalten wurde.

[0443] Der feste Dünnefilm wurde durch ein Vakuumverdampfungsverfahren über einem Quarzsubstrat ausgebildet. Das Absorptionsspektrum der Toluollösung wurde mit einem UV-VIS-Spektrophotometer (V550, hergestellt von JASCO Corporation) gemessen, von dem das Spektrum von nur Toluol in einer Quarzzelle subtrahiert wurde. Das Absorptionsspektrum des Dünnefilms wurde mit einem Spektrophotometer (Spektrophotometer U4100, hergestellt von Hitachi High-Technologies Corporation) gemessen. Das Emissionsspektrum wurde mit einem Fluoreszenz-Spektrophotometer (FS920, hergestellt von Hamamatsu Photonics K.K.) gemessen.

[0444] Wie in **Fig. 53** gezeigt, weist pmPCBBiBPDBt-02 in der Toluollösung Absorptionspeaks bei 355 nm, 298 nm und 282 nm und einen Emissionswellenlängenpeak bei 407 nm (Anregungswellenlänge: 356 nm) auf. Von **Fig. 54** ausgehend weist ferner der Dünnefilm aus pmPCBBiBPDBt-02 Absorptionspeaks bei 358 nm und 289 nm und einen Emissionswellenlängenpeak bei 425 nm (Anregungswellenlänge: 360 nm) auf.

[0445] Als Nächstes wurde pmPCBBiBPDBt-02, das in diesem Beispiel erhalten wurde, durch Flüssigkeitschromatographie-Massenspektrometrie (liquid chromatography mass spectrometry, Abkürzung: LC/MS) analysiert.

[0446] Bei der LC/MS-Analyse wurde die Flüssigkeitschromatographie- (LC-) Trennung mit UltiMate 3000, hergestellt von Thermo Fisher Scientific K.K., durchgeführt, und die Massenanalyse (MS-Analyse) wurde mit Q Exactive, hergestellt von Thermo Fisher Scientific K.K., durchgeführt.

[0447] Bei der LC-Trennung wurde eine gegebene Säule verwendet, wobei die Säulentemperatur auf 40 °C eingestellt wurde, die Lösung wurde unter der Bedingung eingeleitet, dass ein Lösungsmittel angemessen ausgewählt wurde, die Probe wurde hergestellt, indem pmPCBBiBPDBt-02 in einem organischen Lösungsmittel in einer gegebenen Konzentration aufgelöst wurde, und die Injektionsmenge betrug 5,0 μL .

[0448] Durch ein Targeted-MS²-Verfahren wurde eine MS²-Messung von m/z = 820,29 durchgeführt, welches ein Ion ist, das von pmPCBBiBPDBt-02 stammt. Die Einstellungen der Targeted-MS² sind wie folgt: Der Massenbereich des Targetions wurde auf m/z = 820,29 $\pm$ 2,0 (Isolationsfenster = 4) eingestellt, und die Nachweisung wurde in einem positiven Modus durchgeführt. Die Messung wurde durchgeführt, wobei die normalisierte Kollisionsenergie (normalized collision energy, NCE) zur Beschleunigung eines Targetions in einer Kollisionszelle auf 50 eingestellt wurde. Das erhaltene MS-Spektrum wird in **Fig. 55** gezeigt.

[0449] Aus den Ergebnissen in **Fig. 55** wurde festgestellt, dass in dem Fall, in dem die Kollisionsenergie 50 eV ist, aufgrund der An- und Abwesenheit von Wasserstoffionen und des Vorhandenseins von Isotopen Vorläuferionen von pmPCBBiBPDBt-02 hauptsächlich bei etwa 820 nachgewiesen werden und Produktionen von pmPCBBiBPDBt-02 bei m/z von etwa 668, etwa 503, etwa 486, etwa 408, etwa 333, etwa 243 und etwa 168 nachgewiesen werden. Die Ergebnisse in **Fig. 55** können als wichtige Daten angesehen werden, um pmPCBBiBPDBt-02 zu identifizieren.

[0450] Es sei angemerkt, dass es angenommen wird, dass das Produktion bei m/z von etwa 668 ein Kation in einem Zustand ist, in dem eine Biphenyl-Gruppe aus pmPCBBiBPDBt-02 extrahiert wird. Dies deutet darauf hin, dass pmPCBBiBPDBt-02 eine Biphenyl-Gruppe umfasst.

[0451] Es sei angemerkt, dass es angenommen wird, dass das Produktion bei m/z von etwa 503 ein Kation in einem Zustand ist, in dem eine 4-(9-Phenyl-9H-carbazol-2-yl)phenyl-Gruppe aus pmPCBBiBPDBt-02 extrahiert wird. Dies deutet darauf hin, dass pmPCBBiBPDBt-02 eine 4-(9-Phenyl-9H-carbazol-2-yl)phenyl-Gruppe umfasst.

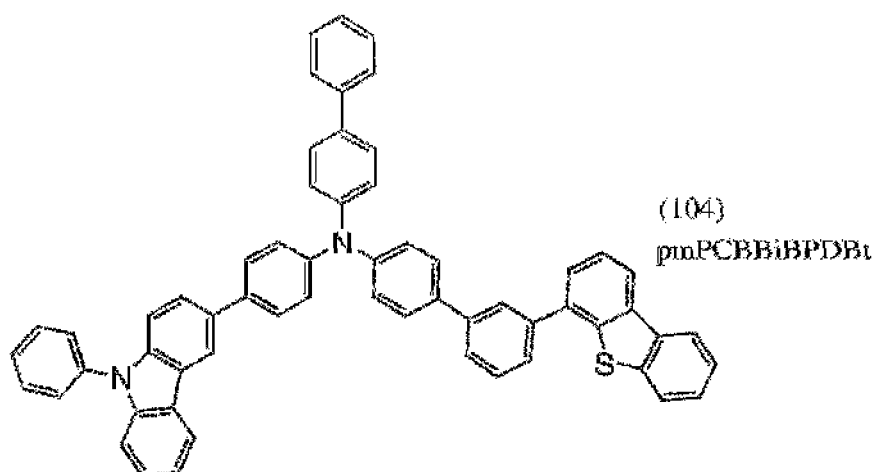
[0452] Es sei angemerkt, dass es angenommen wird, dass das Produktion bei m/z von etwa 486 ein Kation in einem Zustand ist, in dem eine 4-[3-(Dibenzothiophen-4-yl)phenyl]phenyl-Gruppe aus pmPCBBiBPDBt-02 extrahiert wird. Dies deutet darauf hin, dass pmPCBBiBPDBt-02 eine 4-[3-(Dibenzothiophen-4-yl)phenyl]phenyl-Gruppe umfasst.

[Beispiel 9]

«Synthesebeispiel 4»

[0453] In diesem Beispiel wird ein Syntheseverfahren von 4-[3-(Dibenzothiophen-4-yl)phenyl]-4'-phenyl-4''-(9-phenyl-9H-carbazol-3-yl)triphenylamin (Abkürzung: pmPCBBiBPDBt) beschrieben, das die Monoamin-Verbindung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist, die bei der Ausführungsform 1 beschrieben worden ist. Die Struktur von pmPCBBiBPDBt wird nachstehend gezeigt.

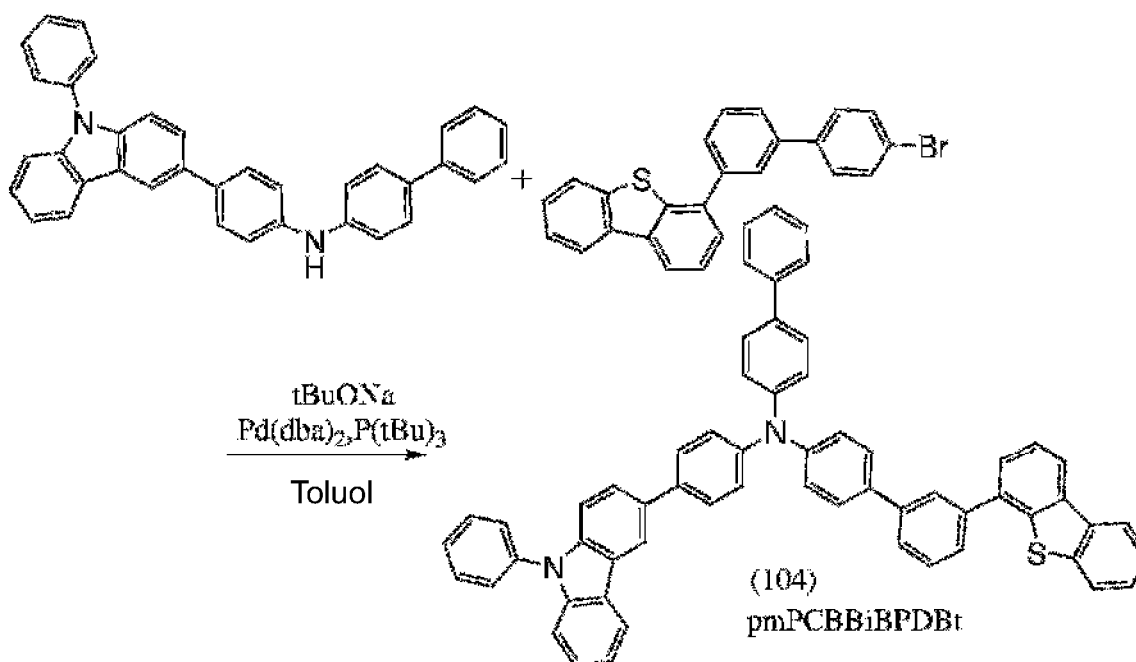
[Chemische Formel 57]



[0454] In einen 200 ml Dreihalskolben wurden 1,6 g (3,4 mmol) N-Biphenyl-[4-(9-phenyl-9H-carbazol-3-yl)phenyl]amin, 1,3 g (3,0 mmol) 4-[3-(4-Bromphenyl)phenyl]dibenzothiophen und 0,88 g (9,1 mmol) Natrium-tert-butoxid gegeben. Dieser Mischung wurden 20 ml Toluol und 0,2 ml einer 10 %-Hexanlösung von Tri(tert-butyl)phosphin hinzugefügt, und die Mischung wurde unter reduziertem Druck gerührt, um entgast zu werden. Dieser Mischung wurden 17 mg (30 µmol) Bis(dibenzylidenacetone)palladium(0) hinzugefügt, und die Mischung wurde 7,5 Stunden lang unter einem Stickstoffstrom bei 120 °C erwärmt und gerührt.

[0455] Nach dem Rühren wurde dieser Mischung Toluol hinzugefügt, und die Mischung wurde durch Florisil, Celite und Aluminiumoxid saugfiltriert, um ein Filtrat zu erhalten. Das erhaltene Filtrat wurde konzentriert, um einen Feststoff zu erhalten. Das Syntheschema dieses Synthesebeispiels wird nachstehend gezeigt.

[Chemische Formel 58]



[0456] Dieser Feststoff wurde durch Kieselgelsäulenchromatographie (Laufmittel, Hexan: Toluol = 2: 1, und dann Hexan: Toluol = 3:2) gereinigt, um einen Feststoff zu erhalten. Der erhaltene Feststoff wurde aus Toluol/Ethylacetat umkristallisiert, so dass 2,2 g eines weißen Feststoffs in einer Ausbeute von 86 % erhalten wurden.

[0457] Durch ein Train-Sublimationsverfahren wurden 2,0 g des erhaltenen Feststoffs sublimiert und gereinigt. Die Sublimationsreinigung wurde durchgeführt, indem eine Erwärmung bei 380 °C unter einem Druck von 3,2 Pa mit einer Argonflussrate von 15 ml/min durchgeführt wurde. Nach der Sublimationsreinigung wurden 1,7 g eines blassgelben Feststoffs mit einer Sammelquote von 85 % erhalten.

[0458] Die durch Kernspinresonanz- (¹H-NMR-) Spektroskopie erhaltenen Analyseergebnisse des in dem Synthesebeispiel erhaltenen weißen Feststoffs werden in **Fig. 56A** und **Fig. 56B** gezeigt. Es sei angemerkt, dass **Fig. 56B** ein Diagramm ist, das einen vergrößerten Teil des Bereichs von 7 ppm bis 9 ppm in **Fig. 56A** zeigt. Numerische Daten werden nachstehend gezeigt. Die Ergebnisse zeigen, dass pmPCBBiBPDBt in diesem Synthesebeispiel synthetisiert wurde.

[0459] ¹H NMR (DMSO-d₆, 300 MHz): δ = 7,20-7,48 (m, 13H), 7,51-7,59 (m, 3H), 7,63-7,81 (m, 18H), 8,00-8,05 (m, 2H), 8,35 (d, J1 = 7,5 Hz, 1H), 8,40-8,46 (m, 2H), 8,59 (d, J1 = 1,5 Hz, 1H).

[0460] Als Nächstes zeigt **Fig. 57** die Messergebnisse eines Absorptionsspektrums und eines Emissionsspektrums von pmPCBBiBPDBt in einer Toluollösung. **Fig. 58** zeigt ein Absorptionsspektrum und ein Emissionsspektrum eines Dünnsfilms davon. In jedem Diagramm stellt die horizontale Achse die Wellenlänge dar, und die vertikalen Achsen stellen das Absorptionsvermögen und die Emissionsintensität dar. Die dünne durchgezogene Linie stellt das Absorptionsspektrum dar, und die dicke durchgezogene Linie stellt das Emissionsspektrum dar. Das in **Fig. 57** gezeigte Absorptionsvermögen ist ein Ergebnis, das durch Subtraktion eines gemessenen Absorptionsspektrums von nur Toluol in einer Quarzzelle von dem gemessenen Absorptionsspektrum der Toluollösung in der Quarzzelle erhalten wurde.

[0461] Der feste Dünnsfilm wurde durch ein Vakuumverdampfungsverfahren über einem Quarzsubstrat ausgebildet. Das Absorptionsspektrum der Toluollösung wurde mit einem UV-VIS-Spektrophotometer (V550, hergestellt von JASCO Corporation) gemessen, von dem das Spektrum von nur Toluol in einer Quarzzelle subtrahiert wurde. Das Absorptionsspektrum des Dünnsfilms wurde mit einem Spektrophotometer (Spektrophotometer U4100, hergestellt von Hitachi High-Technologies Corporation) gemessen. Das Emissionsspektrum wurde mit einem Fluoreszenz-Spektrophotometer (FS920, hergestellt von Hamamatsu Photonics K.K.) gemessen.

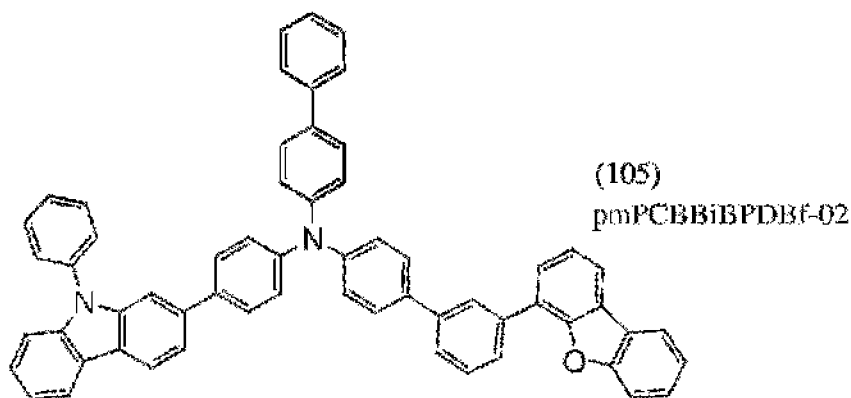
[0462] Wie in **Fig. 57** gezeigt, weist pmPCBBiBPDBt in der Toluollösung Absorptionspeaks bei 349 nm und 282 nm und einen Emissionswellenlängenpeak bei 404 nm (Anregungswellenlänge: 354 nm) auf. Von **Fig. 58** ausgehend weist ferner der Dünnschicht aus pmPCBBiBPDBt Absorptionspeaks bei 351 nm und 285 nm und einen Emissionswellenlängenpeak bei 425 nm (Anregungswellenlänge: 370 nm) auf.

[Beispiel 10]

«Synthesebeispiel 5»

[0463] In diesem Beispiel wird ein Syntheseverfahren von 4-[3-(Dibenzofuran-4-yl)phenyl]-4'-phenyl-4''-(9-phenyl-9H-carbazol-2-yl)triphenylamin (Abkürzung: pmPCBBiBPDBf-02) beschrieben, das die Monoamin-Verbindung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist, die bei der Ausführungsform 1 beschrieben worden ist. Die Struktur von pmPCBBiBPDBf-02 wird nachstehend gezeigt.

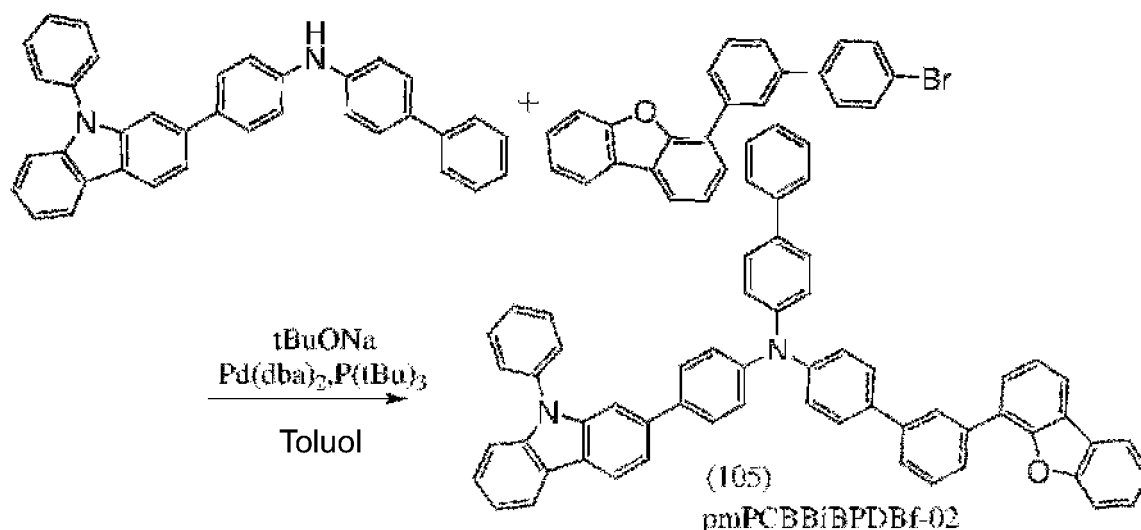
[Chemische Formel 59]



[0464] In einen 200 ml Dreihalskolben wurden 1,7 g (3,4 mmol) N-Biphenyl-[4-(9-phenyl-9H-carbazol-2-yl)phenyl]amin, 1,2 g (3,1 mmol) 4-[3-(4-Bromphenyl)phenyl]dibenzofuran und 0,90 g (9,3 mmol) Natrium-tert-butoxid gegeben. Dieser Mischung wurden 20 ml Toluol und 0,2 ml einer 10 %-Hexanlösung von Tri(tert-butyl)phosphin hinzugefügt, und die Mischung wurde unter reduziertem Druck gerührt, um entgast zu werden. Dieser Mischung wurden 18 mg (31 µmol) Bis(dibenzylidenaceton)palladium(0) hinzugefügt, und die Mischung wurde 7 Stunden lang unter einem Stickstoffstrom bei 120 °C erwärmt und gerührt.

[0465] Nach dem Rühren wurde dieser Mischung Toluol hinzugefügt, und die Mischung wurde durch Florisil, Celite und Aluminiumoxid saugfiltriert, um ein Filtrat zu erhalten. Das erhaltene Filtrat wurde konzentriert, um einen Feststoff zu erhalten. Das Syntheschema dieses Synthesebeispiels wird nachstehend gezeigt.

[Chemische Formel 60]



[0466] Dieser Feststoff wurde durch Kieselgelsäulenchromatographie (Laufmittel, Hexan: Toluol = 2: 1) gereinigt, um einen Feststoff zu erhalten. Der erhaltene Feststoff wurde mit Ethylacetat/Ethanol wieder ausgefallen, um 2,2 g eines weißen Feststoffs in einer Ausbeute von 87 % zu erhalten.

[0467] Durch ein Train-Sublimationsverfahren wurden 2,1 g des erhaltenen Feststoffs sublimiert und gereinigt. Die Sublimationsreinigung wurde durchgeführt, indem eine Erwärmung bei 370 °C unter einem Druck von 3,3 Pa mit einer Argonflussrate von 15 ml/min durchgeführt wurde. Nach der Sublimationsreinigung wurden 1,9 g eines weißen Feststoffs mit einer Sammelquote von 87 % erhalten.

[0468] Die durch Kernspinresonanz- (^1H -NMR-) Spektroskopie erhaltenen Analyseergebnisse des in dem Synthesebeispiel erhaltenen weißen Feststoffs werden in **Fig. 59A** und **Fig. 59B** gezeigt. Es sei angemerkt, dass **Fig. 59B** ein Diagramm ist, das einen vergrößerten Teil des Bereichs von 7 ppm bis 8,5 ppm in **Fig. 59A** zeigt. Numerische Daten werden nachstehend gezeigt. Die Ergebnisse zeigen, dass pmPCBBiBPDBf-02 in diesem Synthesebeispiel synthetisiert wurde.

[0469] ^1H NMR (DMSO- d_6 , 300 MHz): δ = 7,18-7,22 (m, 6H), 7,28-7,82 (m, 28H), 7,88 (d, J_1 = 7,5 Hz, 1H), 8,14-8,28 (m, 4H), 8,32 (d, J_1 = 8,4 Hz, 1H).

[0470] Als Nächstes zeigt **Fig. 60** die Messergebnisse eines Absorptionsspektrums und eines Emissionsspektrums von pmPCBBiBPDBf-02 in einer Toluollösung. **Fig. 61** zeigt ein Absorptionsspektrum und ein Emissionsspektrum eines Dünnsfilms davon. In jedem Diagramm stellt die horizontale Achse die Wellenlänge dar, und die vertikalen Achsen stellen das Absorptionsvermögen und die Emissionsintensität dar. Die dünne durchgezogene Linie stellt das Absorptionsspektrum dar, und die dicke durchgezogene Linie stellt das Emissionsspektrum dar. Das in **Fig. 60** gezeigte Absorptionsvermögen ist ein Ergebnis, das durch Subtraktion eines gemessenen Absorptionsspektrums von nur Toluol in einer Quarzelle von dem gemessenen Absorptionsspektrum der Toluollösung in der Quarzelle erhalten wurde.

[0471] Der feste Dünnsfilm wurde durch ein Vakuumverdampfungsverfahren über einem Quarzsubstrat ausgebildet. Das Absorptionsspektrum der Toluollösung wurde mit einem UV-VIS-Spektrophotometer (V550, hergestellt von JASCO Corporation) gemessen, von dem das Spektrum von nur Toluol in einer Quarzelle subtrahiert wurde. Das Absorptionsspektrum des Dünnsfilms wurde mit einem Spektrophotometer (Spektrophotometer U4100, hergestellt von Hitachi High-Technologies Corporation) gemessen. Das Emissionsspektrum wurde mit einem Fluoreszenz-Spektrophotometer (FS920, hergestellt von Hamamatsu Photonics K.K.) gemessen.

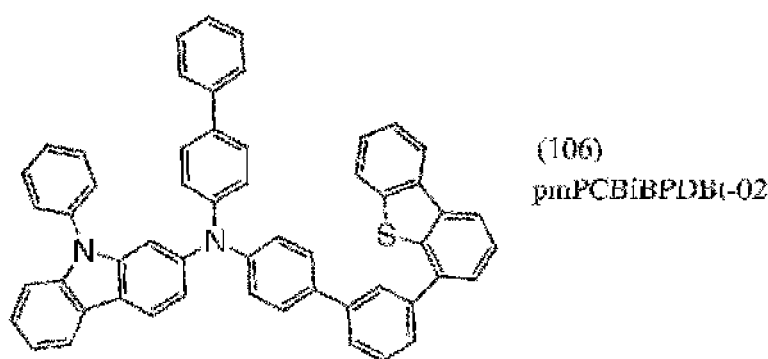
[0472] Wie in **Fig. 60** gezeigt, weist pmPCBBiBPDBf-02 in der Toluollösung Absorptionspeaks bei 354 nm und 282 nm und Emissionswellenlängenpeaks bei 407 nm und 423 nm (Anregungswellenlänge: 360 nm) auf. Von **Fig. 61** ausgehend weist ferner der Dünnsfilm aus pmPCBBiBPDBf-02 Absorptionspeaks bei 358 nm, 293 nm und 255 nm und Emissionswellenlängenpeaks bei 424 nm und 440 nm (Anregungswellenlänge: 370 nm) auf.

[Beispiel 11]

«Synthesebeispiel 6»

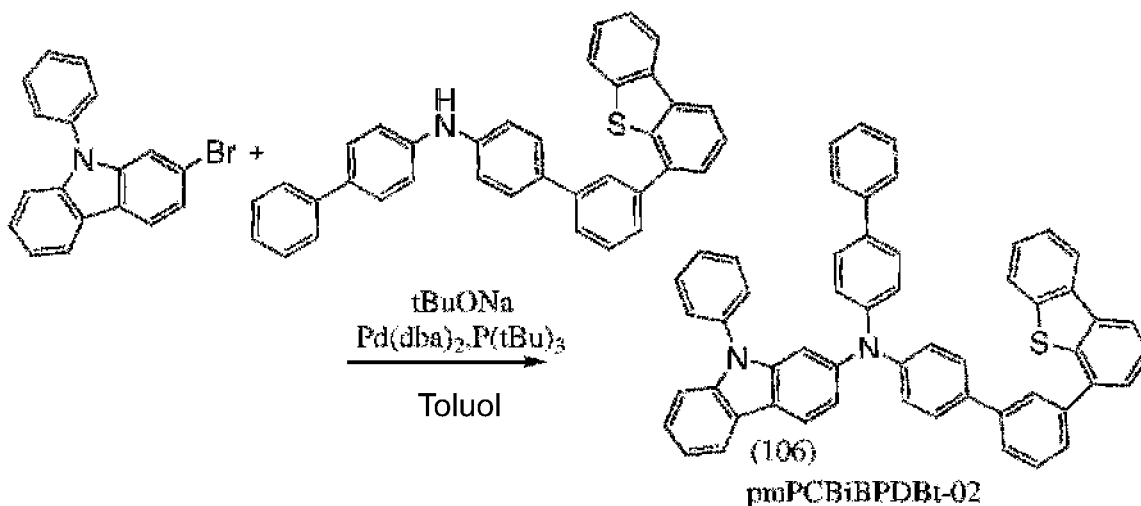
[0473] In diesem Beispiel wird ein Syntheseverfahren von N-Biphenyl-4-yl-N-[3-(dibenzothiophen-4-yl)biphenyl-4-yl]-9-phenyl-9H-carbazol-2-amin (Abkürzung: pmPCBiBPDBt-02) beschrieben, das die Monoamin-Verbindung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist, die bei der Ausführungsform 1 beschrieben worden ist. Die Struktur von pmPCBiBPDBt-02 wird nachstehend gezeigt.

[Chemische Formel 61]



[0474] In einen 200 ml Dreihalskolben wurden 1,9 g (3,7 mmol) 4-Phenyl-4'-[3-(dibenzothiophen-2-yl)phenyl]diphenylamin, 1,1 g (3,4 mmol) 2-Brom-9-phenyl-9H-carbazol und 1,1 g (11 mmol) Natrium-tert-butoxid gegeben. Dieser Mischung wurden 20 ml Toluol und 0,2 ml einer 10 %-Hexanlösung von Tri(tert-butyl)phosphin hinzugefügt, und die Mischung wurde unter reduziertem Druck gerührt, um entgast zu werden. Dieser Mischung wurden 19 mg (34 μ mol) Bis(dibenzylidenacetone)palladium(0) hinzugefügt, und die Mischung wurde 7 Stunden lang unter einem Stickstoffstrom bei 120 °C erwärmt und gerührt. Nach dem Rühren wurde dieser Mischung Toluol hinzugefügt, und die Mischung wurde durch Florisil, Celite und Aluminiumoxid saugfiltriert, um ein Filtrat zu erhalten. Das Filtrat wurde konzentriert, um einen Feststoff zu erhalten. Das Syntheschema dieses Synthesebeispiels wird nachstehend gezeigt.

[Chemische Formel 62]



[0475] Dieser Feststoff wurde durch Kieselgelsäulenchromatographie (Laufmittel, Hexan: Toluol = 2: 1) gereinigt, um einen Feststoff zu erhalten. Der erhaltene Feststoff wurde mit Ethylacetat/Ethanol wieder ausgefallen, um 2,1 g eines weißen Feststoffs in einer Ausbeute von 85 % zu erhalten.

[0476] Durch ein Train-Sublimationsverfahren wurden 2,1 g des erhaltenen Feststoffs sublimiert und gereinigt. Die Sublimationsreinigung wurde durchgeführt, indem eine Erwärmung bei 345 °C unter einem Druck

von 3,4 Pa mit einer Argonflussrate von 15 ml/min durchgeführt wurde. Nach der Sublimationsreinigung wurden 1,9 g eines blassgelben Feststoffs mit einer Sammelquote von 88 % erhalten.

[0477] Die durch Kernspinresonanz- (^1H -NMR-) Spektroskopie erhaltenen Analyseergebnisse des in dem Synthesebeispiel erhaltenen weißen Feststoffs werden in **Fig. 62A** und **Fig. 62B** gezeigt. Es sei angemerkt, dass **Fig. 62B** ein Diagramm ist, das einen vergrößerten Teil des Bereichs von 7 ppm bis 8,5 ppm in **Fig. 62A** zeigt. Numerische Daten werden nachstehend gezeigt. Die Ergebnisse zeigen, dass pmPCBiBPDBt-02 in diesem Synthesebeispiel synthetisiert wurde.

[0478] ^1H NMR (DMSO- d_6 , 300 MHz): δ = 7,05-7,10 (m, 2H), 7,17 (d, J_1 = 8,1 Hz, 4H), 7,26-7,46 (m, 7H), 7,51-7,78 (m, 17H), 7,99-8,04 (m, 2H), 8,18-8,24 (m, 2H), 8,39-8,45 (m, 2H).

[0479] Als Nächstes zeigt **Fig. 63** die Messergebnisse eines Absorptionsspektrums und eines Emissionsspektrums von pmPCBiBPDBt-02 in einer Toluollösung. **Fig. 64** zeigt ein Absorptionsspektrum und ein Emissionsspektrum eines Dünnschfilms davon. In jedem Diagramm stellt die horizontale Achse die Wellenlänge dar, und die vertikalen Achsen stellen das Absorptionsvermögen und die Emissionsintensität dar. Die dünne durchgezogene Linie stellt das Absorptionsspektrum dar, und die dicke durchgezogene Linie stellt das Emissionsspektrum dar. Das in **Fig. 63** gezeigte Absorptionsvermögen ist ein Ergebnis, das durch Subtraktion eines gemessenen Absorptionsspektrums von nur Toluol in einer Quarzzelle von dem gemessenen Absorptionsspektrum der Toluollösung in der Quarzzelle erhalten wurde.

[0480] Der feste Dünnschfilm wurde durch ein Vakuumverdampfungsverfahren über einem Quarzsubstrat ausgebildet. Das Absorptionsspektrum der Toluollösung wurde mit einem UV-VIS-Spektrophotometer (V550, hergestellt von JASCO Corporation) gemessen, von dem das Spektrum von nur Toluol in einer Quarzzelle subtrahiert wurde. Das Absorptionsspektrum des Dünnschfilms wurde mit einem Spektrophotometer (Spektrophotometer U4100, hergestellt von Hitachi High-Technologies Corporation) gemessen. Das Emissionsspektrum wurde mit einem Fluoreszenz-Spektrophotometer (FS920, hergestellt von Hamamatsu Photonics K.K.) gemessen.

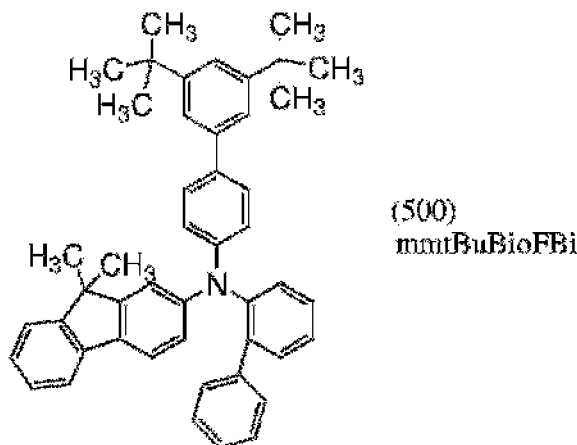
[0481] Wie in **Fig. 63** gezeigt, weist pmPCBiBPDBt-02 in der Toluollösung Absorptionspeaks bei 357 nm und 283 nm und einen Emissionswellenlängenpeak bei 405 nm (Anregungswellenlänge: 363 nm) auf. Von **Fig. 64** ausgehend weist ferner der Dünnschfilm aus pmPCBiBPDBt-02 Absorptionspeaks bei 362 nm, 292 nm und 270 nm und einen Emissionswellenlängenpeak bei 423 nm (Anregungswellenlänge: 363 nm) auf.

[Beispiel 12]

«Synthesebeispiel 7»

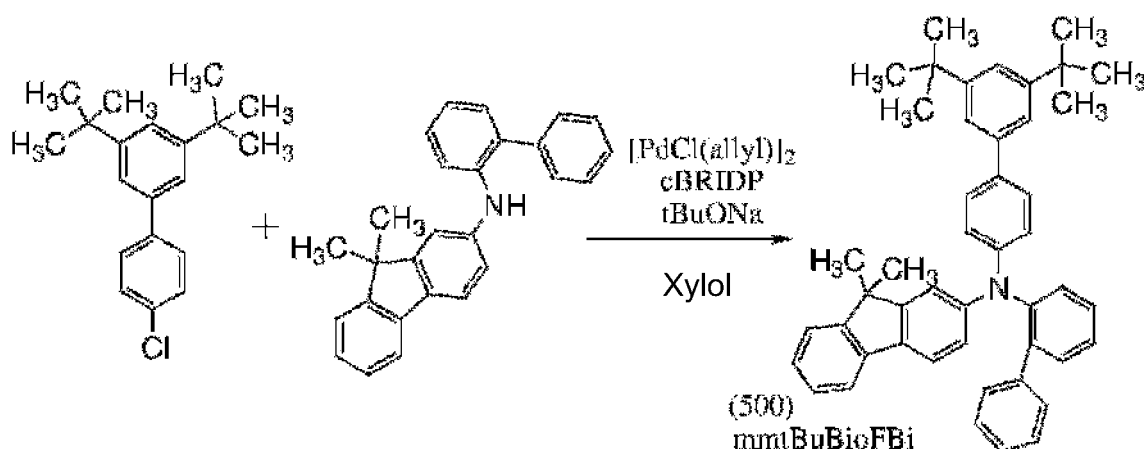
[0482] In diesem Beispiel wird ein Syntheseverfahren von N-(3',5'-Ditertiärbutyl-1,1'-biphenyl-4-yl)-N-(1,1'-biphenyl-2-yl)-9,9-dimethyl-9H-fluoren-2-amin (Abkürzung: mmtBuBioFBi) beschrieben, das die organische Verbindung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist, die bei der Ausführungsform 1 beschrieben worden ist. Die Struktur von mmtBuBioFBi wird nachstehend gezeigt.

[Chemische Formel 63]



[0483] In einen Dreihalskolben wurden 2,22 g (7,4 mmol) 4-Chlor-3',5'-di-tert-butyl-1,1'-biphenyl, 2,94 g (8,1 mmol) 2-(2-Biphenyl)amino-9,9-dimethylfluoren, 2,34 g (24,4 mmol) Natrium-tert-butoxid und 37 ml Xylol gegeben. Die Mischung wurde unter reduziertem Druck entgast, und dann wurde die Luft in dem Kolben durch Stickstoff ersetzt. Dieser Mischung wurden 107,6 mg (0,31 mmol) Di-*t*-butyl(1-methyl-2,2-diphenylcyclopropyl)phosphin (Abkürzung: cBRIDP (eingetragenes Markenzeichen)) und 28,1 mg (0,077 mmol) Allylpalladiumchloriddimer hinzugefügt. Diese Mischung wurde ungefähr 4 Stunden lang bei 100 °C erwärmt. Danach wurde die Temperatur des Kolbens auf ungefähr 70 °C verringert, und ungefähr 4 ml Wasser wurden hinzugefügt, so dass ein Feststoff ausgefällt wurde. Der ausgefällte Feststoff wurde durch Filtration abgetrennt. Das Filtrat wurde konzentriert, und die erhaltene Lösung wurde durch Kieselgelsäulenchromatographie gereinigt. Die erhaltene Lösung wurde konzentriert, dazu wurde Ethanol hinzugefügt und die erhaltene Lösung wurde wieder konzentriert; dieser Prozess wurde dreimal durchgeführt, um eine Ethanol-Suspension zu erhalten, und eine Umkristallisation wurde durchgeführt. Das Präzipitat wurde auf ungefähr -10 °C gekühlt und dann gefiltert, und der erhaltene Feststoff wurde bei ungefähr 130 °C unter reduziertem Druck getrocknet, wodurch 2,07 g eines weißen Zelfeststoffs in einer Ausbeute von 45 % erhalten wurden. Das Syntheschema dieses Synthesebeispiels wird nachstehend gezeigt.

[Chemische Formel 64]



[0484] Die durch Kernspinresonanz- (^1H -NMR-) Spektroskopie erhaltenen Analyseergebnisse des in dem Synthesebeispiel erhaltenen weißen Feststoffs werden in **Fig. 65A** und **Fig. 65B** gezeigt. Es sei angemerkt, dass **Fig. 65B** ein Diagramm ist, das einen vergrößerten Teil des Bereichs von 6,5 ppm bis 8 ppm in **Fig. 65A** zeigt. Numerische Daten werden nachstehend gezeigt. Die Ergebnisse zeigen, dass mmtBuBioFBI in diesem Synthesebeispiel synthetisiert wurde.

[0485] ^1H NMR ($CDCl_3$, 500 MHz): δ = 1,29 (s, 6H), 1,38 (s, 18H), 6,76 (dd, J_1 = 8,0 Hz, J_2 = 2,0 Hz, 1H), 6,87 (d, J = 2,5 Hz, 1H), 7,00-7,08 (m, 5H), 7,18-7,23 (m, 3H), 7,27-7,43 (m, 12H), 7,55 (d, J = 7,5 Hz, 1H).

[0486] Als Nächstes wurden 2,0 g des erhaltenen Feststoffs durch ein Train-Sublimationsverfahren sublimiert und gereinigt. Die Sublimationsreinigung wurde durchgeführt, indem eine Erwärmung bei 225 °C unter einem Druck von 3,77 Pa mit einer Argonflussrate von 15,0 ml/min durchgeführt wurde. Nach der Sublimationsreinigung wurden 1,9 g eines weißen Feststoffs mit einer Sammelquote von 95 % erhalten.

[0487] Als Nächstes zeigt **Fig. 66** die Messergebnisse eines Absorptionsspektrums und eines Emissionsspektrums von mmtBuBioFBI in einer Toluollösung. In jedem Diagramm stellt die horizontale Achse die Wellenlänge dar, und die vertikalen Achsen stellen das Absorptionsvermögen und die Emissionsintensität dar. Die dünne durchgezogene Linie stellt das Absorptionsspektrum dar, und die dicke durchgezogene Linie stellt das Emissionsspektrum dar. Das in **Fig. 66** gezeigte Absorptionsvermögen ist ein Ergebnis, das durch Subtraktion eines gemessenen Absorptionsspektrums von nur Toluol in einer Quarzzelle von dem gemessenen Absorptionsspektrum der Toluollösung in der Quarzzelle erhalten wurde.

[0488] Das Absorptionsspektrum der Toluollösung wurde mit einem UV-VIS-Spektrophotometer (V550, hergestellt von JASCO Corporation) gemessen, von dem das Spektrum von nur Toluol in einer Quarzzelle subtrahiert wurde. Das Emissionsspektrum wurde mit einem Fluoreszenzspektrophotometer (FP-8600, hergestellt von JASCO Corporation) gemessen.

[0489] Wie in **Fig. 66** gezeigt, weist mmtBuBioFBi in der Toluollösung einen Absorptionspeak bei 344 nm und einen Emissionswellenlängenpeak bei 397 nm (Anregungswellenlänge: 344 nm) auf.

[0490] Der Brechungsindex von mmtBuBioFBi wurde durch einen spektroskopischen Ellipsometer (M-2000U, hergestellt von J.A. Woollam Japan Corp.) gemessen. Für die Messung wurde ein Film verwendet, der erhalten wurde, indem das Material jeder Schicht durch ein Vakuumverdampfungsverfahren in einer Dicke von ungefähr 50 nm über einem Quarzsubstrat abgeschieden wurde.

[0491] Die Ergebnisse zeigen, dass der ordentliche Brechungsindex von mmtBuBioFBi in dem gesamten Bereich der Emission von blauem Licht (455 nm bis 465 nm) innerhalb des Bereichs von 1,50 bis 1,75 liegt und dass der ordentliche Brechungsindex bei 633 nm innerhalb des Bereichs von 1,45 bis 1,70 liegt. Folglich wurde festgestellt, dass mmtBuBioFBi ein Material mit niedrigem Brechungsindex ist.

[0492] Als Nächstes wurde Tg von mmtBuBioFBi gemessen. Tg wurde unter Verwendung eines dynamischen Differenzkalorimeters (PYRIS 1 DSC, hergestellt von PerkinElmer Japan Co., Ltd.) in einem Zustand gemessen, in dem ein Pulver auf eine Aluminiumzelle gelegt wurde. Als Ergebnis war Tg von mmtBuBioFBi 100 °C.

Bezugszeichenliste

101	Anode,
102	Kathode,
103	EL-Schicht,
111	Lochinjektionsschicht,
112	Lochtransportschicht,
113	Licht emittierende Schicht,
114	Elektronentransportschicht,
115	Elektroneninjektionsschicht,
116	Ladungserzeugungsschicht,
117	p-Typ-Schicht,
118	Elektronenweiterleitungsschicht,
119	Elektroneninjektionspufferschicht,
120	Lochtransportbereich,
400	Substrat,
401	Anode,
403	EL-Schicht,
404	Kathode,
405	Dichtungsmaterial,
406	Dichtungsmaterial,
407	Dichtungssubstrat,
412	Pad,
420	IC-Chip,
601	Treiberschaltungsabschnitt (Sourceleitungstreiberschaltung),
602	Pixelabschnitt,
603	Treiberschaltungsabschnitt (Gateleitungstreiberschaltung),
604	Dichtungssubstrat,
605	Dichtungsmaterial,

607	Raum,
608	Leitung,
609	FPC (flexible gedruckte Schaltung),
610	Elementsubstrat,
611	Schalt-FET,
612	Strom steuernder FET,
613	Anode,
614	Isolator,
616	EL-Schicht,
617	Kathode,
618	Licht emittierende Vorrichtung,
951	Substrat,
952	Elektrode,
953	Isolierschicht,
954	Trennschicht,
955	EL-Schicht,
956	Elektrode,
1001	Substrat,
1002	Basis-Isolierfilm,
1003	Gate-Isolierfilm,
1006	Gate-Elektrode,
1007	Gate-Elektrode,
1008	Gate-Elektrode,
1020	erster Zwischenschicht-Isolierfilm,
1021	zweiter Zwischenschicht-Isolierfilm,
1022	Elektrode,
1024W	Anode,
1024R	Anode,
1024G	Anode,
1024B	Anode,
1025	Trennwand,
1028	EL-Schicht,
1029	Kathode,
1031	Dichtungssubstrat,
1032	Dichtungsmaterial,
1033	durchsichtiges Basismaterial,
1034R	rote Farbschicht,
1034G	grüne Farbschicht,
1034B	blaue Farbschicht,
1035	Schwarzmatrix,

1036	Abdeckungsschicht,
1037	dritter Zwischenschicht-Isolierfilm,
1040	Pixelabschnitt,
1041	Treiberschaltungsabschnitt,
1042	Peripherieabschnitt,
2001	Gehäuse,
2002	Lichtquelle,
2100	Roboter,
2110	arithmetische Vorrichtung,
2101	Beleuchtungsstärkesensor,
2102	Mikrofon,
2103	obere Kamera,
2104	Lautsprecher,
2105	Display,
2106	untere Kamera,
2107	Hindernissensor,
2108	Bewegungsmechanismus,
3001	Beleuchtungsvorrichtung,
5000	Gehäuse,
5001	Anzeigeabschnitt,
5002	Anzeigeabschnitt,
5003	Lautsprecher,
5004	LED-Lampe,
5006	Verbindungsanschluss,
5007	Sensor,
5008	Mikrofon,
5012	Stütze,
5013	Ohrhörer,
5100	Reinigungsroboter,
5101	Display,
5102	Kamera,
5103	Bürste,
5104	Bedienknopf,
5150	tragbares Informationsendgerät,
5151	Gehäuse,
5152	Anzeigebereich,
5153	Biegeabschnitt,
5120	Staub,
5200	Anzeigebereich,
5201	Anzeigebereich,

5202	Anzeigebereich,
5203	Anzeigebereich,
7101	Gehäuse,
7103	Anzeigeabschnitt,
7105	Ständer,
7107	Anzeigeabschnitt,
7109	Bedientaste,
7110	Fernbedienung,
7201	Hauptteil,
7202	Gehäuse,
7203	Anzeigeabschnitt,
7204	Tastatur,
7205	externer Verbindungsanschluss,
7206	Zeigevorrichtung,
7210	Anzeigeabschnitt,
7401	Gehäuse,
7402	Anzeigeabschnitt,
7403	Bedienknopf,
7404	externer Verbindungsanschluss,
7405	Lautsprecher,
7406	Mikrofon,
9310	tragbares Informationsendgerät,
9311	Anzeigefeld,
9313	Gelenk,
9315	Gehäuse

Patentansprüche

1. Licht emittierende Vorrichtung, die umfasst:
eine Anode;
eine Kathode; und
eine EL-Schicht, die sich zwischen der Anode und der Kathode befindet,
wobei die EL-Schicht eine Licht emittierende Schicht, eine erste Schicht und eine zweite Schicht umfasst,
wobei sich die erste Schicht zwischen der Anode und der Licht emittierenden Schicht befindet,
wobei die erste Schicht in Kontakt mit der zweiten Schicht ist,
wobei die zweite Schicht eine erste organische Verbindung umfasst, die eine Arylamin-Struktur aufweist,
wobei eine erste Gruppe, eine zweite Gruppe und eine dritte Gruppe an ein Stickstoffatom gebunden sind,
das in dem Amin der ersten organischen Verbindung enthalten ist,
wobei es sich bei der ersten Gruppe um eine Gruppe handelt, die eine Carbazol-Struktur umfasst,
wobei es sich bei der zweiten Gruppe um eine Gruppe handelt, die eine Dibenzofuran-Struktur oder eine
Dibenzothiophen-Struktur umfasst,
wobei die dritte Gruppe eine aromatische Kohlenwasserstoff-Struktur mit 6 bis 18 Kohlenstoffatomen oder
eine heteroaromatische Kohlenwasserstoff-Struktur mit 4 bis 26 Kohlenstoffatomen umfasst, und
wobei ein Brechungsindex der ersten Schicht niedriger ist als ein Brechungsindex der Licht emittierenden
Schicht.

2. Licht emittierende Vorrichtung, die umfasst:
eine Anode;

eine Kathode; und
 eine EL-Schicht, die sich zwischen der Anode und der Kathode befindet,
 wobei die EL-Schicht eine Licht emittierende Schicht, eine erste Schicht und eine zweite Schicht umfasst,
 wobei sich die erste Schicht zwischen der Anode und der Licht emittierenden Schicht befindet,
 wobei die erste Schicht in Kontakt mit der zweiten Schicht ist,
 wobei die zweite Schicht eine erste organische Verbindung umfasst, die eine Arylamin-Struktur aufweist,
 wobei eine erste Gruppe, eine zweite Gruppe und eine dritte Gruppe an ein Stickstoffatom gebunden sind,
 das in dem Amin der ersten organischen Verbindung enthalten ist,
 wobei es sich bei der ersten Gruppe um eine Gruppe handelt, die eine Carbazol-Struktur umfasst,
 wobei es sich bei der zweiten Gruppe um eine Gruppe handelt, die eine Dibenzofuran-Struktur oder eine Dibenzothiophen-Struktur umfasst,
 wobei die dritte Gruppe eine aromatische Kohlenwasserstoff-Struktur mit 6 bis 18 Kohlenstoffatomen oder eine heteroaromatische Kohlenwasserstoff-Struktur mit 4 bis 26 Kohlenstoffatomen umfasst, und
 wobei ein ordentlicher Brechungsindex der ersten Schicht in Bezug auf Licht mit einer Wellenlänge von größer als oder gleich 455 nm und kleiner als oder gleich 465 nm höher als oder gleich 1,5 und niedriger als oder gleich 1,75 ist.

3. Licht emittierende Vorrichtung, die umfasst:

eine Anode;
 eine Kathode; und
 eine EL-Schicht, die sich zwischen der Anode und der Kathode befindet,
 wobei die EL-Schicht eine Licht emittierende Schicht, eine erste Schicht und eine zweite Schicht umfasst,
 wobei sich die erste Schicht zwischen der Anode und der Licht emittierenden Schicht befindet,
 wobei die erste Schicht in Kontakt mit der zweiten Schicht ist,
 wobei die zweite Schicht eine erste organische Verbindung umfasst, die eine Arylamin-Struktur aufweist,
 wobei eine erste Gruppe, eine zweite Gruppe und eine dritte Gruppe an ein Stickstoffatom gebunden sind,
 das in dem Amin der ersten organischen Verbindung enthalten ist,
 wobei es sich bei der ersten Gruppe um eine Gruppe handelt, die eine Carbazol-Struktur umfasst,
 wobei es sich bei der zweiten Gruppe um eine Gruppe handelt, die eine Dibenzofuran-Struktur oder eine Dibenzothiophen-Struktur umfasst,
 wobei die dritte Gruppe eine aromatische Kohlenwasserstoff-Struktur mit 6 bis 18 Kohlenstoffatomen oder eine heteroaromatische Kohlenwasserstoff-Struktur mit 4 bis 26 Kohlenstoffatomen umfasst, und
 wobei ein Brechungsindex der ersten Schicht in Bezug auf Licht mit einer Wellenlänge von 633 nm höher als oder gleich 1,45 und niedriger als oder gleich 1,70 ist.

4. Licht emittierende Vorrichtung, die umfasst:

eine Anode;
 eine Kathode; und
 eine EL-Schicht, die sich zwischen der Anode und der Kathode befindet,
 wobei die EL-Schicht eine Licht emittierende Schicht, eine erste Schicht und eine zweite Schicht umfasst,
 wobei sich die erste Schicht zwischen der Anode und der Licht emittierenden Schicht befindet,
 wobei die erste Schicht in Kontakt mit der zweiten Schicht ist,
 wobei die zweite Schicht eine erste organische Verbindung umfasst, die eine Arylamin-Struktur aufweist,
 wobei eine erste Gruppe, eine zweite Gruppe und eine dritte Gruppe an ein Stickstoffatom gebunden sind,
 das in dem Amin der ersten organischen Verbindung enthalten ist,
 wobei es sich bei der ersten Gruppe um eine Gruppe handelt, die eine Carbazol-Struktur umfasst,
 wobei es sich bei der zweiten Gruppe um eine Gruppe handelt, die eine Dibenzofuran-Struktur oder eine Dibenzothiophen-Struktur umfasst,
 wobei die dritte Gruppe eine aromatische Kohlenwasserstoff-Struktur mit 6 bis 18 Kohlenstoffatomen oder eine heteroaromatische Kohlenwasserstoff-Struktur mit 4 bis 26 Kohlenstoffatomen umfasst,
 wobei die erste Schicht eine organische Verbindung mit einer Lochtransporteigenschaft umfasst, und
 wobei ein ordentlicher Brechungsindex der organischen Verbindung mit einer Lochtransporteigenschaft in Bezug auf Licht mit einer Wellenlänge von größer als oder gleich 455 nm und kleiner als oder gleich 465 nm höher als oder gleich 1,5 und niedriger als oder gleich 1,75 ist.

5. Licht emittierende Vorrichtung, die umfasst:

eine Anode;
 eine Kathode; und
 eine EL-Schicht, die sich zwischen der Anode und der Kathode befindet,
 wobei die EL-Schicht eine Licht emittierende Schicht, eine erste Schicht und eine zweite Schicht umfasst,

wobei sich die erste Schicht zwischen der Anode und der Licht emittierenden Schicht befindet,
wobei die erste Schicht in Kontakt mit der zweiten Schicht ist,
wobei die zweite Schicht eine erste organische Verbindung umfasst, die eine Arylamin-Struktur aufweist,
wobei eine erste Gruppe, eine zweite Gruppe und eine dritte Gruppe an ein Stickstoffatom gebunden sind,
das in dem Amin der ersten organischen Verbindung enthalten ist,
wobei es sich bei der ersten Gruppe um eine Gruppe handelt, die eine Carbazol-Struktur umfasst,
wobei es sich bei der zweiten Gruppe um eine Gruppe handelt, die eine Dibenzofuran-Struktur oder eine Dibenzothiophen-Struktur umfasst,
wobei die dritte Gruppe eine aromatische Kohlenwasserstoff-Struktur mit 6 bis 18 Kohlenstoffatomen oder eine heteroaromatische Kohlenwasserstoff-Struktur mit 4 bis 26 Kohlenstoffatomen umfasst,
wobei die erste Schicht eine organische Verbindung mit einer Lochtransporteigenschaft umfasst, und
wobei ein Brechungsindex der organischen Verbindung mit einer Lochtransporteigenschaft in Bezug auf Licht mit einer Wellenlänge von 633 nm höher als oder gleich 1,45 und niedriger als oder gleich 1,70 ist.

6. Licht emittierende Vorrichtung nach Anspruch 4 oder 5, wobei die organische Verbindung mit einer Lochtransporteigenschaft eine Vielzahl von Alkyl-Gruppen aufweist.

7. Licht emittierende Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
wobei die Carbazol-Struktur in der ersten Gruppe eine Bindung an einer 2-, 3- oder 9-Position aufweist, und
wobei die Carbazol-Struktur über die Bindung oder über die Bindung und eine zweiwertige aromatische Kohlenwasserstoff-Gruppe an das Stickstoffatom gebunden ist.

8. Licht emittierende Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
wobei die Carbazol-Struktur in der ersten Gruppe eine Bindung an einer 2- oder 3-Position aufweist, und
wobei die Carbazol-Struktur über die Bindung oder über die Bindung und eine zweiwertige aromatische Kohlenwasserstoff-Gruppe an das Stickstoffatom gebunden ist.

9. Licht emittierende Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
wobei die Carbazol-Struktur in der ersten Gruppe eine Bindung an einer 2-Position aufweist, und
wobei die Carbazol-Struktur über die Bindung oder über die Bindung und eine zweiwertige aromatische Kohlenwasserstoff-Gruppe an das Stickstoffatom gebunden ist.

10. Licht emittierende Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 9, wobei es sich bei der zweiwertigen aromatischen Kohlenwasserstoff-Gruppe um eine Phenylen-Gruppe handelt.

11. Licht emittierende Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei die Dibenzofuran-Struktur und die Dibenzothiophen-Struktur in der zweiten Gruppe jeweils über eine zweiwertige aromatische Kohlenwasserstoff-Gruppe an das Stickstoffatom gebunden sind.

12. Licht emittierende Vorrichtung nach Anspruch 11, wobei es sich bei der zweiwertigen aromatischen Kohlenwasserstoff-Gruppe in der zweiten Gruppe um eine Phenylen-Gruppe oder eine Biphenyldiyl-Gruppe handelt.

13. Licht emittierende Vorrichtung nach Anspruch 11 oder 12, wobei es sich bei einer Positionsbeziehung zwischen Bindungen der Phenylen-Gruppe oder Bindungen von mindestens einer Benzol-Struktur der Biphenyldiyl-Gruppe um eine meta-Position handelt.

14. Licht emittierende Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 13, wobei es sich bei der dritten Gruppe um eine Biphenyl-Gruppe oder eine Terphenyl-Gruppe handelt.

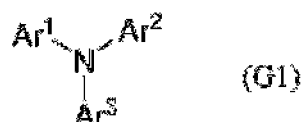
15. Licht emittierende Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 13, wobei es sich bei der dritten Gruppe um eine Gruppe handelt, die eine Dibenzofuran-Struktur oder eine Dibenzothiophen-Struktur umfasst.

16. Licht emittierende Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 15, wobei sich die zweite Schicht zwischen der ersten Schicht und der Licht emittierenden Schicht befindet.

17. Licht emittierende Vorrichtung, die umfasst:
eine Anode;
eine Kathode; und

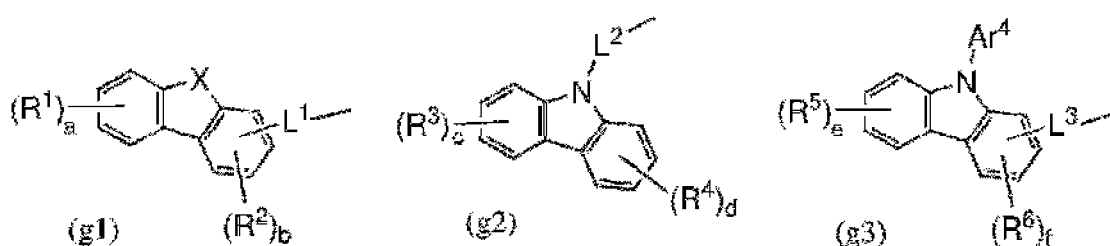
eine EL-Schicht, die sich zwischen der Anode und der Kathode befindet,
wobei die EL-Schicht eine Licht emittierende Schicht, eine erste Schicht und eine zweite Schicht umfasst,
wobei sich die erste Schicht zwischen der Anode und der Licht emittierenden Schicht befindet,
wobei die erste Schicht in Kontakt mit der zweiten Schicht ist,
wobei ein Brechungsindex der ersten Schicht niedriger ist als ein Brechungsindex der Licht emittierenden Schicht, und
wobei die zweite Schicht eine organische Verbindung umfasst, die durch die folgende allgemeine Formel (G1) dargestellt wird.

[Chemische Formel 1]



(Es sei angemerkt, dass in der vorstehenden allgemeinen Formel (G1) Ar¹ eine Gruppe ist, die durch die folgende allgemeine Formel (g1) dargestellt wird, Ar² eine Gruppe ist, die durch die folgende allgemeine Formel (g2) oder (g3) dargestellt wird, und Ar³ eine Gruppe, die durch die folgende allgemeine Formel (g1) dargestellt wird, oder eine aromatische Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 6 bis 18 Kohlenstoffatomen ist.)

[Chemische Formel 2]



(Es sei angemerkt, dass in den vorstehenden allgemeinen Formeln (g1) bis (g3) R¹ bis R⁶ jeweils unabhängig voneinander eine Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 1 bis 6 Kohlenstoffatomen oder eine aromatische Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 6 bis 13 Kohlenstoffatomen sind und Ar⁴ eine substituierte oder nicht substituierte Phenyl-Gruppe ist. Ferner stellen a, c, d und e jeweils unabhängig voneinander eine ganze Zahl von 0 bis 4 dar, und b und f stellen jeweils unabhängig voneinander eine ganze Zahl von 0 bis 3 dar. Ferner stellen L¹ bis L³ jeweils unabhängig voneinander eine zweiwertige aromatische Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 6 bis 12 Kohlenstoffatomen dar, und X ist ein Sauerstoffatom oder ein Schwefelatom.)

18. Licht emittierende Vorrichtung, die umfasst:

eine Anode;

eine Kathode; und

eine EL-Schicht, die sich zwischen der Anode und der Kathode befindet,

wobei die EL-Schicht eine Licht emittierende Schicht, eine erste Schicht und eine zweite Schicht umfasst,

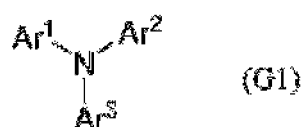
wobei sich die erste Schicht zwischen der Anode und der Licht emittierenden Schicht befindet,

wobei die erste Schicht in Kontakt mit der zweiten Schicht ist,

wobei ein ordentlicher Brechungsindex der ersten Schicht in Bezug auf Licht mit einer Wellenlänge von größer als oder gleich 455 nm und kleiner als oder gleich 465 nm höher als oder gleich 1,5 und niedriger als oder gleich 1,75 ist, und

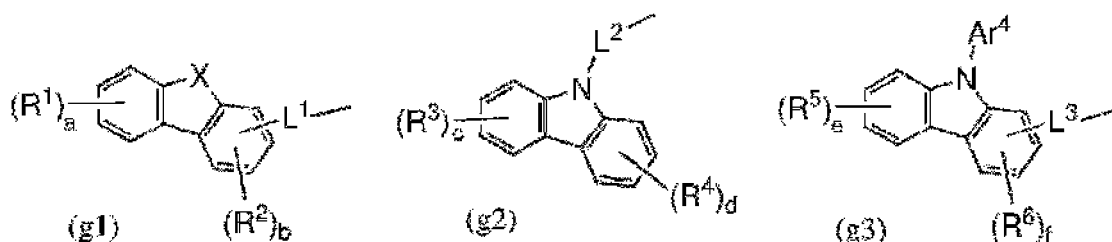
wobei die zweite Schicht eine organische Verbindung umfasst, die durch die folgende allgemeine Formel (G1) dargestellt wird.

[Chemische Formel 3]



(Es sei angemerkt, dass in der vorstehenden allgemeinen Formel (G1) Ar¹ eine Gruppe ist, die durch die folgende allgemeine Formel (g1) dargestellt wird, Ar² eine Gruppe ist, die durch die folgende allgemeine Formel (g2) oder (g3) dargestellt wird, und Ar³ eine Gruppe, die durch die folgende allgemeine Formel (g1) dargestellt wird, oder eine aromatische Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 6 bis 18 Kohlenstoffatomen ist.)

[Chemische Formel 4]



(Es sei angemerkt, dass in den vorstehenden allgemeinen Formeln (g1) bis (g3) R¹ bis R⁶ jeweils unabhängig voneinander eine Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 1 bis 6 Kohlenstoffatomen oder eine aromatische Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 6 bis 13 Kohlenstoffatomen sind und Ar⁴ eine substituierte oder nicht substituierte Phenyl-Gruppe ist. Ferner stellen a, c, d und e jeweils unabhängig voneinander eine ganze Zahl von 0 bis 4 dar, und b und f stellen jeweils unabhängig voneinander eine ganze Zahl von 0 bis 3 dar. Ferner stellen L¹ bis L³ jeweils unabhängig voneinander eine zweiwertige aromatische Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 6 bis 12 Kohlenstoffatomen dar, und X ist ein Sauerstoffatom oder ein Schwefelatom.)

19. Licht emittierende Vorrichtung, die umfasst:

eine Anode;

eine Kathode; und

eine EL-Schicht, die sich zwischen der Anode und der Kathode befindet,

wobei die EL-Schicht eine Licht emittierende Schicht, eine erste Schicht und eine zweite Schicht umfasst,

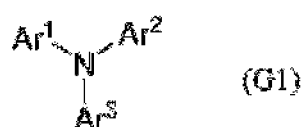
wobei sich die erste Schicht zwischen der Anode und der Licht emittierenden Schicht befindet,

wobei die erste Schicht in Kontakt mit der zweiten Schicht ist,

wobei ein Brechungsindex der ersten Schicht in Bezug auf Licht mit einer Wellenlänge von 633 nm höher als oder gleich 1,45 und niedriger als oder gleich 1,70 ist, und

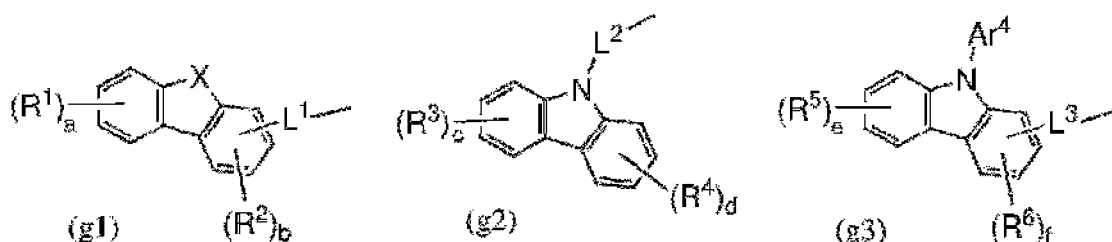
wobei die zweite Schicht eine organische Verbindung umfasst, die durch die folgende allgemeine Formel (G1) dargestellt wird.

[Chemische Formel 5]



(Es sei angemerkt, dass in der vorstehenden allgemeinen Formel (G1) Ar¹ eine Gruppe ist, die durch die folgende allgemeine Formel (g1) dargestellt wird, Ar² eine Gruppe ist, die durch die folgende allgemeine Formel (g2) oder (g3) dargestellt wird, und Ar³ eine Gruppe, die durch die folgende allgemeine Formel (g1) dargestellt wird, oder eine aromatische Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 6 bis 18 Kohlenstoffatomen ist.)

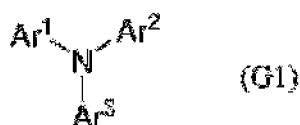
[Chemische Formel 6]



(Es sei angemerkt, dass in den vorstehenden allgemeinen Formeln (g1) bis (g3) R¹ bis R⁶ jeweils unabhängig voneinander eine Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 1 bis 6 Kohlenstoffatomen oder eine aromatische Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 6 bis 13 Kohlenstoffatomen sind und Ar⁴ eine substituierte oder nicht substituierte Phenyl-Gruppe ist. Ferner stellen a, c, d und e jeweils unabhängig voneinander eine ganze Zahl von 0 bis 4 dar, und b und f stellen jeweils unabhängig voneinander eine ganze Zahl von 0 bis 3 dar. Ferner stellen L¹ bis L³ jeweils unabhängig voneinander eine zweiwertige aromatische Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 6 bis 12 Kohlenstoffatomen dar, und X ist ein Sauerstoffatom oder ein Schwefelatom.)

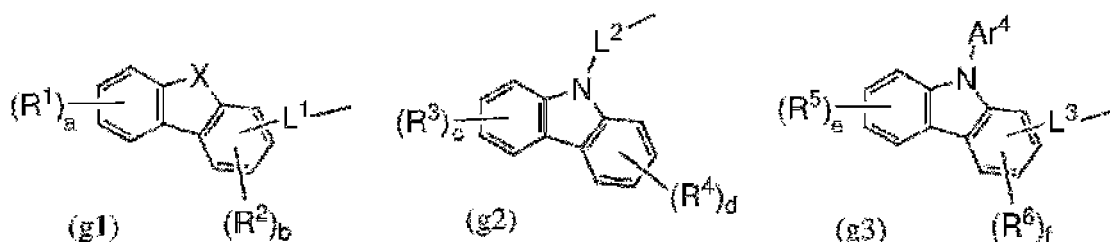
20. Licht emittierende Vorrichtung, die umfasst:
eine Anode;
eine Kathode; und
eine EL-Schicht, die sich zwischen der Anode und der Kathode befindet,
wobei die EL-Schicht eine Licht emittierende Schicht, eine erste Schicht und eine zweite Schicht umfasst,
wobei sich die erste Schicht zwischen der Anode und der Licht emittierenden Schicht befindet,
wobei die erste Schicht in Kontakt mit der zweiten Schicht ist,
wobei die erste Schicht eine zweite organische Verbindung mit einer Lochtransporteigenschaft umfasst,
wobei ein ordentlicher Brechungsindex der organischen Verbindung mit einer Lochtransporteigenschaft in Bezug auf Licht mit einer Wellenlänge von größer als oder gleich 455 nm und kleiner als oder gleich 465 nm höher als oder gleich 1,5 und niedriger als oder gleich 1,75 ist, und
wobei die zweite Schicht eine organische Verbindung umfasst, die durch die folgende allgemeine Formel (G1) dargestellt wird.

[Chemische Formel 7]



(Es sei angemerkt, dass in der vorstehenden allgemeinen Formel (G1) Ar¹ eine Gruppe ist, die durch die folgende allgemeine Formel (g1) dargestellt wird, Ar² eine Gruppe ist, die durch die folgende allgemeine Formel (g2) oder (g3) dargestellt wird, und Ar³ eine Gruppe, die durch die folgende allgemeine Formel (g1) dargestellt wird, oder eine aromatische Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 6 bis 18 Kohlenstoffatomen ist.)

[Chemische Formel 8]

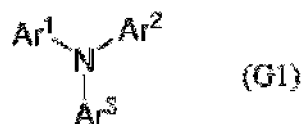


(Es sei angemerkt, dass in den vorstehenden allgemeinen Formeln (g1) bis (g3) R¹ bis R⁶ jeweils unabhängig voneinander eine Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 1 bis 6 Kohlenstoffatomen oder eine aromatische Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 6 bis 13 Kohlenstoffatomen sind und Ar⁴ eine substituierte oder nicht substituierte Phenyl-Gruppe ist. Ferner stellen a, c, d und e jeweils unabhängig voneinander eine ganze Zahl von 0 bis 4 dar, und b und f stellen jeweils unabhängig voneinander eine ganze Zahl von 0 bis 3 dar. Ferner stellen L¹ bis L³ jeweils unabhängig voneinander eine zweiwertige aromatische Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 6 bis 12 Kohlenstoffatomen dar, und X ist ein Sauerstoffatom oder ein Schwefelatom.)

21. Licht emittierende Vorrichtung, die umfasst:
eine Anode;
eine Kathode; und
eine EL-Schicht, die sich zwischen der Anode und der Kathode befindet,
wobei die EL-Schicht eine Licht emittierende Schicht, eine erste Schicht und eine zweite Schicht umfasst,
wobei sich die erste Schicht zwischen der Anode und der Licht emittierenden Schicht befindet,

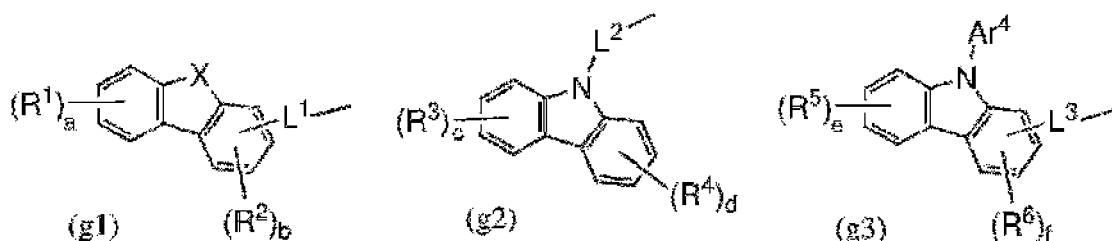
wobei die erste Schicht in Kontakt mit der zweiten Schicht ist,
wobei die erste Schicht eine zweite organische Verbindung mit einer Lochtransporteigenschaft umfasst,
wobei ein Brechungsindex der organischen Verbindung mit einer Lochtransporteigenschaft in Bezug auf Licht mit einer Wellenlänge von 633 nm höher als oder gleich 1,45 und niedriger als oder gleich 1,70 ist, und
wobei die zweite Schicht eine organische Verbindung umfasst, die durch die folgende allgemeine Formel (G1) dargestellt wird.

[Chemische Formel 9]



(Es sei angemerkt, dass in der vorstehenden allgemeinen Formel (G1) Ar¹ eine Gruppe ist, die durch die folgende allgemeine Formel (g1) dargestellt wird, Ar² eine Gruppe ist, die durch die folgende allgemeine Formel (g2) oder (g3) dargestellt wird, und Ar³ eine Gruppe, die durch die folgende allgemeine Formel (g1) dargestellt wird, oder eine aromatische Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 6 bis 18 Kohlenstoffatomen ist.)

[Chemische Formel 10]



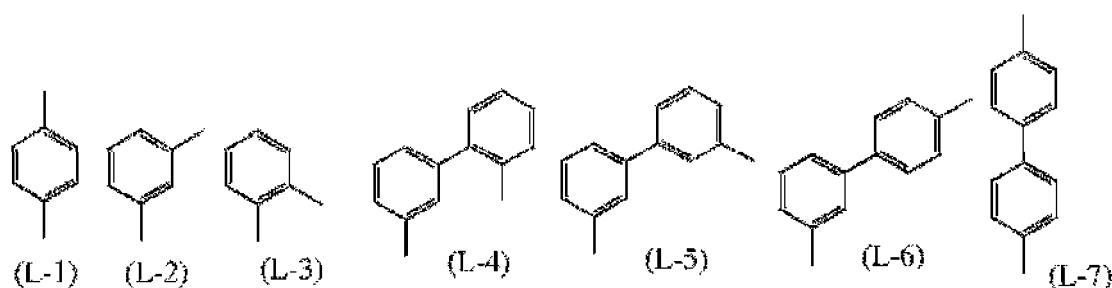
(Es sei angemerkt, dass in den vorstehenden allgemeinen Formeln (g1) bis (g3) R¹ bis R⁶ jeweils unabhängig voneinander eine Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 1 bis 6 Kohlenstoffatomen oder eine aromatische Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 6 bis 13 Kohlenstoffatomen sind und Ar⁴ eine substituierte oder nicht substituierte Phenyl-Gruppe ist. Ferner stellen a, c, d und e jeweils unabhängig voneinander eine ganze Zahl von 0 bis 4 dar, und b und f stellen jeweils unabhängig voneinander eine ganze Zahl von 0 bis 3 dar. Ferner stellen L¹ bis L³ jeweils unabhängig voneinander eine zweiwertige aromatische Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 6 bis 12 Kohlenstoffatomen dar, und X ist ein Sauerstoffatom oder ein Schwefelatom.)

22. Licht emittierende Vorrichtung nach Anspruch 20 oder 21, wobei die zweite organische Verbindung mit einer Lochtransporteigenschaft eine Vielzahl von Alkyl-Gruppen aufweist.

23. Licht emittierende Vorrichtung nach einem der Ansprüche 17 bis 22, wobei X ein Schwefelatom ist.

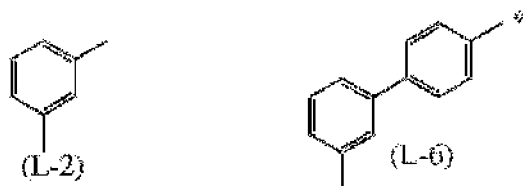
24. Licht emittierende Vorrichtung nach einem der Ansprüche 17 bis 23, wobei L¹ eine von Gruppen ist, die durch die folgenden Strukturformeln (L-1) bis (L-7) dargestellt werden.

[Chemische Formel 11]



25. Licht emittierende Vorrichtung nach einem der Ansprüche 17 bis 23, wobei L^1 eine Gruppe ist, die durch die folgende Strukturformel (L-2) oder (L-6) dargestellt wird.

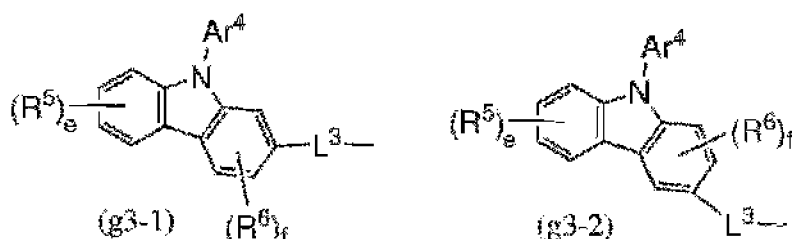
[Chemische Formel 12]



(Es sei angemerkt, dass (L-6) an einer mit einem Sternchen gekennzeichneten Position an ein Stickstoffatom gebunden ist.)

26. Licht emittierende Vorrichtung nach einem der Ansprüche 17 bis 25, wobei das Ar^2 eine Gruppe ist, die durch die folgende allgemeine Formel (g3-1) oder (g3-2) dargestellt wird.

[Chemische Formel 13]

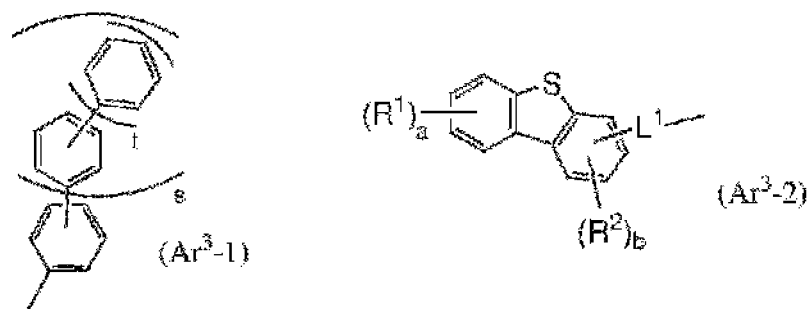


(Es sei angemerkt, dass in der vorstehenden allgemeinen Formel (g3-1) oder (g3-2) R^5 und R^6 jeweils unabhängig voneinander eine Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 1 bis 6 Kohlenstoffatomen oder eine aromatische Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 6 bis 13 Kohlenstoffatomen sind und Ar^4 eine substituierte oder nicht substituierte Phenyl-Gruppe ist. Ferner stellt e eine ganze Zahl von 0 bis 4 dar, und f stellt eine ganze Zahl von 0 bis 3 dar. Ferner stellt L^3 eine zweiwertige aromatische Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 6 bis 18 Kohlenstoffatomen dar.)

27. Licht emittierende Vorrichtung nach Anspruch 26, wobei das Ar^2 eine Gruppe ist, die durch (g3-1) dargestellt wird.

28. Licht emittierende Vorrichtung nach einem der Ansprüche 17 bis 27, wobei das Ar^3 eine Gruppe ist, die durch die folgende allgemeine Formel (Ar^3 -1) oder (Ar^3 -2) dargestellt wird.

[Chemische Formel 14]



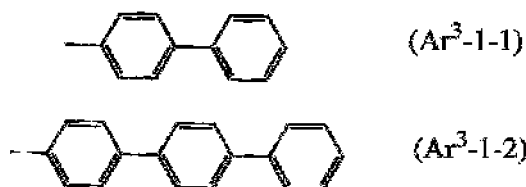
(Es sei angemerkt, dass in (Ar^3 -1) s und t jeweils unabhängig voneinander 0 oder 1 sind. In (Ar^3 -2) sind R^1 und R^2 jeweils unabhängig voneinander eine Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 1 bis 6 Kohlenstoffatomen oder eine aromatische Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 6 bis 13 Kohlenstoffatomen, a stellt eine ganze Zahl von 0

bis 4 dar, und b stellt eine ganze Zahl von 0 bis 3 dar. Ferner stellt L^1 eine zweiwertige aromatische Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 6 bis 12 Kohlenstoffatomen dar.)

29. Licht emittierende Vorrichtung nach Anspruch 28, wobei Ar^3 eine Gruppe ist, die durch die vorstehende allgemeine Formel (Ar^{3-2}) dargestellt wird.

30. Licht emittierende Vorrichtung nach einem der Ansprüche 17 bis 27, wobei das Ar^3 eine Gruppe ist, die durch die folgende Strukturformel (Ar^{3-1-1}) oder (Ar^{3-1-2}) dargestellt wird.

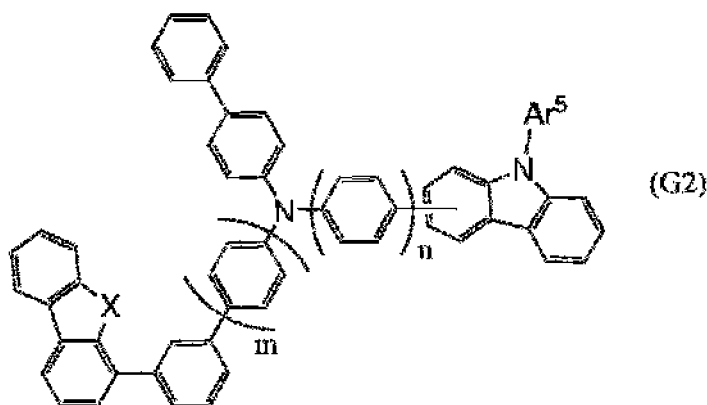
[Chemische Formel 15]



31. Licht emittierende Vorrichtung nach Anspruch 30, wobei das Ar^3 eine Gruppe ist, die durch die folgende Strukturformel (Ar^{3-1-1}) dargestellt wird.

32. Licht emittierende Vorrichtung nach einem der Ansprüche 17 bis 23, wobei es sich bei der organischen Verbindung, die durch die allgemeine Formel (G1) dargestellt wird, um eine organische Verbindung handelt, die durch die folgende allgemeine Formel (G2) dargestellt wird.

[Chemische Formel 16]



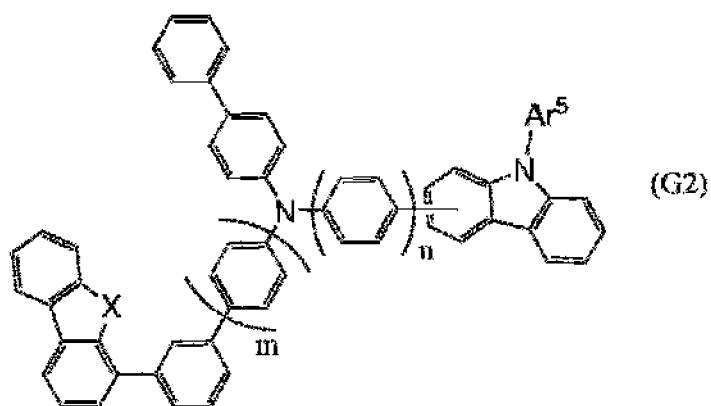
(Es sei angemerkt, dass in der vorstehenden allgemeinen Formel (G2) X ein Sauerstoffatom oder ein Schwefelatom ist und Ar^5 eine substituierte oder nicht substituierte Phenyl-Gruppe ist. Ferner ist m 0 oder 1, und n stellt eine ganze Zahl von 0 bis 2 dar.)

33. Licht emittierende Vorrichtung nach einem der Ansprüche 17 bis 32, wobei sich die zweite Schicht zwischen der ersten Schicht und der Licht emittierenden Schicht befindet.

34. Material für eine Licht emittierende Vorrichtung, das für die zweite Schicht der Licht emittierenden Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 33 verwendet wird und durch die allgemeine Formel (G1) oder die allgemeine Formel (G2) dargestellt wird.

35. Organische Verbindung, die durch die folgende allgemeine Formel (G2) dargestellt wird.

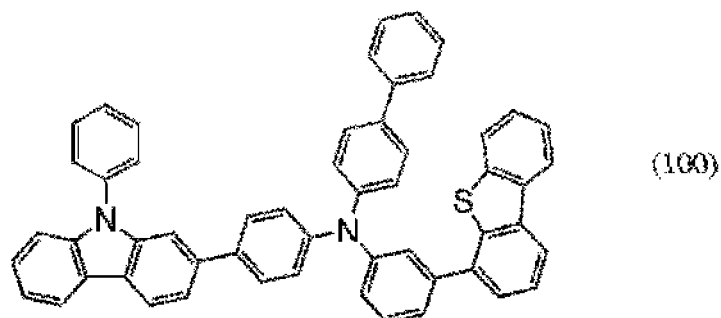
[Chemische Formel 17]



(Es sei angemerkt, dass in der vorstehenden allgemeinen Formel (G2) X ein Sauerstoffatom oder ein Schwefelatom ist und Ar^5 eine substituierte oder nicht substituierte Phenyl-Gruppe ist. Ferner ist m 0 oder 1, und n stellt eine ganze Zahl von 0 bis 2 dar.)

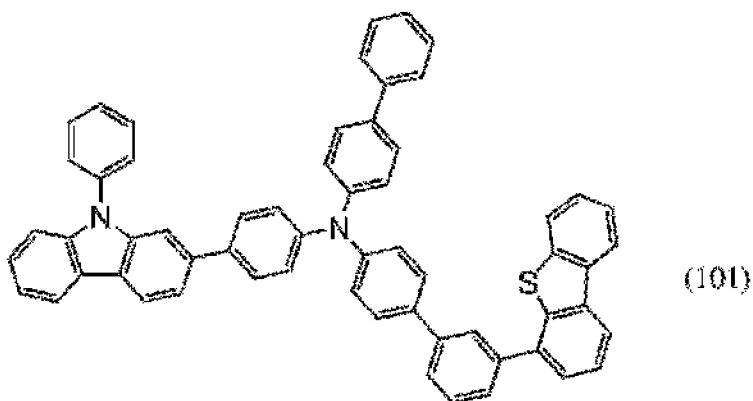
- 36. Organische Verbindung nach Anspruch 35, wobei das X ein Schwefelatom ist.
- 37. Organische Verbindung nach Anspruch 35 oder 36, wobei n 1 ist.
- 38. Organische Verbindung, die durch die folgende Strukturformel (100) dargestellt wird.

[Chemische Formel 18]



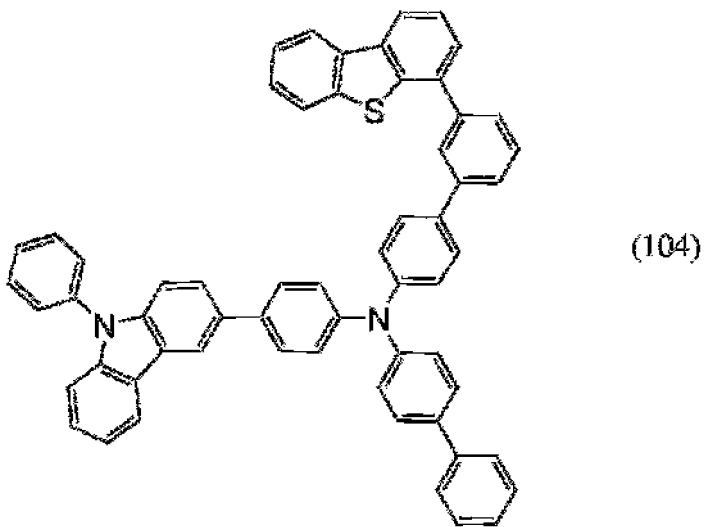
- 39. Organische Verbindung, die durch die folgende Strukturformel (101) dargestellt wird.

[Chemische Formel 19]



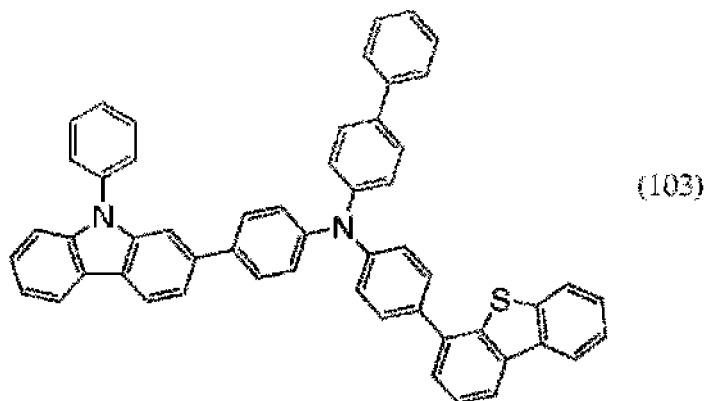
- 40. Organische Verbindung, die durch die folgende Strukturformel (104) dargestellt wird.

[Chemische Formel 20]



41. Organische Verbindung, die durch die folgende Strukturformel (103) dargestellt wird.

[Chemische Formel 21]



Es folgen 54 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1A

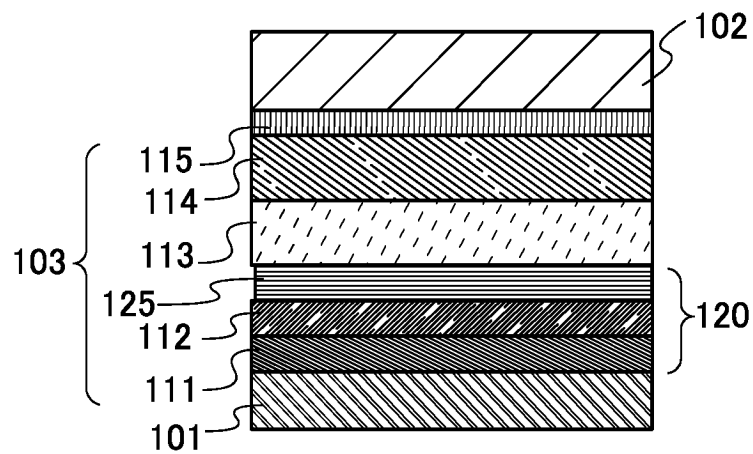


FIG. 1B

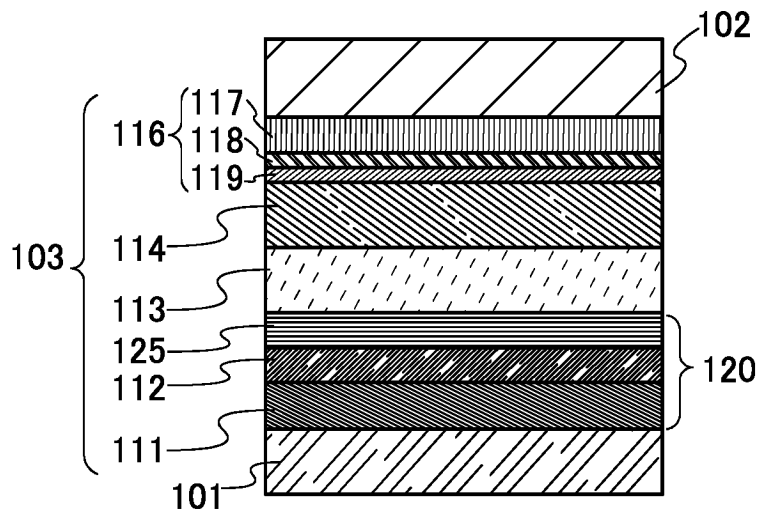


FIG. 1C

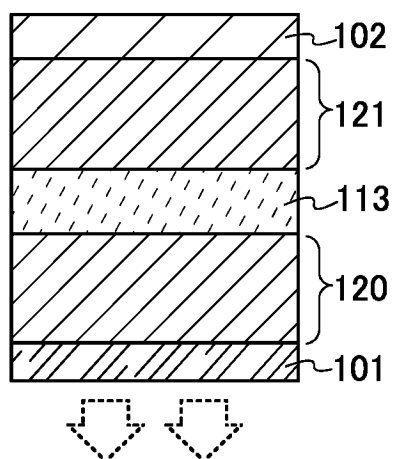
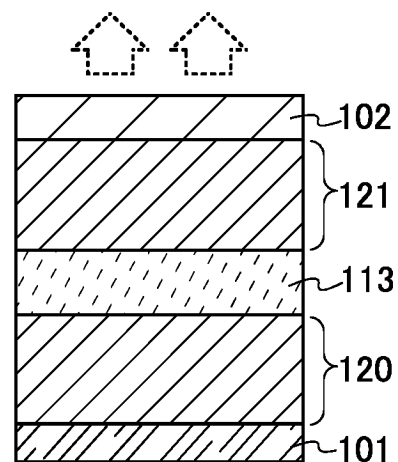


FIG. 1D



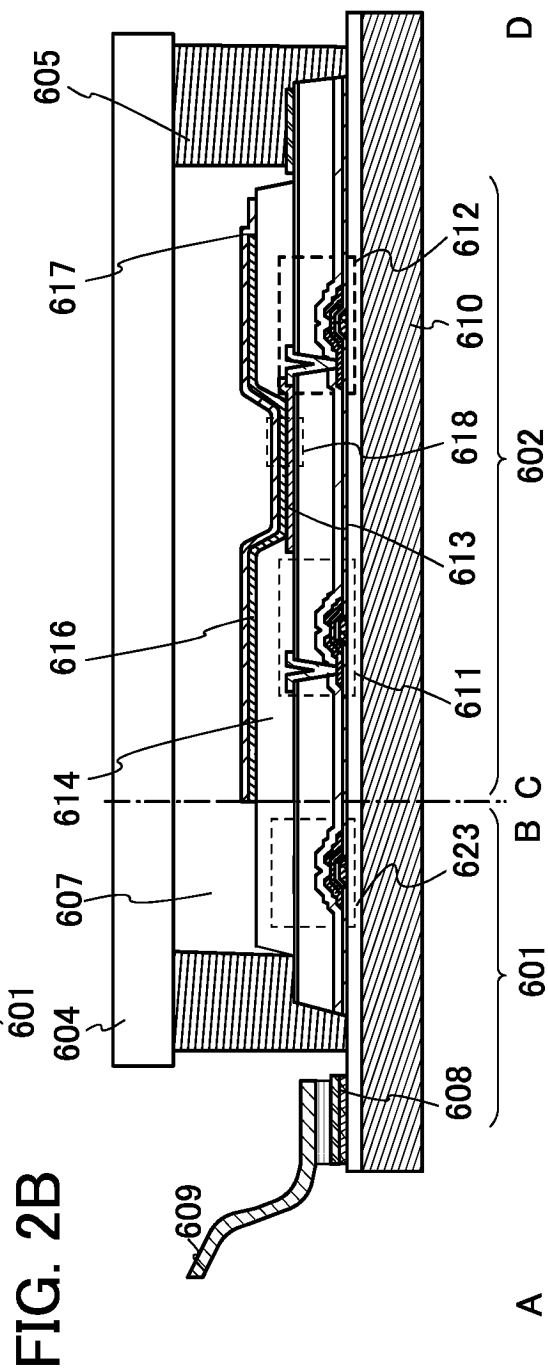
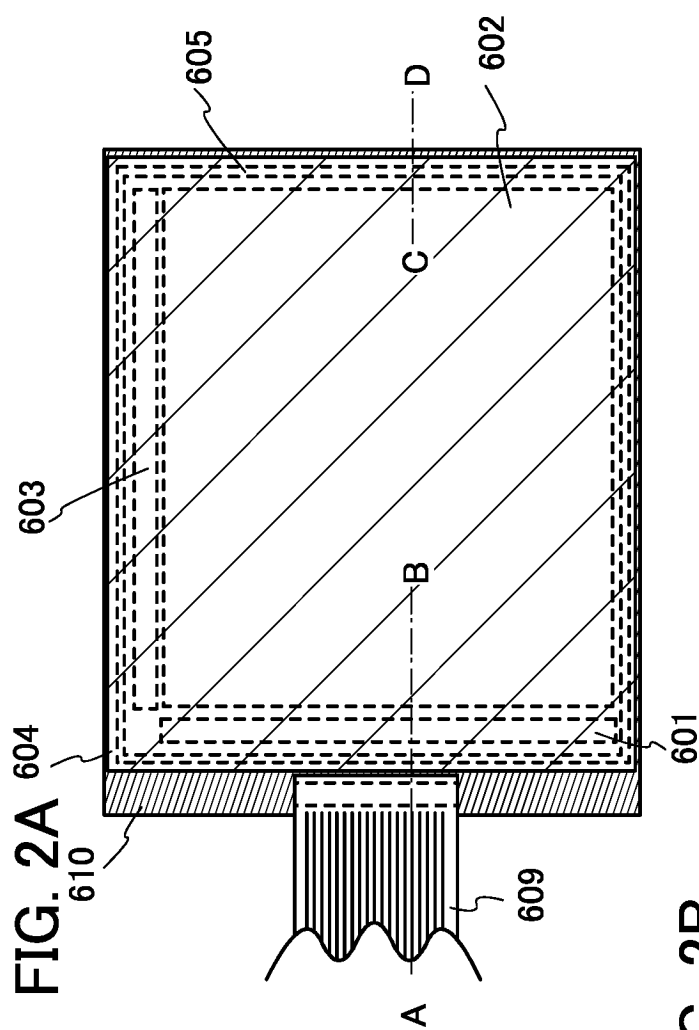


FIG. 3A

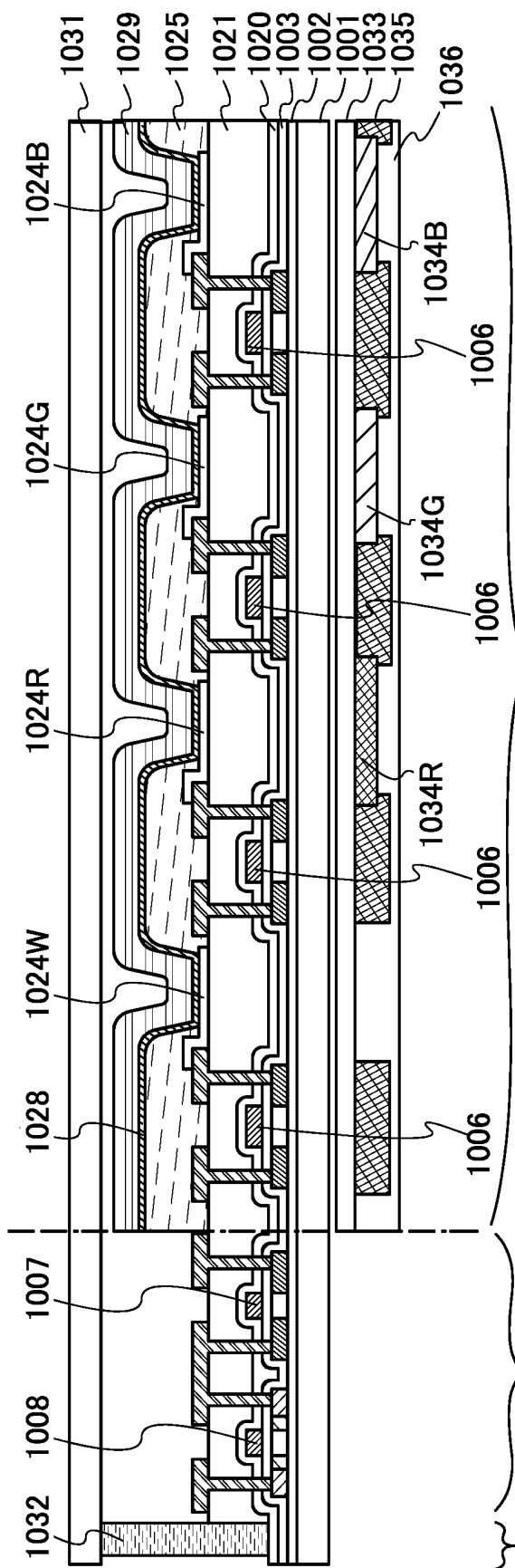


FIG. 3B

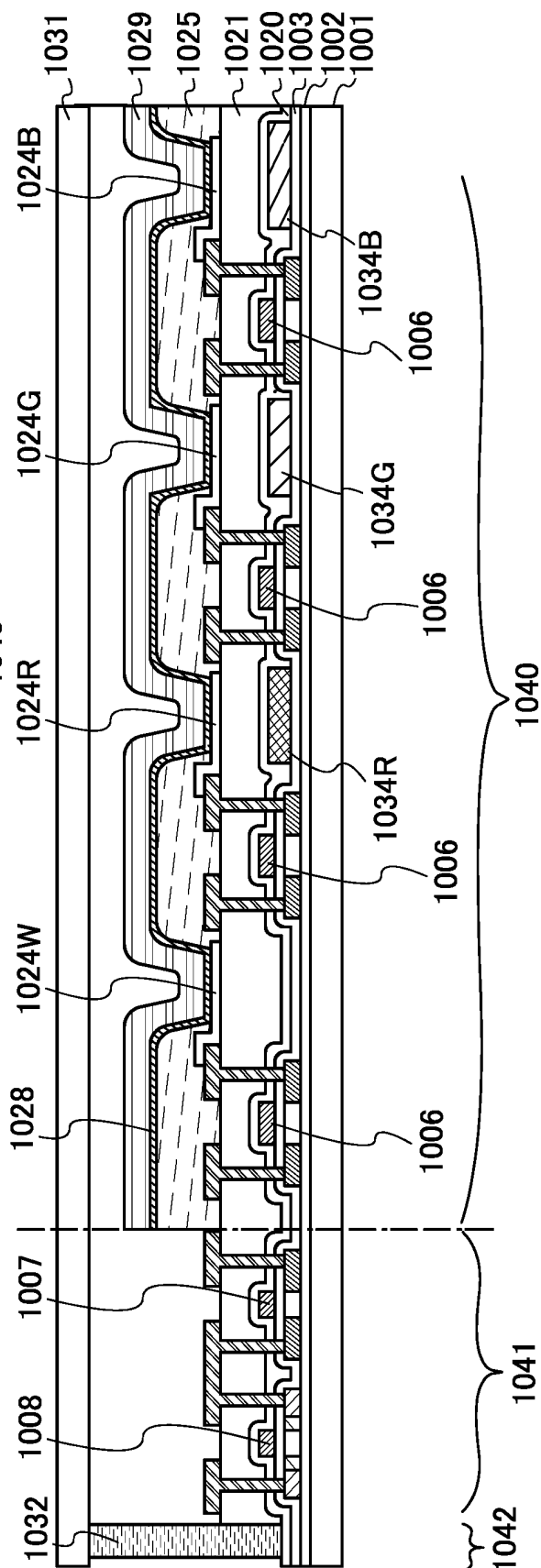


FIG. 4

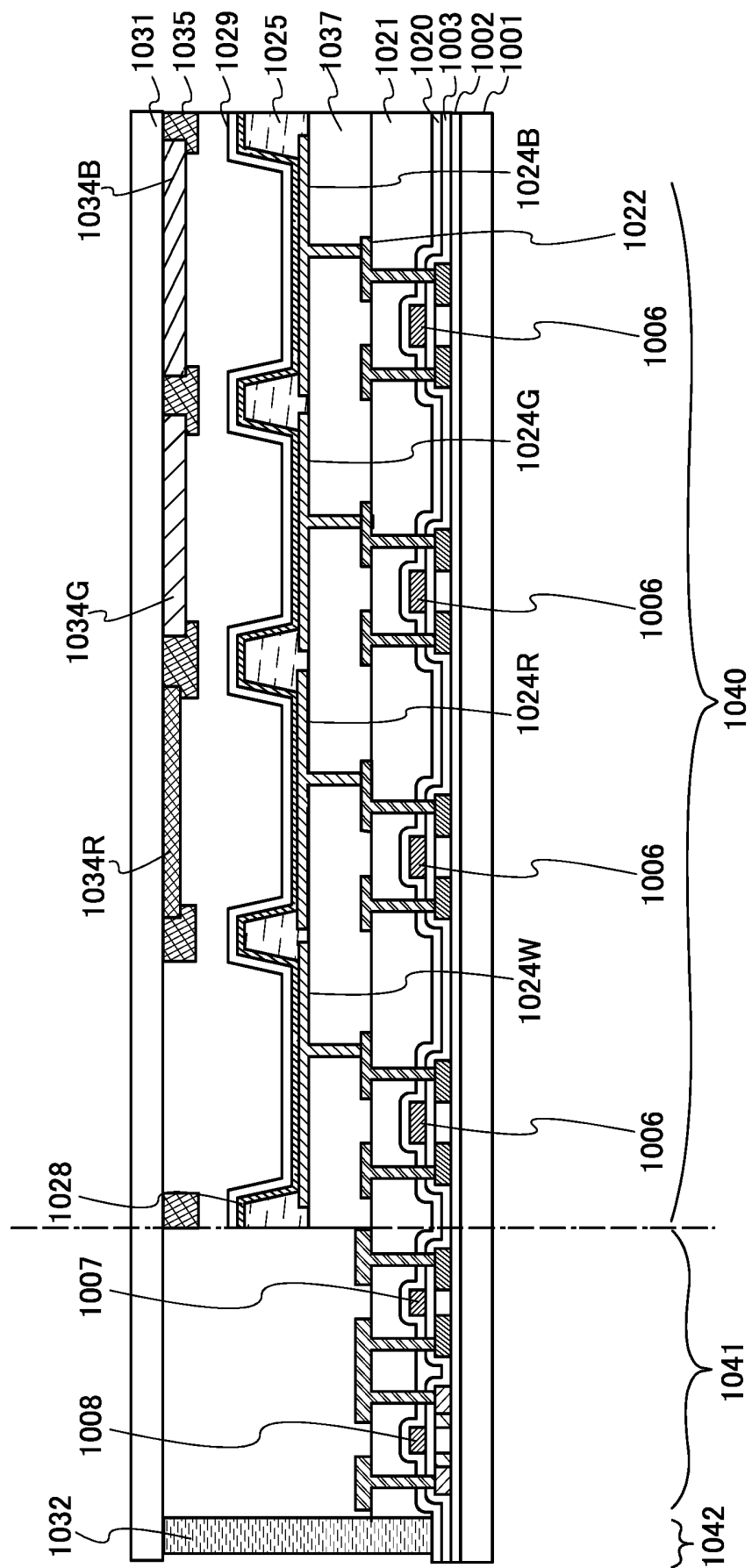


FIG. 5A

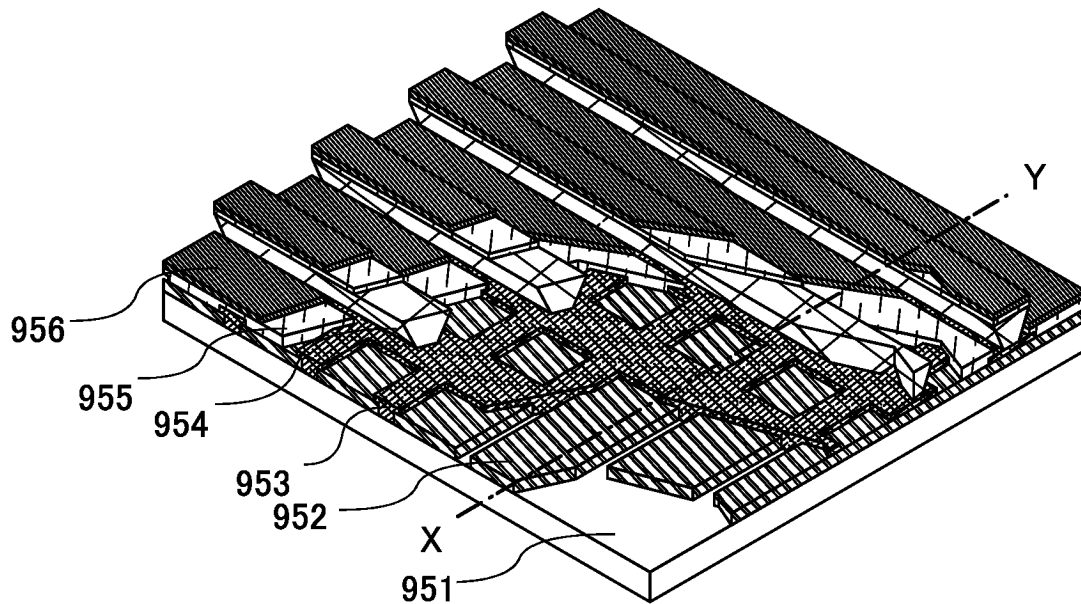


FIG. 5B

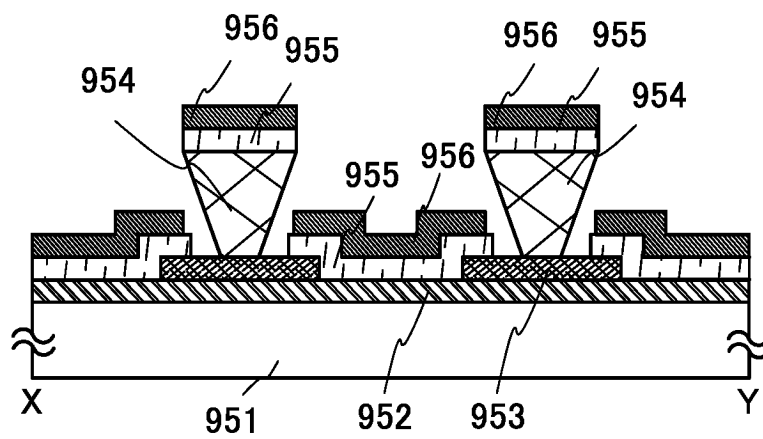


FIG. 6A

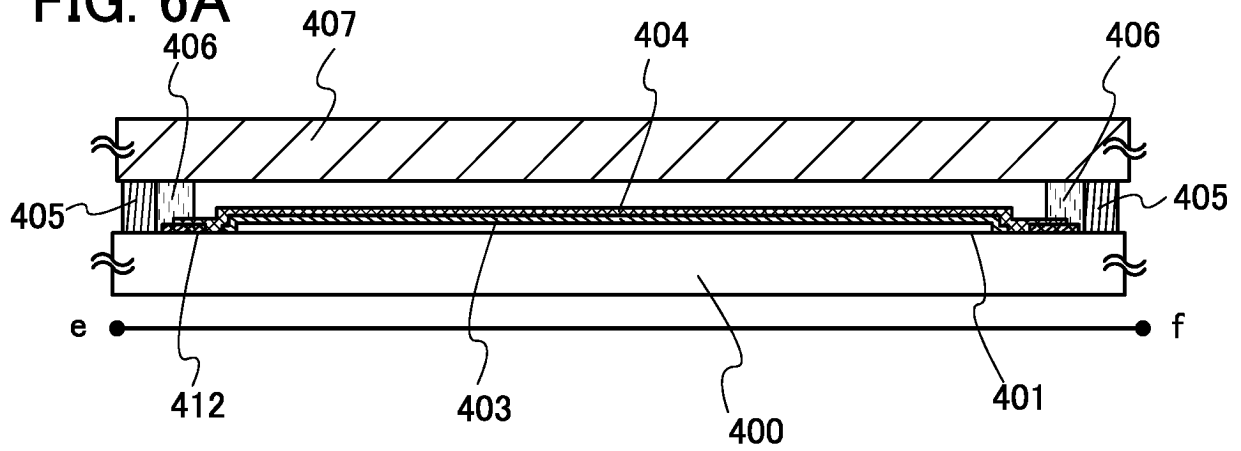


FIG. 6B

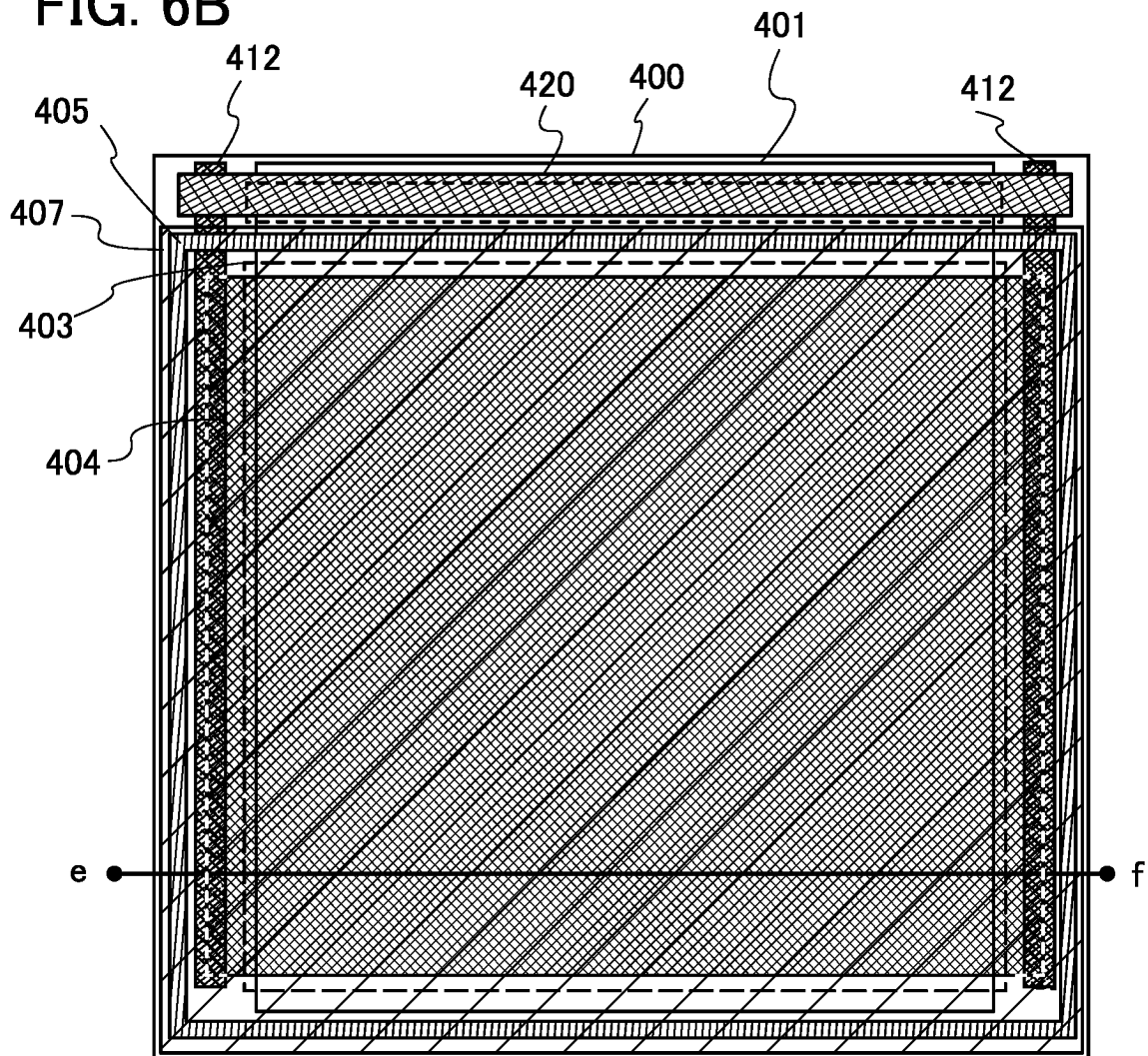


FIG. 7A

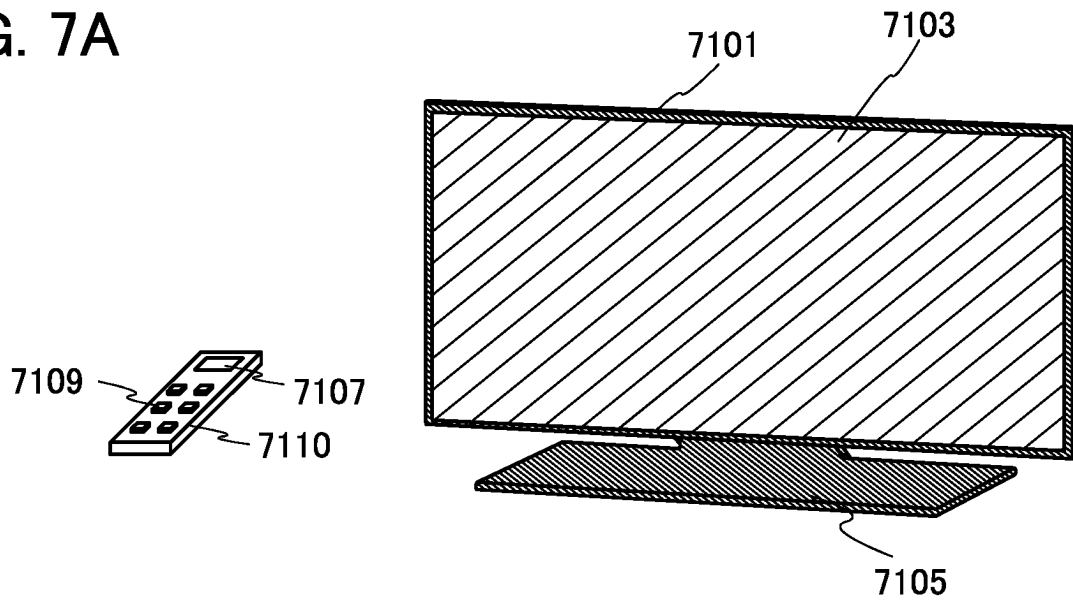


FIG. 7B1

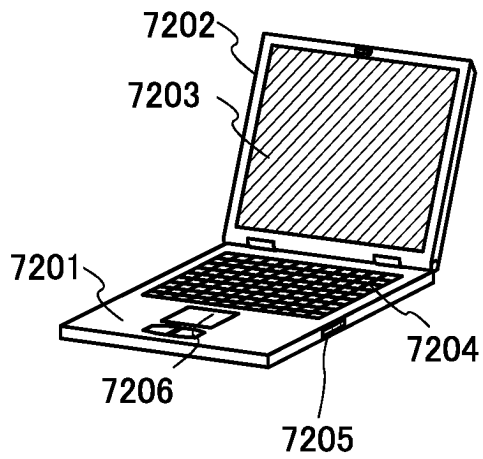


FIG. 7B2

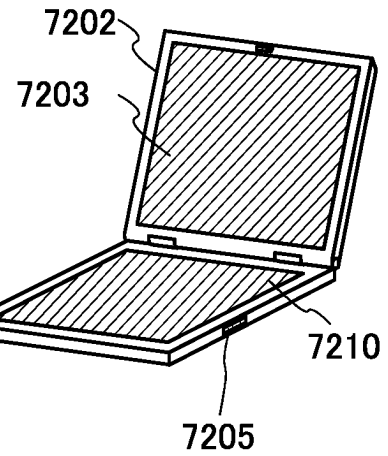


FIG. 7C

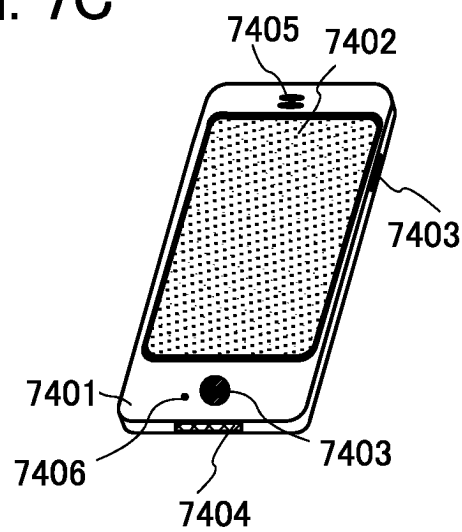


FIG. 8A

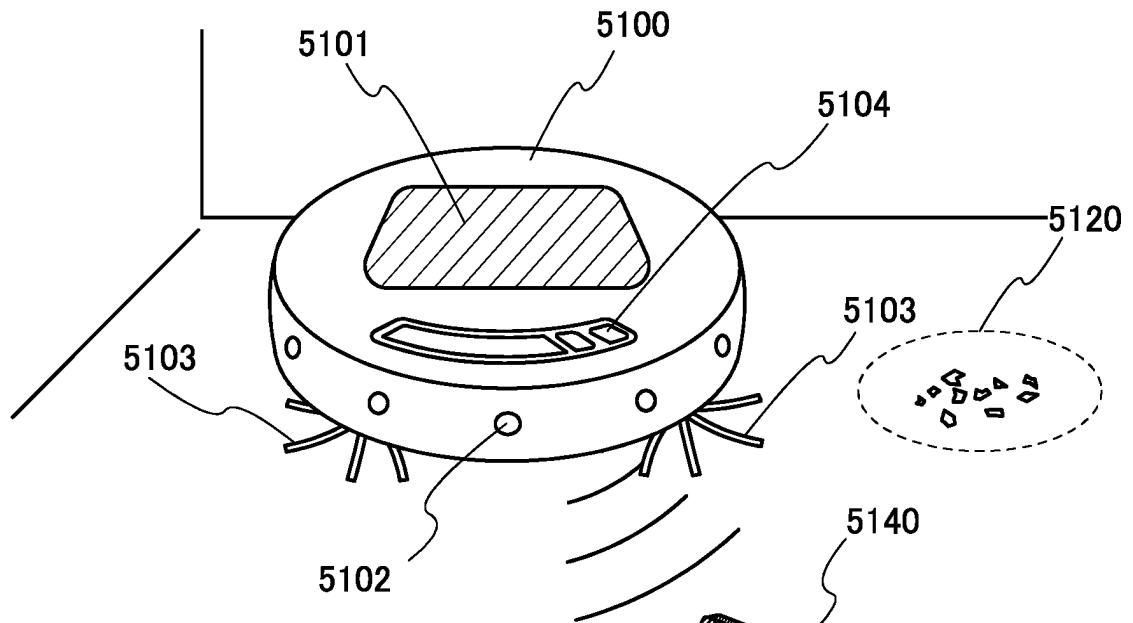


FIG. 8B

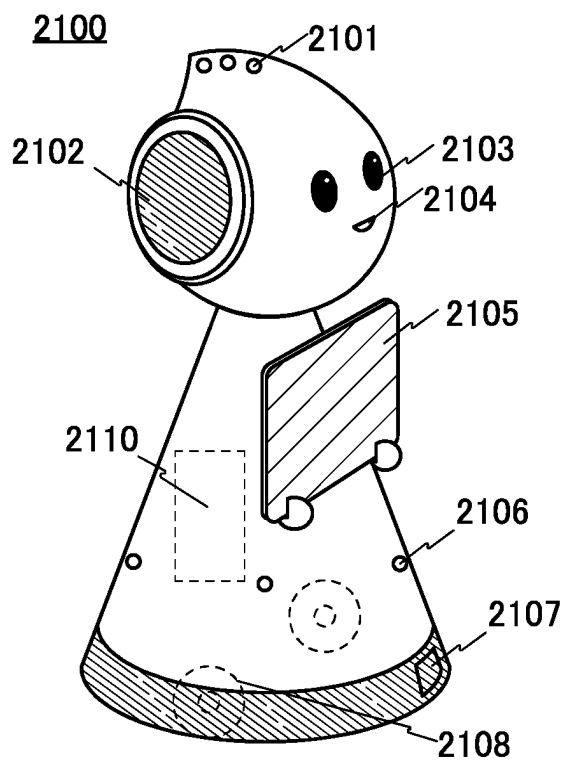


FIG. 8C

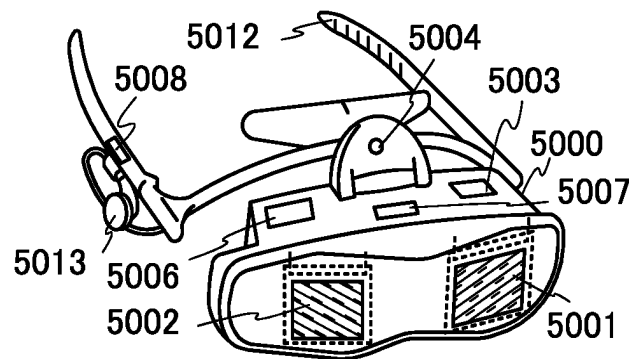


FIG. 9

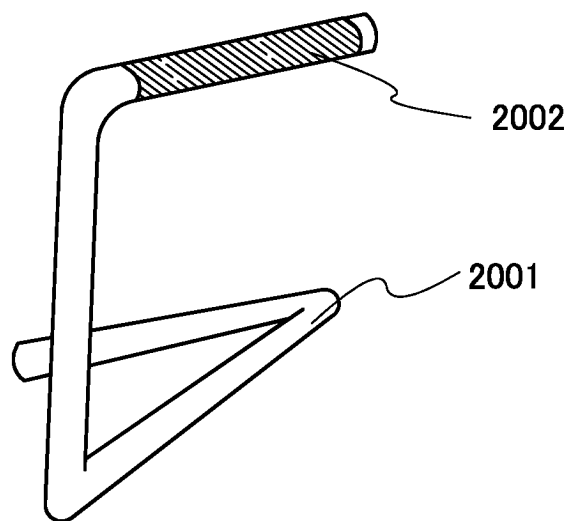


FIG. 10

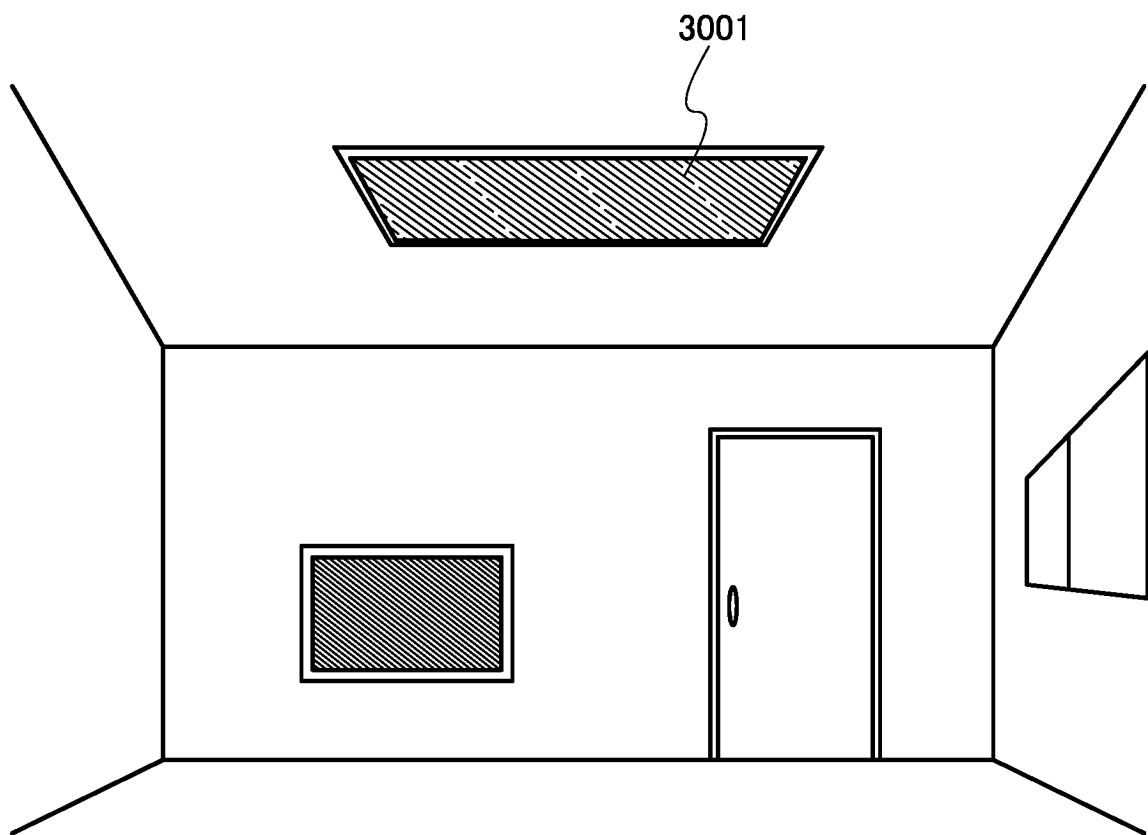


FIG. 11

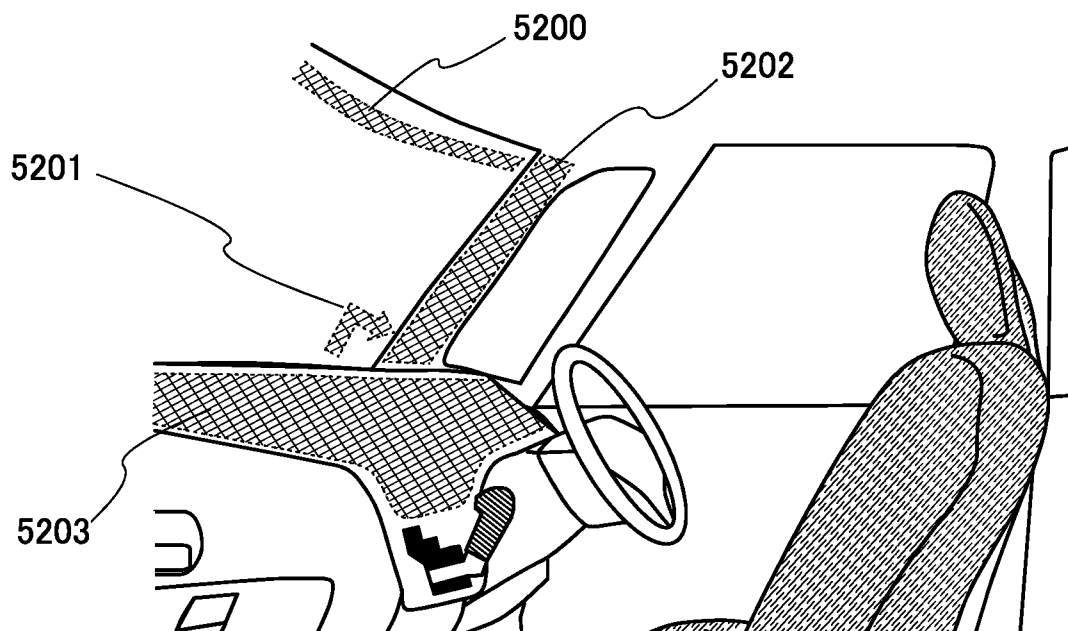


FIG. 12A

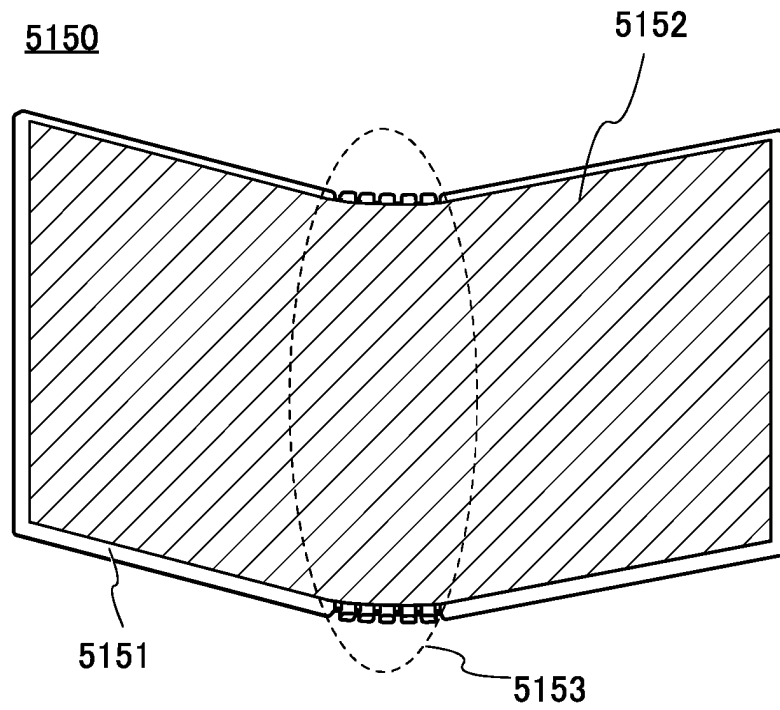


FIG. 12B

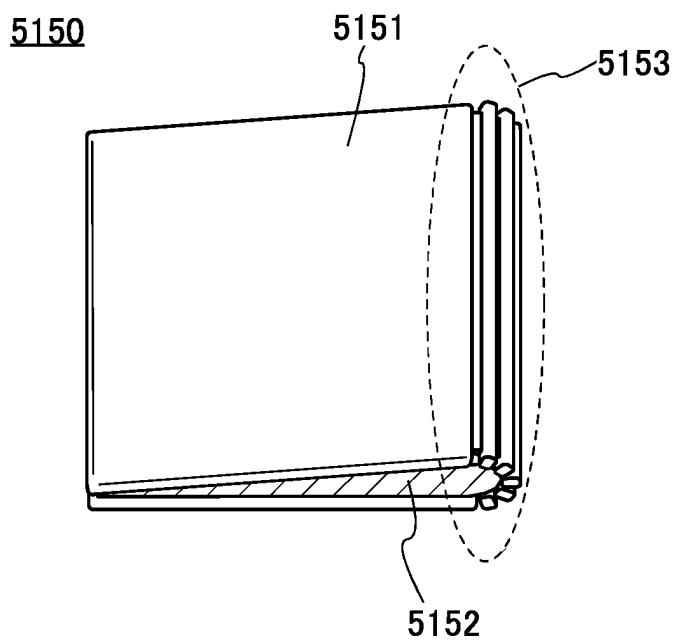


FIG. 13A

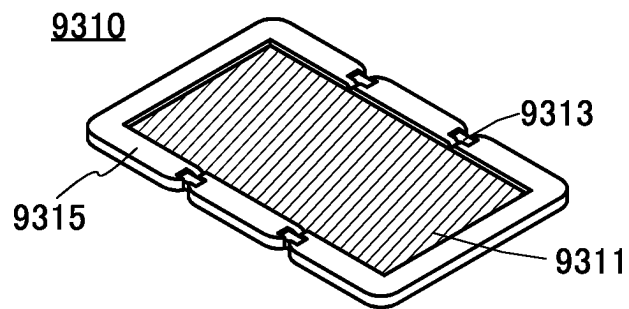


FIG. 13B

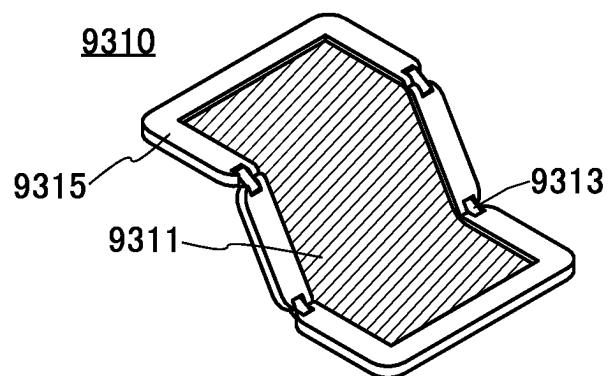


FIG. 13C

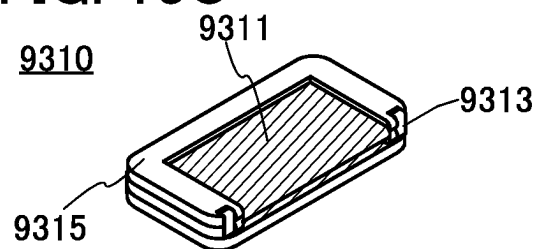


FIG. 14

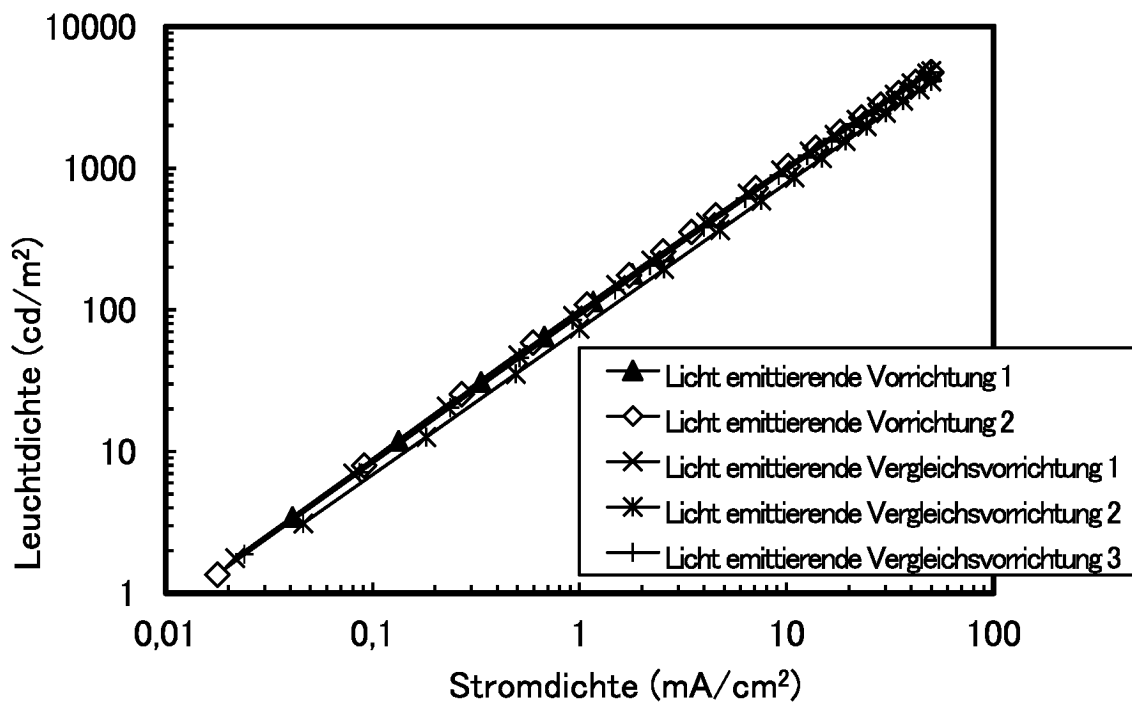


FIG. 15

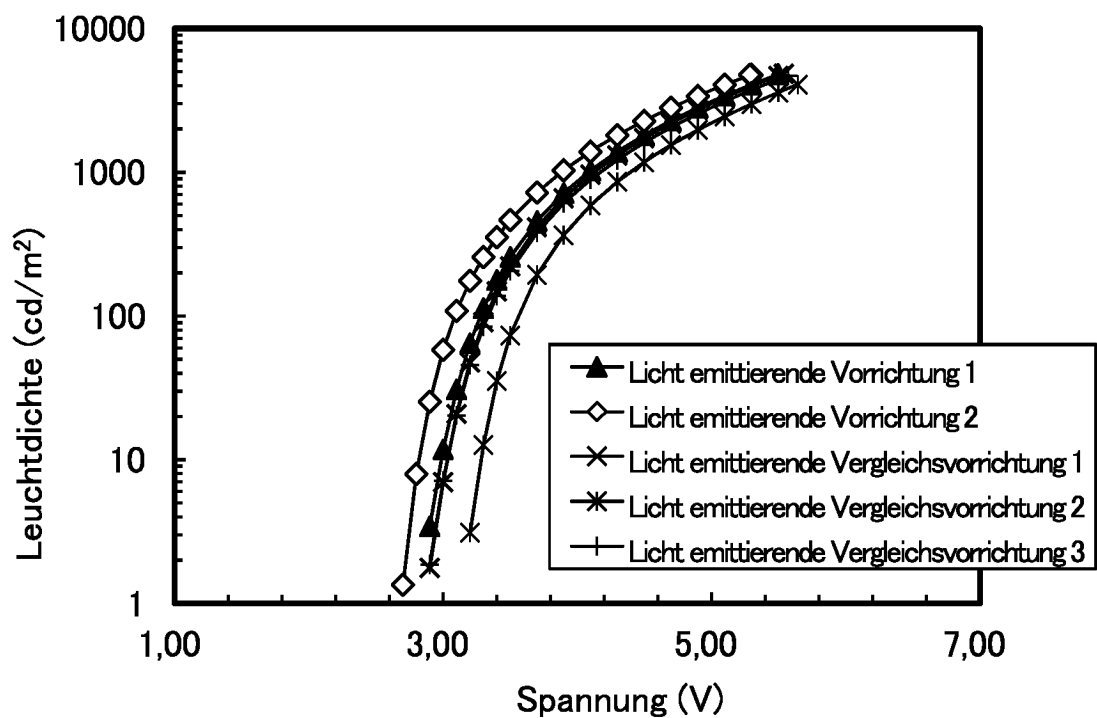


FIG. 16

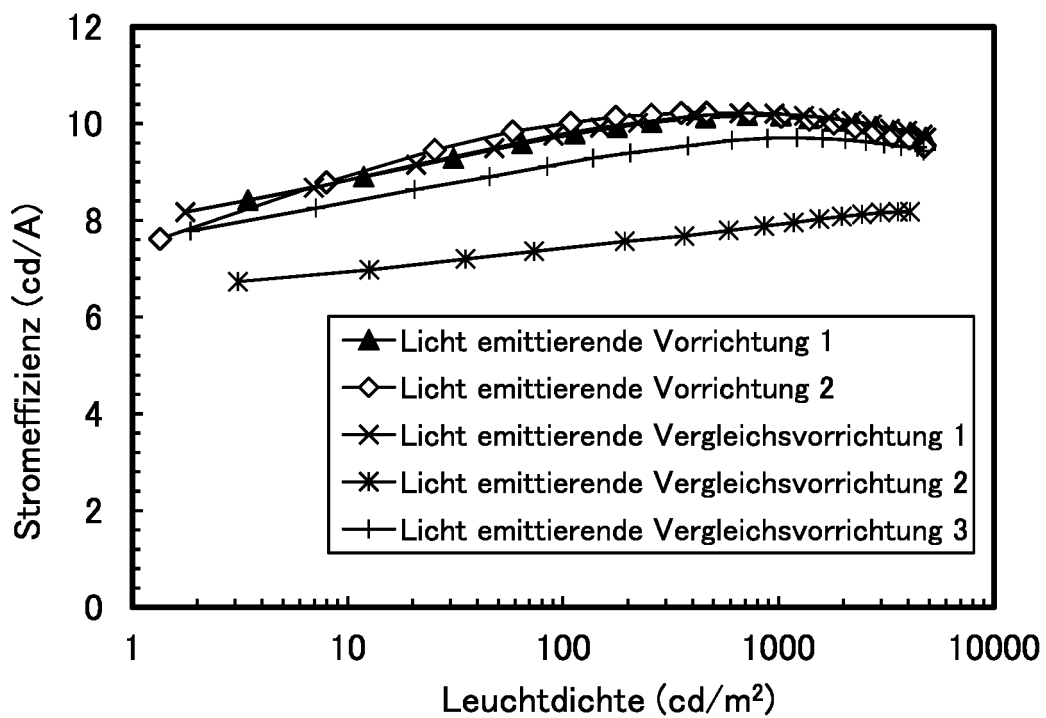


FIG. 17

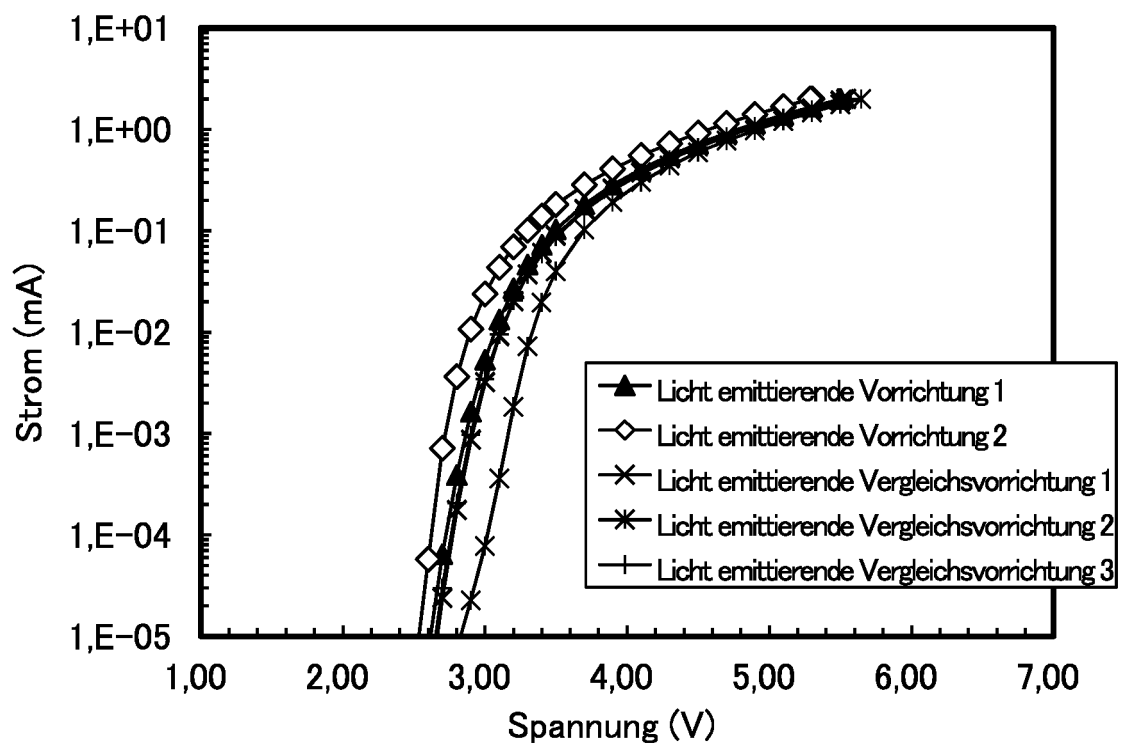


FIG. 18

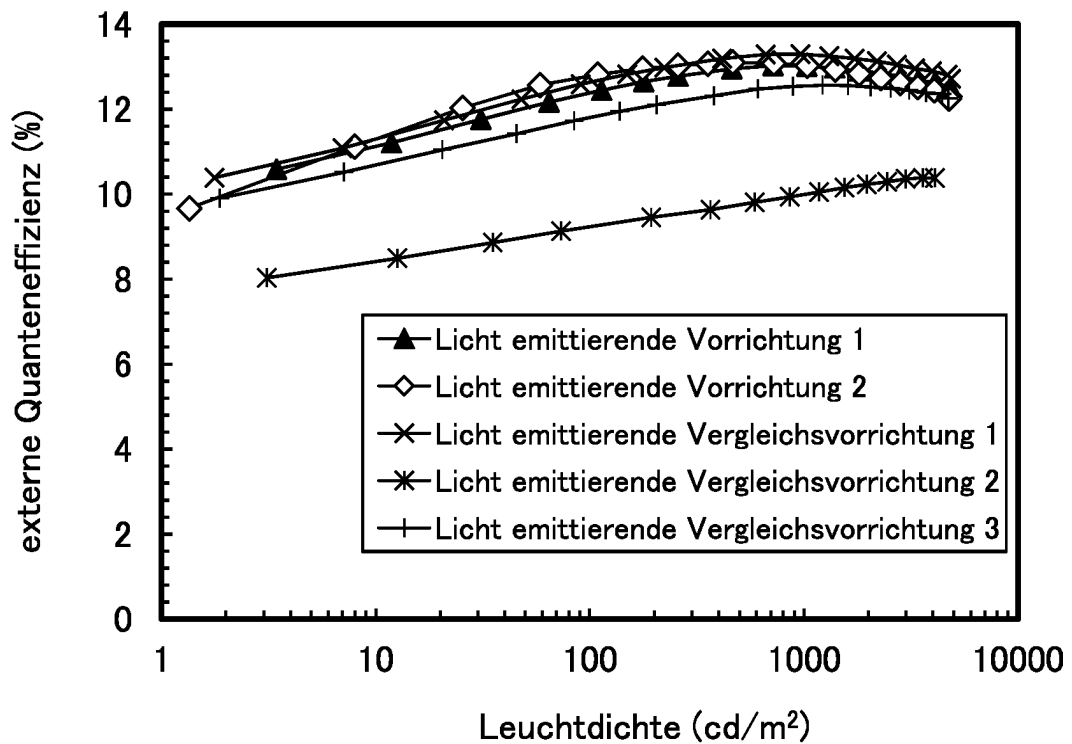


FIG. 19

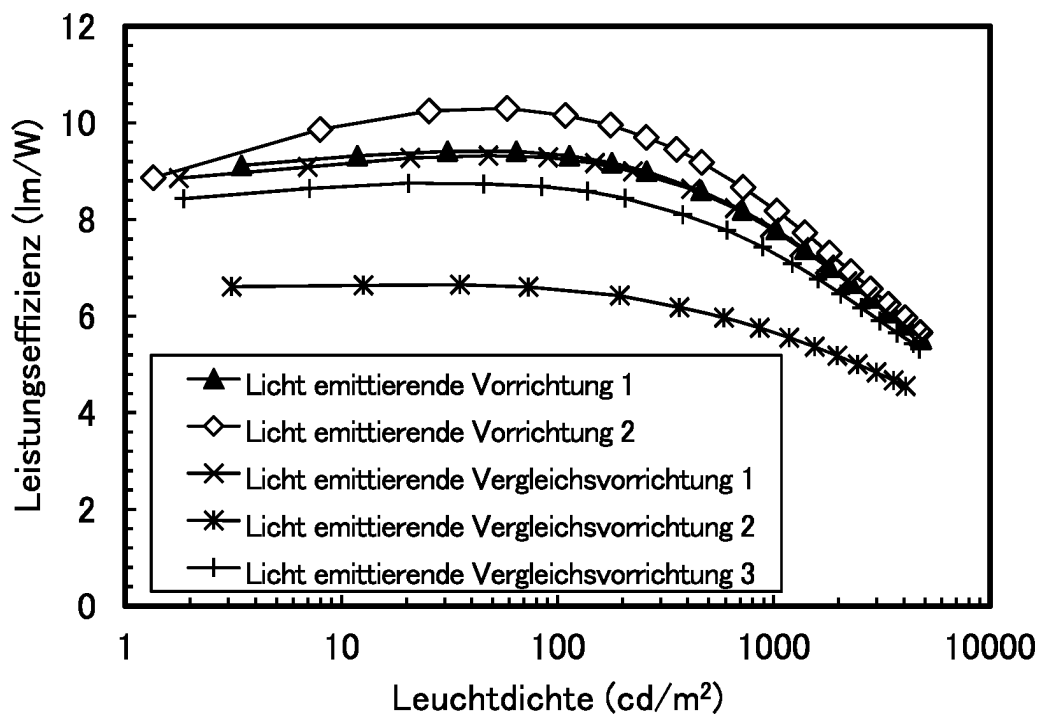


FIG. 20

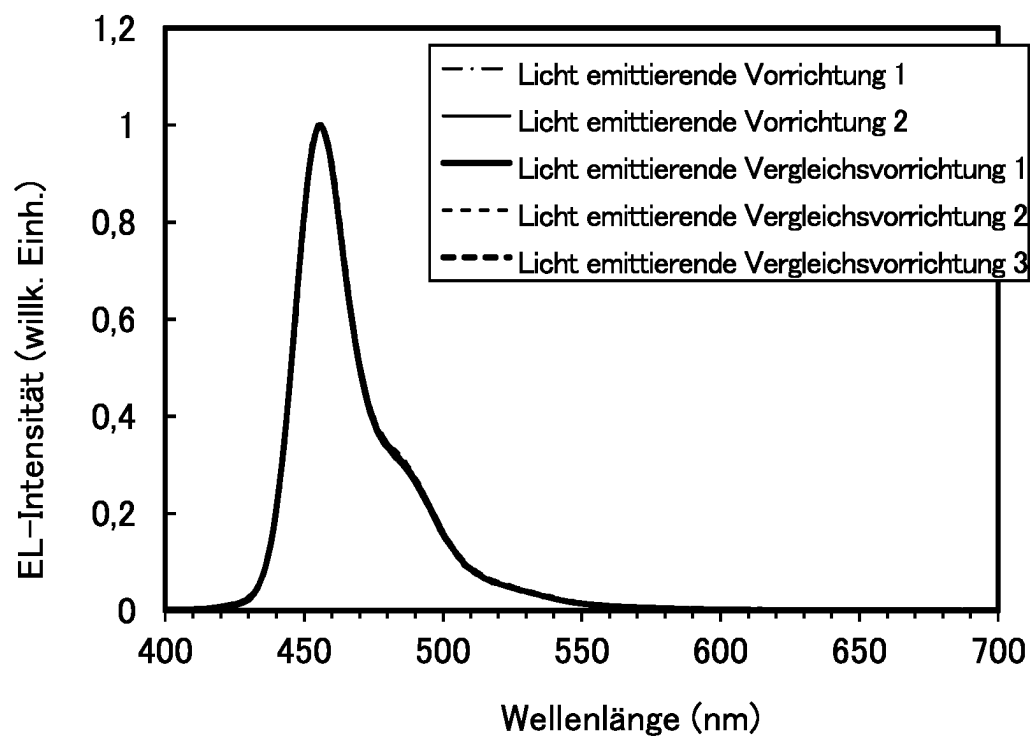


FIG. 21

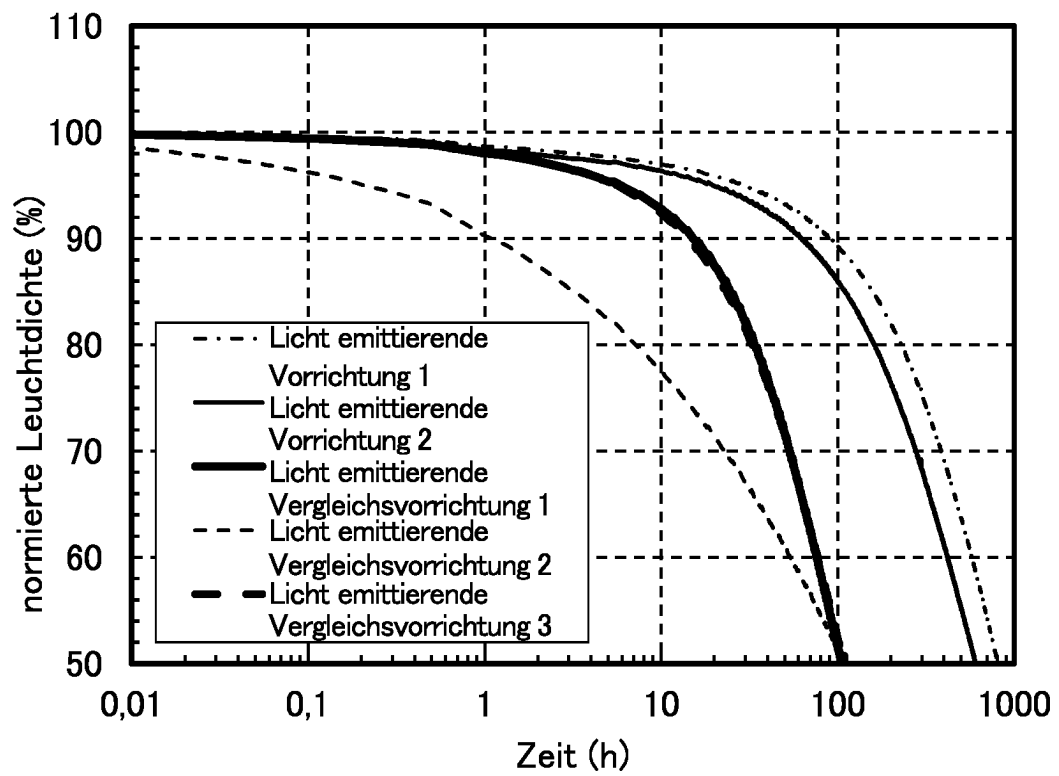


FIG. 22

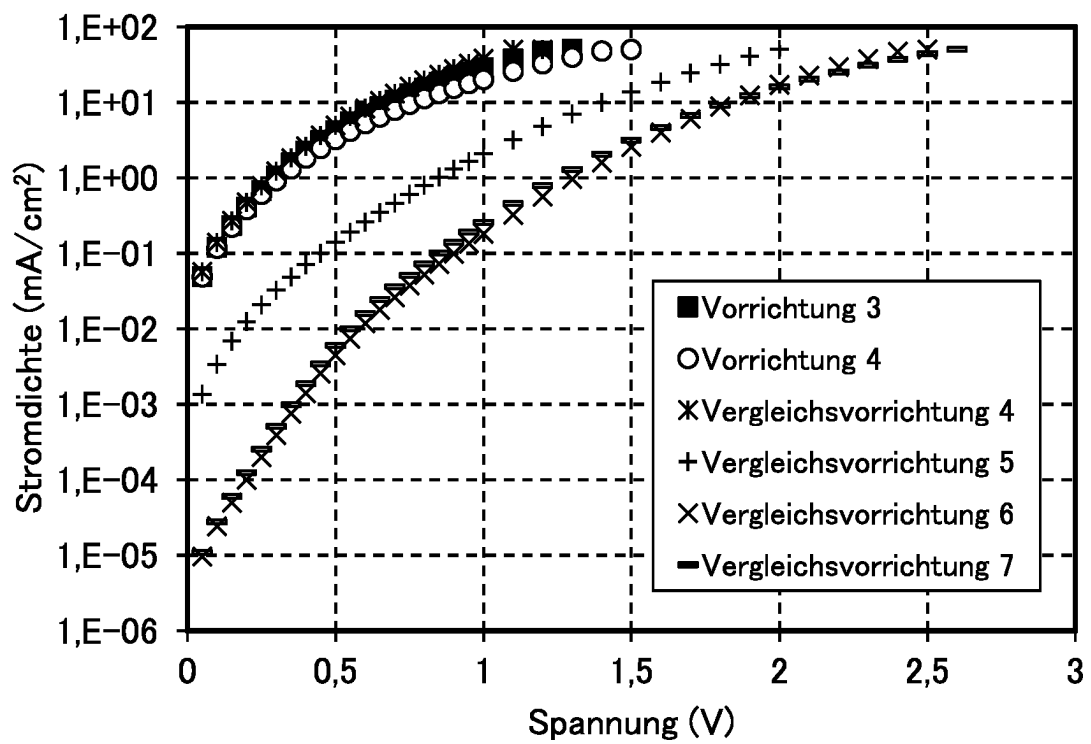


FIG. 23

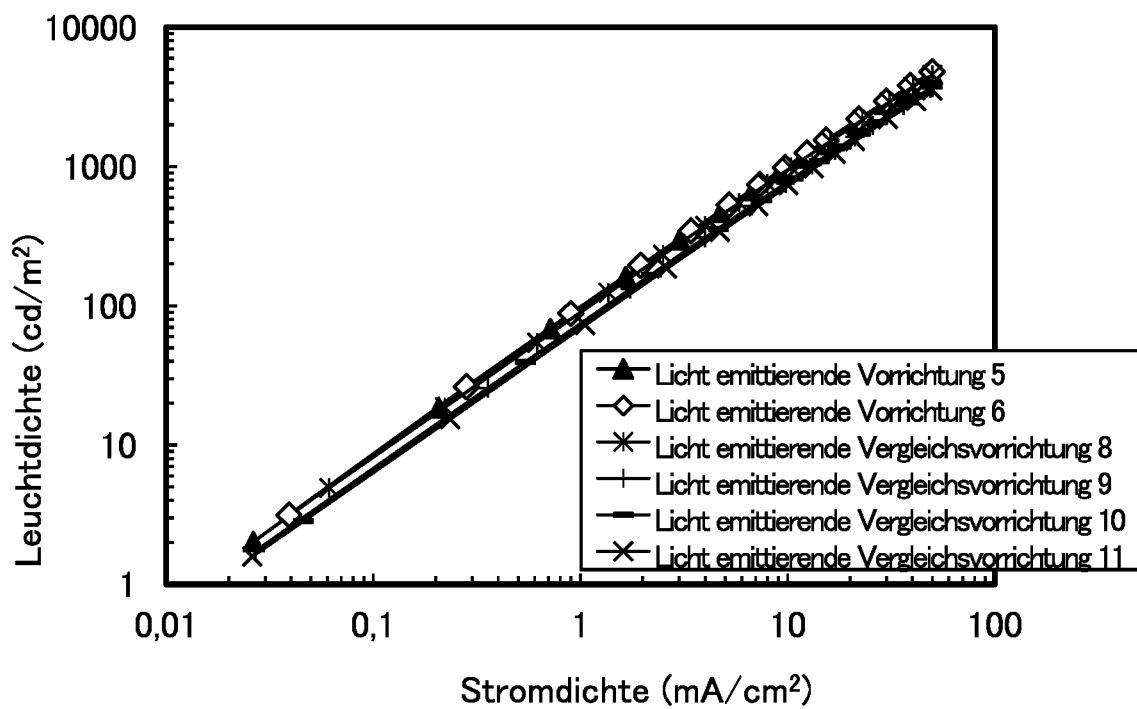


FIG. 24

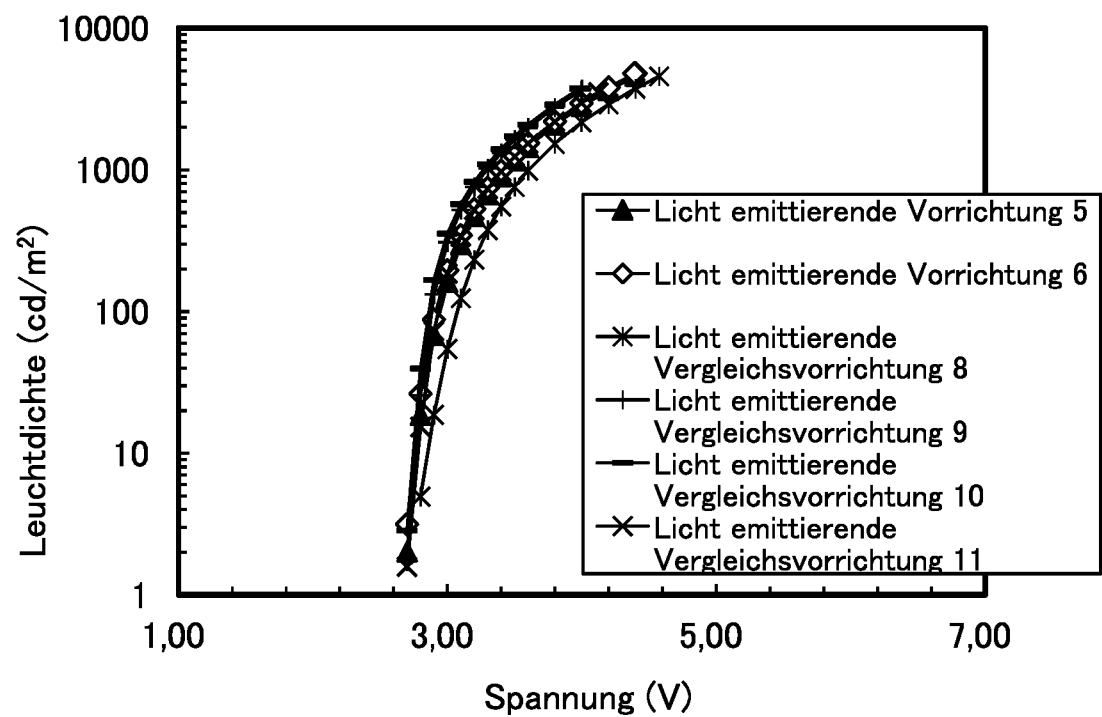


FIG. 25

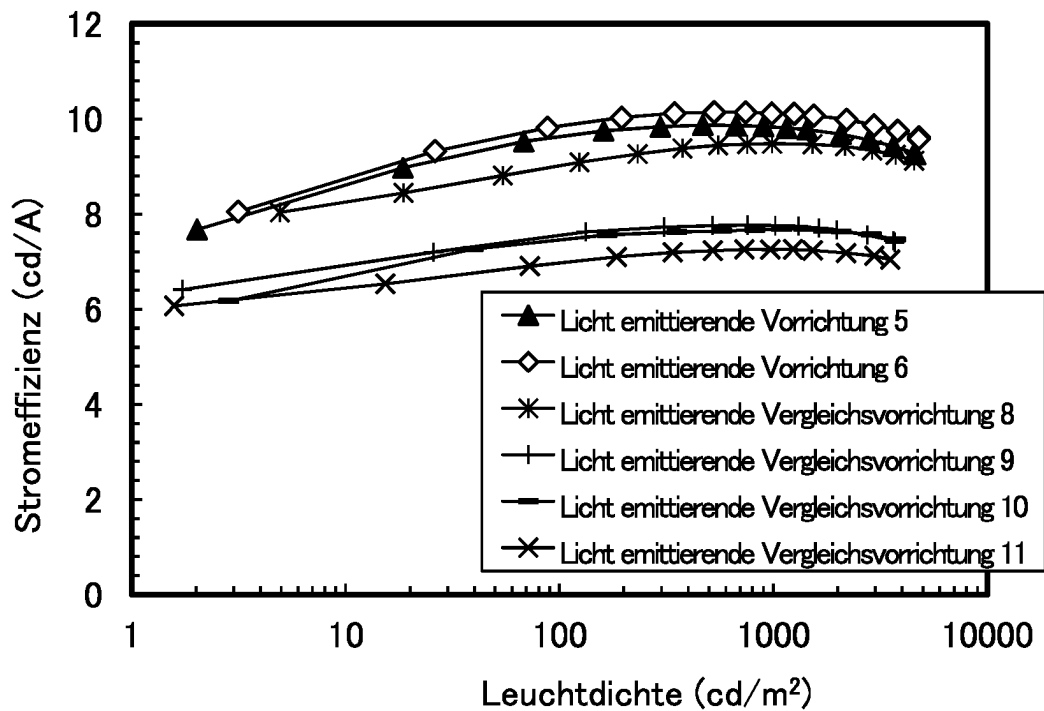


FIG. 26

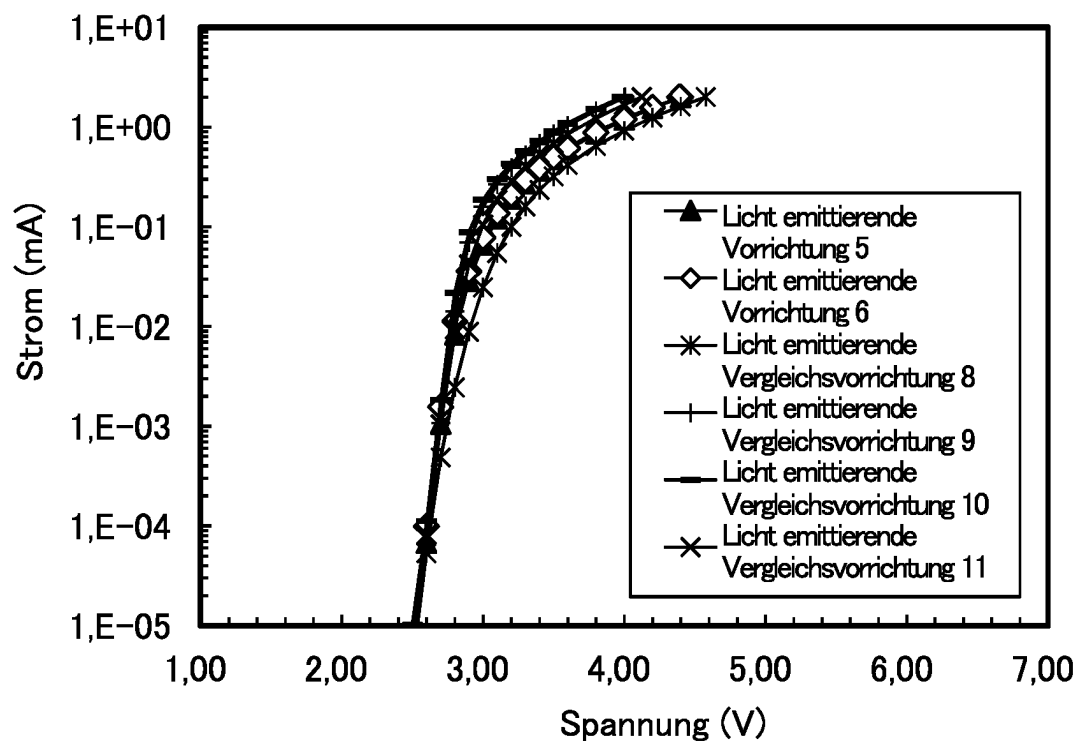


FIG. 27

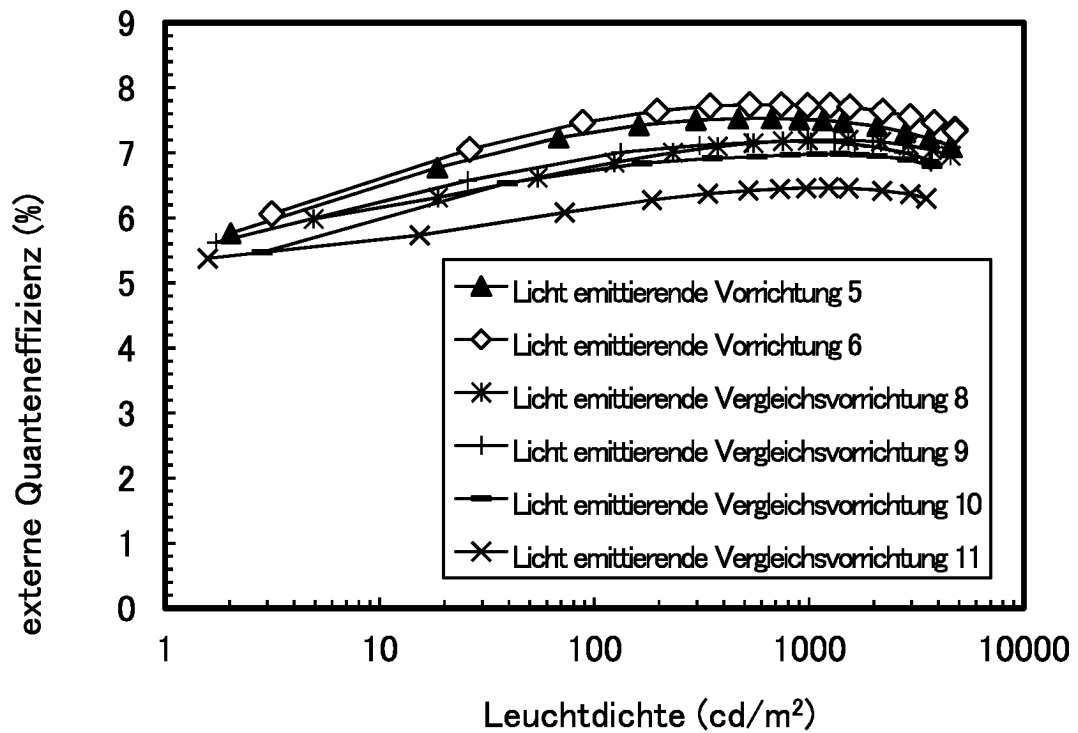


FIG. 28

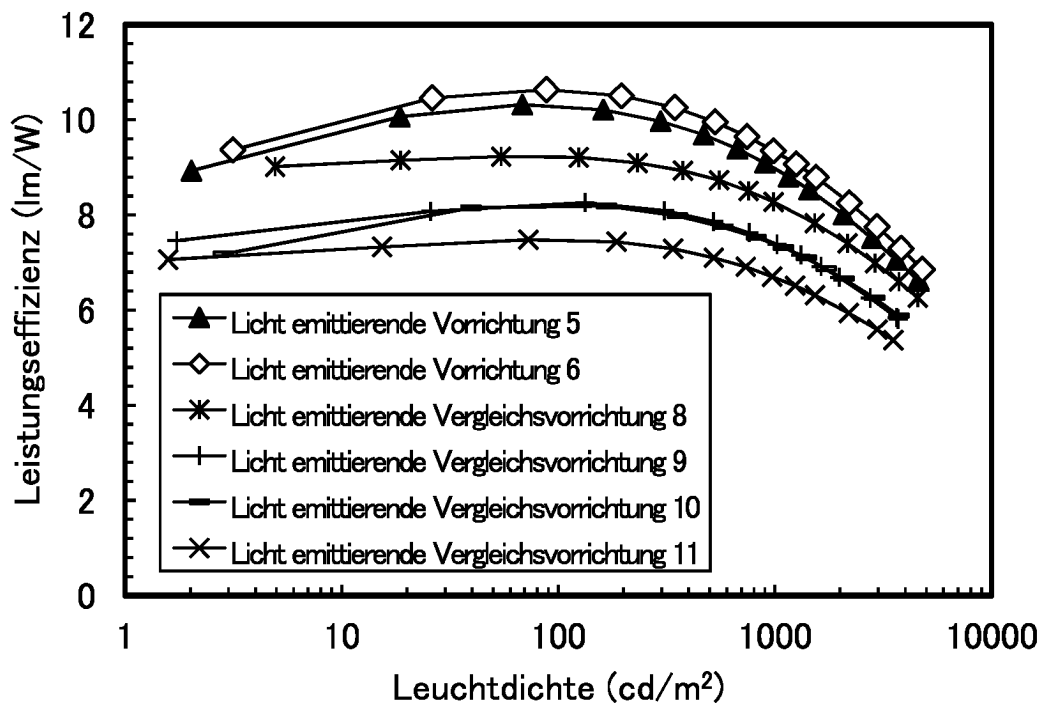


FIG. 29

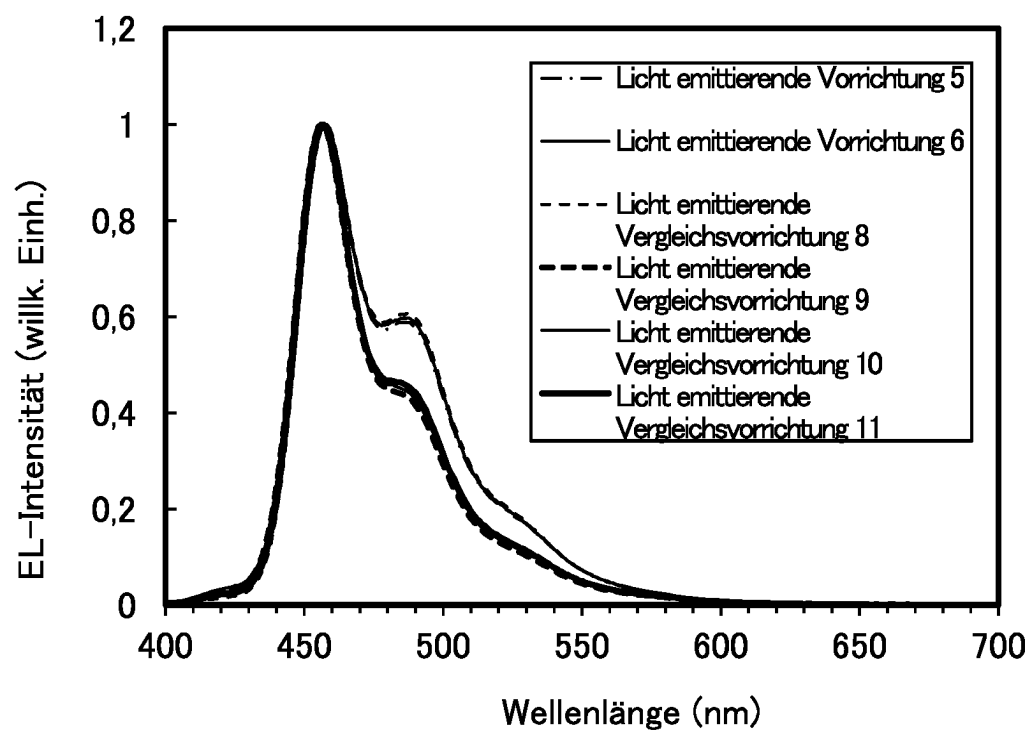


FIG. 30

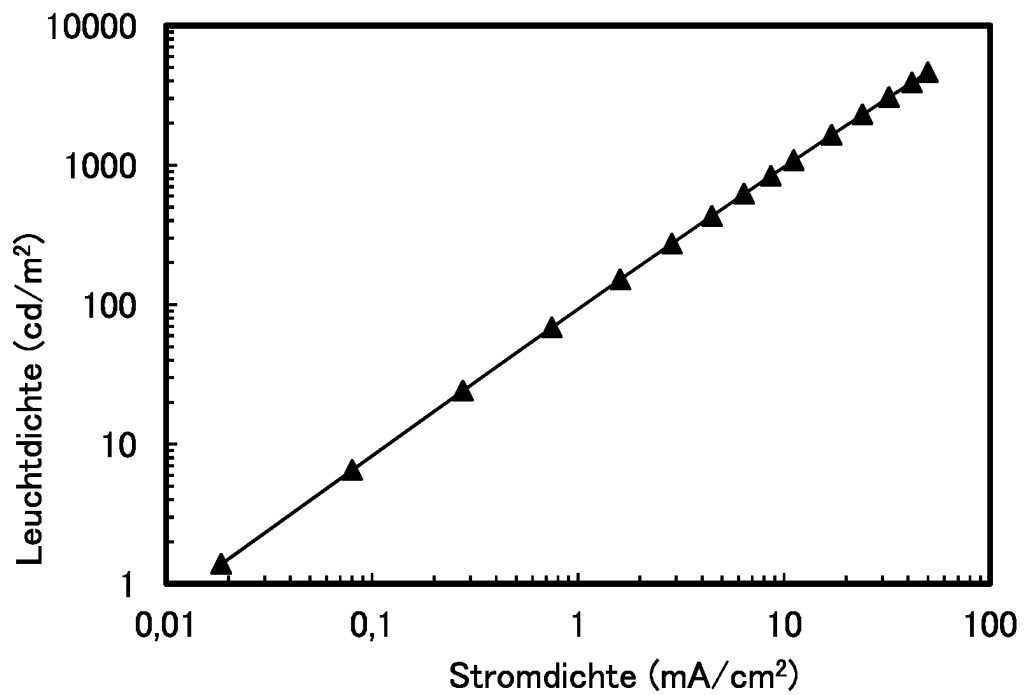


FIG. 31

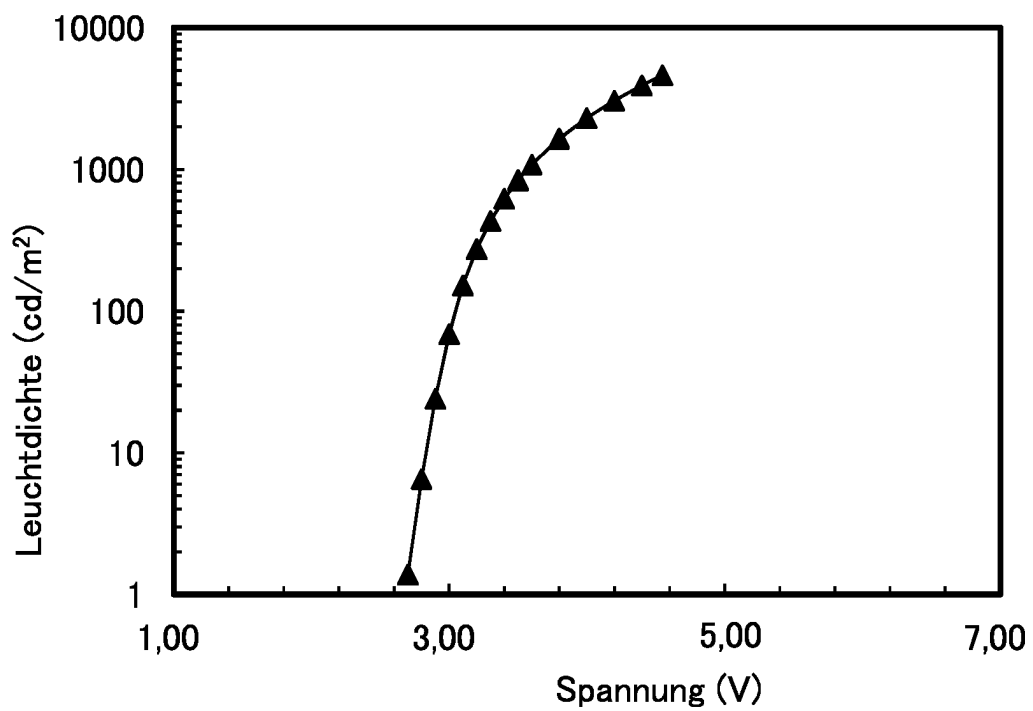


FIG. 32

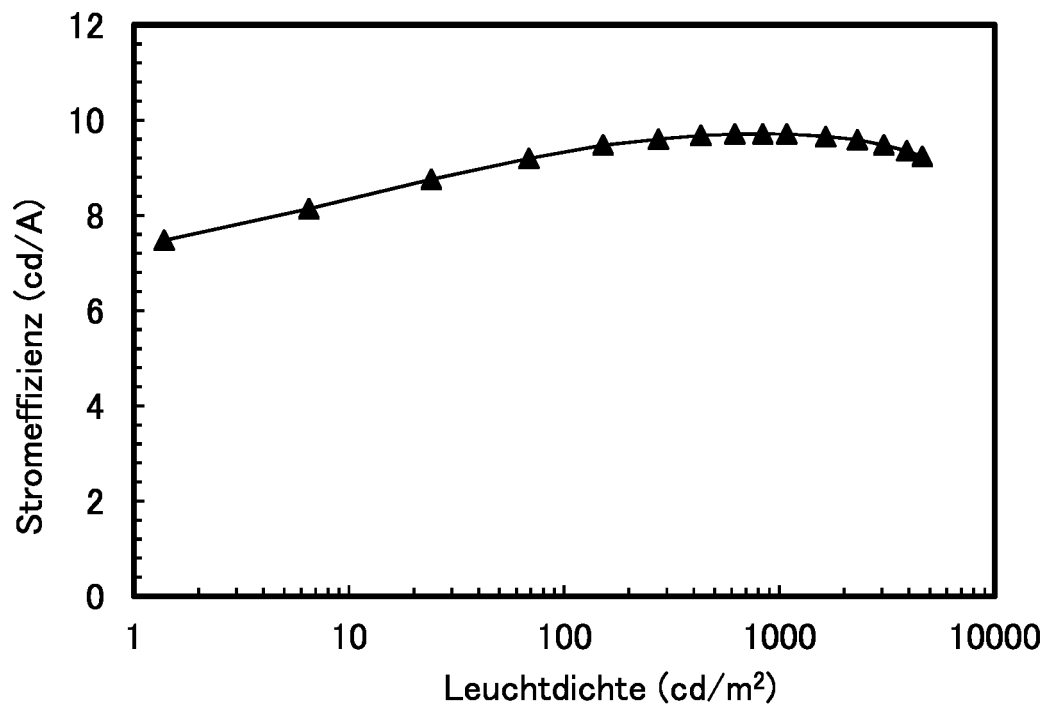


FIG. 33

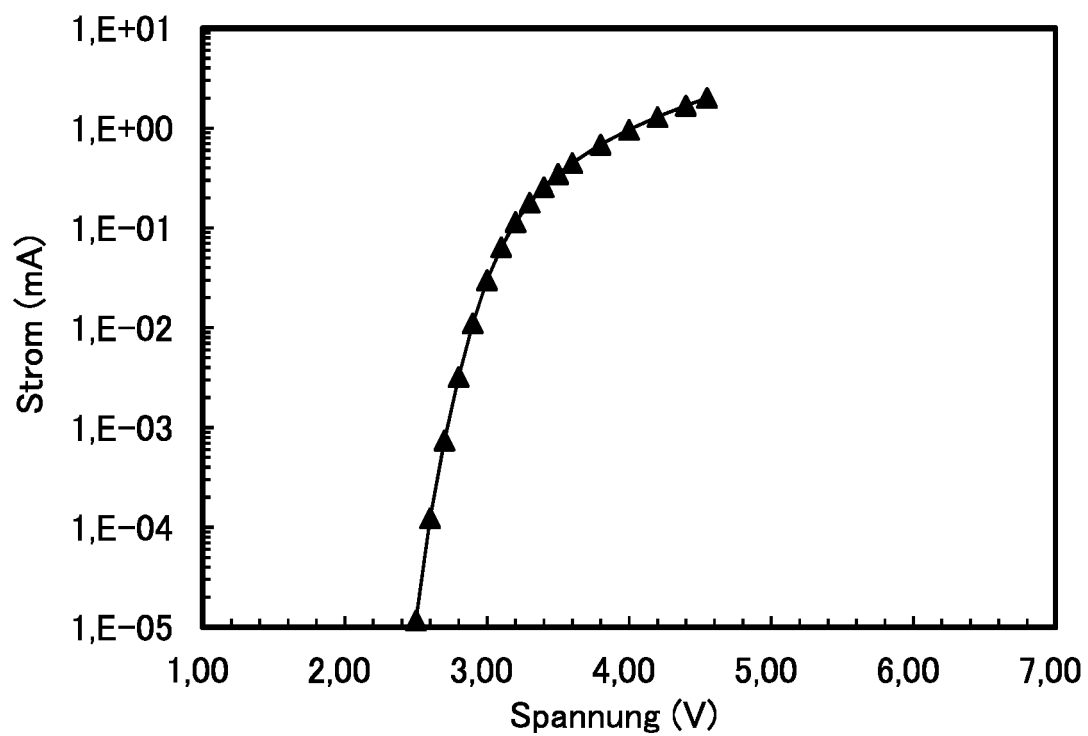


FIG. 34

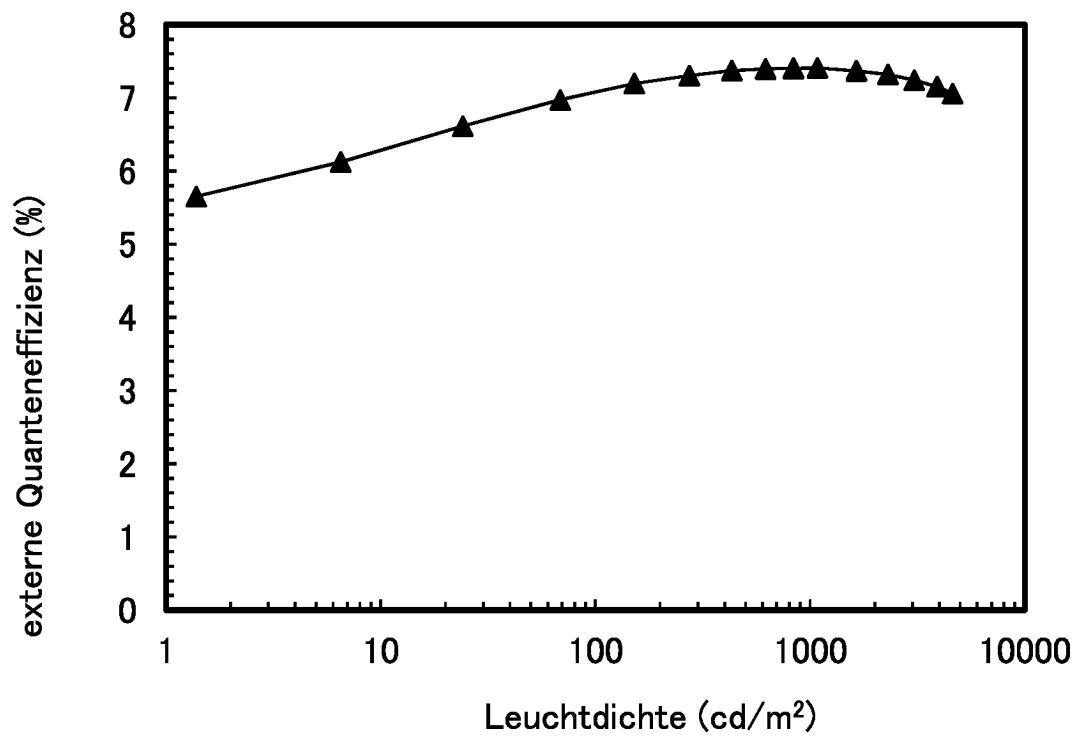


FIG. 35

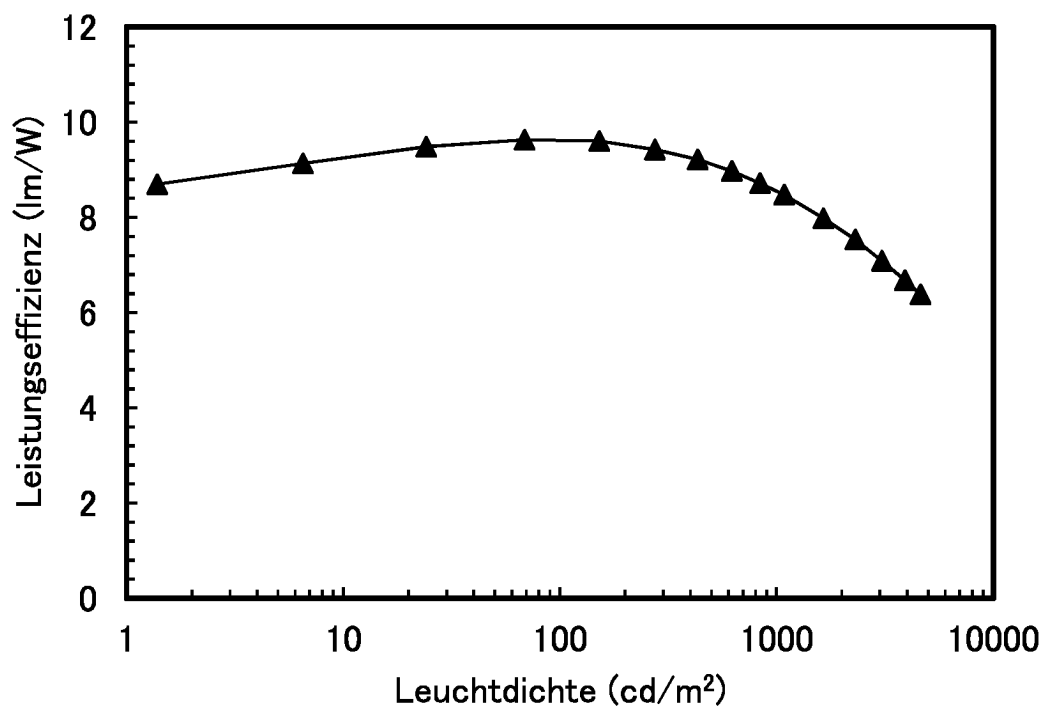


FIG. 36

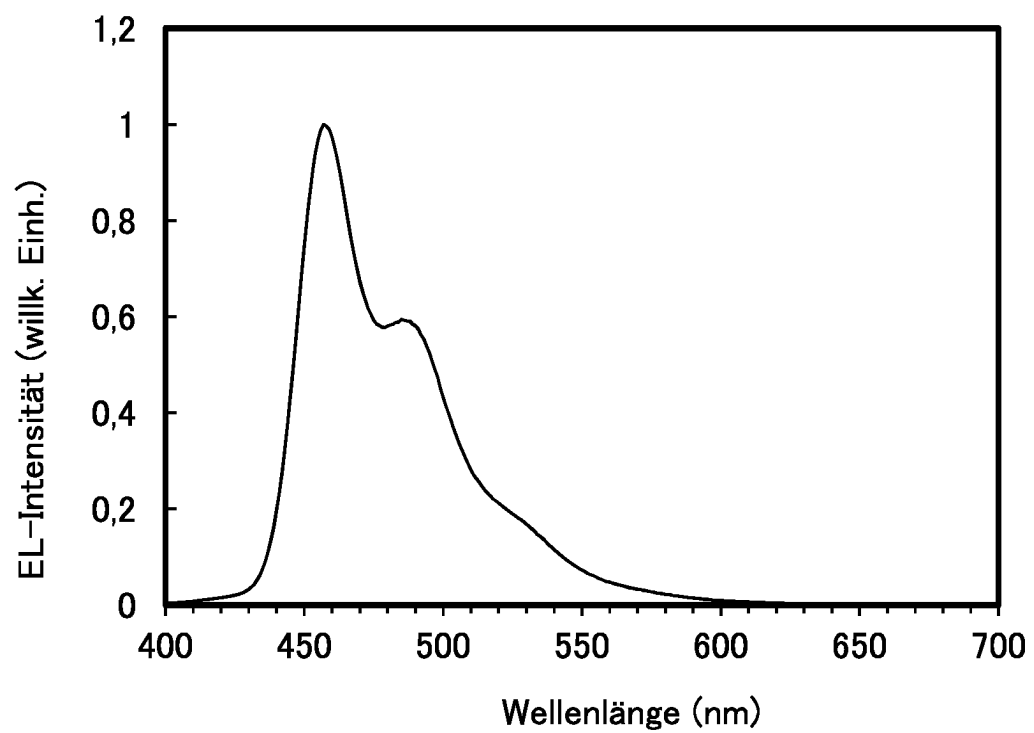


FIG. 37

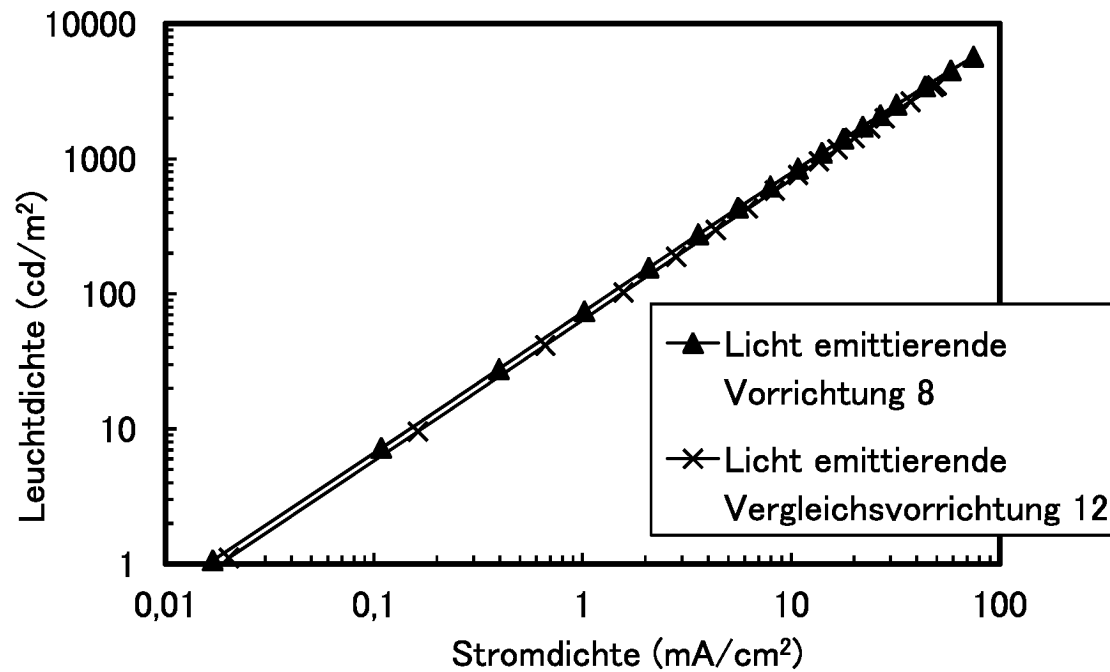


FIG. 38

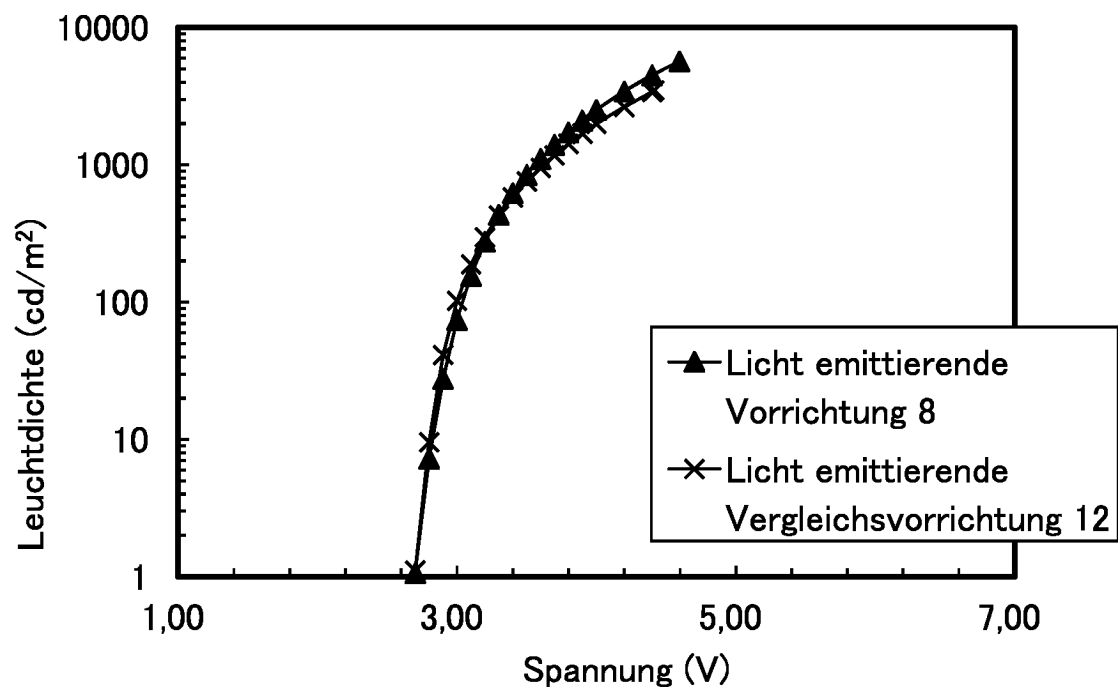


FIG. 39

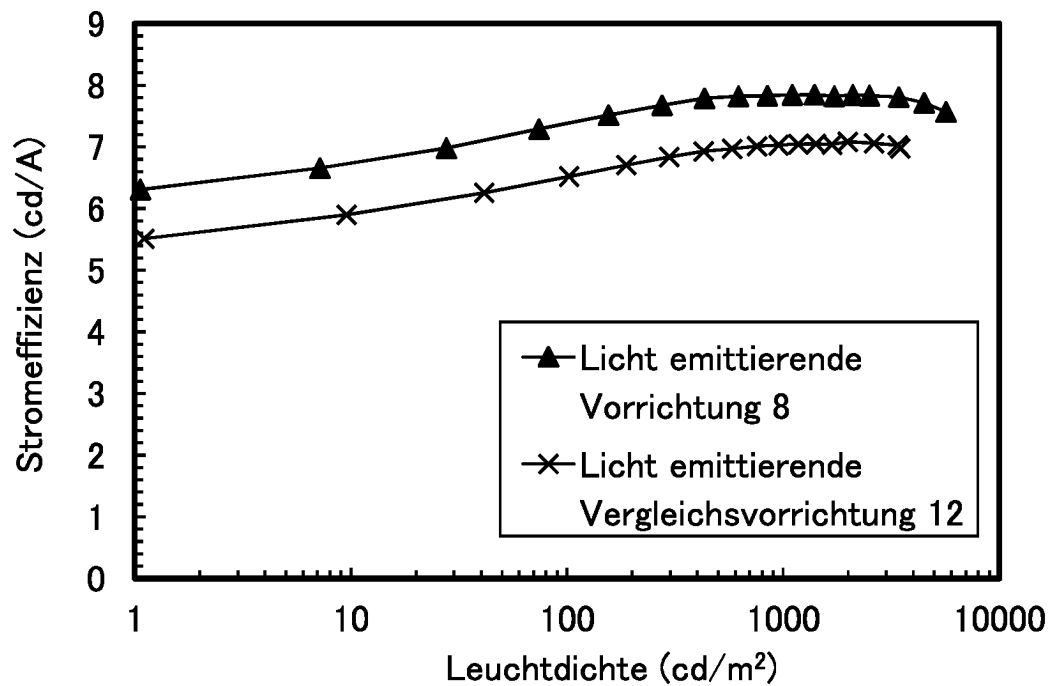


FIG. 40

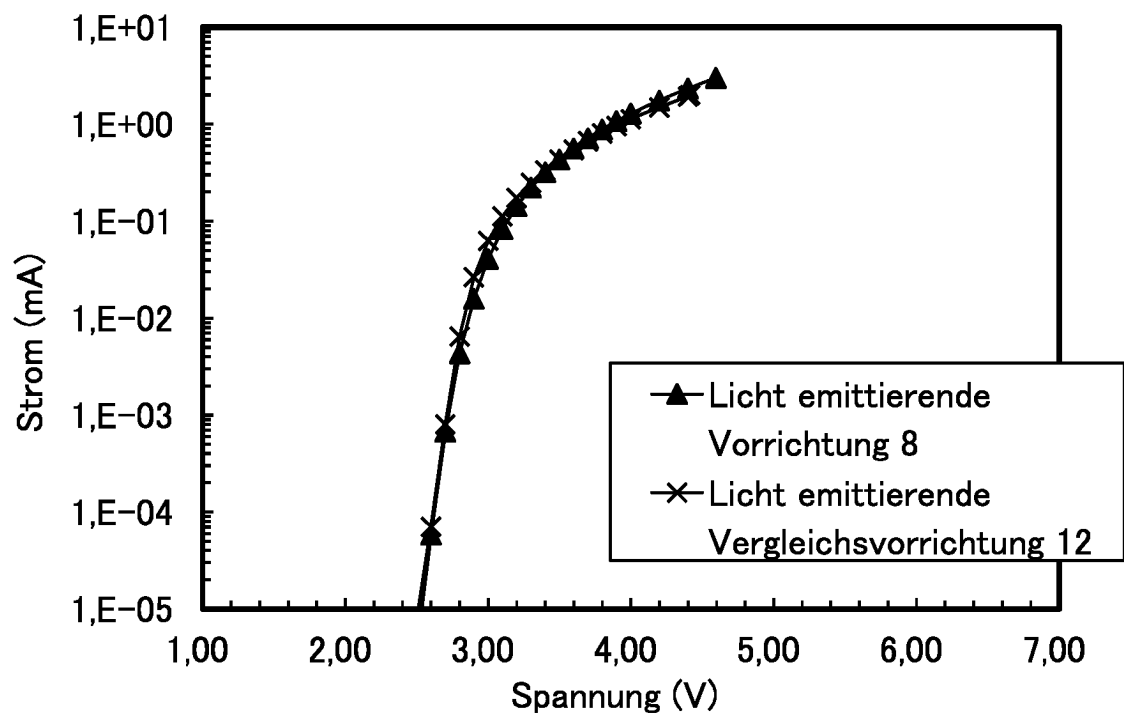


FIG. 41

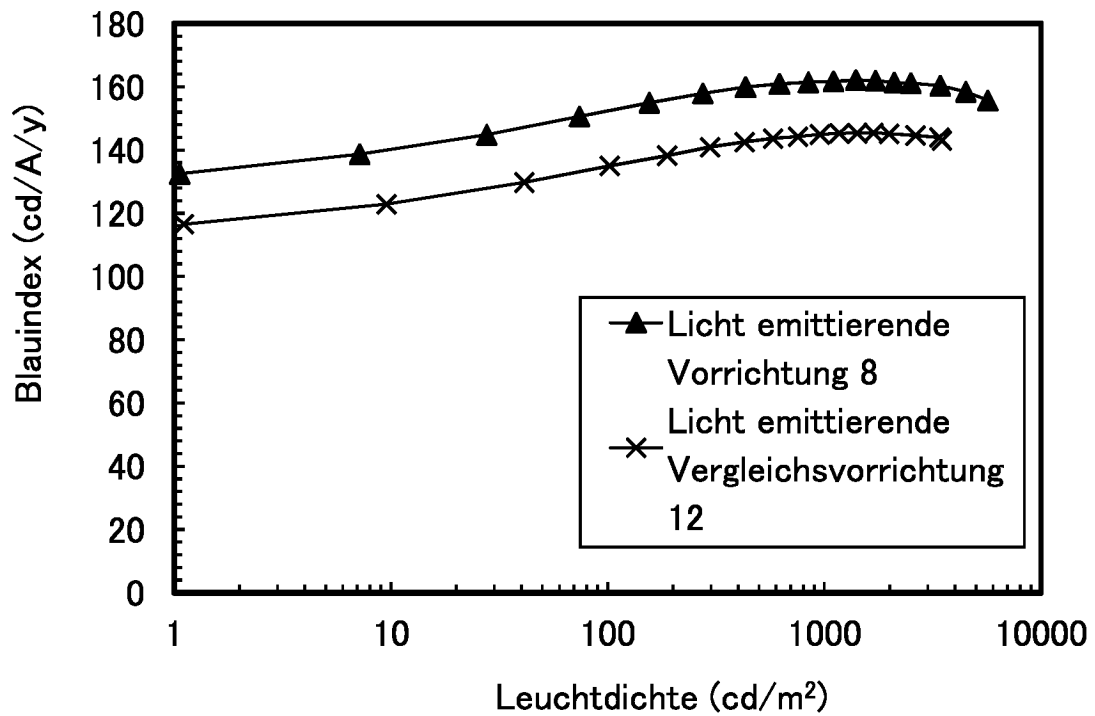


FIG. 42

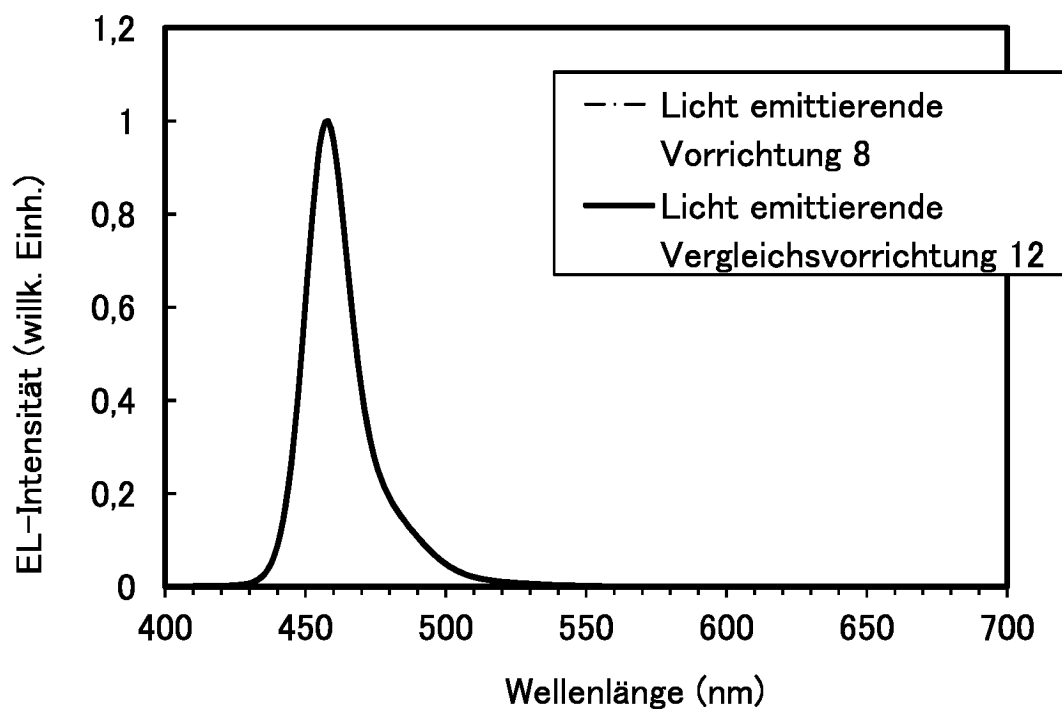


FIG. 43

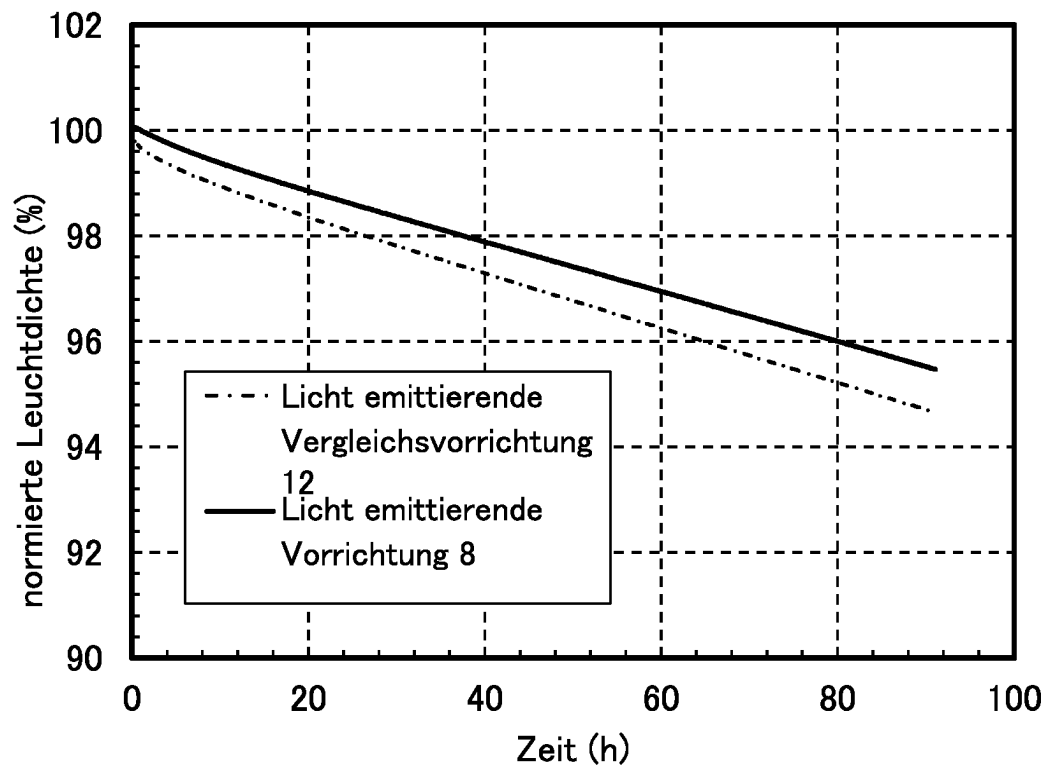


FIG. 44A

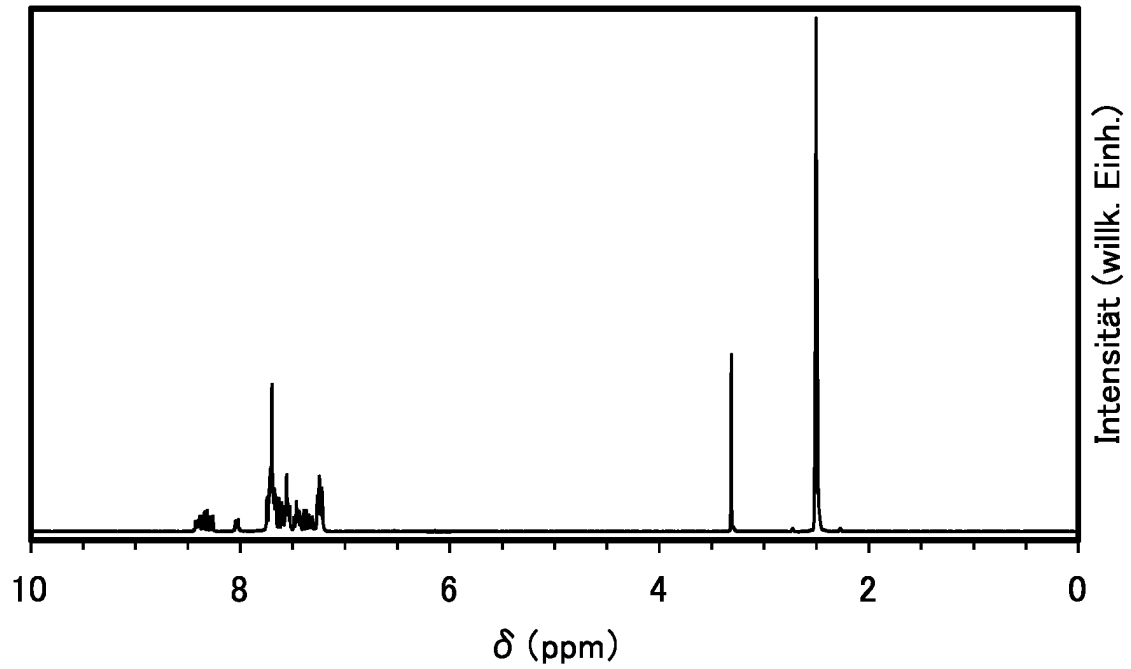


FIG. 44B

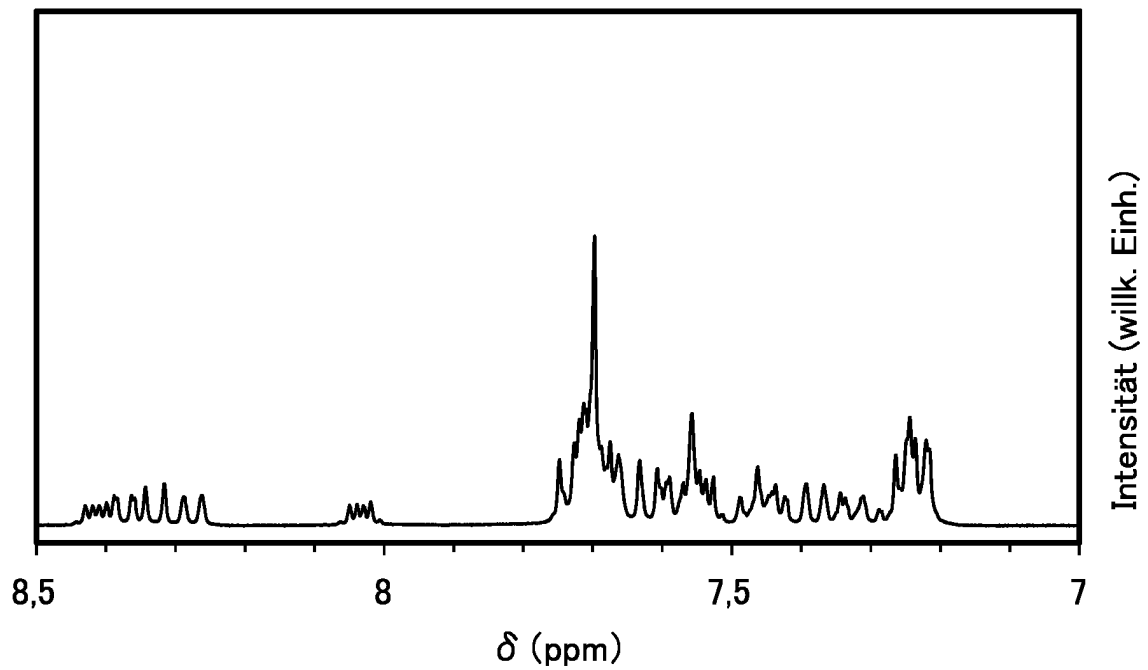


FIG. 45

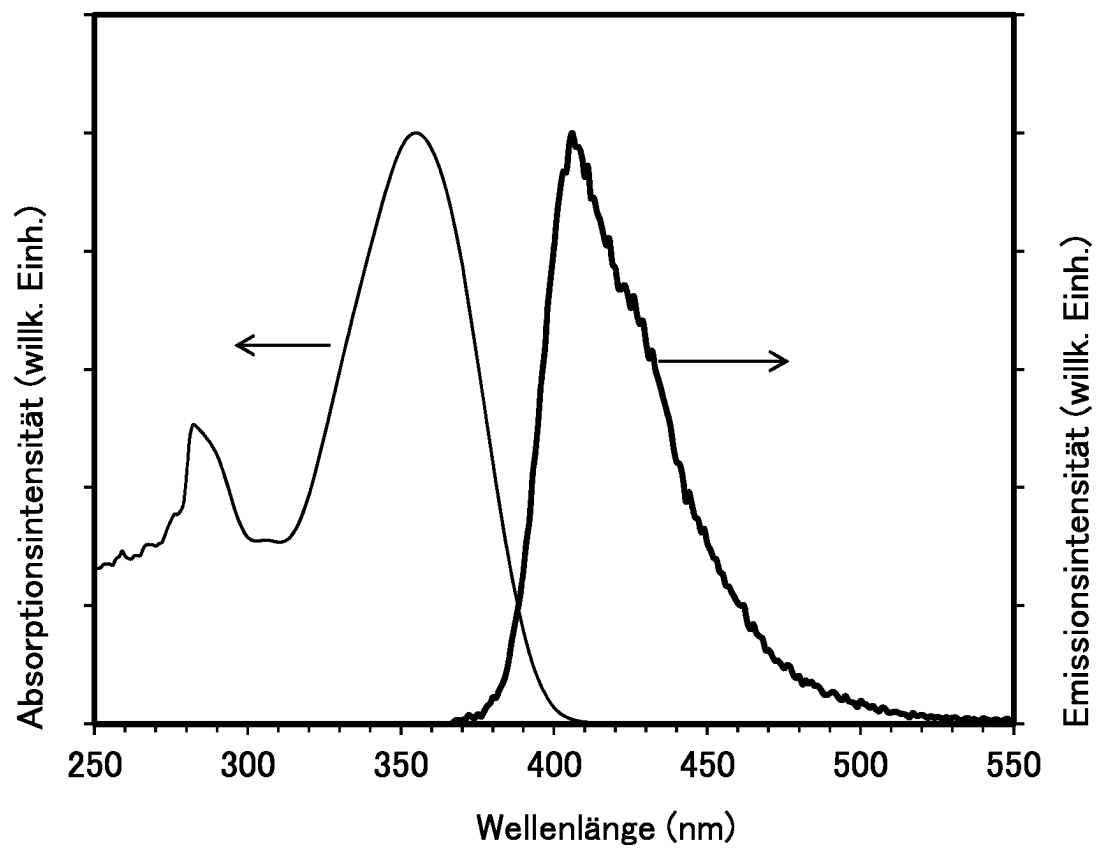


FIG. 46

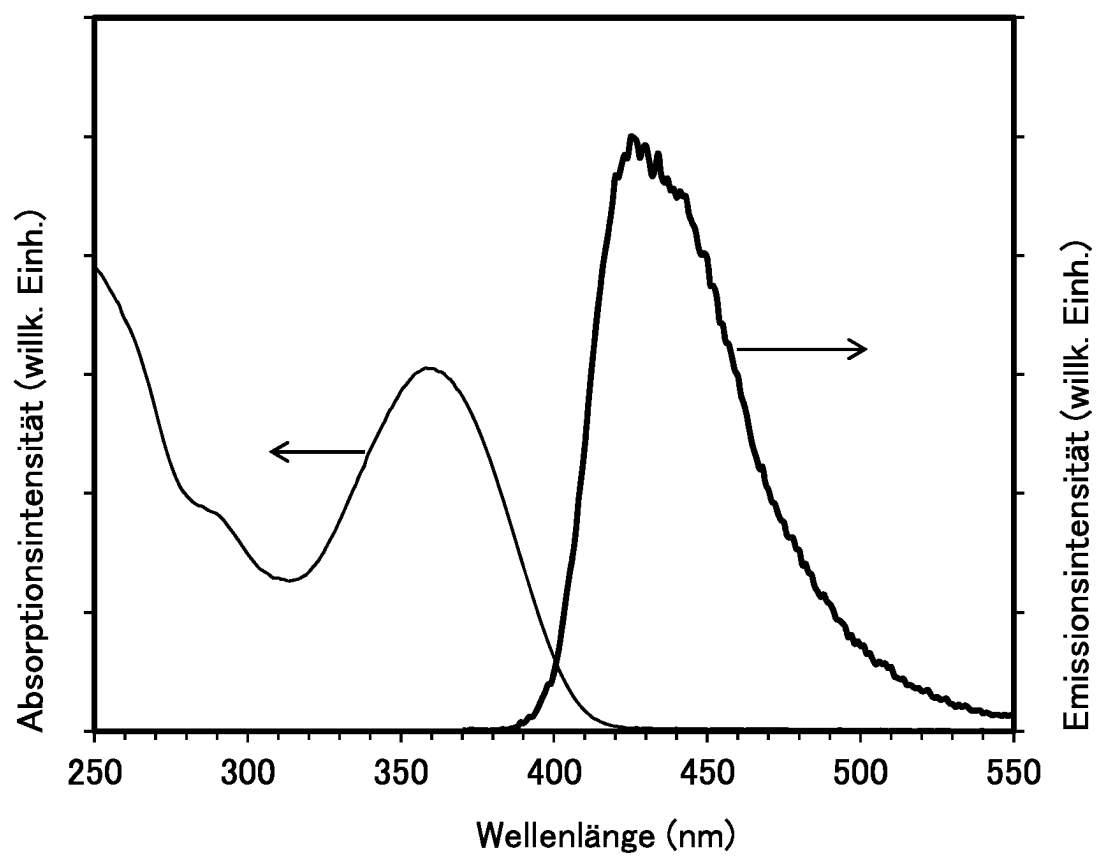


FIG. 47

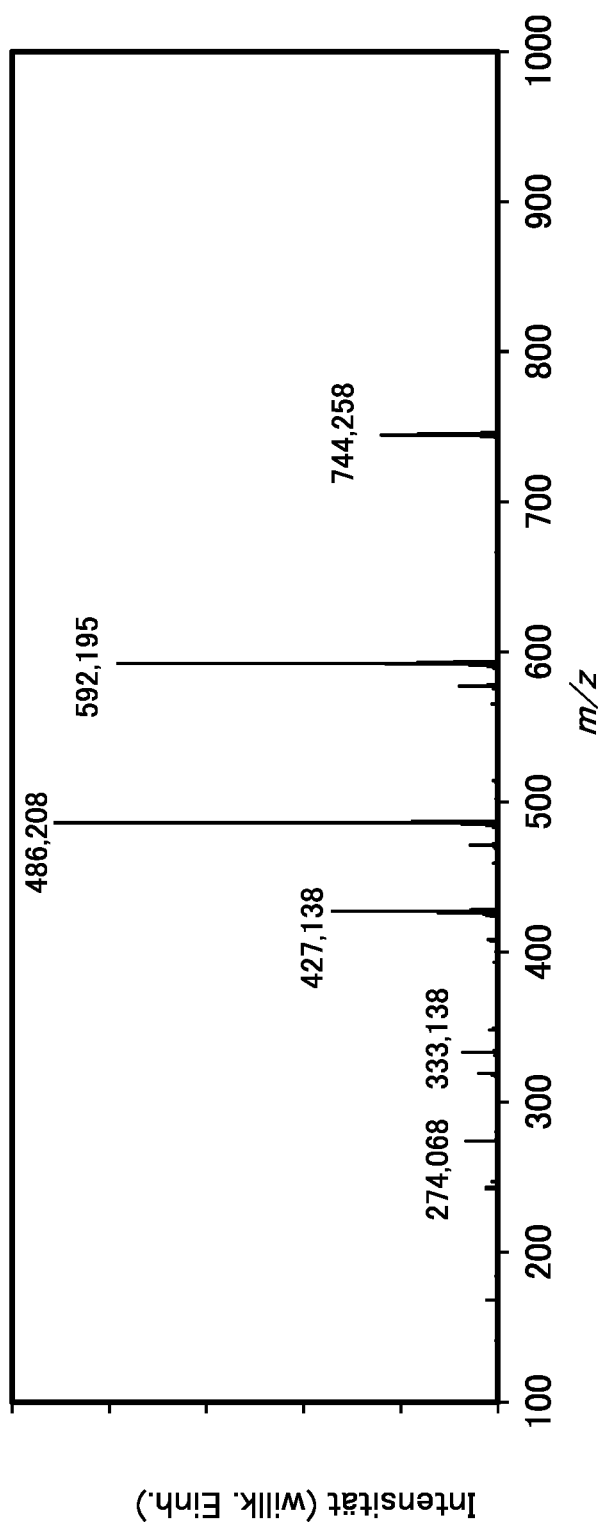


FIG. 48A

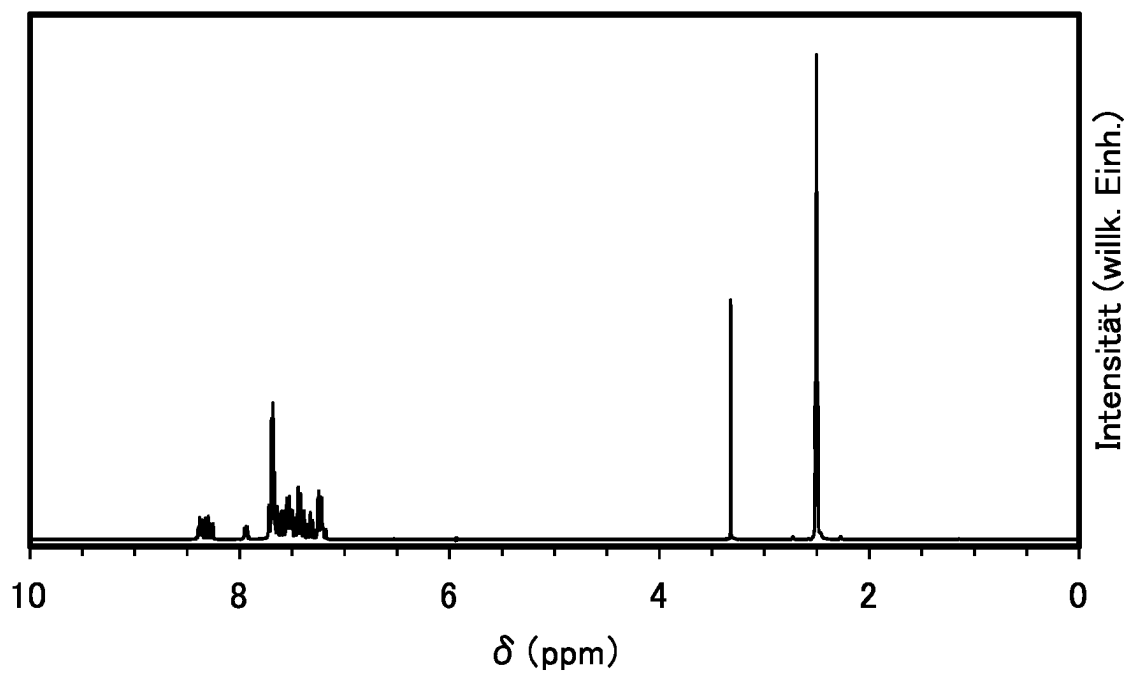


FIG. 48B

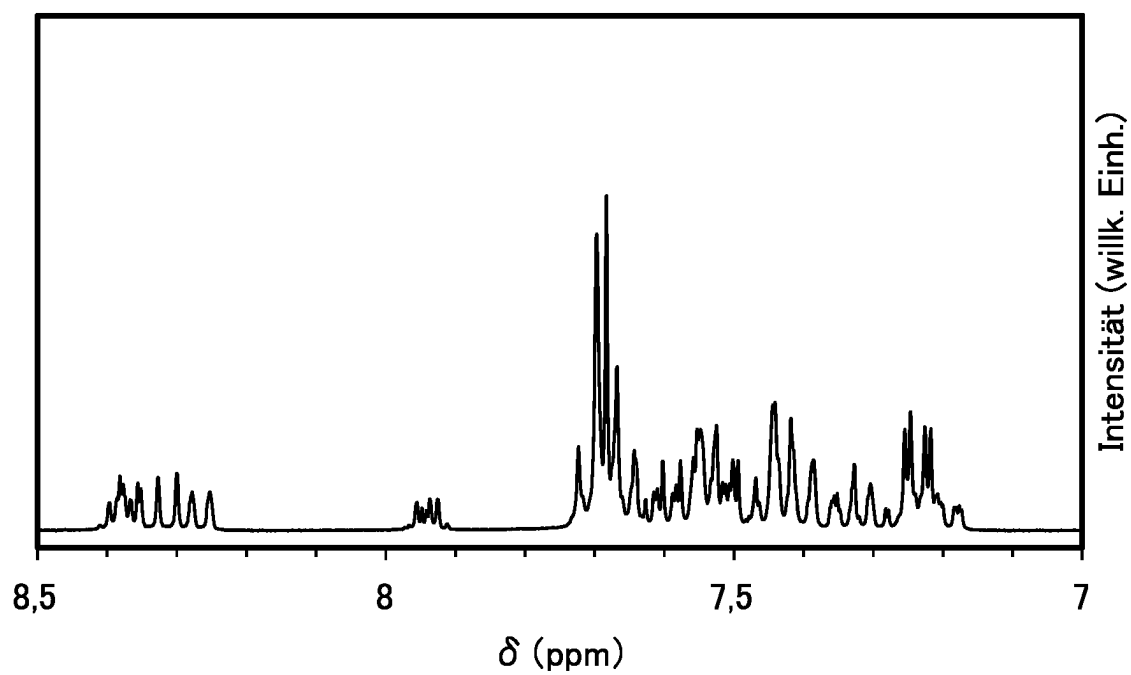


FIG. 49

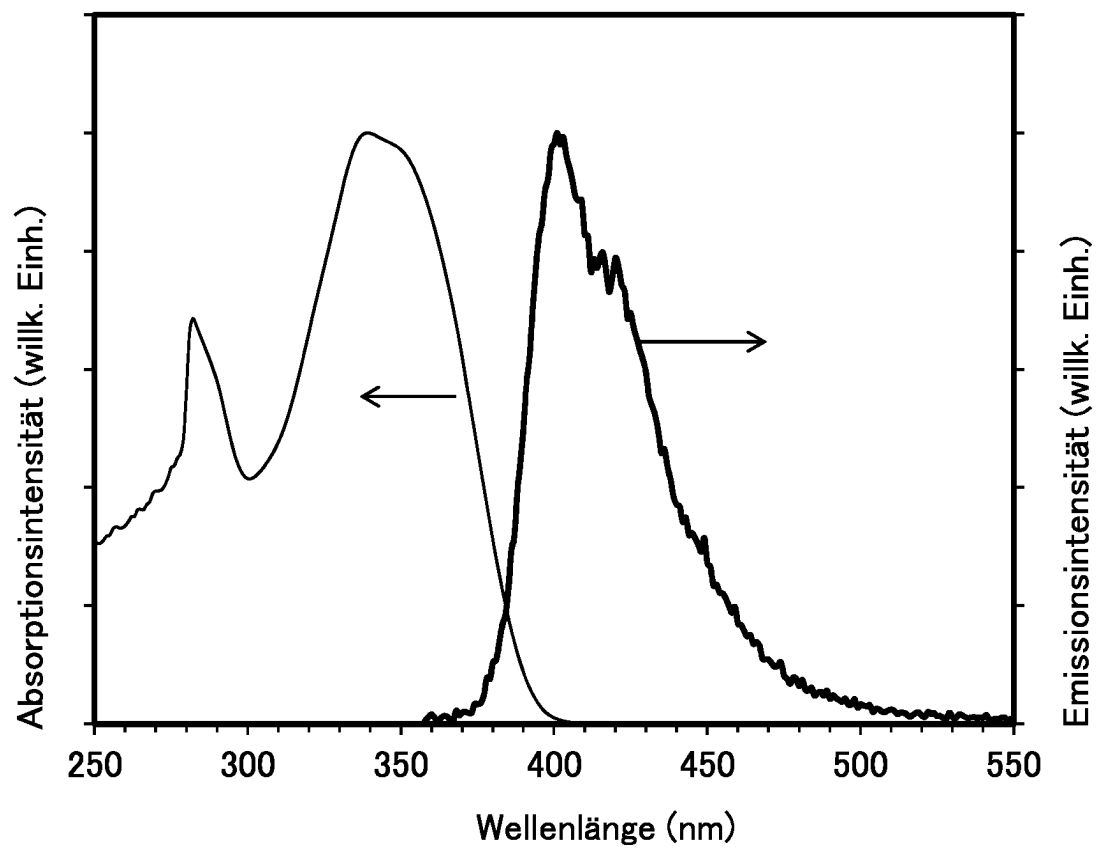


FIG. 50

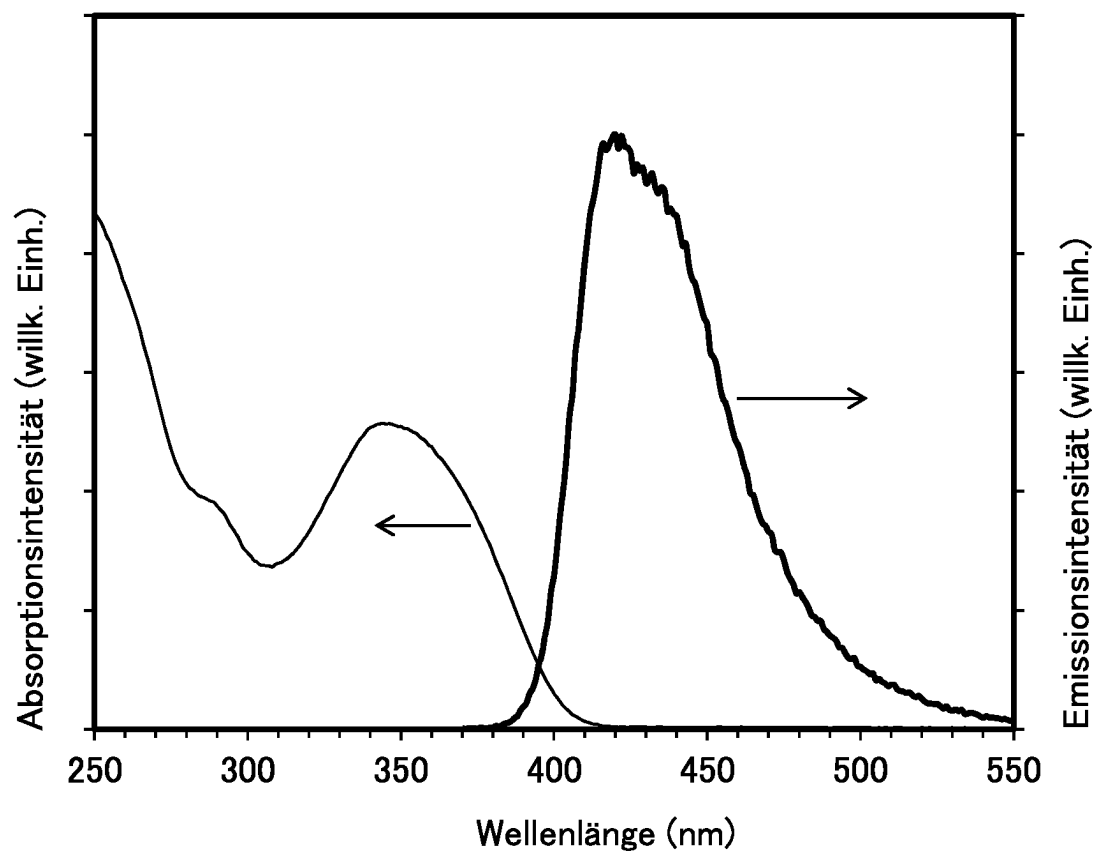


FIG. 51

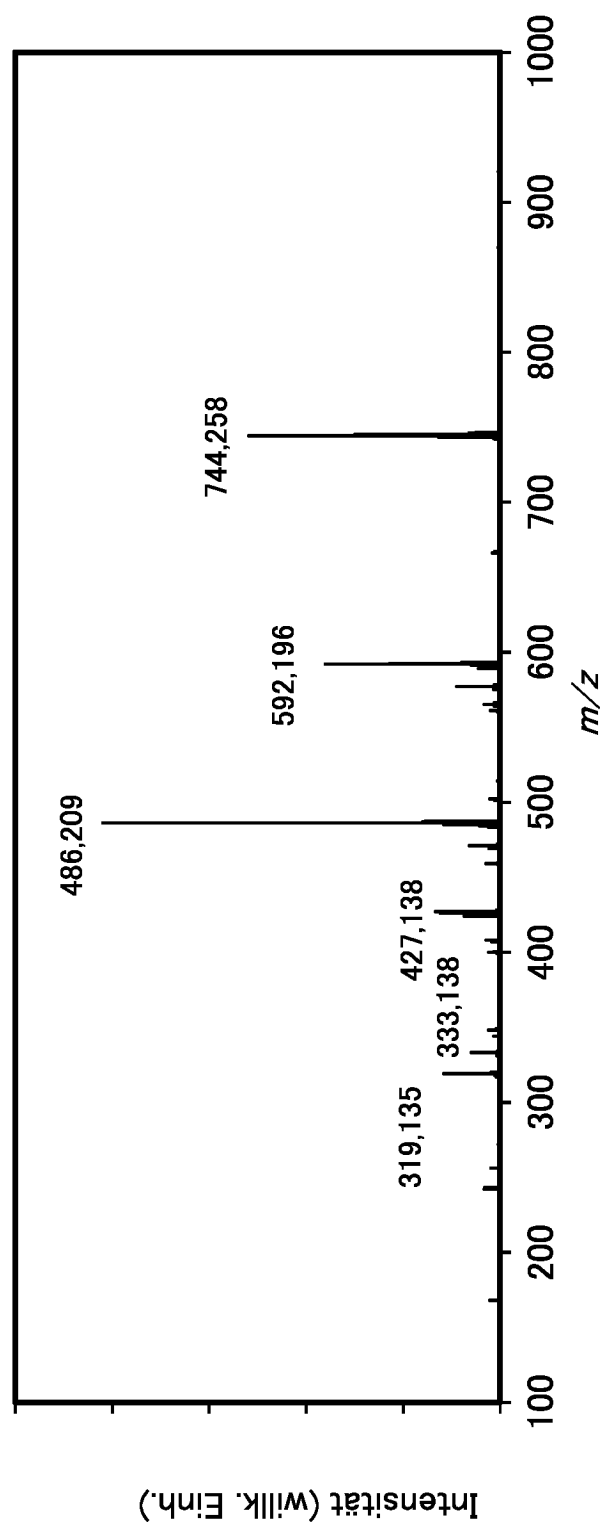


FIG. 52A

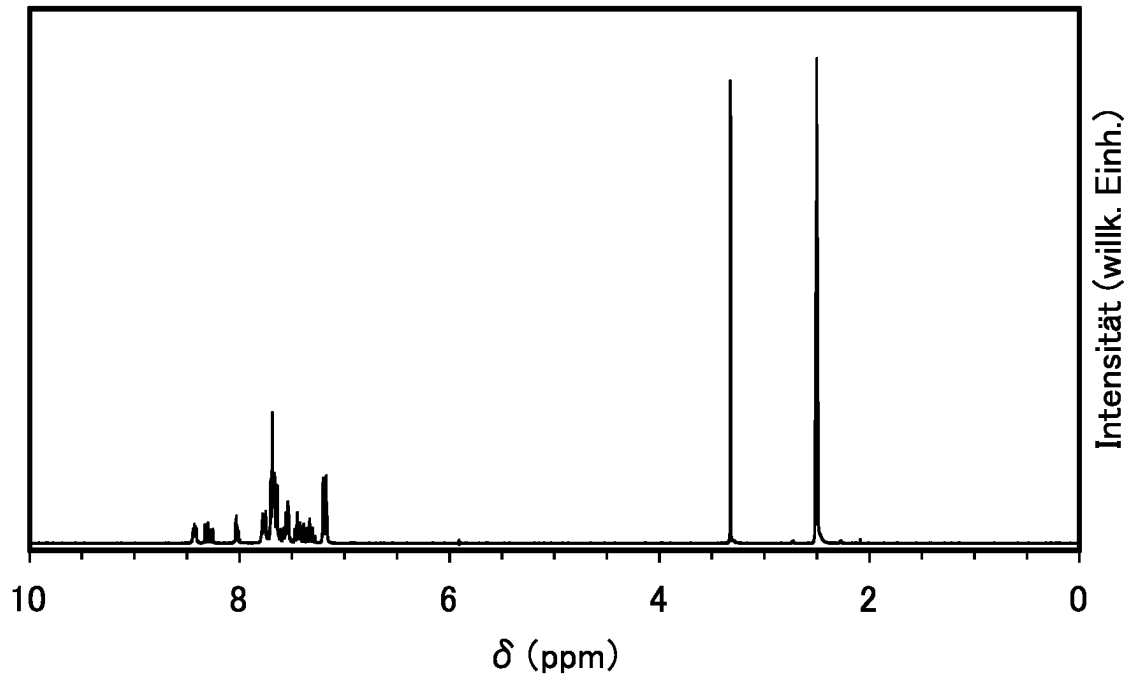


FIG. 52B

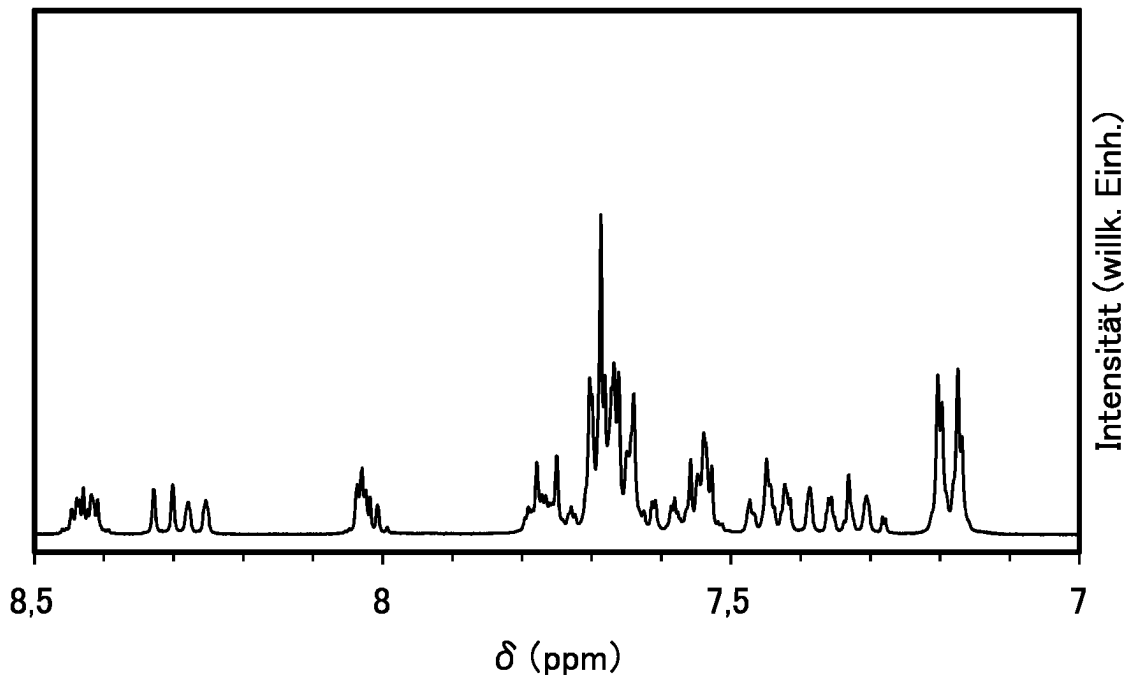


FIG. 53

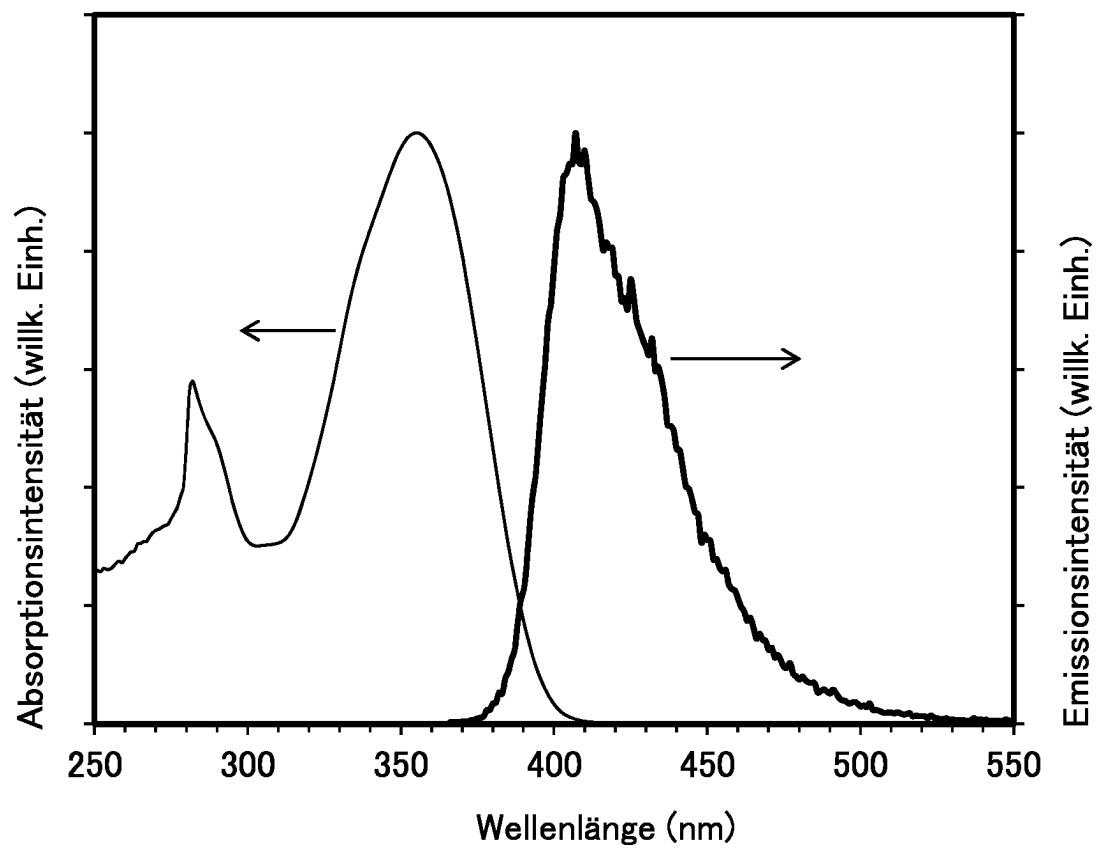


FIG. 54

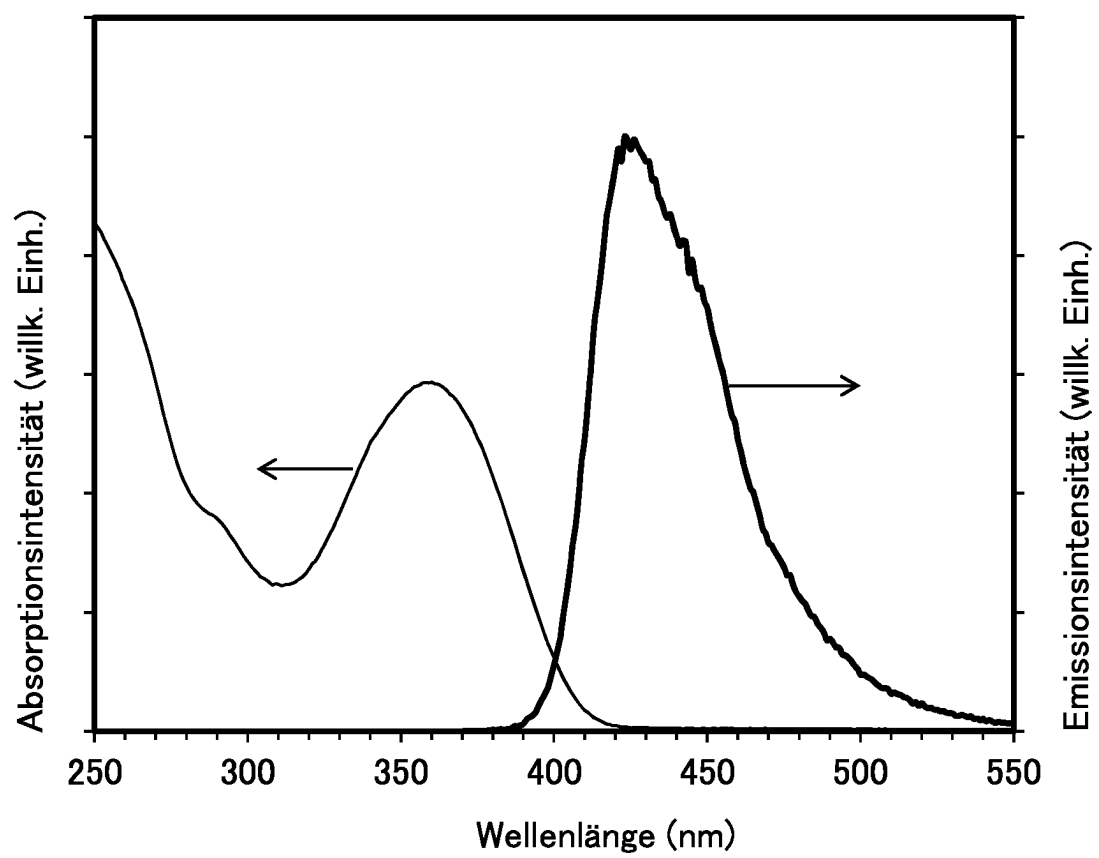


FIG. 55

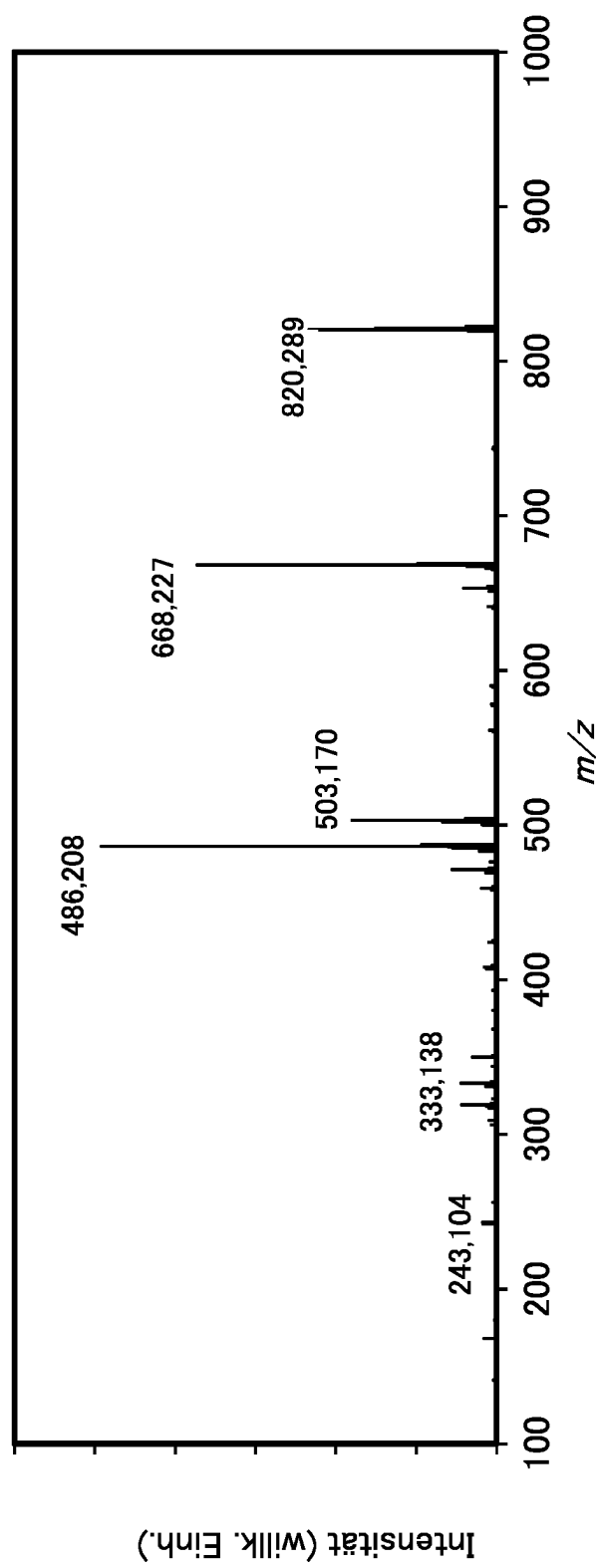


FIG. 56A

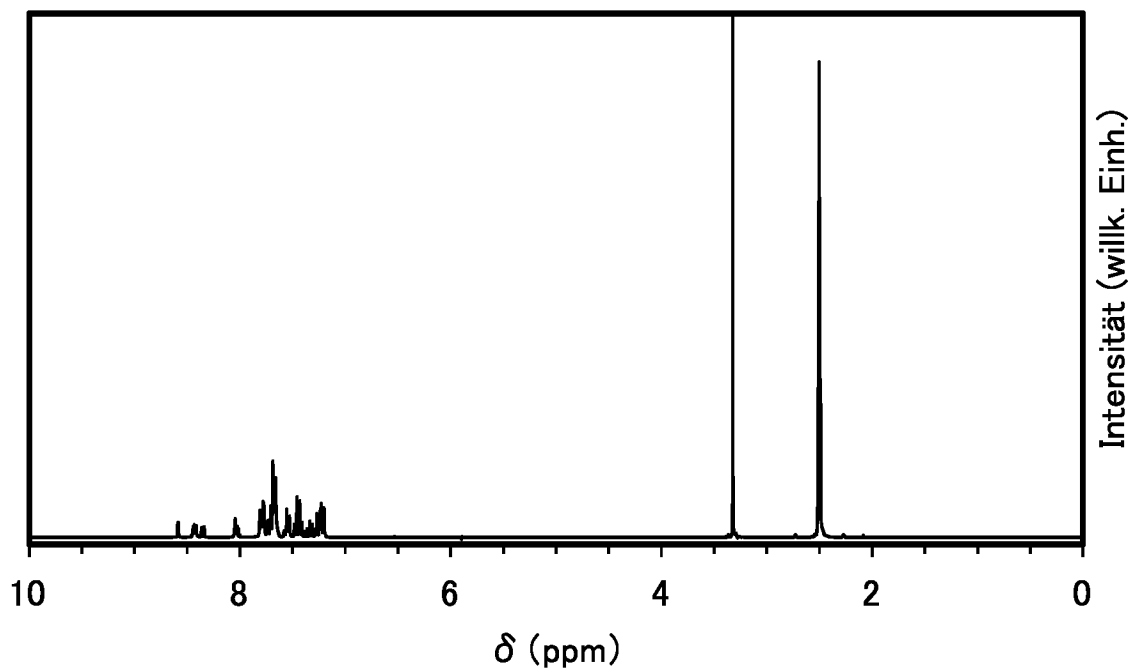


FIG. 56B

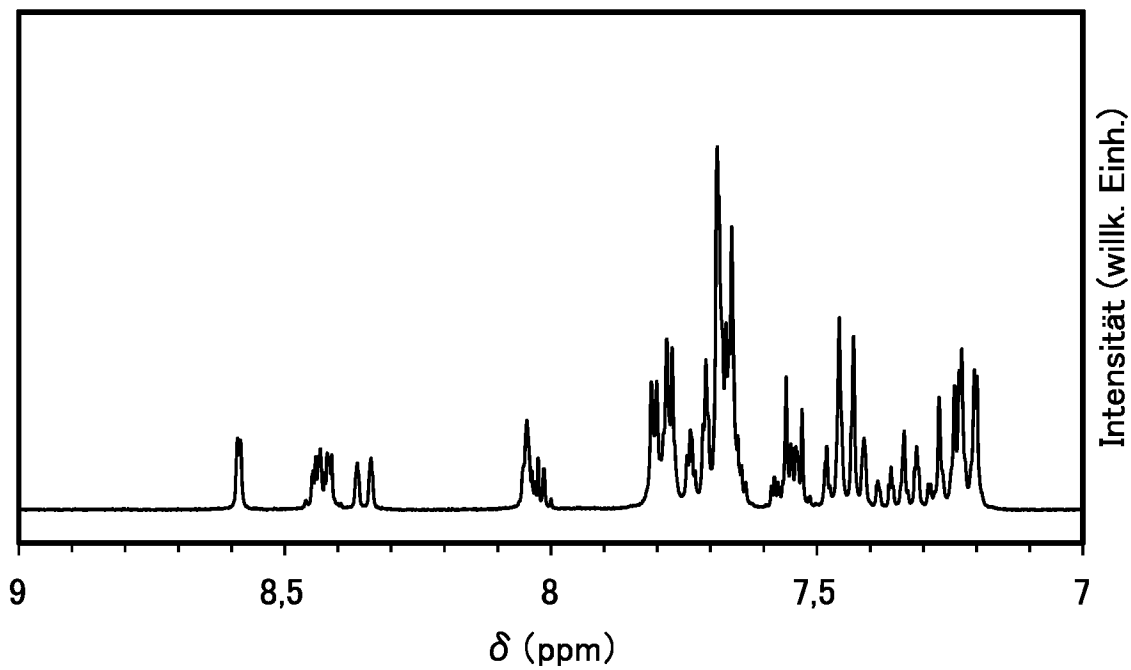


FIG. 57

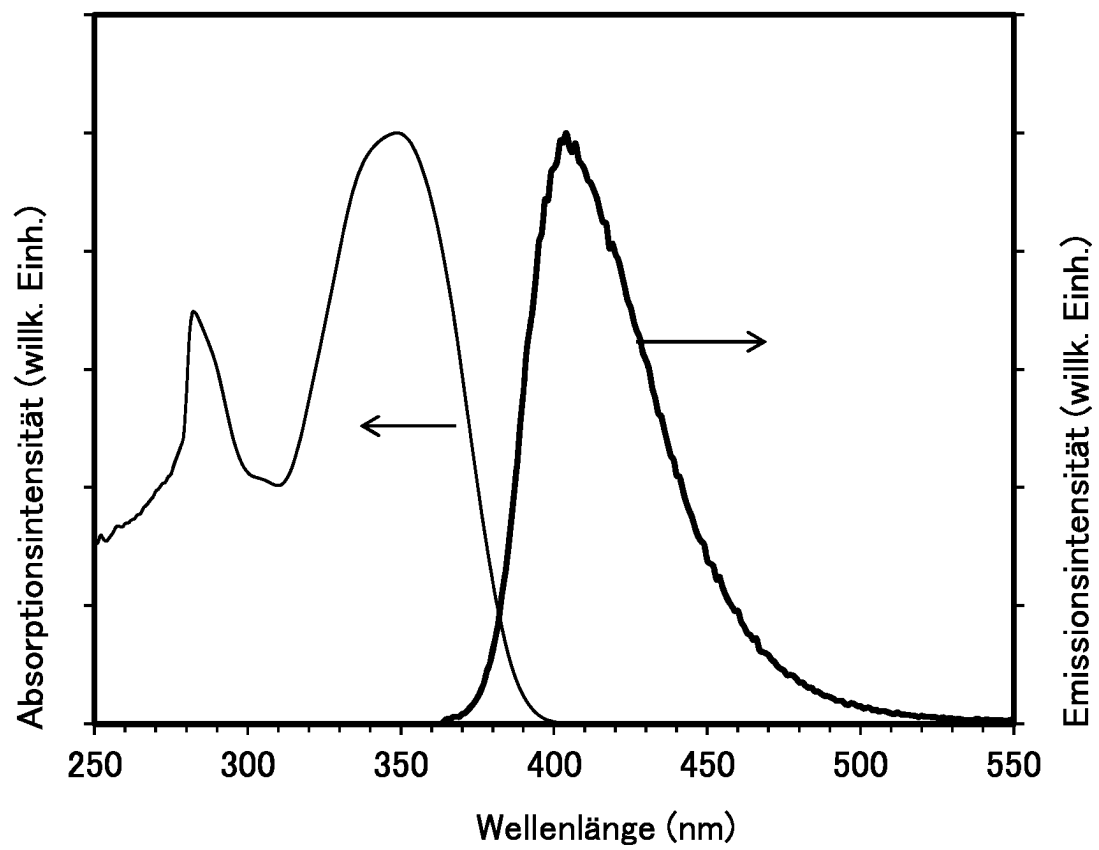


FIG. 58

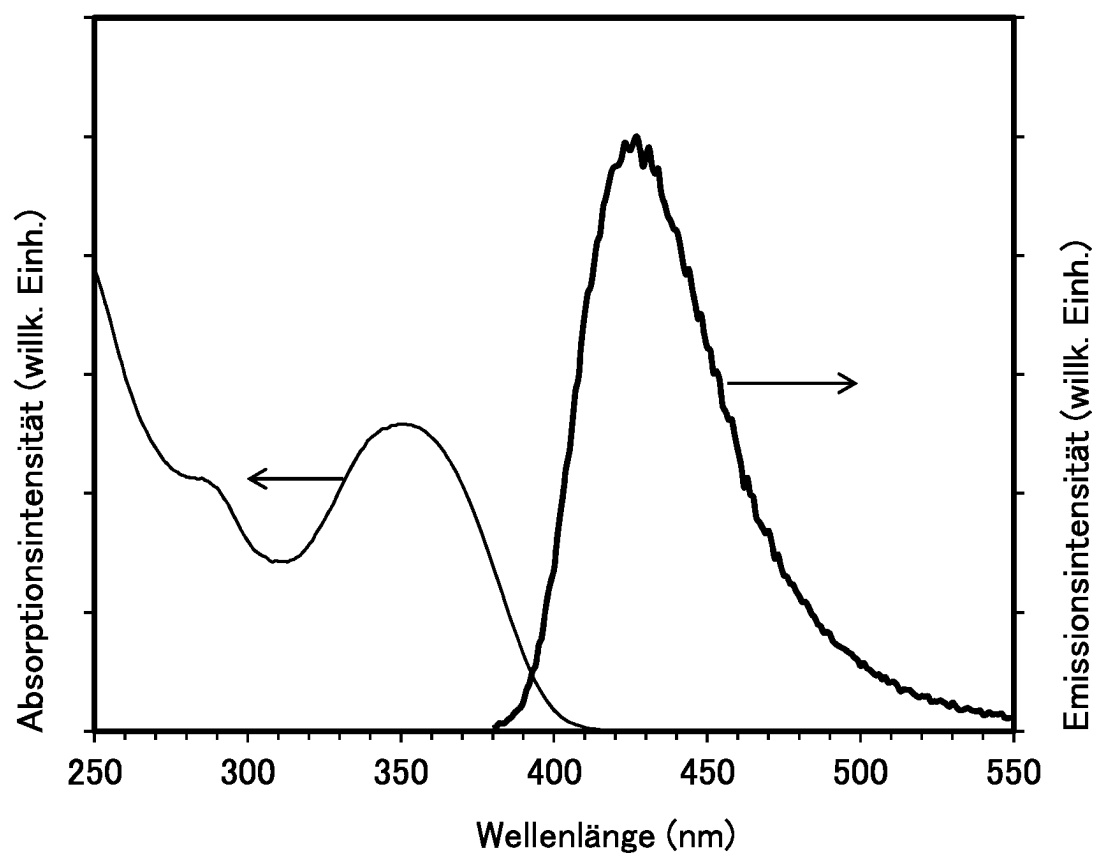


FIG. 59A

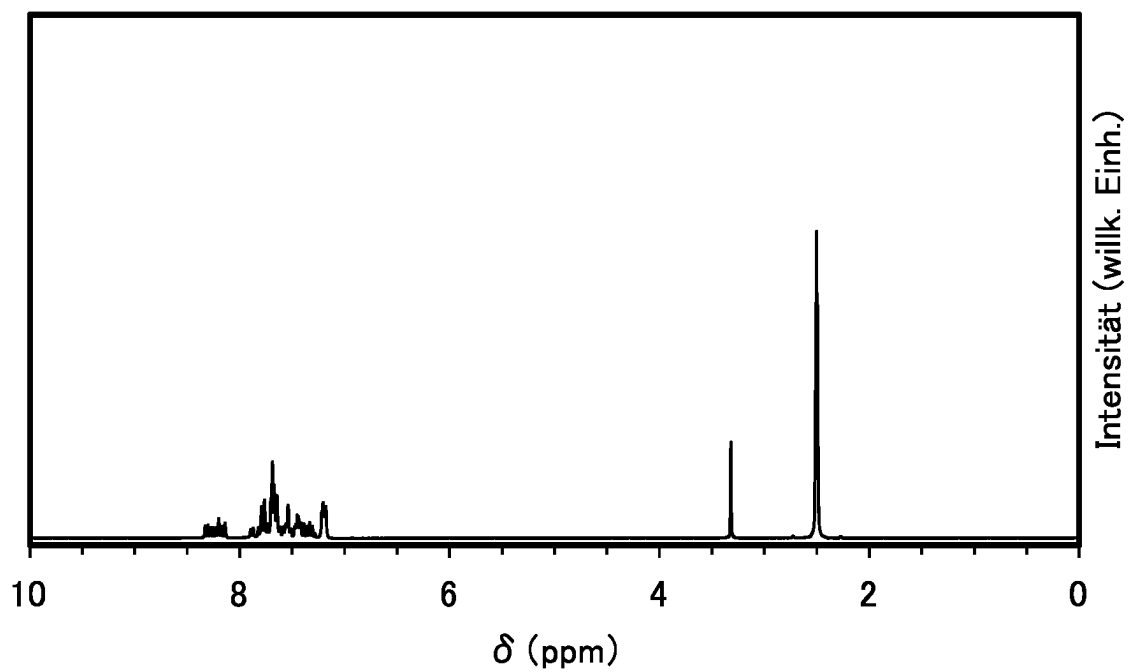


FIG. 59B

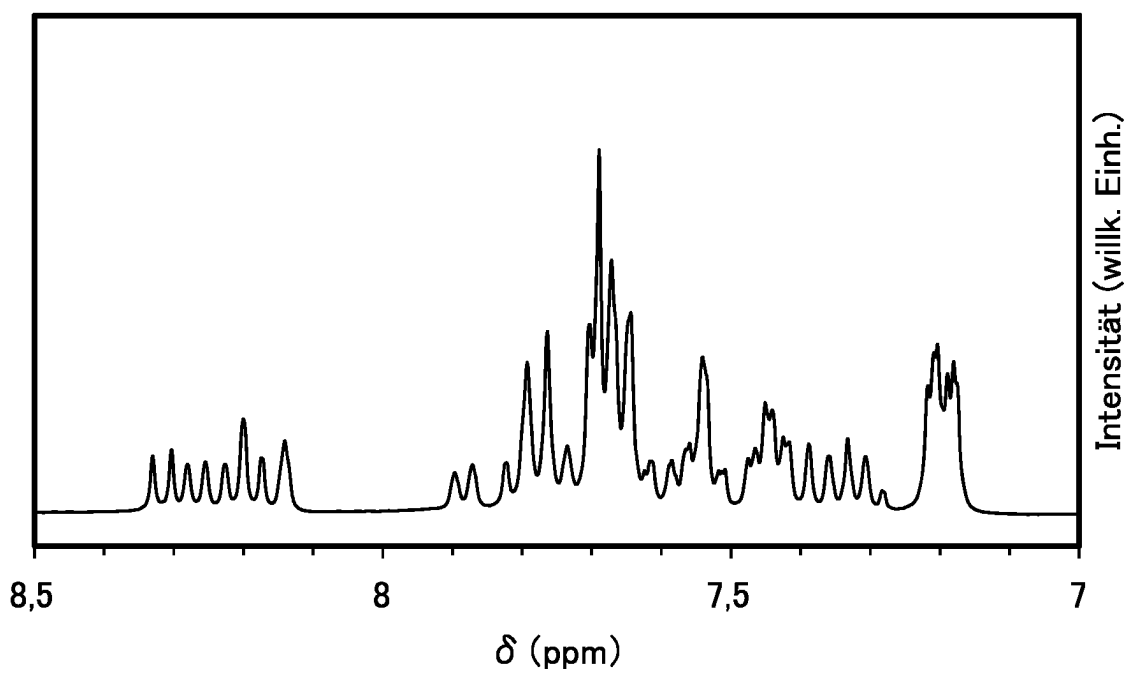


FIG. 60

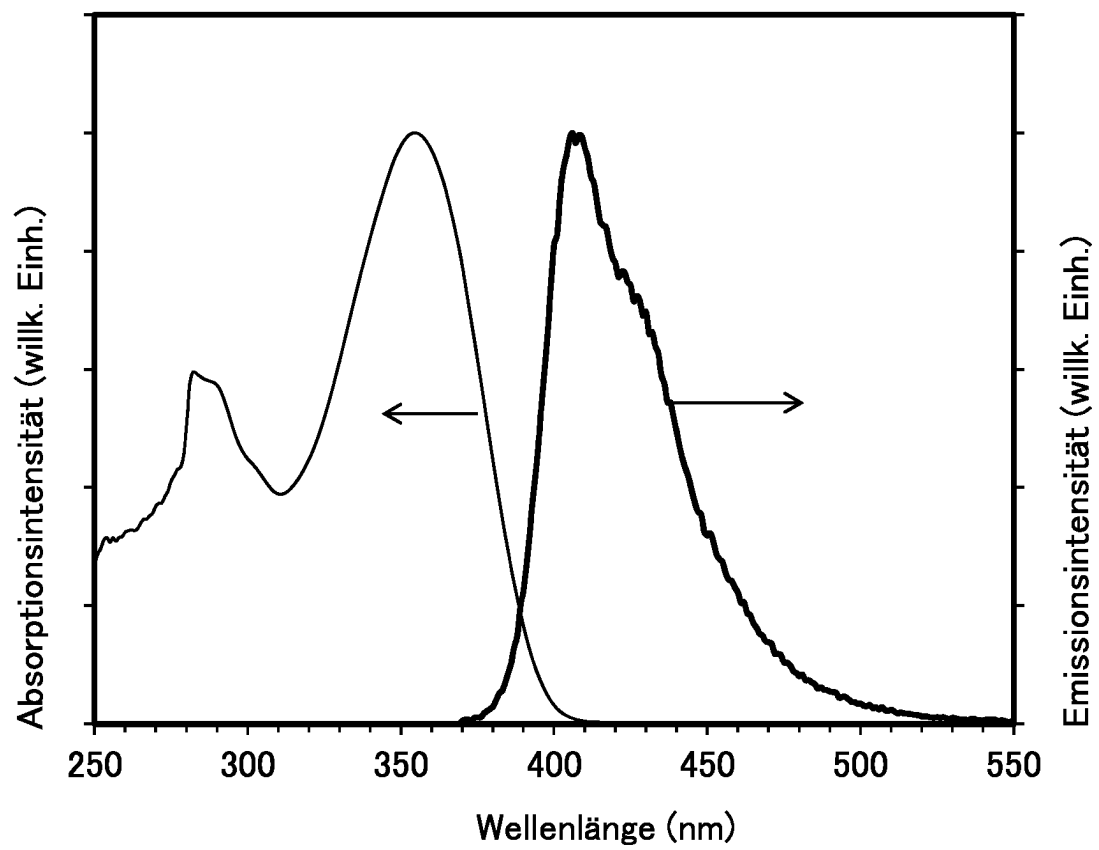


FIG. 61

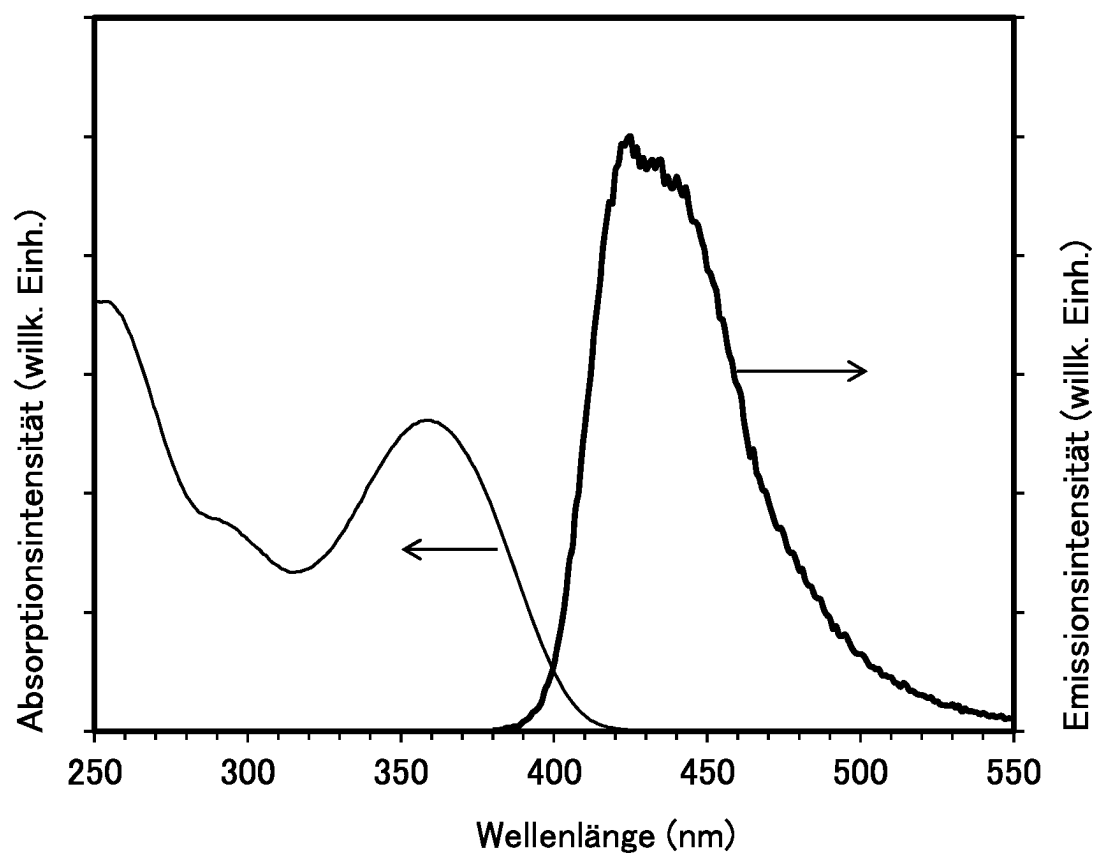


FIG. 62A

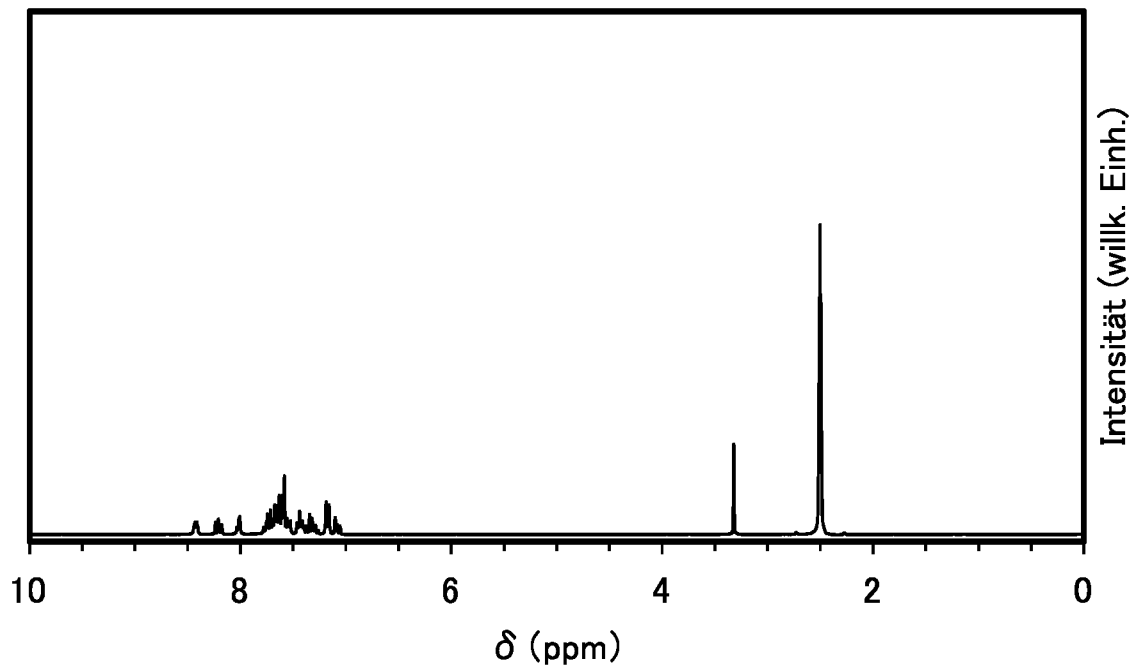


FIG. 62B

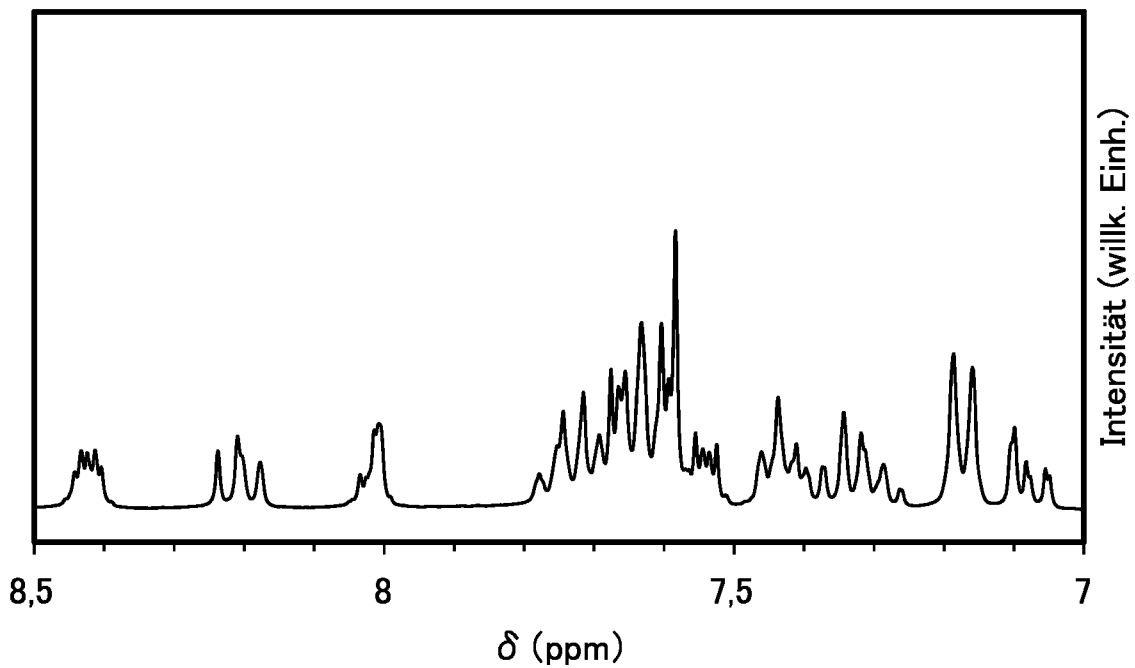


FIG. 63

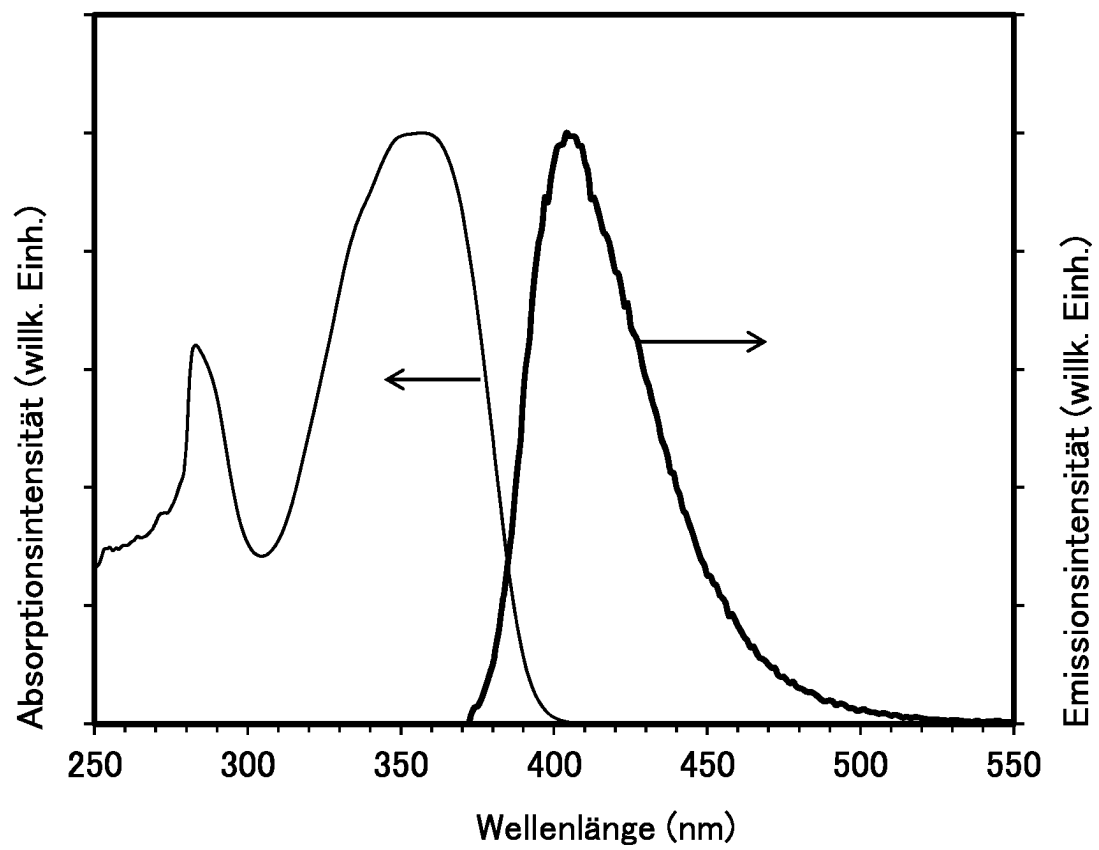


FIG. 64

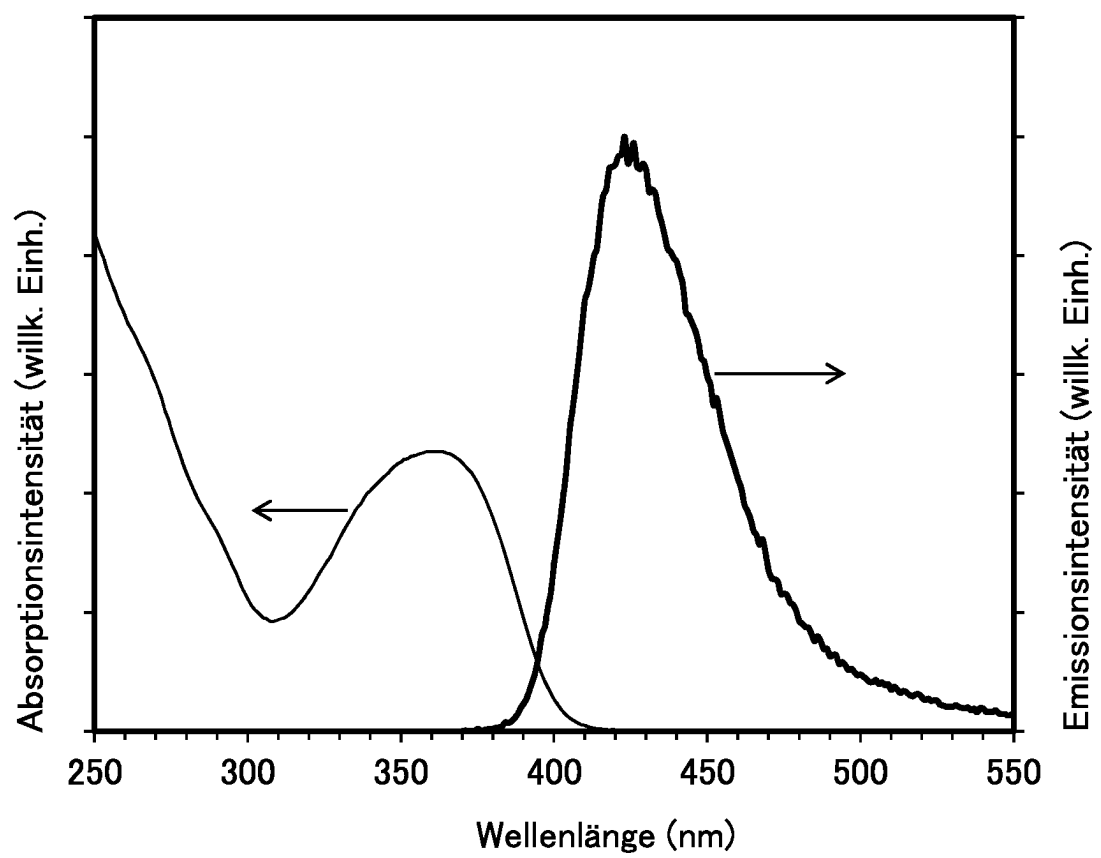


FIG. 65A

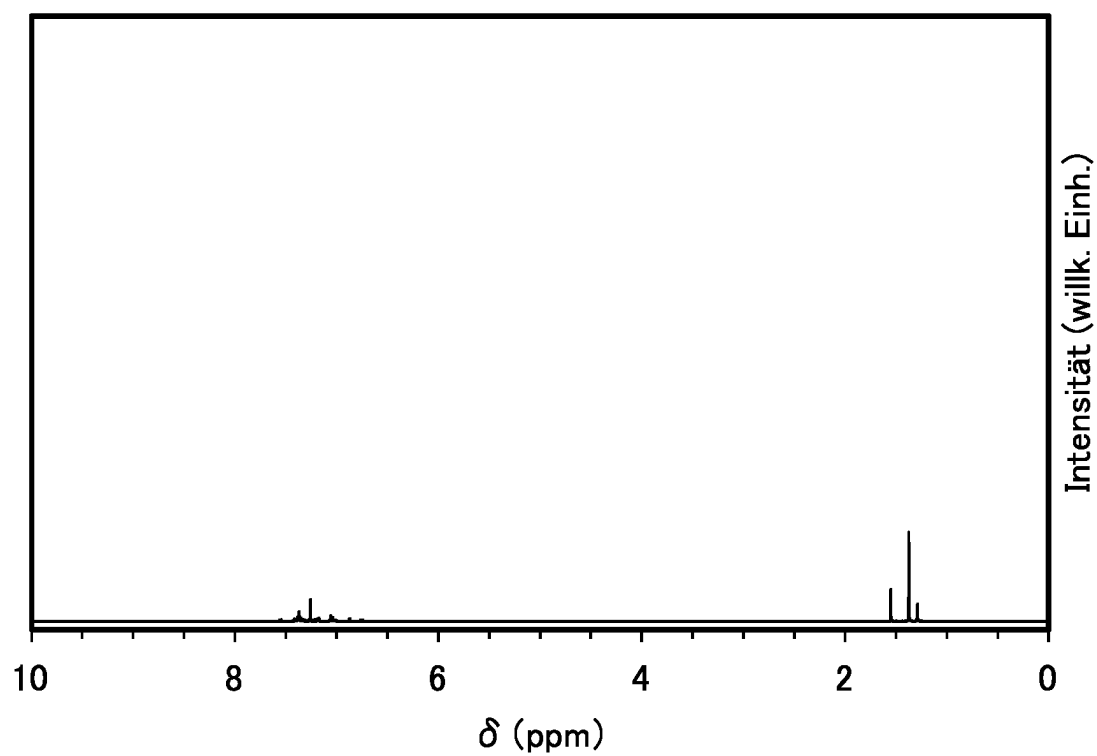


FIG. 65B

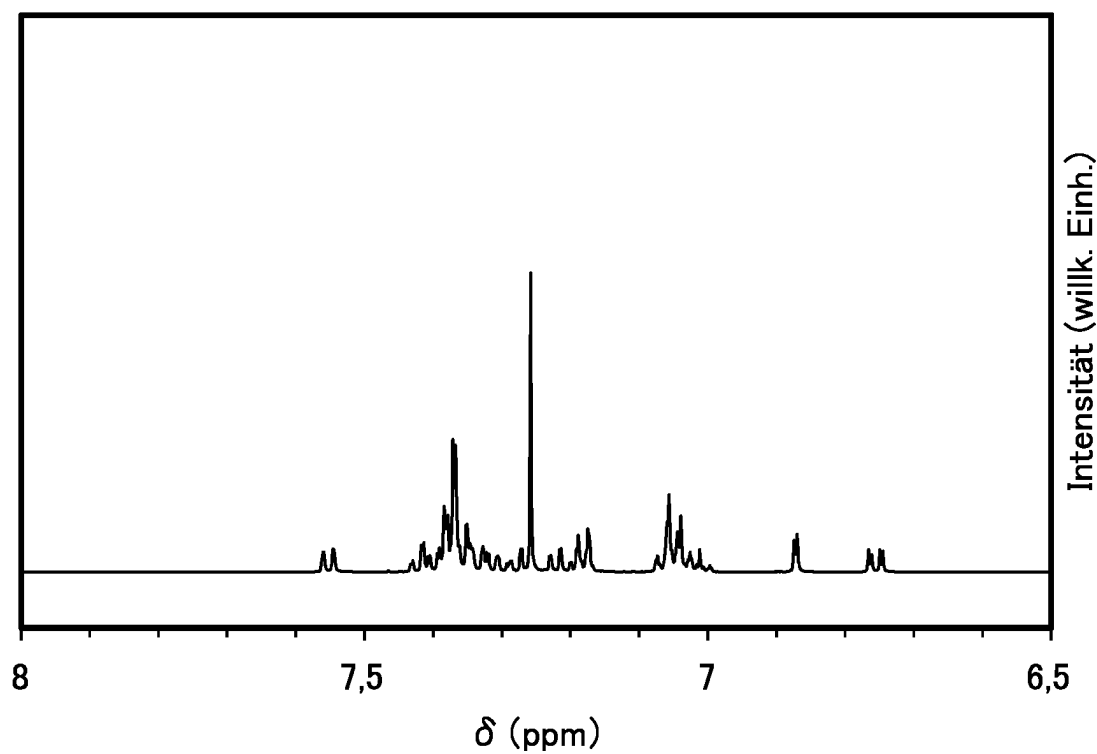


FIG. 66

