



(10) **DE 10 2020 118 101 A1** 2021.01.14

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2020 118 101.9**

(22) Anmeldetag: **09.07.2020**

(43) Offenlegungstag: **14.01.2021**

(51) Int Cl.: **C07D 209/82** (2006.01)

C07D 307/91 (2006.01)

H01L 51/54 (2006.01)

H01L 27/32 (2006.01)

C09K 11/06 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

2019-129980

12.07.2019

JP

(71) Anmelder:

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

(72) Erfinder:

**Tada, Anna, Atsugi-shi, Kanagawa-ken, JP;
Kawakami, Sachiko, Atsugi-shi, Kanagawa-ken, JP; Okuyama, Takumu, Atsugi-shi,
Kanagawa-ken, JP; Suzuki, Tsunenori, Atsugi-shi, Kanagawa-ken, JP; Seo, Satoshi, Atsugi-shi,
Kanagawa-ken, JP**

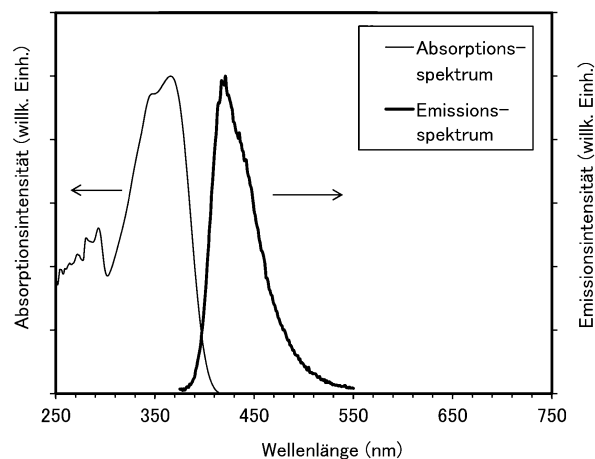
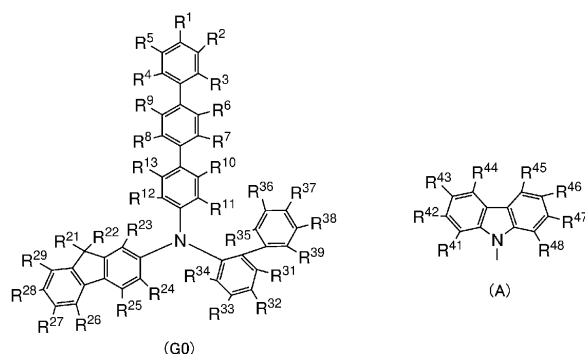
(74) Vertreter:

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

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

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

(57) Zusammenfassung: Eine organische Verbindung mit hoher Wärmebeständigkeit wird bereitgestellt. Eine Licht emittierende Vorrichtung mit hoher Emissionseffizienz und hoher Zuverlässigkeit wird bereitgestellt. Eine organische Verbindung, die durch eine allgemeine Formel (G0) dargestellt wird, wird bereitgestellt. In der allgemeinen Formel (G0) stellt eines von R¹ bis R⁵ eine allgemeine Formel (A) dar, und die anderen von R¹ bis R⁵, R⁶ bis R¹³, R²¹ bis R²⁹, R³¹ bis R³⁹ und R⁴¹ bis R⁴⁸ stellen jeweils unabhängig voneinander Wasserstoff, eine Alkyl-Gruppe mit 1 bis 6 Kohlenstoffatomen, eine Cycloalkyl-Gruppe mit 3 bis 6 Kohlenstoffatomen oder eine substituierte oder nicht substituierte Aryl-Gruppe mit 6 bis 13 Kohlenstoffatomen dar. R²¹ und R²² können aneinander gebunden sein, um einen Spiroring zu bilden.



Beschreibung

Hintergrund der Erfindung

Gebiet der Erfindung

[0001] Eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung betrifft eine organische Verbindung, eine Licht emittierende Vorrichtung, eine Licht emittierende Einrichtung, ein Licht emittierendes Modul, ein elektronisches Gerät und eine Beleuchtungsanordnung.

[0002] Es sei angemerkt, dass eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung nicht auf das vorstehende technische Gebiet beschränkt ist. Beispiele für das technische Gebiet einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung umfassen eine Halbleitervorrichtung, eine Anzeigevorrichtung, eine Licht emittierende Einrichtung, eine Energiespeichervorrichtung, eine Speichervorrichtung, ein elektronisches Gerät, eine Beleuchtungsanordnung, eine Eingabevorrichtung (z. B. einen Berührungssensor), eine Eingabe-/Ausgabevorrichtung (z. B. einen Touchscreen), ein Betriebsverfahren dafür und ein Herstellungsverfahren dafür.

Beschreibung des Standes der Technik

[0003] Die Forschung und Entwicklung sind aktiv an Licht emittierenden Vorrichtungen, bei denen ein organisches Elektrolumineszenz- (EL-) Phänomen genutzt wird (auch als organische EL-Vorrichtungen oder organische EL-Elemente bezeichnet), durchgeführt worden. Bei einer grundlegenden Struktur einer organischen EL-Vorrichtung ist eine Schicht, die eine Licht emittierende organische Verbindung enthält (im Folgenden auch als Licht emittierende Schicht bezeichnet), zwischen einem Paar von Elektroden angeordnet. Durch Anlegen einer Spannung an die organische EL-Vorrichtung kann eine Lichtemission von der Licht emittierenden organischen Verbindung erhalten werden.

[0004] Eine organische EL-Vorrichtung ist für eine Anzeigevorrichtung geeignet, da sie die folgenden Merkmale aufweist: Sie ist leicht in ihrer Dicke und Gewicht verringerbare, weisen eine schnelle Antwort auf ein Eingangssignal auf und können mit einer Gleichstrom-Niederspannungsquelle betrieben werden.

[0005] Außerdem kann eine organische EL-Vorrichtung in Form eines Films ausgebildet werden, und daher kann sie eine planare Lichtemission bereitstellen. Dementsprechend kann eine großflächige Licht emittierende Vorrichtung leicht ausgebildet werden. Es ist schwierig, dieses Merkmal mit einer Punktlichtquelle, die durch eine Leuchtdiode (light-emitting diode, LED) typisiert wird, oder einer linearen Lichtquelle, die durch eine Fluoreszenzlampe typisiert wird, zu erhalten. Daher hat eine organische EL-Vorrichtung ebenfalls ein großes Potential als planare Lichtquelle, die für eine Beleuchtungsanordnung und dergleichen verwendet werden kann.

[0006] Patentedokument 1 offenbart eine aromatische Amin-Verbindung mit einer hohen Lochtransporteigenschaft als Material, das für eine Licht emittierende Vorrichtung verwendet werden kann.

[Referenz]

[Patentedokument]

[0007] [Patentedokument 1] Japanische Patentoffenlegungsschrift Nr. 2009-298779

Zusammenfassung der Erfindung

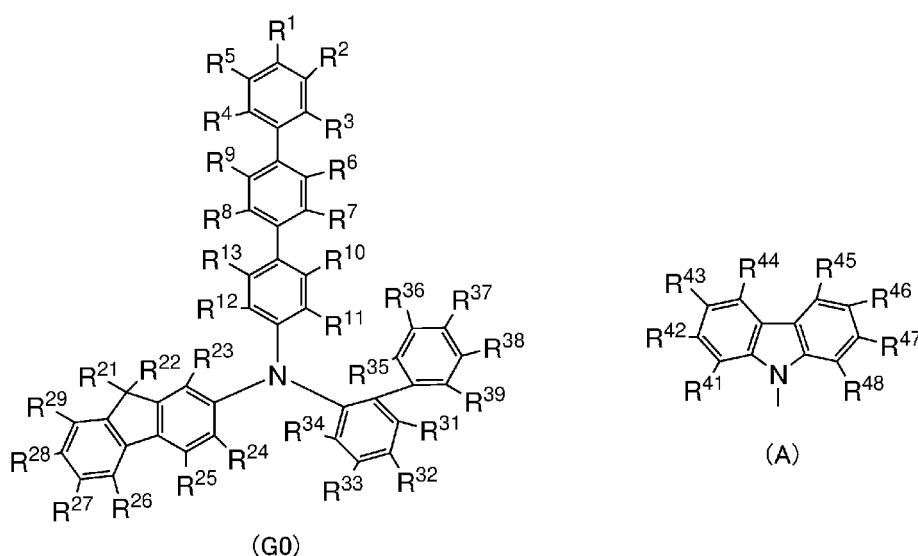
[0008] Eine Aufgabe einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist, eine neuartige organische Verbindung bereitzustellen. Eine weitere Aufgabe einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist, eine organische Verbindung mit hoher Wärmebeständigkeit bereitzustellen. Eine weitere Aufgabe einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist, eine organische Verbindung mit hoher Sublimierbarkeit bereitzustellen. Eine weitere Aufgabe einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist, eine neuartige organische Verbindung bereitzustellen, die für eine Licht emittierende Vorrichtung verwendet werden kann. Eine weitere Aufgabe einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist, eine neuartige organische Verbindung bereitzustellen, die als Lochtransportmaterial in einer Licht emittierenden Vorrichtung verwendet werden kann. Eine weitere Aufgabe einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist, eine neuartige organische Verbindung bereitzustellen, die als Wirtsmaterial, in dem eine Licht emittierende Substanz dispergiert wird, in einer Licht emittierenden Vorrichtung verwendet werden kann.

[0009] Eine weitere 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 mit hoher Wärmebeständigkeit bereitzustellen.

[0010] Es sei angemerkt, dass die Beschreibung dieser Aufgaben dem Vorhandensein weiterer Aufgaben nicht im Wege steht. Eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung muss nicht notwendigerweise sämtliche Aufgaben erfüllen. Weitere Aufgaben können aus der Erläuterung der Beschreibung, der Zeichnungen und der Patentansprüche abgeleitet werden.

[0011] Eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist eine organische Verbindung, die durch eine allgemeine Formel (G0) dargestellt wird.

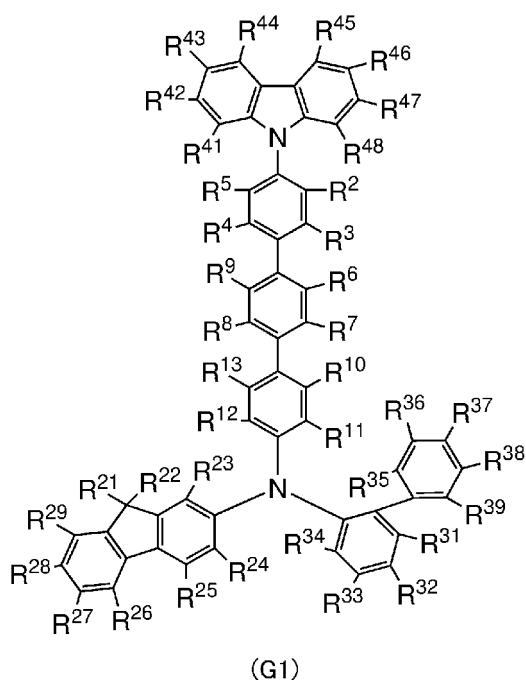
[Chemische Formel 1]



[0012] In der allgemeinen Formel (G0) stellt eines von R¹ bis R⁵ eine allgemeine Formel (A) dar; die anderen stellen jeweils unabhängig voneinander Wasserstoff, eine Alkyl-Gruppe mit 1 bis 6 Kohlenstoffatomen, eine Cycloalkyl-Gruppe mit 3 bis 6 Kohlenstoffatomen oder eine substituierte oder nicht substituierte Aryl-Gruppe mit 6 bis 13 Kohlenstoffatomen dar; und R⁶ bis R¹³, R²¹ bis R²⁹, R³¹ bis R³⁹ und R⁴¹ bis R⁴⁸ stellen jeweils unabhängig voneinander Wasserstoff, eine Alkyl-Gruppe mit 1 bis 6 Kohlenstoffatomen, eine Cycloalkyl-Gruppe mit 3 bis 6 Kohlenstoffatomen oder eine substituierte oder nicht substituierte Aryl-Gruppe mit 6 bis 13 Kohlenstoffatomen dar. Ferner können R²¹ und R²² aneinander gebunden sein, um einen Spiroring zu bilden.

[0013] Eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist eine organische Verbindung, die durch eine allgemeine Formel (G1) dargestellt wird.

[Chemische Formel 2]



[0014] In der allgemeinen Formel (G1) stellen R^2 bis R^{13} , R^{21} bis R^{29} , R^{31} bis R^{39} und R^{41} bis R^{48} jeweils unabhängig voneinander Wasserstoff, eine Alkyl-Gruppe mit 1 bis 6 Kohlenstoffatomen, eine Cycloalkyl-Gruppe mit 3 bis 6 Kohlenstoffatomen oder eine substituierte oder nicht substituierte Aryl-Gruppe mit 6 bis 13 Kohlenstoffatomen dar. Ferner können R^{21} und R^{22} aneinander gebunden sein, um einen Spiroring zu bilden.

[0015] In den allgemeinen Formeln (G0) und (G1) stellt eines von R^{35} bis R^{39} vorzugsweise eine substituierte oder nicht substituierte Phenyl-Gruppe oder eine substituierte oder nicht substituierte Naphthyl-Gruppe dar.

[0016] In den allgemeinen Formeln (G0) und (G1) ist es vorzuziehen, dass R^{21} und R^{22} gleich sind und eine Alkyl-Gruppe mit 1 bis 6 Kohlenstoffatomen oder eine substituierte oder nicht substituierte Phenyl-Gruppe darstellen.

[0017] In den allgemeinen Formeln (G0) und (G1) stellen R^{21} und R^{22} jeweils vorzugsweise eine Methyl-Gruppe dar. Alternativ stellen R^{21} und R^{22} jeweils vorzugsweise eine nicht substituierte Phenyl-Gruppe dar. Alternativ sind R^{21} und R^{22} vorzugsweise aneinander gebunden, um einen Spiroring zu bilden. Beispielsweise ist es vorzuziehen, dass R^{21} und R^{22} jeweils eine substituierte oder nicht substituierte Phenyl-Gruppe darstellen und die Phenyl-Gruppen aneinander gebunden sind, um einen Spirobifluorenring zu bilden.

[0018] In den allgemeinen Formeln (G0) und (G1) ist es vorzuziehen, dass R^{41} bis R^{48} jeweils unabhängig voneinander Wasserstoff, eine Methyl-Gruppe, eine tert-Butyl-Gruppe oder eine substituierte oder nicht substituierte Phenyl-Gruppe darstellen.

[0019] Eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist eine Licht emittierende Vorrichtung, eine Licht empfangende Vorrichtung oder eine Licht emittierende und Licht empfangende Vorrichtung, welche eine beliebige der vorstehend beschriebenen organischen Verbindungen beinhaltet.

[0020] Eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist eine Licht emittierende Vorrichtung, eine Licht empfangende Vorrichtung oder eine Licht emittierende und Licht empfangende Vorrichtung, welche zwischen einem Paar von Elektroden eine Schicht, die eine organische Verbindung enthält, beinhaltet. Die Schicht, die eine organische Verbindung enthält, beinhaltet eine beliebige der vorstehend beschriebenen organischen Verbindungen.

[0021] Eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist eine Licht emittierende Vorrichtung, die zwischen einem Paar von Elektroden eine Schicht, die eine organische Verbindung enthält, beinhaltet. Die Schicht, die eine organische Verbindung enthält, beinhaltet eine Licht emittierende Schicht und eine Lochtransportschicht. Die Licht emittierende Schicht und/oder die Lochtransportschicht beinhalten/beinhaltet eine beliebige der vorstehend beschriebenen organischen Verbindungen.

[0022] Eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist eine Licht emittierende Einrichtung, die eine beliebige der vorstehend beschriebenen Licht emittierenden Vorrichtungen und einen Transistor und/oder ein Substrat beinhaltet.

[0023] Eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist ein Licht emittierendes Modul, das die Licht emittierende Einrichtung beinhaltet. Das Licht emittierende Modul ist mit einer flexiblen gedruckten Schaltung (flexible printed circuit, nachstehend als FPC bezeichnet) oder einem Verbinder, wie z. B. einem Tape Carrier Package (TCP), versehen oder durch ein Chip-on-Glass- (COG-) Verfahren, ein Chip-on-Film- (COF-) Verfahren oder dergleichen mit einer integrierten Schaltung (integrated circuit, IC) montiert. Es sei angemerkt, dass das Licht emittierende Modul einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung einen Verbinder und/oder eine IC beinhalten kann.

[0024] Eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist ein elektronisches Gerät, das das oben erwähnte Licht emittierende Modul und eine Antenne, eine Batterie, ein Gehäuse, eine Kamera, einen Lautsprecher, ein Mikrofon und/oder einen Bedienknopf beinhaltet.

[0025] Eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist eine Beleuchtungsvorrichtung, die eine beliebige der vorstehend beschriebenen Licht emittierenden Vorrichtungen und ein Gehäuse, eine Abdeckung und/oder eine Trägerbasis beinhaltet.

[0026] Eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann eine neuartige organische Verbindung bereitstellen. Eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann eine organische Verbindung mit hoher Wärmebeständigkeit bereitstellen. Eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann eine organische Verbindung mit hoher Sublimierbarkeit bereitstellen. Eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann eine neuartige organische Verbindung bereitstellen, die für eine Licht emittierende Vorrichtung verwendet werden kann. Eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann eine neuartige organische Verbindung bereitstellen, die als Lochtransportmaterial in einer Licht emittierenden Vorrichtung verwendet werden kann. Eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann eine neuartige organische Verbindung bereitstellen, die als Wirtsmaterial, in dem eine Licht emittierende Substanz dispergiert wird, in einer Licht emittierenden Vorrichtung verwendet werden kann.

[0027] Eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann eine Licht emittierende Vorrichtung mit hoher Emissionseffizienz bereitstellen. Eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann eine Licht emittierende Vorrichtung mit niedriger Betriebsspannung bereitstellen. Eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann eine Licht emittierende Vorrichtung mit langer Lebensdauer bereitstellen. Eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann eine Licht emittierende Vorrichtung mit hoher Wärmebeständigkeit bereitstellen.

[0028] Es sei angemerkt, dass die Beschreibung dieser Effekte dem Vorhandensein weiterer Effekte nicht im Wege steht. Eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung muss nicht notwendigerweise sämtliche dieser Effekte aufweisen. Weitere Effekte können aus der Erläuterung der Beschreibung, der Zeichnungen und der Patentansprüche abgeleitet werden.

Figurenliste

Fig. 1A bis Fig. 1D sind Querschnittsansichten, die Beispiele für Licht emittierende Vorrichtungen darstellen.

Fig. 2A ist eine Draufsicht, die ein Beispiel für eine Licht emittierende Einrichtung darstellt. **Fig. 2B** und **Fig. 2C** sind Querschnittsansichten, die Beispiele für Licht emittierende Einrichtungen darstellen.

Fig. 3A und **Fig. 3C** sind Querschnittsansichten, die Beispiele für Licht emittierende Einrichtungen darstellen. **Fig. 3B** ist eine Querschnittsansicht, die Beispiele für Licht emittierende Vorrichtungen darstellt.

Fig. 4A und **Fig. 4B** sind Querschnittsansichten, die Beispiele für Licht emittierende Einrichtungen darstellen.

Fig. 5A und **Fig. 5B** sind eine Draufsicht bzw. eine Querschnittsansicht, die ein Beispiel für eine Licht emittierende Einrichtung darstellt. **Fig. 5C** und **Fig. 5D** sind Querschnittsansichten, die Beispiele für Transistoren darstellen.

Fig. 6A bis Fig. 6D stellen Beispiele für elektronische Geräte dar.

Fig. 7A bis Fig. 7F stellen Beispiele für elektronische Geräte dar.

Fig. 8A bis Fig. 8C stellen Beispiele für elektronische Geräte dar.

Fig. 9A bis Fig. 9E stellen Beispiele für elektronische Geräte dar.

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

Fig. 11 ist eine Querschnittsansicht, die eine Licht emittierende Vorrichtung eines Beispiels darstellt.

Fig. 12 zeigt die Leuchtdichte-Stromeffizienz-Eigenschaften von Licht emittierenden Vorrichtungen eines Beispiels 2.

Fig. 13 zeigt die Spannungs-Leuchtdichte-Eigenschaften von Licht emittierenden Vorrichtungen des Beispiels 2.

Fig. 14 zeigt die Spannungs-Strom-Eigenschaften von Licht emittierenden Vorrichtungen des Beispiels 2.

Fig. 15 zeigt die Leuchtdichte-externen Quanteneffizienz-Eigenschaften von Licht emittierenden Vorrichtungen des Beispiels 2.

Fig. 16 zeigt die Emissionsspektren von Licht emittierenden Vorrichtungen des Beispiels 2.

Fig. 17A und **Fig. 17B** zeigen die Ergebnisse von Zuverlässigkeitstests von Licht emittierenden Vorrichtungen des Beispiels 2.

Fig. 18 zeigt die Leuchtdichte-Stromeffizienz-Eigenschaften von Licht emittierenden Vorrichtungen eines Beispiels 3.

Fig. 19 zeigt die Spannungs-Leuchtdichte-Eigenschaften von Licht emittierenden Vorrichtungen des Beispiels 3.

Fig. 20 zeigt die Spannungs-Strom-Eigenschaften von Licht emittierenden Vorrichtungen des Beispiels 3.

Fig. 21 zeigt die Leuchtdichte-externen Quanteneffizienz-Eigenschaften von Licht emittierenden Vorrichtungen des Beispiels 3.

Fig. 22 zeigt die Emissionsspektren von Licht emittierenden Vorrichtungen des Beispiels 3.

Fig. 23A und **Fig. 23B** zeigen die Ergebnisse von Zuverlässigkeitstests von Licht emittierenden Vorrichtungen des Beispiels 3.

Fig. 24 zeigt die Leuchtdichte-Stromeffizienz-Eigenschaften von Licht emittierenden Vorrichtungen eines Beispiels 4.

Fig. 25 zeigt die Spannungs-Leuchtdichte-Eigenschaften von Licht emittierenden Vorrichtungen des Beispiels 4.

Fig. 26 zeigt die Spannungs-Strom-Eigenschaften von Licht emittierenden Vorrichtungen des Beispiels 4.

Fig. 27 zeigt die Leuchtdichte-externen Quanteneffizienz-Eigenschaften von Licht emittierenden Vorrichtungen des Beispiels 4.

Fig. 28 zeigt die Emissionsspektren von Licht emittierenden Vorrichtungen des Beispiels 4.

Fig. 29A und **Fig. 29B** zeigen die Ergebnisse von Zuverlässigkeitstests von Licht emittierenden Vorrichtungen des Beispiels 4.

Detaillierte Beschreibung der Erfindung

[0029] Ausführungsformen werden anhand der Zeichnungen ausführlich beschrieben. Es sei angemerkt, dass die vorliegende Erfindung nicht auf die folgende Beschreibung beschränkt ist und dass sich einem Fachmann 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.

[0030] Es sei angemerkt, dass bei den Strukturen der nachstehend beschriebenen Erfindung gleiche Abschnitte oder Abschnitte mit ähnlichen Funktionen in unterschiedlichen Zeichnungen durch die gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet sind und eine Beschreibung derartiger Abschnitte nicht wiederholt wird. Das gleiche Schraffurmuster wird für Abschnitte mit ähnlichen Funktionen verwendet, und in einigen Fällen sind die Abschnitte nicht durch spezifische Bezugszeichen gekennzeichnet.

[0031] Außerdem stellen die Position, die Größe, der Bereich oder dergleichen jeder in Zeichnungen dargestellten Struktur in einigen Fällen zum leichten Verständnis nicht genau die Position, die Größe, den Bereich oder dergleichen dar. Die offenbarte Erfindung ist daher nicht notwendigerweise auf die Position, die Größe, den Bereich oder dergleichen beschränkt, die in den Zeichnungen offenbart werden.

[0032] Es sei angemerkt, dass die Begriffe „Film“ und „Schicht“ je nach Sachlage oder Umständen austauschbar verwendet werden können. Beispielsweise kann der Begriff „leitende Schicht“ durch den Begriff „leitender Film“ ersetzt werden. Als weiteres Beispiel kann der Begriff „Isolierfilm“ durch den Begriff „Isolierschicht“ ersetzt werden.

(Ausführungsform 1)

[0033] Bei dieser Ausführungsform wird eine organische Verbindung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung beschrieben.

[Struktur einer organischen Verbindung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung]

[0034] Eine organische Verbindung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist ein tertiäres Amin. Die ortho-Position eines Biphenyl-Gerüsts, ein Fluoren-Gerüst und ein Terphenylen-Gerüst sind an Stickstoff desamins gebunden. Ein Carbazol-Gerüst ist an eine Phenylengruppe gebunden, die am weitesten von Stickstoff desamins des Terphenylen-Gerüsts entfernt ist.

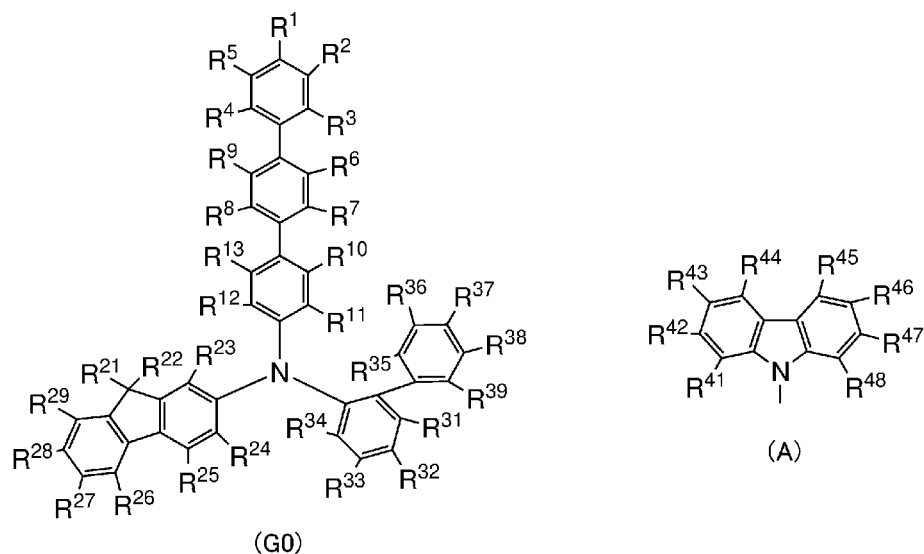
[0035] Eine Licht emittierende Vorrichtung, die in einer Umgebung mit hoher Temperatur, beispielsweise in einem Auto, verwendet wird, soll eine hohe Wärmebeständigkeit aufweisen. Auch in dem Fall, in dem eine hohe Temperatur während eines Herstellungsprozesses eines Produkts, beispielsweise während eines Versiegelungsschritts unter Verwendung einer Glasfritte, angewendet wird, soll die Licht emittierende Vorrichtung eine hohe Wärmebeständigkeit aufweisen. Aus diesen Gründen soll ein Material, das für die Licht emittierende Vorrichtung verwendet wird, in einigen Fällen eine Glasübergangstemperatur (T_g) von 100 °C oder höher, ferner 120 °C oder höher aufweisen. Bei einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann die T_g der organischen Verbindung 100 °C oder höher, ferner 120 °C oder höher sein; dementsprechend kann ein Material, das für eine Licht emittierende Vorrichtung geeignet ist, die eine hohe Wärmebeständigkeit aufweisen soll, bereitgestellt werden. In vielen Fällen werden Licht emittierende Vorrichtungen durch Vakuumverdampfung hergestellt. In diesem Fall sollen Materialien, die für die Licht emittierenden Vorrichtungen verwendet werden, eine hohe Wärmebeständigkeit und eine hohe Sublimierbarkeit aufweisen. Die Sublimationstemperatur ist bevorzugt 500 °C oder niedriger, bevorzugter 400 °C oder niedriger. Bei einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann ein Material, das nicht nur eine hohe Wärmebeständigkeit, sondern auch eine hohe Sublimierbarkeit aufweist, bereitgestellt werden, d. h., ein Material, das eine hohe Produktivität in Bezug auf die Vorrichtungsherstellung aufweist, kann bereitgestellt werden.

[0036] Die organische Verbindung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung weist eine hohe Lochtransporteigenschaft und eine hohe Elektronen blockierende Eigenschaft auf. Die organische Verbindung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann als Lochtransportmaterial in der Licht emittierenden Vorrichtung verwendet werden. Die organische Verbindung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann als Wirtsmaterial, in dem eine Licht emittierende Substanz dispergiert wird, in der Licht emittierenden Vorrichtung verwendet werden. Die Licht emittierende Vorrichtung kann eine hohe Emissionseffizienz und eine hohe Zuverlässigkeit aufweisen, indem sie die organische Verbindung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung enthält.

[0037] Die organische Verbindung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann in einer Licht empfangenden Vorrichtung, wie z. B. einer organischen Photodiode, oder einer Licht empfangenden und Licht emittierenden Vorrichtung, die sowohl eine Licht empfangende als auch eine Licht emittierende Funktion aufweist, als Ladungsträgertransportmaterial (Lochtransportmaterial) verwendet werden.

[0038] Insbesondere ist eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung eine organische Verbindung, die durch die allgemeine Formel (G0) dargestellt wird. Es sei angemerkt, dass nicht nur organische Verbindungen mit den Strukturen, die durch die folgenden allgemeinen Formeln dargestellt werden, sondern auch Materialien für Licht emittierende Vorrichtungen mit den Strukturen und Materialien für Licht empfangende Vorrichtungen mit den Strukturen jeweils eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung sind.

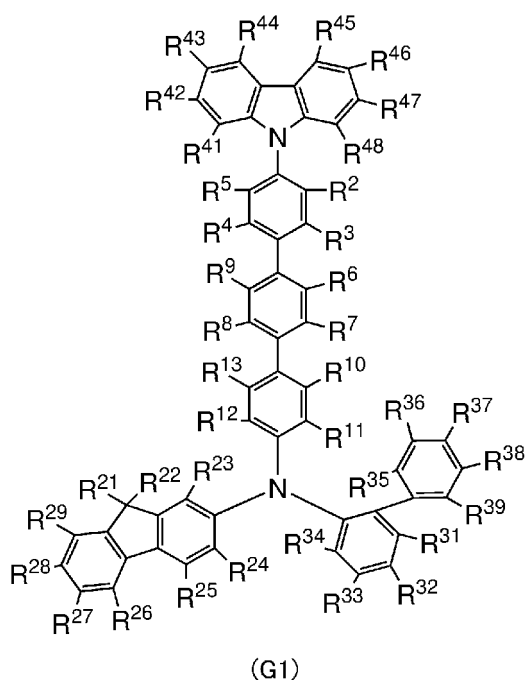
[Chemische Formel 3]



[0039] In der allgemeinen Formel (G0) stellt eines von R^1 bis R^5 die allgemeine Formel (A) dar; die anderen stellen jeweils unabhängig voneinander Wasserstoff, eine Alkyl-Gruppe mit 1 bis 6 Kohlenstoffatomen, eine Cycloalkyl-Gruppe mit 3 bis 6 Kohlenstoffatomen oder eine substituierte oder nicht substituierte Aryl-Gruppe mit 6 bis 13 Kohlenstoffatomen dar; R^6 bis R^{13} , R^{21} bis R^{29} , R^{31} bis R^{39} und R^{41} bis R^{48} stellen jeweils unabhängig voneinander Wasserstoff, eine Alkyl-Gruppe mit 1 bis 6 Kohlenstoffatomen, eine Cycloalkyl-Gruppe mit 3 bis 6 Kohlenstoffatomen oder eine substituierte oder nicht substituierte Aryl-Gruppe mit 6 bis 13 Kohlenstoffatomen dar; und R^{21} und R^{22} können aneinander gebunden sein, um einen Spiroring zu bilden.

[0040] Unter organischen Verbindungen, die durch die allgemeine Formel (G0) dargestellt werden, werden organische Verbindungen, die durch die allgemeine Formel (G1) dargestellt werden, stärker bevorzugt. Eine Molekularstruktur, bei der eine Carbazolyl-Gruppe an die para-Position eines Terphenylen-Gerüsts gebunden ist, kann im Vergleich zu einer Molekularstruktur, bei der eine Carbazolyl-Gruppe an die ortho-Position oder meta-Position eines Terphenylen-Gerüsts gebunden ist, die Wärmebeständigkeit einer organischen Verbindung erhöhen.

[Chemische Formel 4]



[0041] In der allgemeinen Formel (G1) stellen R^2 bis R^{13} , R^{21} bis R^{29} , R^{31} bis R^{39} und R^{41} bis R^{48} jeweils unabhängig voneinander Wasserstoff, eine Alkyl-Gruppe mit 1 bis 6 Kohlenstoffatomen, eine Cycloalkyl-Gruppe mit 3 bis 6 Kohlenstoffatomen oder eine substituierte oder nicht substituierte Aryl-Gruppe mit 6 bis 13 Kohlenstoffatomen dar; und R^{21} und R^{22} können aneinander gebunden sein, um einen Spiroring zu bilden.

[0042] Eines von R^{35} bis R^{39} stellt vorzugsweise eine substituierte oder nicht substituierte Phenyl-Gruppe oder eine substituierte oder nicht substituierte Naphthyl-Gruppe dar. Dadurch kann die Wärmebeständigkeit der organischen Verbindung erhöht werden.

[0043] In dem Fall, in dem die 9-Position einer Fluorenyl-Gruppe Wasserstoff ist, wird der Säuregrad des Wasserstoffs erhöht, was die Zuverlässigkeit einer Licht emittierenden Vorrichtung verringern könnte; deshalb stellen R^{21} und R^{22} , die sich jeweils in der 9-Position einer Fluorenyl-Gruppe befinden, vorzugsweise nicht Wasserstoff, sondern einen Substituenten dar. Unter Berücksichtigung der Wärmebeständigkeit und der Sublimierbarkeit der organischen Verbindung, die durch die allgemeine Formel (G1) dargestellt wird, ist es vorzuziehen, dass R^{21} und R^{22} jeweils unabhängig voneinander eine Alkyl-Gruppe mit 1 bis 6 Kohlenstoffatomen oder eine substituierte oder nicht substituierte Phenyl-Gruppe darstellen. Alternativ ist es vorzuziehen, dass R^{21} und R^{22} gleich sind und eine Alkyl-Gruppe mit 1 bis 6 Kohlenstoffatomen oder eine substituierte oder nicht substituierte Phenyl-Gruppe darstellen.

[0044] Im Hinblick auf die Kosten für die Synthese sind R^{21} und R^{22} vorzugsweise gleich.

[0045] R^{21} und R^{22} stellen jeweils vorzugsweise eine Methyl-Gruppe dar. Dadurch kann die Sublimierbarkeit der organischen Verbindung erhöht werden. Alternativ stellen R^{21} und R^{22} jeweils vorzugsweise eine nicht substituierte Phenyl-Gruppe dar. Dadurch kann die Wärmebeständigkeit der organischen Verbindung erhöht werden.

[0046] Alternativ sind R^{21} und R^{22} vorzugsweise zur Bildung eines Spirorings aneinander gebunden, um eine hohe Wärmebeständigkeit und eine hohe Zuverlässigkeit zu erzielen. Beispielsweise ist es vorzuziehen, dass R^{21} und R^{22} jeweils eine substituierte oder nicht substituierte Phenyl-Gruppe darstellen und die Phenyl-Gruppen aneinander gebunden sind, um einen Spirobifluorenring zu bilden.

[0047] Es ist vorzuziehen, dass R^{41} bis R^{48} jeweils unabhängig voneinander Wasserstoff, eine Methyl-Gruppe, eine tert-Butyl-Gruppe oder eine substituierte oder nicht substituierte Phenyl-Gruppe darstellen, um eine hohe Sublimierbarkeit oder eine hohe Zuverlässigkeit zu erzielen.

[0048] Beispiele für die Alkyl-Gruppe mit 1 bis 6 Kohlenstoffatomen in den allgemeinen Formeln (G0) und (G1) umfassen eine Methyl-Gruppe, eine Ethyl-Gruppe, eine Propyl-Gruppe, eine Isopropyl-Gruppe, eine Butyl-

Gruppe, eine sec-Butyl-Gruppe, eine Isobutyl-Gruppe, eine tert-Butyl-Gruppe, eine Pentyl-Gruppe, eine Isopentyl-Gruppe, eine sec-Pentyl-Gruppe, eine tert-Pentyl-Gruppe, eine Neopentyl-Gruppe, eine Hexyl-Gruppe, eine Isohexyl-Gruppe, eine 3-Methylpentyl-Gruppe, eine 2-Methylpentyl-Gruppe, eine 2-Ethylbutyl-Gruppe, eine 1,2-Dimethylbutyl-Gruppe, eine 2,3-Dimethylbutyl-Gruppe und eine n-Heptyl-Gruppe.

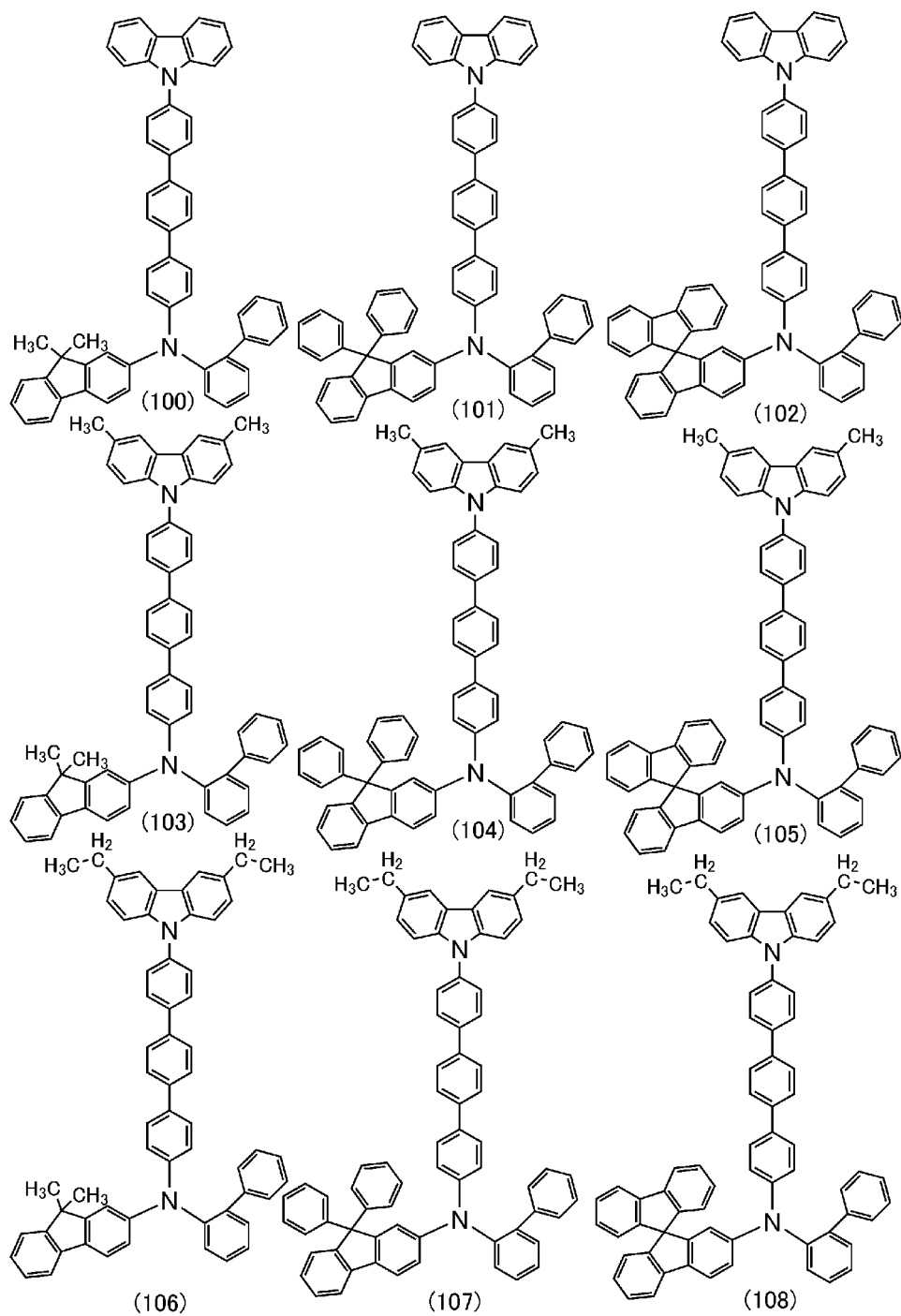
[0049] Beispiele für die Cycloalkyl-Gruppe mit 3 bis 6 Kohlenstoffatomen in den allgemeinen Formeln (G0) und (G1) umfassen eine Cyclopropyl-Gruppe, eine Cyclobutyl-Gruppe, eine Cyclopentyl-Gruppe und eine Cyclohexyl-Gruppe.

[0050] Beispiele für die substituierte oder nicht substituierte Aryl-Gruppe mit 6 bis 13 Kohlenstoffatomen in den allgemeinen Formeln (G0) und (G1) umfassen eine Phenyl-Gruppe, eine o-Tolyl-Gruppe, eine m-Tolyl-Gruppe, eine p-Tolyl-Gruppe, eine Mesityl-Gruppe, eine o-Biphenyl-Gruppe, eine m-Biphenyl-Gruppe, eine p-Biphenyl-Gruppe, eine 1-Naphthyl-Gruppe, eine 2-Naphthyl-Gruppe, eine 9H-Fluorenyl-Gruppe, eine 9,9-Dimethyl-9H-fluorenyl-Gruppe und eine 9,9'-Spirobi[9H-fluoren]-yl-Gruppe.

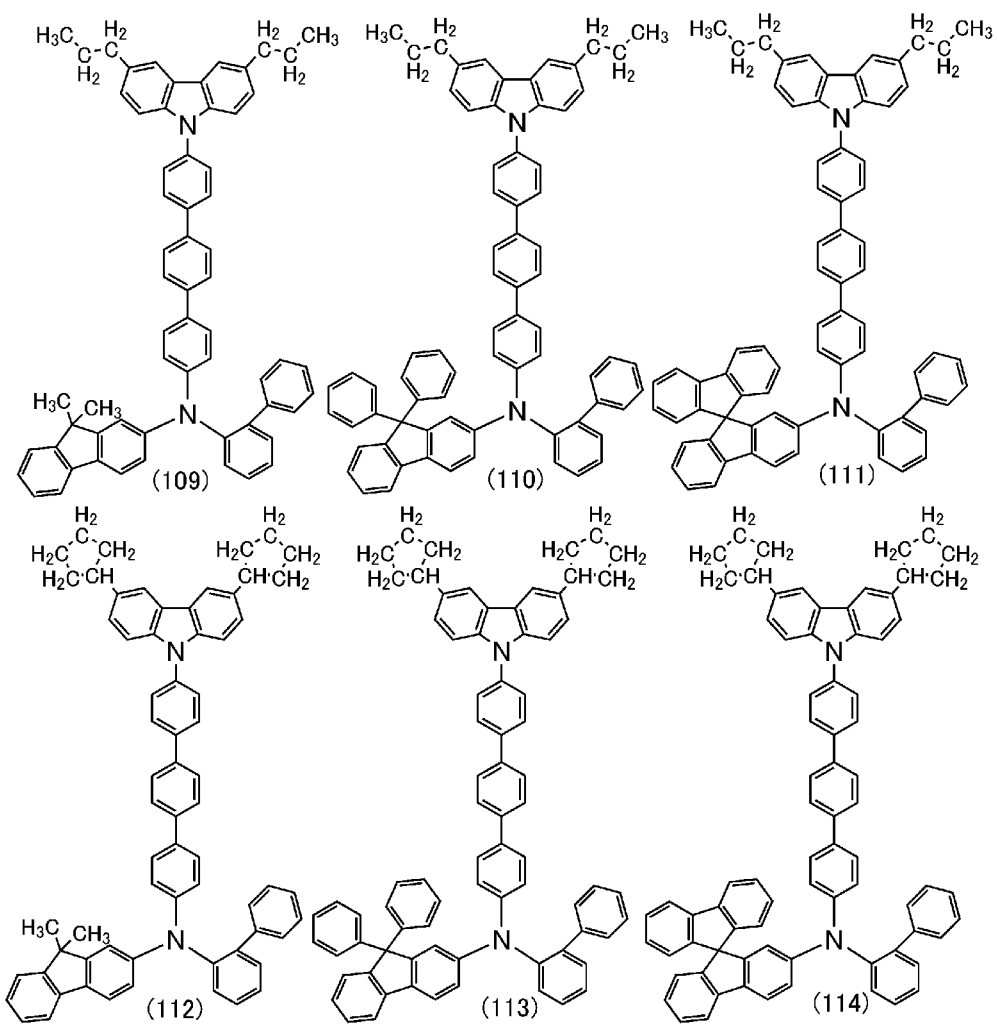
[0051] In Bezug auf ein „substituiertes oder nicht substituiertes X“ (X bezeichnet einen Ring, ein Gerüst, eine Gruppe oder dergleichen) in den allgemeinen Formeln (G0) und (G1) umfassen dann, wenn das X einen Substituenten aufweist, Beispiele für den Substituenten eine Alkyl-Gruppe mit 1 bis 6 Kohlenstoffatomen, wie z. B. eine Methyl-Gruppe, eine Ethyl-Gruppe, eine Propyl-Gruppe, eine Isopropyl-Gruppe, eine Butyl-Gruppe, eine Isobutyl-Gruppe, eine sec-Butyl-Gruppe, eine tert-Butyl-Gruppe, eine Pentyl-Gruppe oder eine Hexyl-Gruppe; eine Cycloalkyl-Gruppe mit 3 bis 6 Kohlenstoffatomen, wie z. B. eine Cyclopropyl-Gruppe, eine Cyclobutyl-Gruppe, eine Cyclopentyl-Gruppe oder eine Cyclohexyl-Gruppe; und eine Aryl-Gruppe mit 6 bis 13 Kohlenstoffatomen, wie z. B. eine Phenyl-Gruppe, eine Naphthyl-Gruppe oder eine Biphenyl-Gruppe.

[0052] Spezifische Beispiele für die Verbindung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung umfassen organische Verbindungen, die durch die Strukturformeln (100) bis (246) dargestellt werden. Es sei angemerkt, dass die vorliegende Erfindung nicht auf diese Beispiele beschränkt ist.

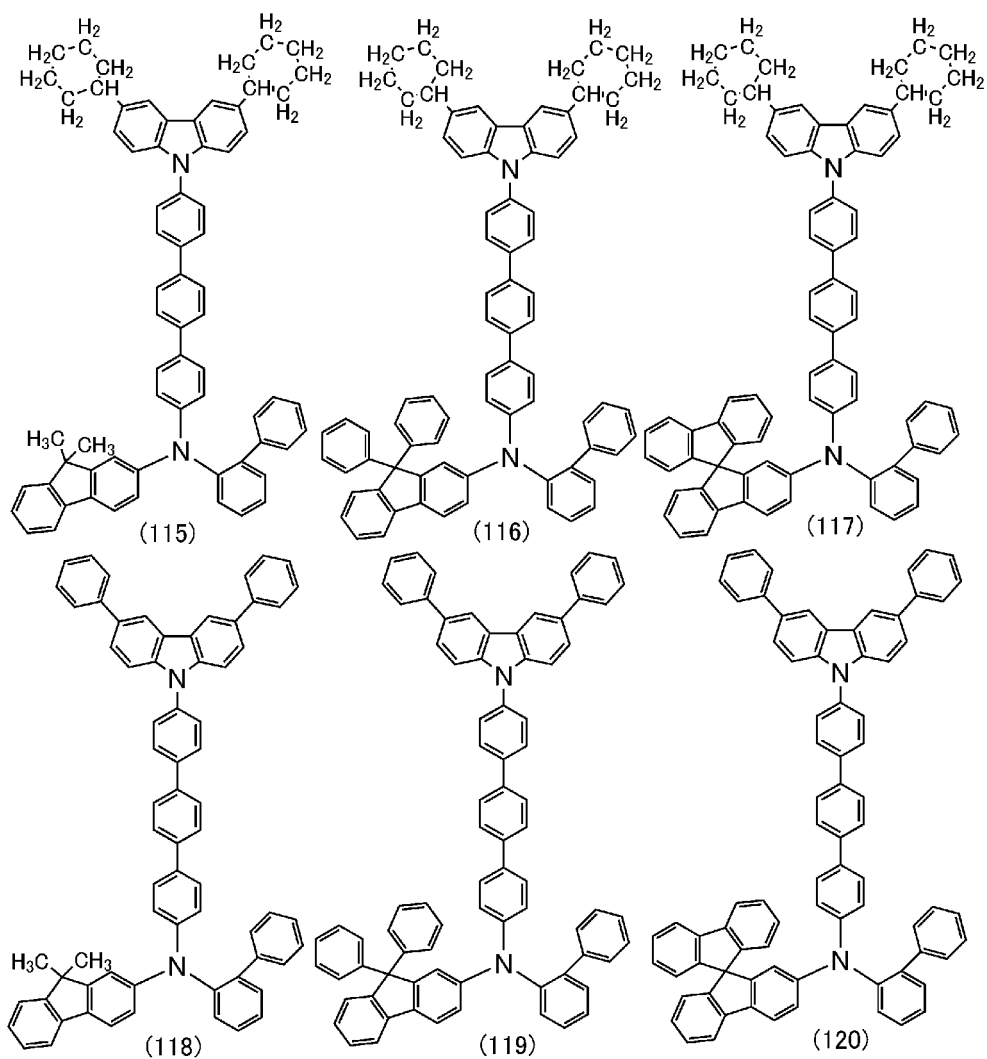
[Chemische Formel 5]



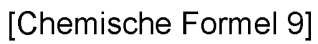
[Chemische Formel 6]

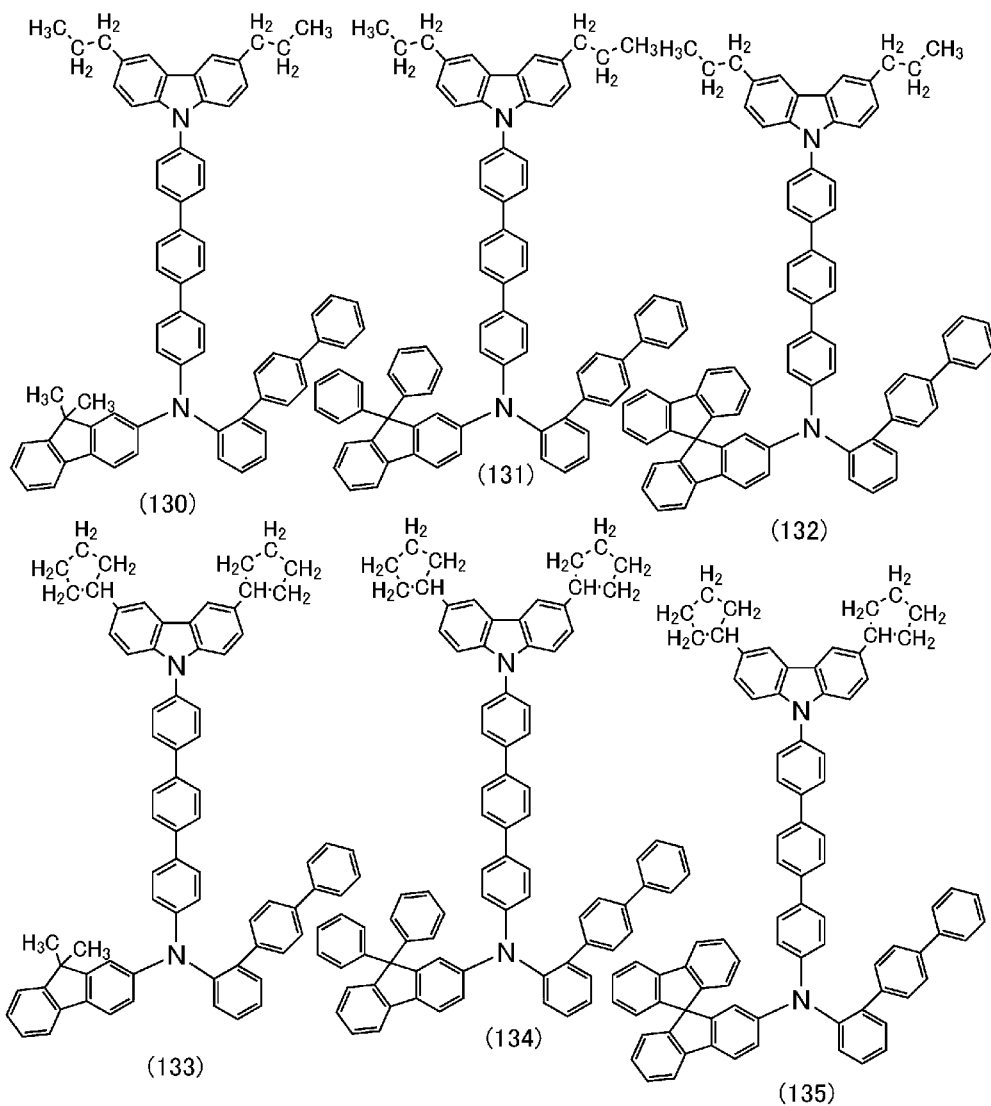


[Chemische Formel 7]

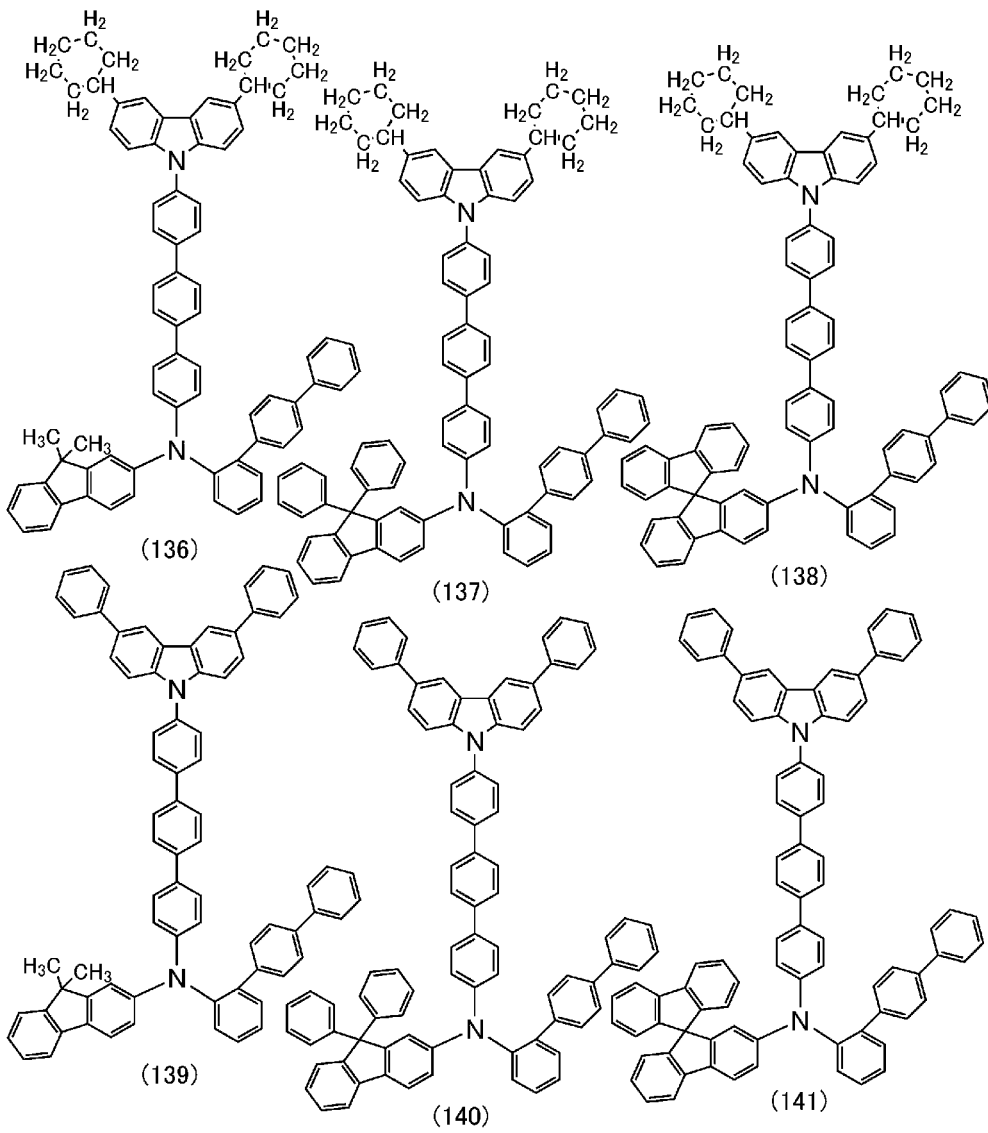


[Chemische Formel 8]





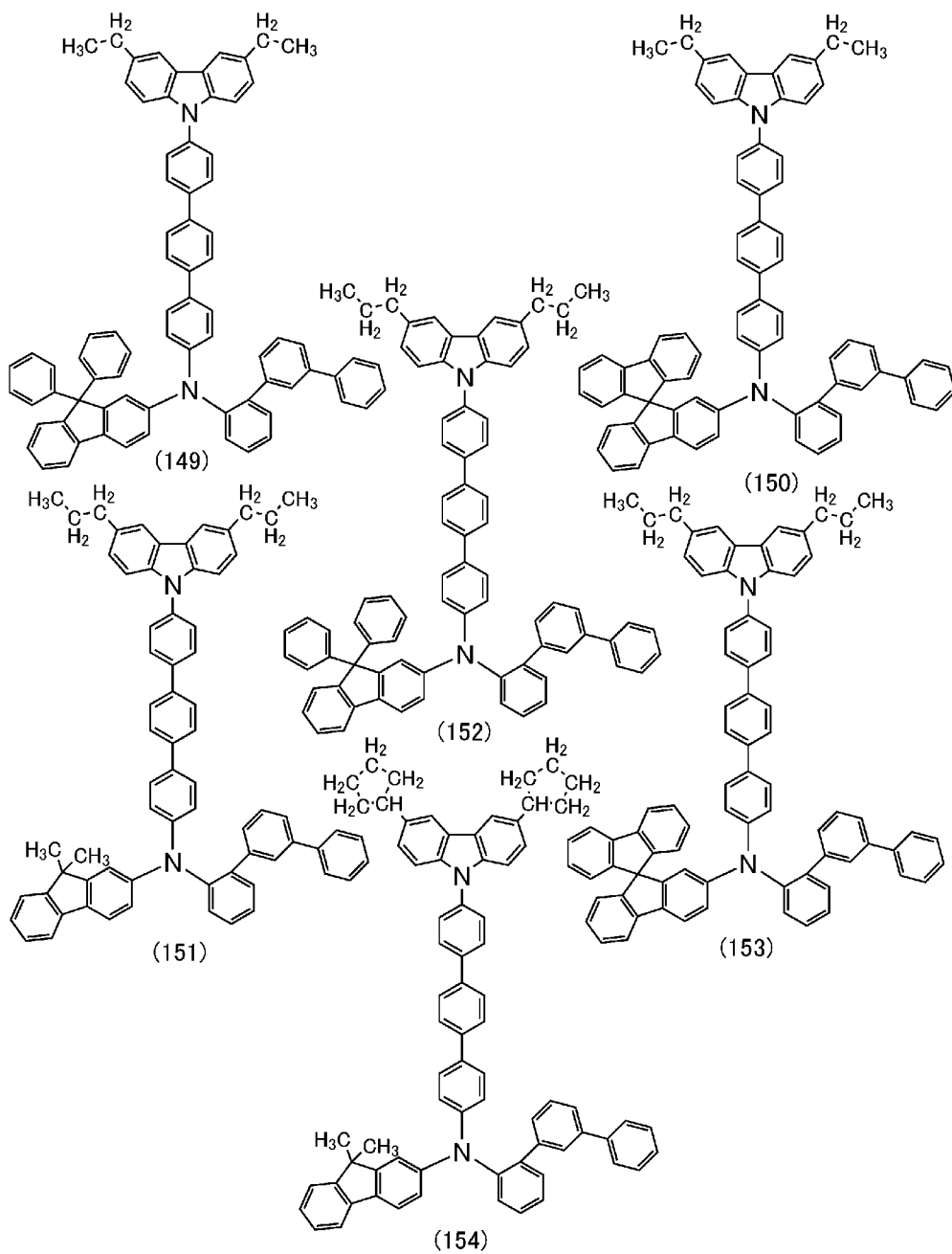
[Chemische Formel 10]



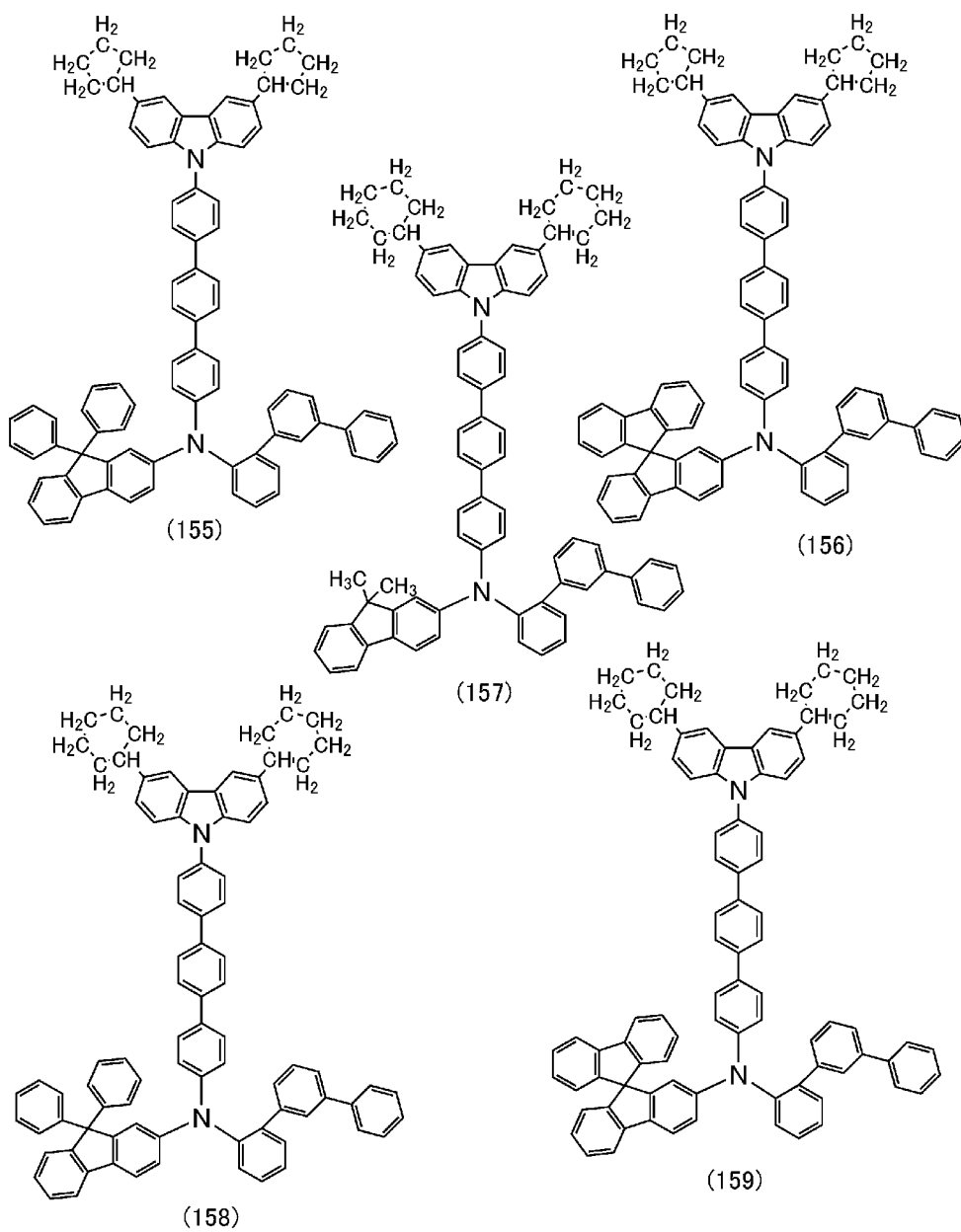
[Chemische Formel 11]



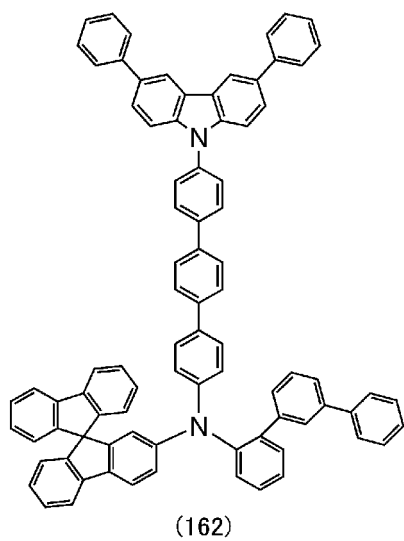
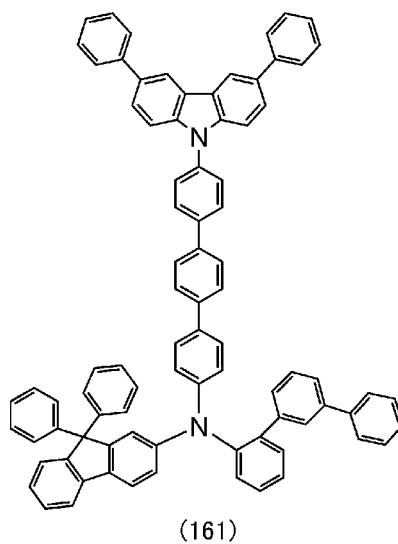
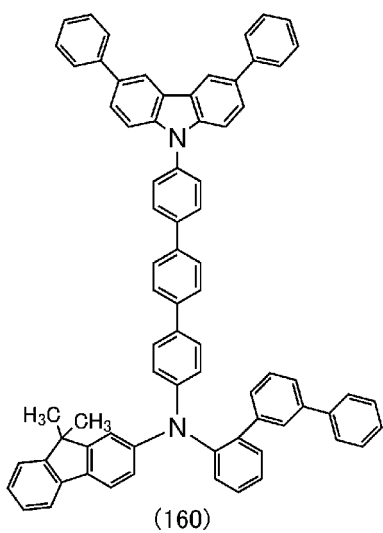
[Chemische Formel 12]



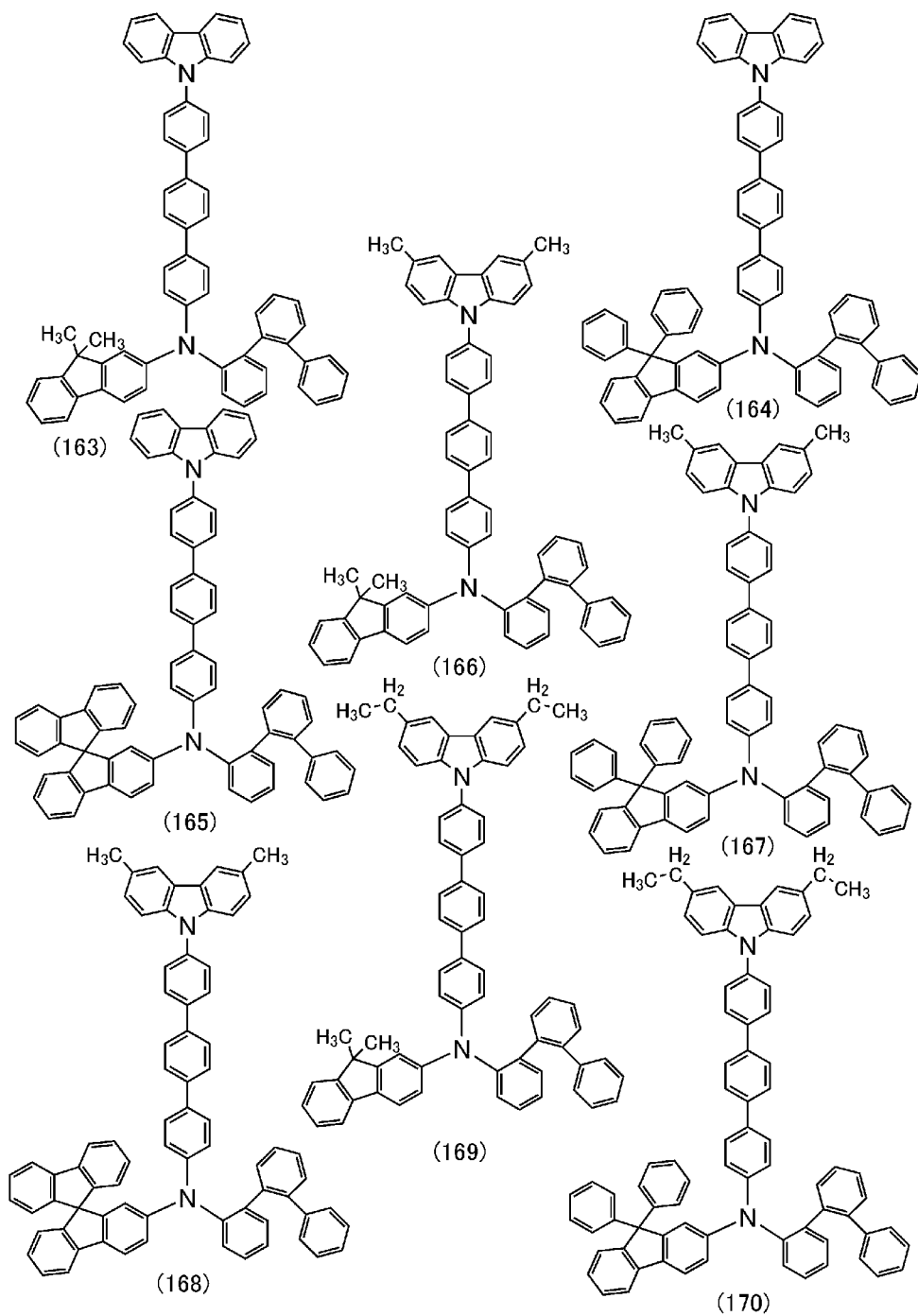
[Chemische Formel 13]



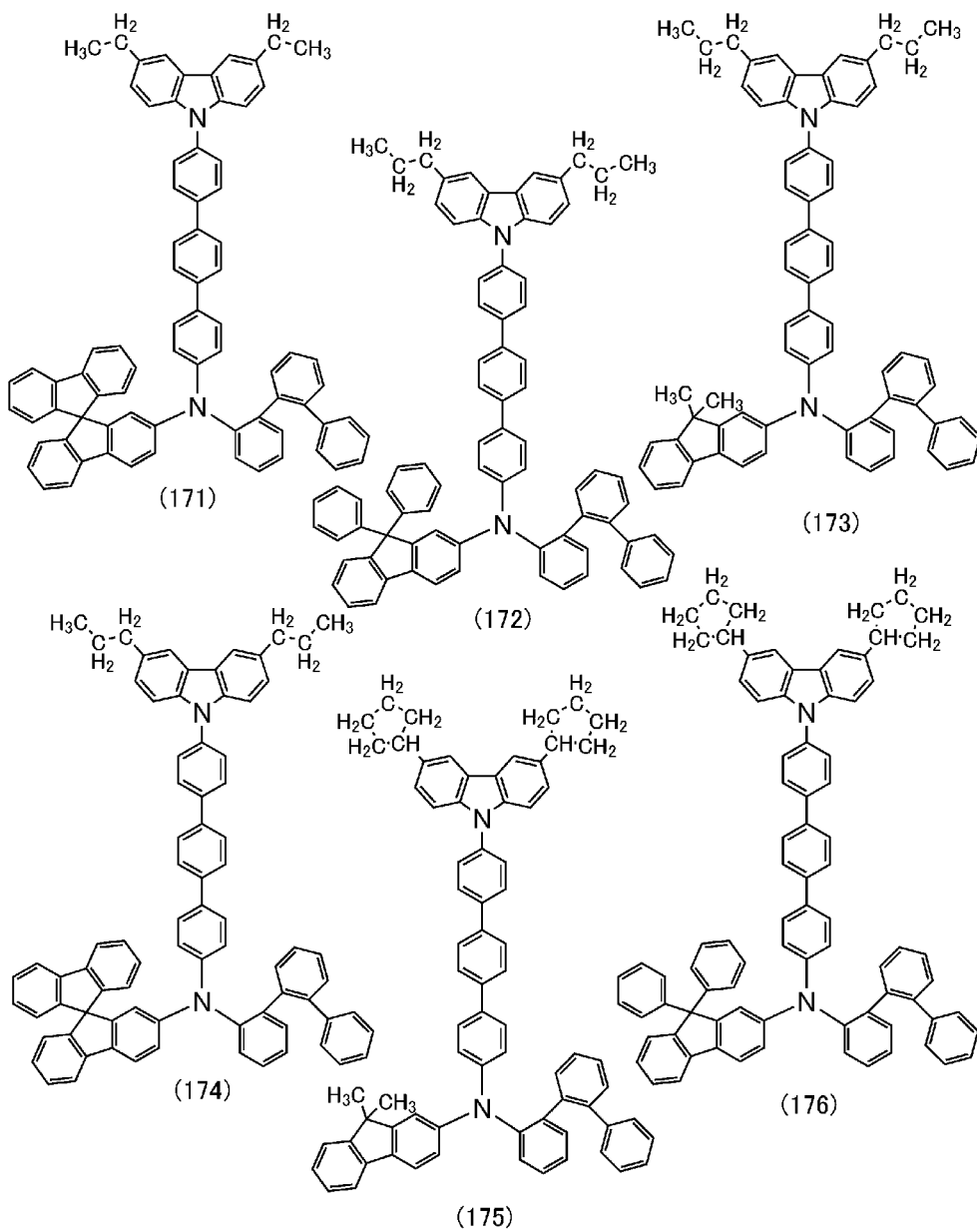
[Chemische Formel 14]



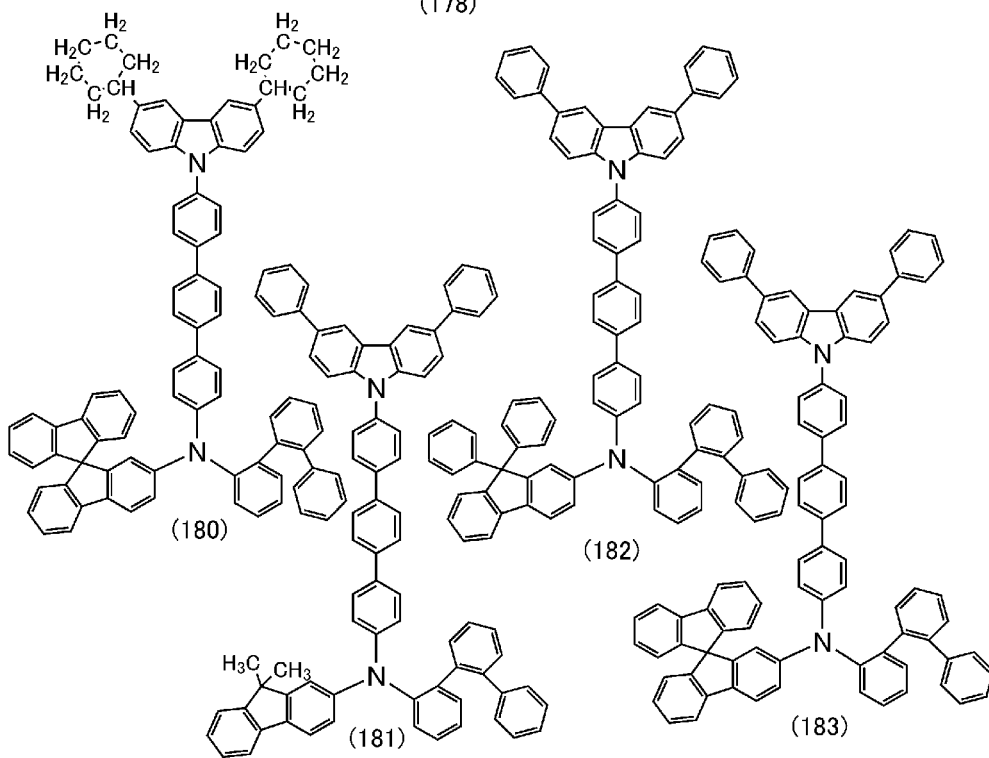
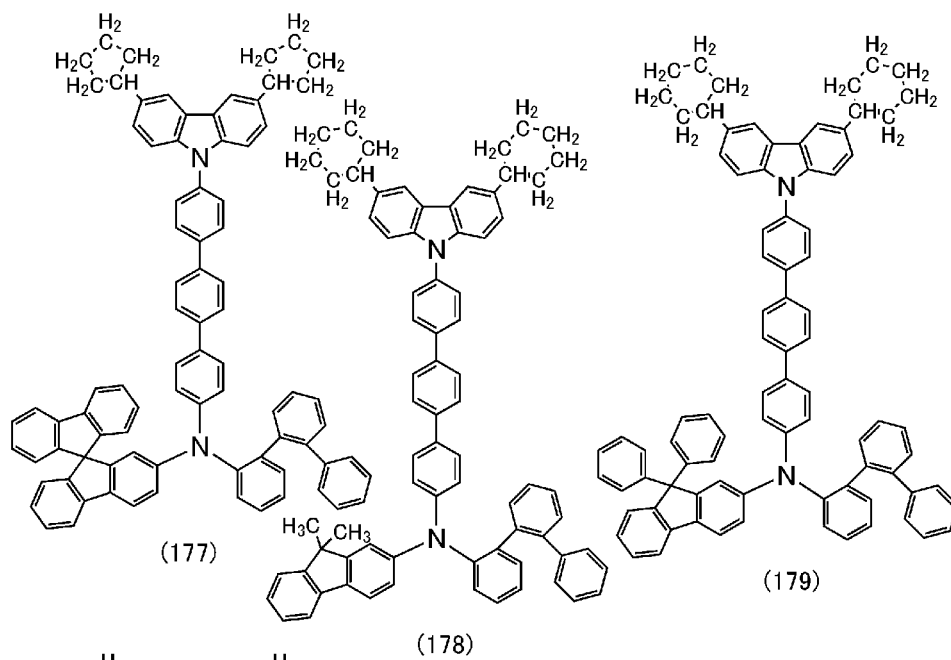
[Chemische Formel 15]



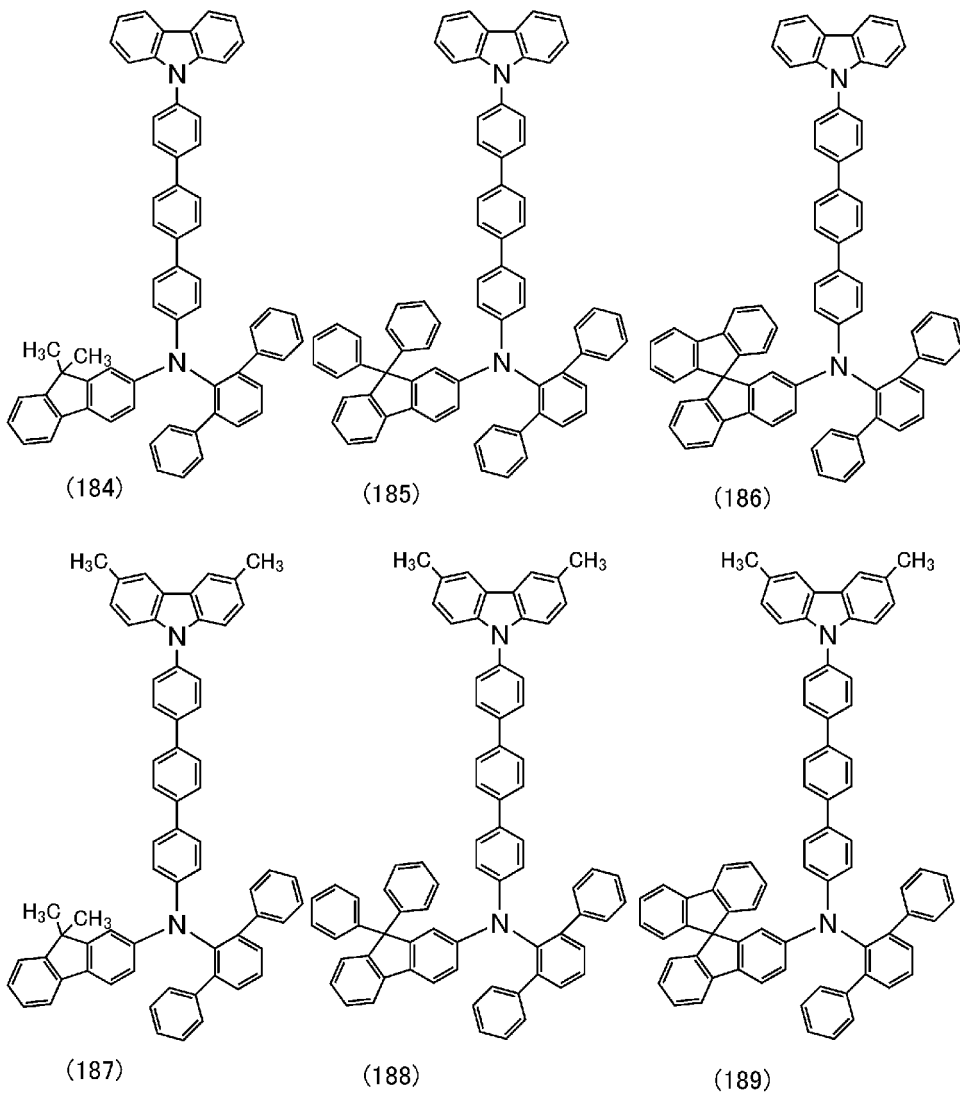
[Chemische Formel 16]



[Chemische Formel 17]



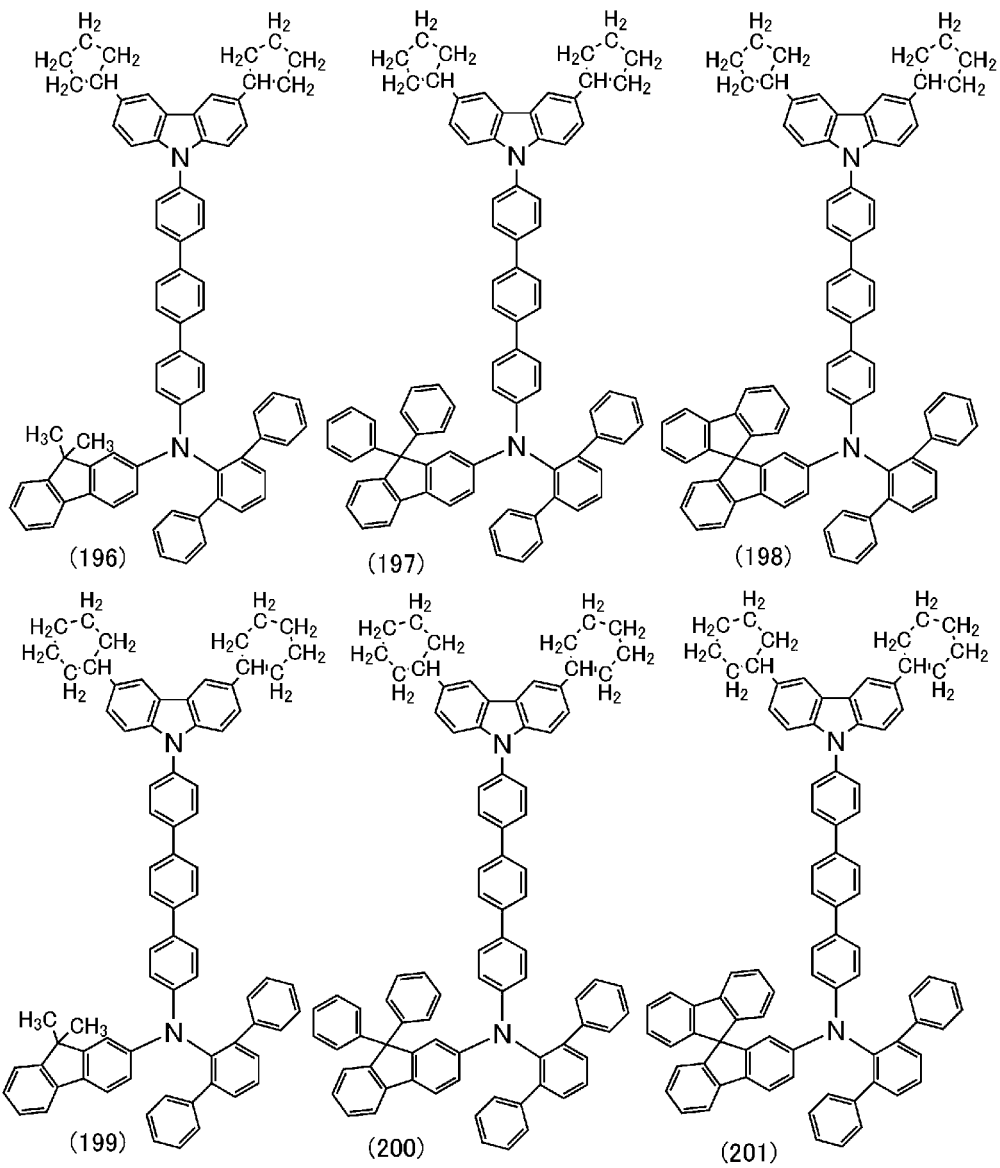
[Chemische Formel 18]



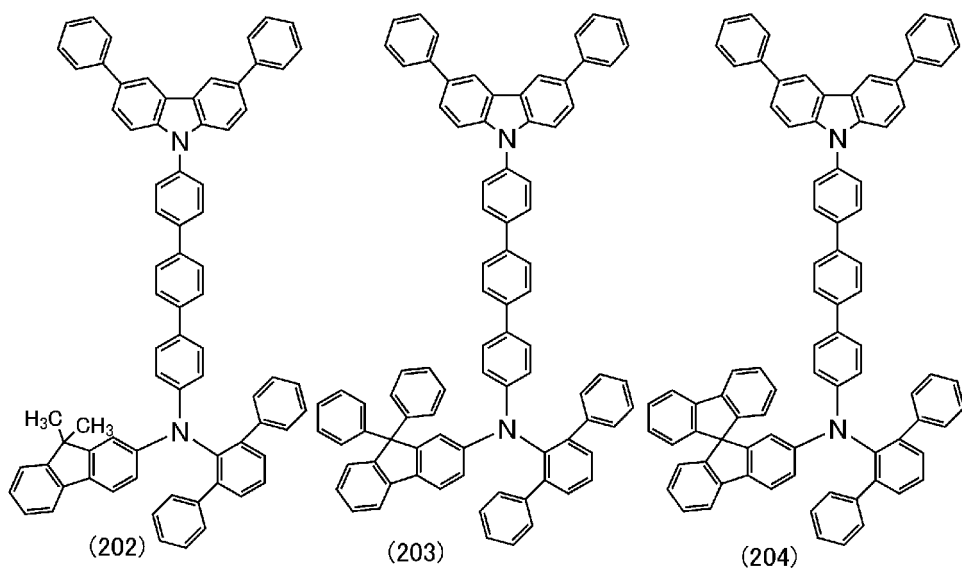
[Chemische Formel 19]



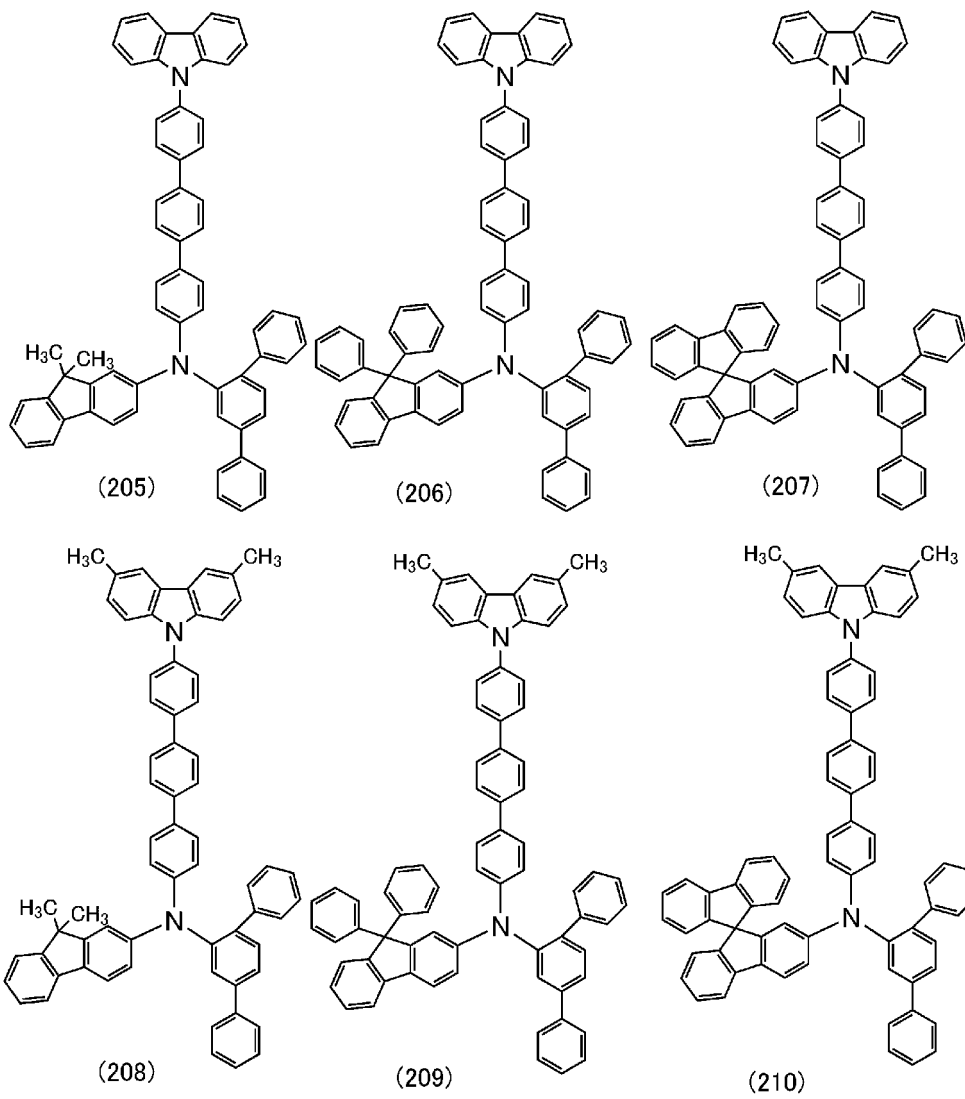
[Chemische Formel 20]



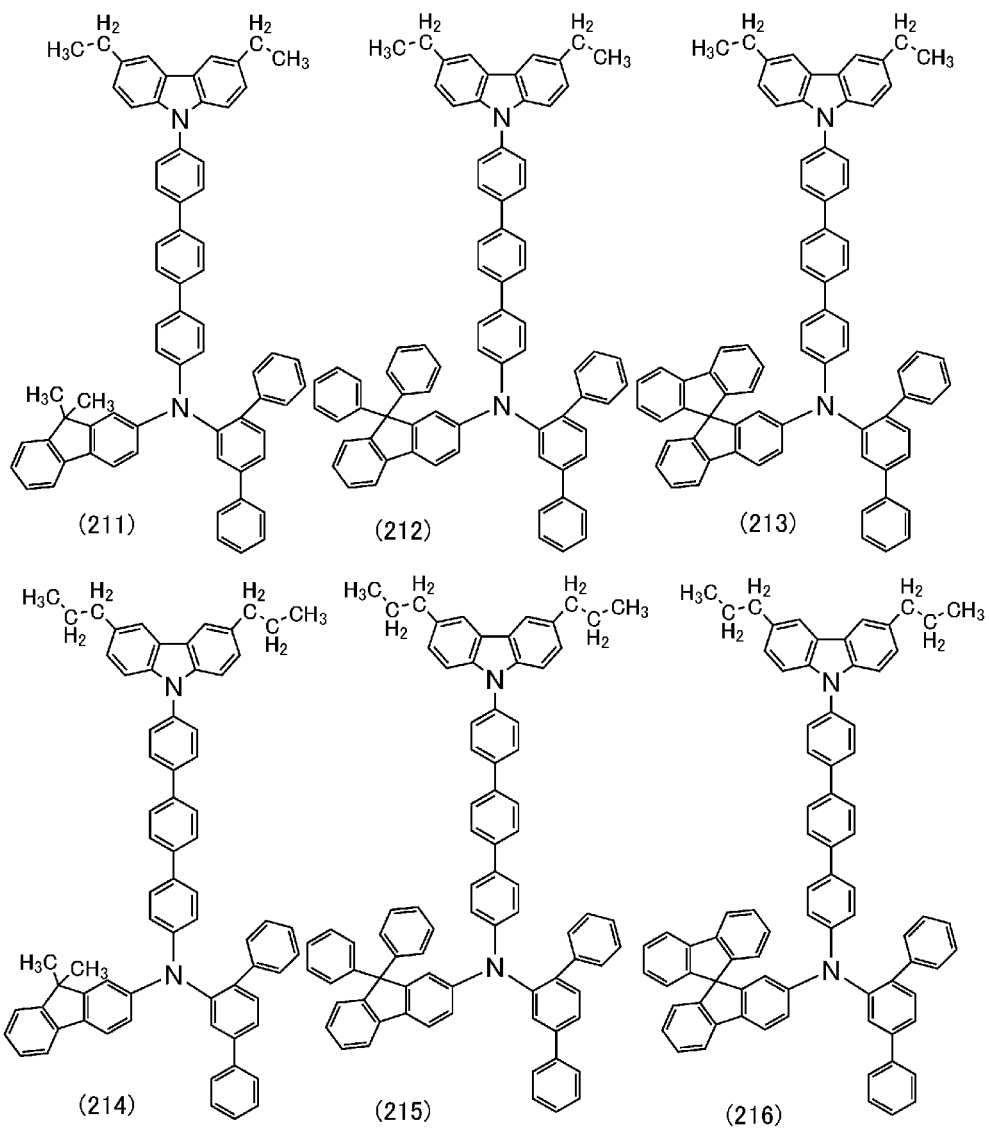
[Chemische Formel 21]



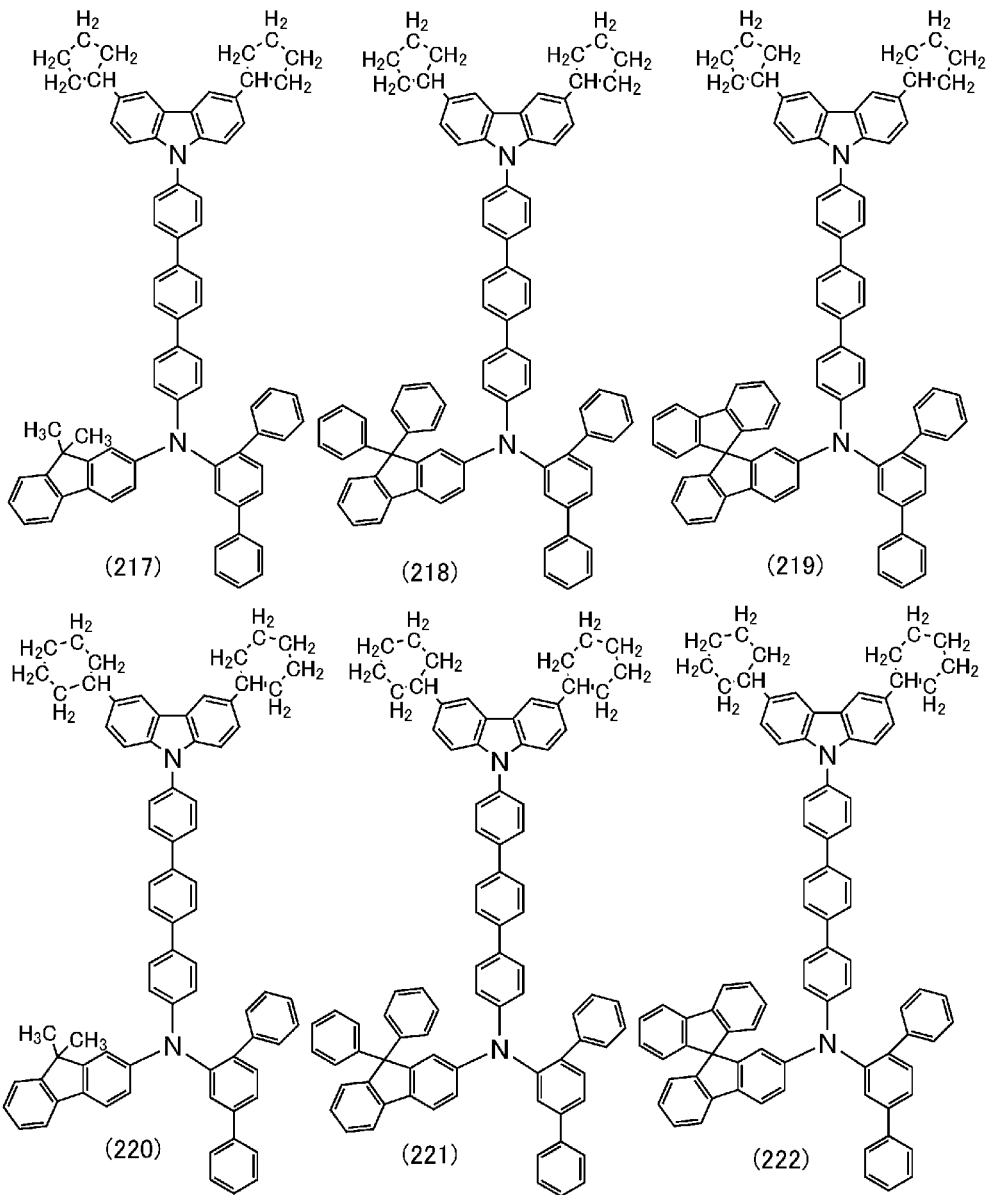
[Chemische Formel 22]



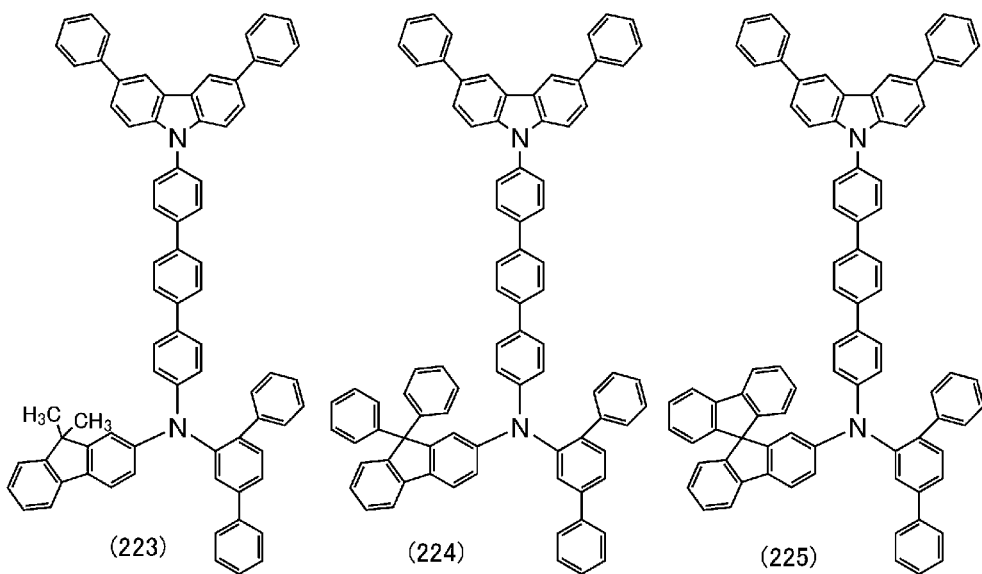
[Chemische Formel 23]



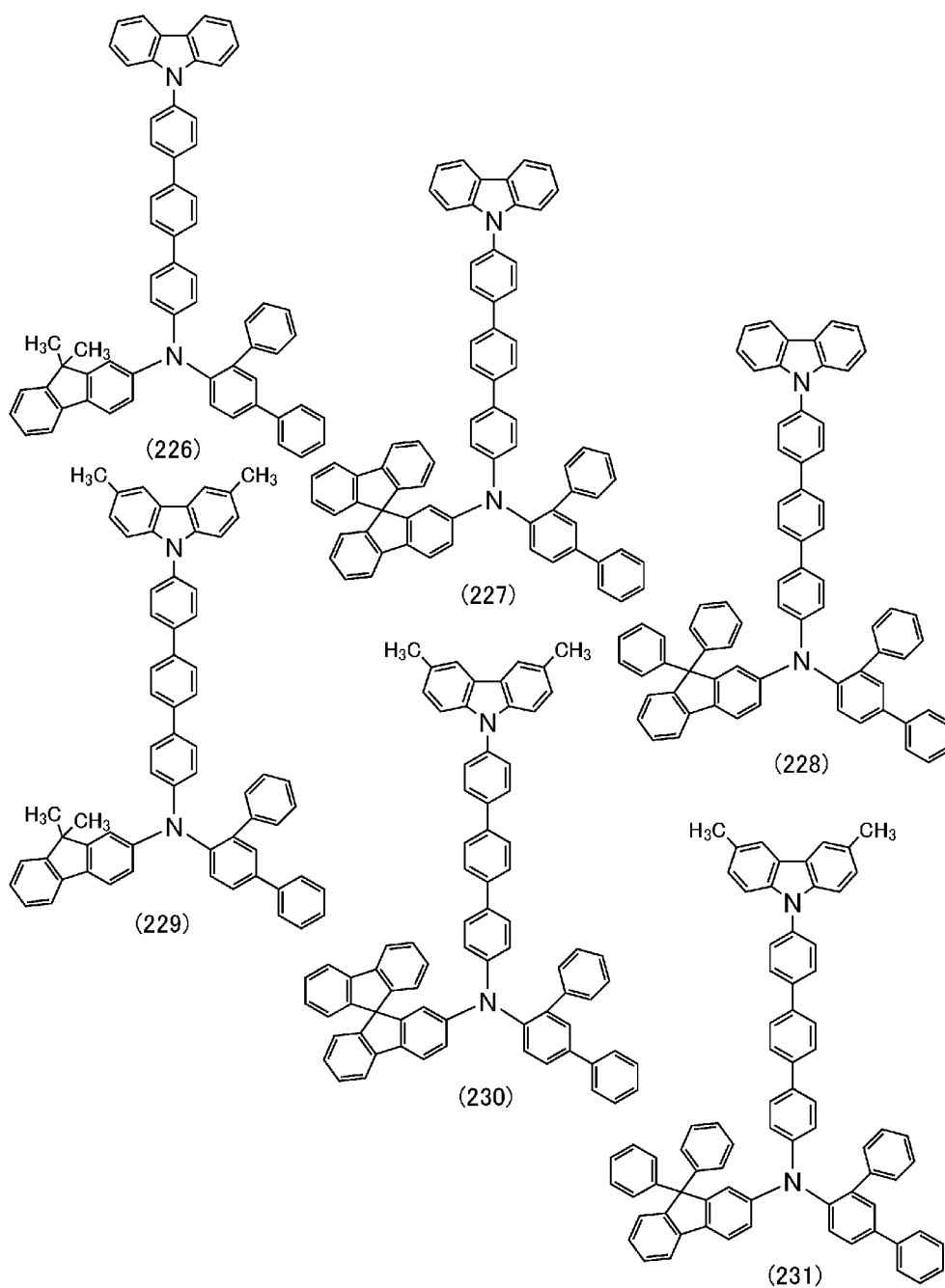
[Chemische Formel 24]



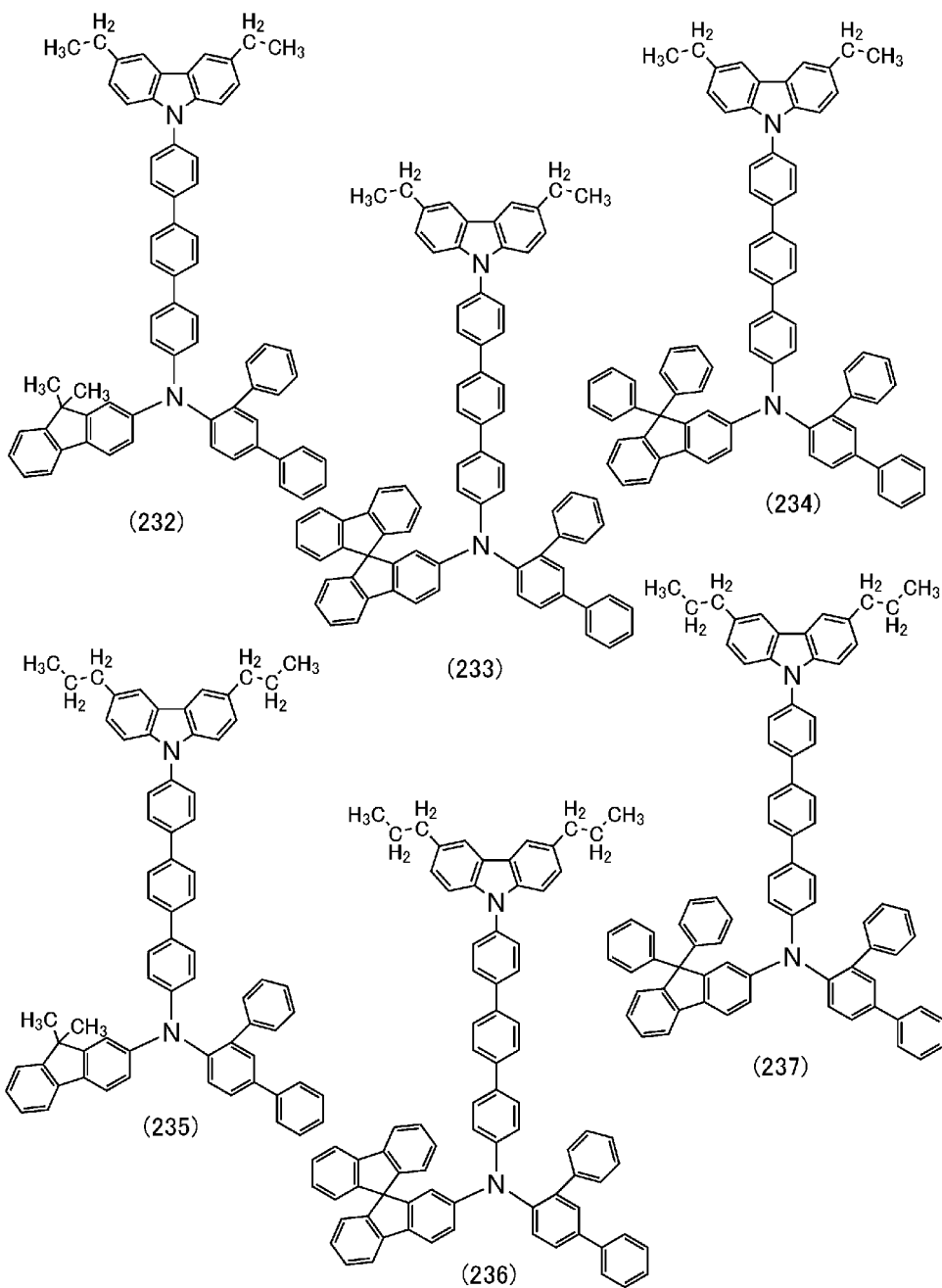
[Chemische Formel 25]



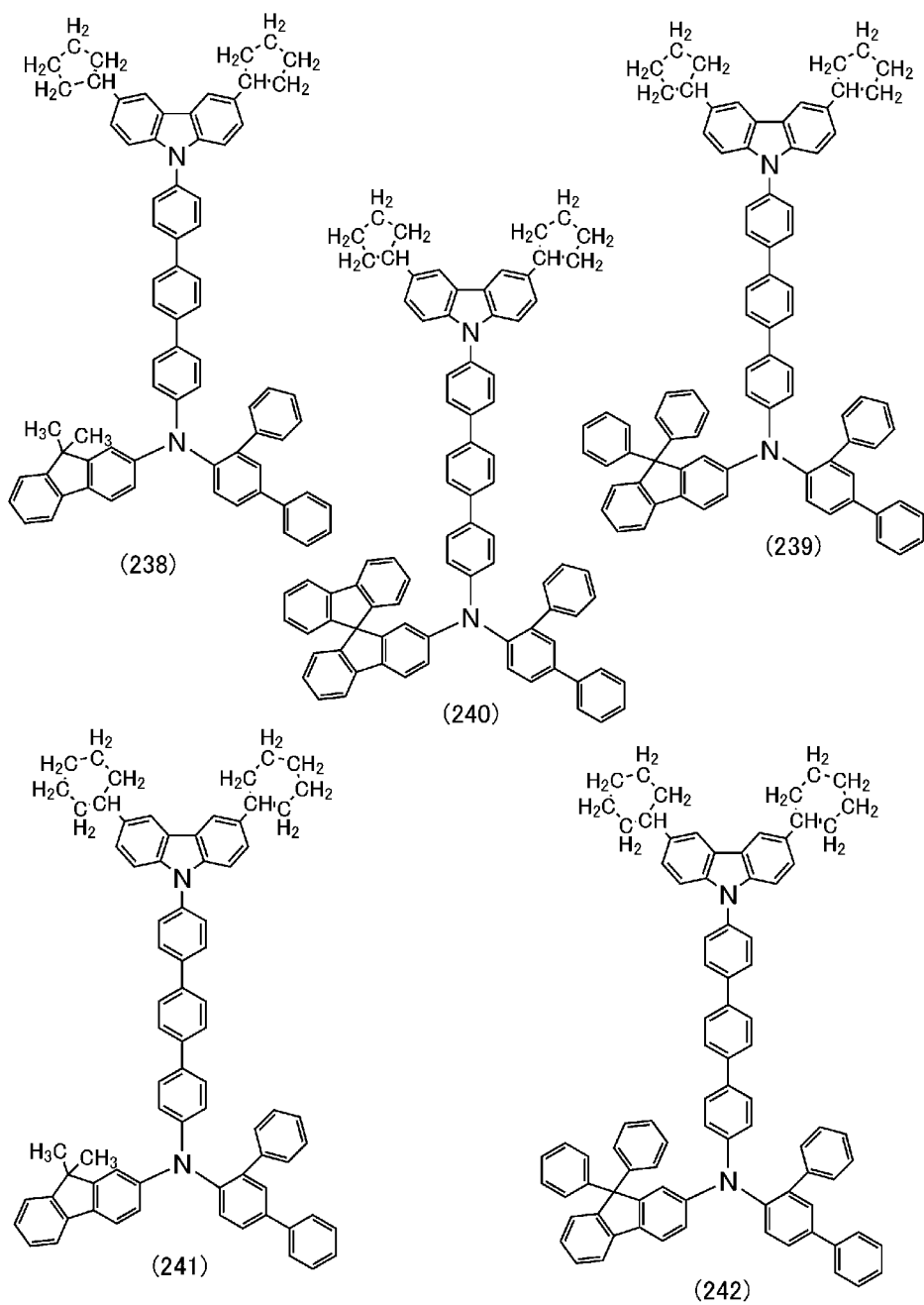
[Chemische Formel 26]



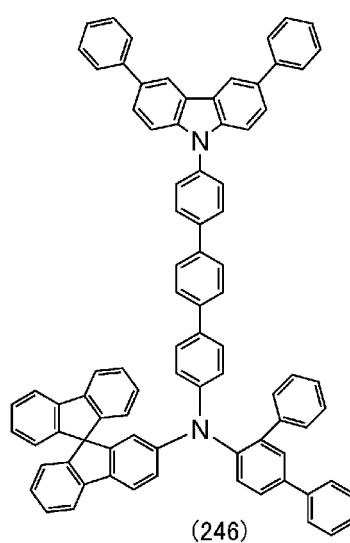
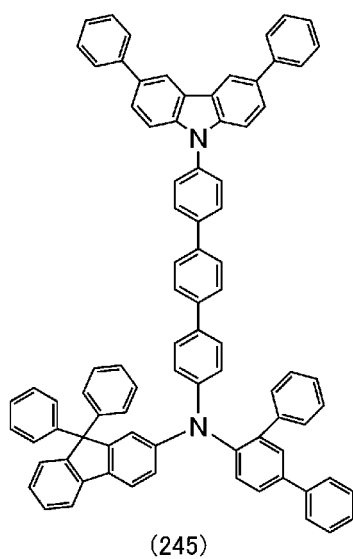
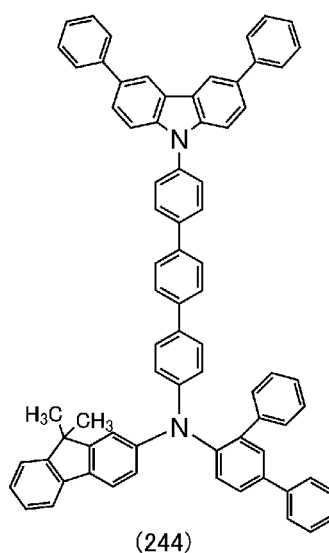
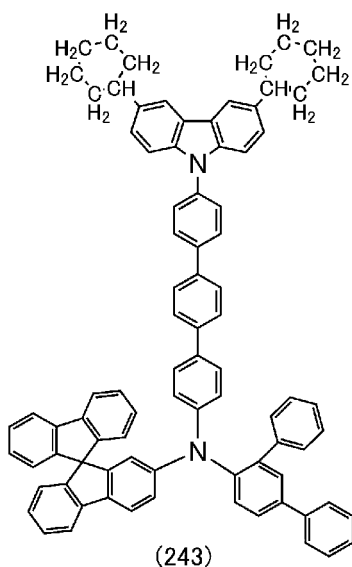
[Chemische Formel 27]



[Chemische Formel 28]



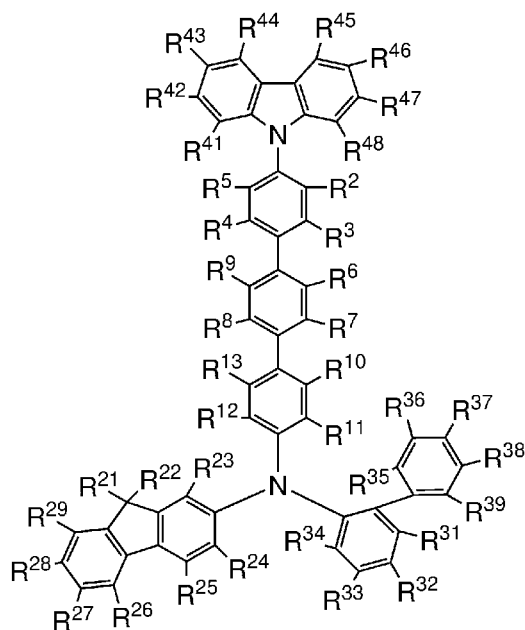
[Chemische Formel 29]



[Syntheseverfahren einer organischen Verbindung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung]

[0053] Verschiedene Reaktionen können auf ein Syntheseverfahren einer organischen Verbindung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung angewendet werden. Als Beispiel wird ein Verfahren zum Synthetisieren der organischen Verbindung, die durch die allgemeine Formel (G0) dargestellt wird, nachstehend gezeigt. Ein Beispiel für ein Verfahren zum Synthetisieren der organischen Verbindung, die durch die allgemeine Formel (G1) dargestellt wird, wird nachstehend beschrieben.

[Chemische Formel 30]



(G1)

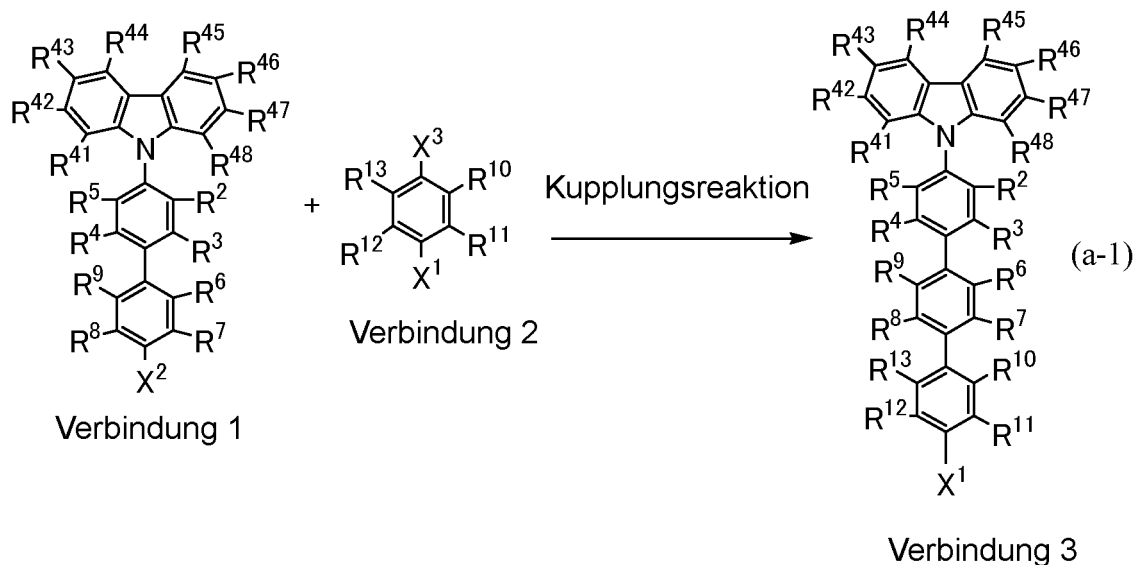
[0054] In der allgemeinen Formel (G1) und nachstehend gezeigten Syntheschemata stellen R² bis R¹³, R²¹ bis R²⁹, R³¹ bis R³⁹ und R⁴¹ bis R⁴⁸ jeweils unabhängig voneinander Wasserstoff, eine Alkyl-Gruppe mit 1 bis 6 Kohlenstoffatomen, eine Cycloalkyl-Gruppe mit 3 bis 6 Kohlenstoffatomen oder eine substituierte oder nicht substituierte Aryl-Gruppe mit 6 bis 13 Kohlenstoffatomen dar. Ferner können R²¹ und R²² aneinander gebunden sein, um einen Spiroring zu bilden.

<<Syntheseverfahren 1 der organischen Verbindung,
die durch die allgemeine Formel (G1) dargestellt wird>>

[0055] Die organische Verbindung, die durch die allgemeine Formel (G1) dargestellt wird, kann durch ein Syntheschema (a-1) oder ein Syntheschema (a-2) und ein Syntheschema (a-3) synthetisiert werden.

[0056] Zuerst werden, wie in dem Syntheschema (a-1) gezeigt, eine 9-Biphenyl-9H-carbazol-Verbindung (Verbindung 1) und ein dihalogeniertes Benzol (Verbindung 2) gekoppelt, wodurch eine halogenierte 9-Terphenyl-9H-carbazol-Verbindung (Verbindung 3) erhalten wird.

[Chemische Formel 31]



[0057] In dem Syntheschema (a-1) stellen X¹ bis X³ jeweils unabhängig voneinander ein Halogen, eine Boronsäure-Gruppe, eine Organobor-Gruppe, eine Triflat-Gruppe, eine Organozinn-Gruppe, eine Organozink-Gruppe oder eine Magnesiumhalogenid-Gruppe dar.

[0058] In dem Fall, in dem eine Suzuki-Miyaura-Kupplungsreaktion, bei der ein Palladiumkatalysator verwendet wird, in dem Syntheschema (a-1) durchgeführt wird, stellt X¹ ein Halogen dar, stellt eines von X² und X³ eine Boronsäure-Gruppe oder eine Organobor-Gruppe dar und stellt das andere ein Halogen oder eine Triflat-Gruppe dar. Als Halogen wird Jod, Brom oder Chlor bevorzugt.

[0059] Bei der Reaktion können eine Palladium-Verbindung, wie z. B. Bis(dibenzylidenacetone)palladium(0), Palladium(II)-acetat, [1,1-Bis(diphenylphosphino)ferrocen]palladium(II)-dichlorid oder Tetrakis(triphenylphosphin)palladium(0), und ein Ligand, wie z. B. Tri(tert-butyl)phosphin, Tri(n-hexyl)phosphin, Tricyclohexylphosphin, Di(1-adamantyl)-n-butylphosphin, 2-Dicyclohexylphosphino-2',6'-dimethoxybiphenyl oder Tri(orthotolyl)phosphin, verwendet werden. Bei der Reaktion kann eine organische Base, wie z. B. Natrium-tert-butoxid, eine anorganische Base, wie z. B. Kaliumcarbonat, Cäsiumcarbonat oder Natriumcarbonat, oder dergleichen verwendet werden.

[0060] Bei der Reaktion kann als Lösungsmittel Toluol, Xylol, Benzol, Tetrahydrofuran, Dioxan, Ethanol, Methanol, Wasser, Diethylenglycoldimethylether, Ethylenglycolmonomethylether oder dergleichen verwendet werden. Reagenzien, die für die Reaktion verwendet werden können, sind nicht darauf beschränkt.

[0061] Als Reaktion, die durch das Syntheschema (a-1) dargestellt wird, kann auch eine Migita-Kosugi-Stille-Kupplungsreaktion, bei der eine Organozinn-Verbindung verwendet wird, eine Kumada-Tamao-Corriu-Kupplungsreaktion, bei der ein Grignard-Reagenz verwendet wird, eine Negishi-Kupplungsreaktion, bei der eine Organozink-Verbindung verwendet wird, eine Ullmann-Reaktion, bei der Kupfer oder eine Kupfer-Verbindung verwendet wird, oder dergleichen durchgeführt werden.

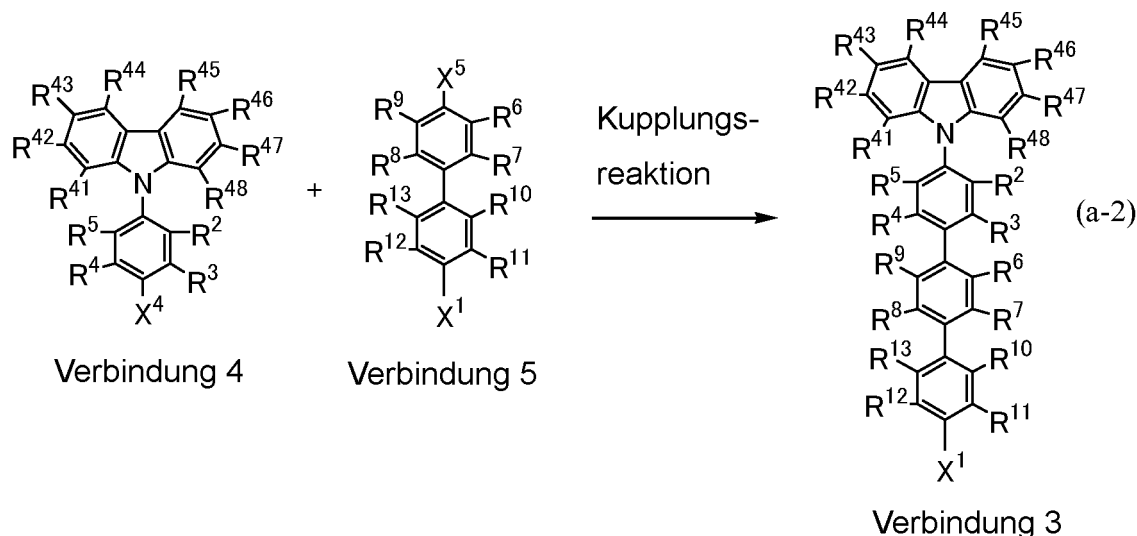
[0062] In dem Fall, in dem die Migita-Kosugi-Stille-Kupplungsreaktion verwendet wird, stellt eines von X² und X³ eine Organozinn-Gruppe dar und stellt das andere ein Halogen dar. Das heißt, dass eine der Verbindungen 1 und 2 eine Organozinn-Verbindung ist und die andere ein Halogenid ist.

[0063] In dem Fall, in dem die Kumada-Tamao-Corriu-Kupplungsreaktion verwendet wird, stellt eines von X² und X³ eine Magnesiumhalogenid-Gruppe dar und stellt das andere eine Halogen-Gruppe dar. Das heißt, dass eine der Verbindungen 1 und 2 ein Grignard-Reagenz ist und die andere ein Halogenid ist.

[0064] In dem Fall, in dem die Negishi-Kupplungsreaktion verwendet wird, stellt eines von X² und X³ eine Organozink-Gruppe dar und stellt das andere ein Halogen dar. Das heißt, dass eine der Verbindungen 1 und 2 eine Organozink-Verbindung ist und die andere ein Halogenid ist.

[0065] Alternativ werden, wie in dem Syntheschema (a-2) gezeigt, eine 9-Phenyl-9H-carbazol-Verbindung (Verbindung 4) und eine Biphenyl-Verbindung (Verbindung 5) gekoppelt, wodurch eine halogenierte 9-Terphenyl-9H-carbazol-Verbindung (Verbindung 3) erhalten wird.

[Chemische Formel 32]



[0066] In dem Syntheschema (a-2) stellen X^1 , X^4 und X^5 jeweils unabhängig voneinander ein Halogen, eine Boronsäure-Gruppe, eine Organobor-Gruppe, eine Triflat-Gruppe, eine Organozinn-Gruppe, eine Organozink-Gruppe oder eine Magnesiumhalogenid-Gruppe dar. Als Halogen wird Jod, Brom oder Chlor bevorzugt.

[0067] Als Reaktion, die durch das Syntheschema (a-2) dargestellt wird, kann eine Suzuki-Miyaura-Kupplungsreaktion, bei der ein Palladiumkatalysator verwendet wird, eine Migita-Kosugi-Stille-Kupplungsreaktion, bei der eine Organozinn-Verbindung verwendet wird, eine Kumada-Tamao-Corriu-Kupplungsreaktion, bei der ein Grignard-Reagenz verwendet wird, eine Negishi-Kupplungsreaktion, bei der eine Organozink-Verbindung verwendet wird, eine Ullmann-Reaktion, bei der Kupfer oder eine Kupfer-Verbindung verwendet wird, oder dergleichen durchgeführt werden. In dem Fall, in dem diese Reaktionen verwendet werden, kann für die Details auf die Beschreibung des Syntheschemas (a-1) Bezug genommen werden.

[0068] Die Verbindung 3 kann in Kombination mit verschiedenen Diarylamin-Verbindungen für die Kupplungsreaktion verwendet werden; daher trägt die Verbindung 3 wesentlich zur Erleichterung und zum Fortschritt der Materialentwicklung bei. Außerdem kann, da die Verbindung 3 ein Halogen beinhaltet, die Verbindung 3 als Quellenmaterial nicht nur für die Aminierungsreaktion, sondern auch für die Suzuki-Miyaura-Kupplungsreaktion, die Migita-Kosugi-Stille-Kupplungsreaktion, die Kumada-Tamao-Corriu-Kupplungsreaktion, die Negishi-Kupplungsreaktion und die Ullmann-Reaktion verwendet werden. Das heißt, dass die Verbindung 3 für Kupplungsreaktionen zur Herstellung einer Kohlenstoff-Kohlenstoff-Bindung weithin verwendet werden kann, und somit ist sie eine effektive und nützliche Verbindung.

[0069] Als Nächstes werden, wie in dem Syntheschema (a-3) gezeigt, die Verbindung 3, die in dem Syntheschema (a-1) oder Syntheschema (a-2) erhalten worden ist, und eine Diarylamin-Verbindung (Verbindung 6) gekoppelt, wodurch die organische Verbindung, die durch die allgemeine Formel (G1) dargestellt wird, erhalten werden kann.

[Chemische Formel 33]



vorzugt.

[0071] Als Reaktion, die durch das Syntheschema (a-3) dargestellt wird, kann eine Buchwald-Hartwig-Amienierungsreaktion, bei der ein Palladiumkatalysator verwendet wird, durchgeführt werden. Als Palladiumkatalysator für die Reaktion kann eine Palladium-Verbindung, wie z. B. Bis(dibenzylidenaceton)palladium(0), Palladium(II)-acetat, [1,1-Bis(diphenylphosphino)ferrocen]palladium(II)-dichlorid, Tetrakis(triphenylphosphin)palladium(0) oder Allylpalladium(II)-chlorid (Dimer), verwendet werden. Als Ligand kann Tri(tert-butyl)phosphin, Tri(n-hexyl)phosphin, Tricyclohexylphosphin, Di(1-adamantyl)-n-butylphosphin, 2-Dicyclohexylphosphino-2',6'-dimethoxybiphenyl, Tri(ortho-tolyl)phosphin, Di-tert-butyl(1-methyl-2,2-diphenylcyclopropyl)phosphin (Abkürzung: cBRIDP (eingetragenes Markenzeichen)) oder dergleichen verwendet werden. Bei der Reaktion kann eine organische Base, wie z. B. Natrium-tert-butoxid, eine anorganische Base, wie z. B. Kaliumcarbonat, Cäsiumcarbonat oder Natriumcarbonat, oder dergleichen verwendet werden. Bei der Reaktion kann als Lösungsmittel Toluol, Xylol, Benzol, Tetrahydrofuran, Dioxan oder dergleichen verwendet werden. Es sei angemerkt, dass Reagenzien, die bei der Reaktion verwendet werden können, nicht darauf beschränkt sind.

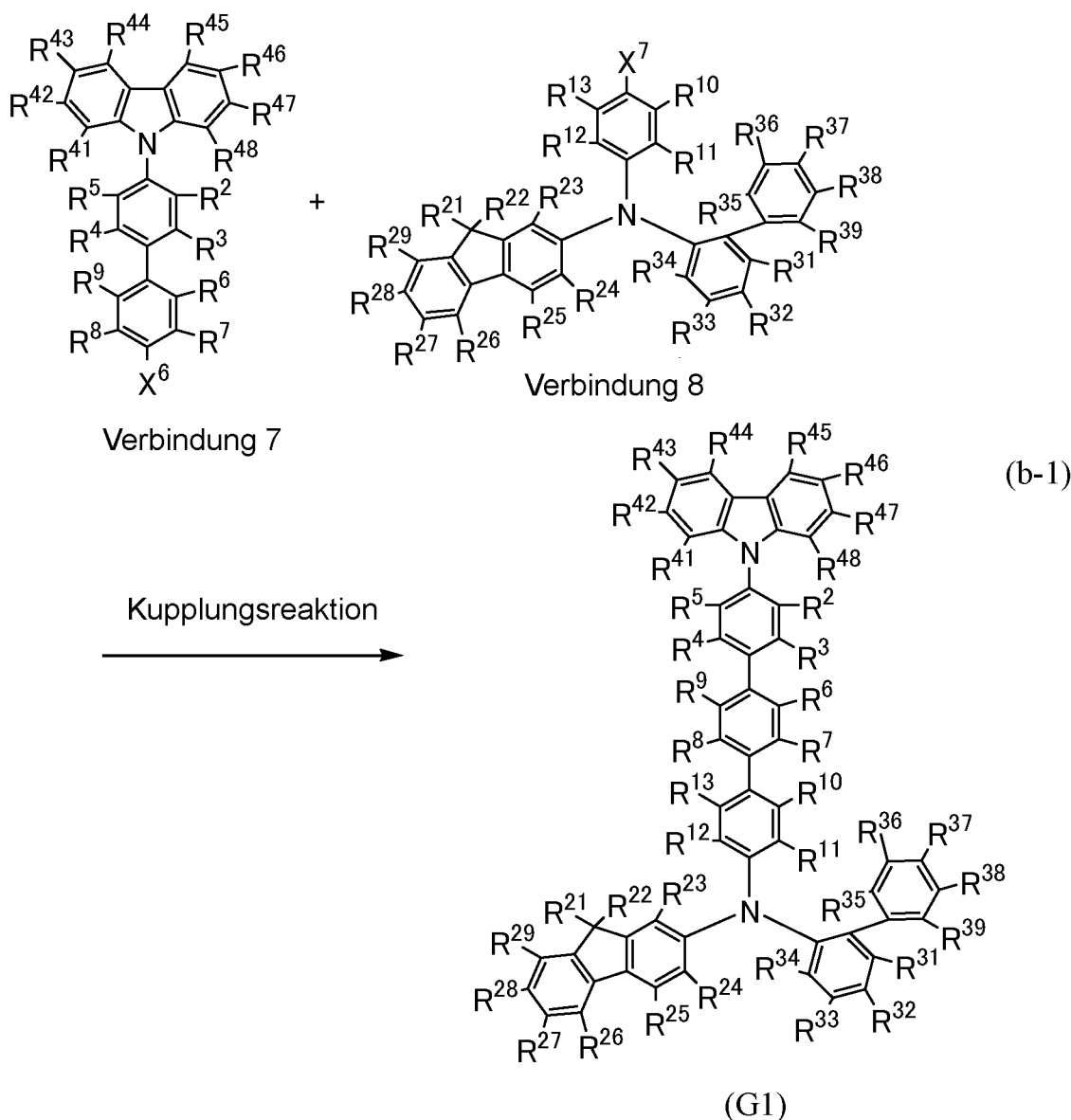
[0072] In dem Fall, in dem die Ullmann-Reaktion in dem Syntheschema (a-3) durchgeführt wird, kann Kupfer oder eine Kupfer-Verbindung als Reagenz verwendet werden und kann eine anorganische Base, wie z. B. Kaliumcarbonat, als Base verwendet werden. Beispiele für das Lösungsmittel, das bei der Reaktion verwendet werden kann, umfassen 1,3-Dimethyl-3,4,5,6-tetrahydro-2(1H)pyrimidinon (DMPU), Toluol, Xylol und Benzol. Bei der Ullmann-Reaktion kann die Zielsubstanz in kürzerer Zeit und in höherer Ausbeute erhalten werden, wenn die Reaktionstemperatur bei 100 °C oder höher liegt; deshalb wird vorzugsweise DMPU oder Xylol verwendet, die hohe Siedepunkte aufweisen. Außerdem liegt die Reaktionstemperatur bevorzugter bei 150 °C oder höher; deshalb wird DMPU bevorzugter verwendet. Es sei angemerkt, dass Reagenzien, die bei der Reaktion verwendet werden können, nicht darauf beschränkt sind.

<<Syntheseverfahren 2 der organischen Verbindung,
die durch die allgemeine Formel (G1) dargestellt wird>>

[0073] Die organische Verbindung, die durch die allgemeine Formel (G1) dargestellt wird, kann durch ein Syntheschema (b-1) synthetisiert werden.

[0074] Wie in dem Syntheschema (b-1) gezeigt, werden eine 9-Biphenyl-9H-carbazol-Verbindung (Verbindung 7) und eine Triarylammin-Verbindung (Verbindung 8) gekoppelt, wodurch die organische Verbindung, die durch die allgemeine Formel (G1) dargestellt wird, erhalten werden kann.

[Chemische Formel 34]



[0075] In dem Syntheschema (b-1) stellen X^6 und X^7 jeweils unabhängig voneinander ein Halogen, eine Boronsäure-Gruppe, eine Organobor-Gruppe, eine Triflat-Gruppe, eine Organozinn-Gruppe, eine Organozink-Gruppe oder eine Magnesiumhalogenid-Gruppe dar. Das Halogen ist vorzugsweise Chlor, Brom oder Jod; Brom oder Jod wird in Bezug auf die Reaktivität bevorzugt, und Chlor oder Brom wird in Bezug auf die Kosten bevorzugt.

[0076] Als Reaktion, die durch das Syntheschema (b-1) dargestellt wird, kann eine Suzuki-Miyaura-Kupplungsreaktion, bei der ein Palladiumkatalysator verwendet wird, eine Migita-Kosugi-Stille-Kupplungsreaktion, bei der eine Organozinn-Verbindung verwendet wird, eine Kumada-Tamao-Corriu-Kupplungsreaktion, bei der ein Grignard-Reagenz verwendet wird, eine Negishi-Kupplungsreaktion, bei der eine Organozink-Verbindung

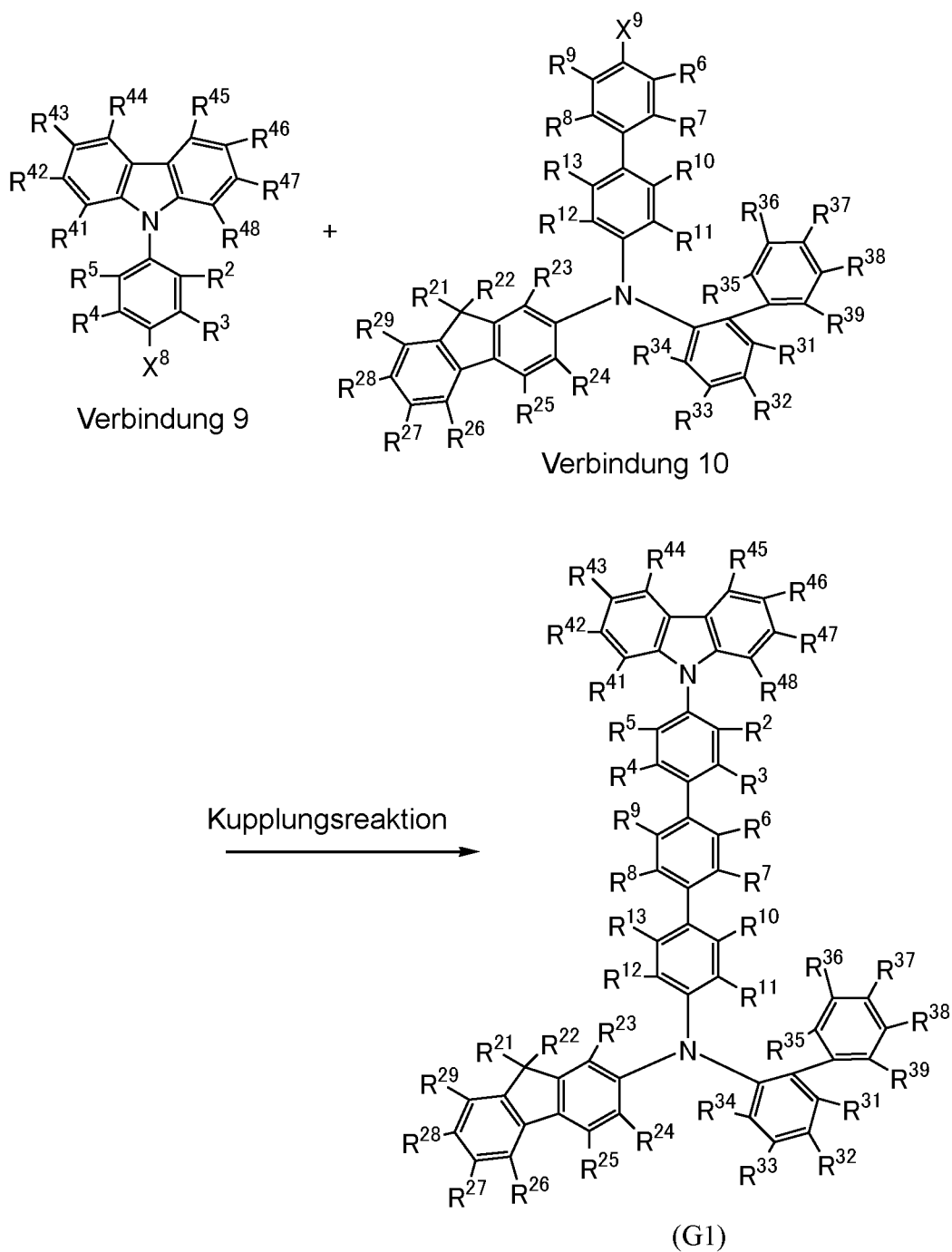
verwendet wird, eine Reaktion, bei der Kupfer oder eine Kupfer-Verbindung verwendet wird, oder dergleichen durchgeführt werden. In dem Fall, in dem diese Reaktionen verwendet werden, kann für die Details auf die Beschreibung des Syntheschemas (a-1) Bezug genommen werden.

<<Syntheseverfahren 3 der organischen Verbindung,
die durch die allgemeine Formel (G1) dargestellt wird>>

[0077] Die organische Verbindung, die durch die allgemeine Formel (G1) dargestellt wird, kann durch ein Syntheschema (c-1) synthetisiert werden.

[0078] Wie in dem Syntheschema (c-1) gezeigt, werden eine 9-Phenyl-9H-carbazol-Verbindung (Verbindung 9) und eine Triarylamin-Verbindung (Verbindung 10) gekoppelt, wodurch die organische Verbindung, die durch die allgemeine Formel (G1) dargestellt wird, erhalten werden kann.

[Chemische Formel 35]



[0079] In dem Syntheschema (c-1) stellen X^8 und X^9 jeweils unabhängig voneinander ein Halogen, eine Boronsäure-Gruppe, eine Organobor-Gruppe, eine Triflat-Gruppe, eine Organozinn-Gruppe, eine Organozink-Gruppe oder eine Magnesiumhalogenid-Gruppe dar. Das Halogen ist vorzugsweise Chlor, Brom oder Jod; Brom oder Jod wird in Bezug auf die Reaktivität bevorzugt, und Chlor oder Brom wird in Bezug auf die Kosten bevorzugt.

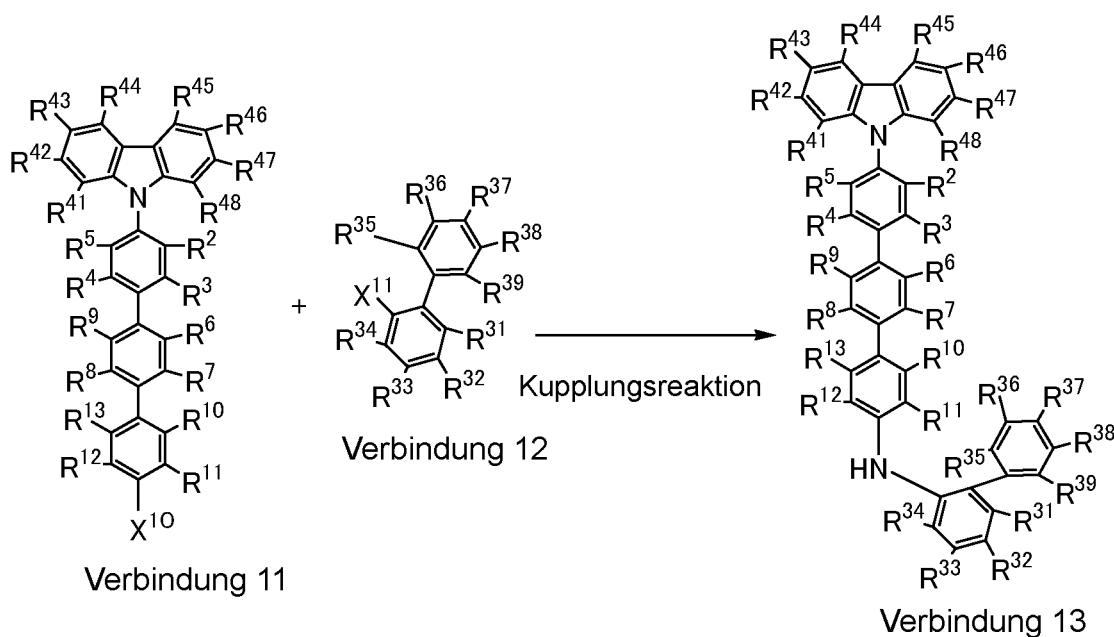
[0080] Als Reaktion, die durch das Syntheschema (c-1) dargestellt wird, kann eine Suzuki-Miyaura-Kupplungsreaktion, bei der ein Palladiumkatalysator verwendet wird, eine Migita-Kosugi-Stille-Kupplungsreaktion, bei der eine Organozinn-Verbindung verwendet wird, eine Kumada-Tamao-Corriu-Kupplungsreaktion, bei der ein Grignard-Reagenz verwendet wird, eine Negishi-Kupplungsreaktion, bei der eine Organozink-Verbindung verwendet wird, eine Reaktion, bei der Kupfer oder eine Kupfer-Verbindung verwendet wird, oder dergleichen durchgeführt werden. In dem Fall, in dem diese Reaktionen verwendet werden, kann für die Details auf die Beschreibung des Syntheschemas (a-1) Bezug genommen werden.

<<Syntheseverfahren 4 der organischen Verbindung,
die durch die allgemeine Formel (G1) dargestellt wird>>

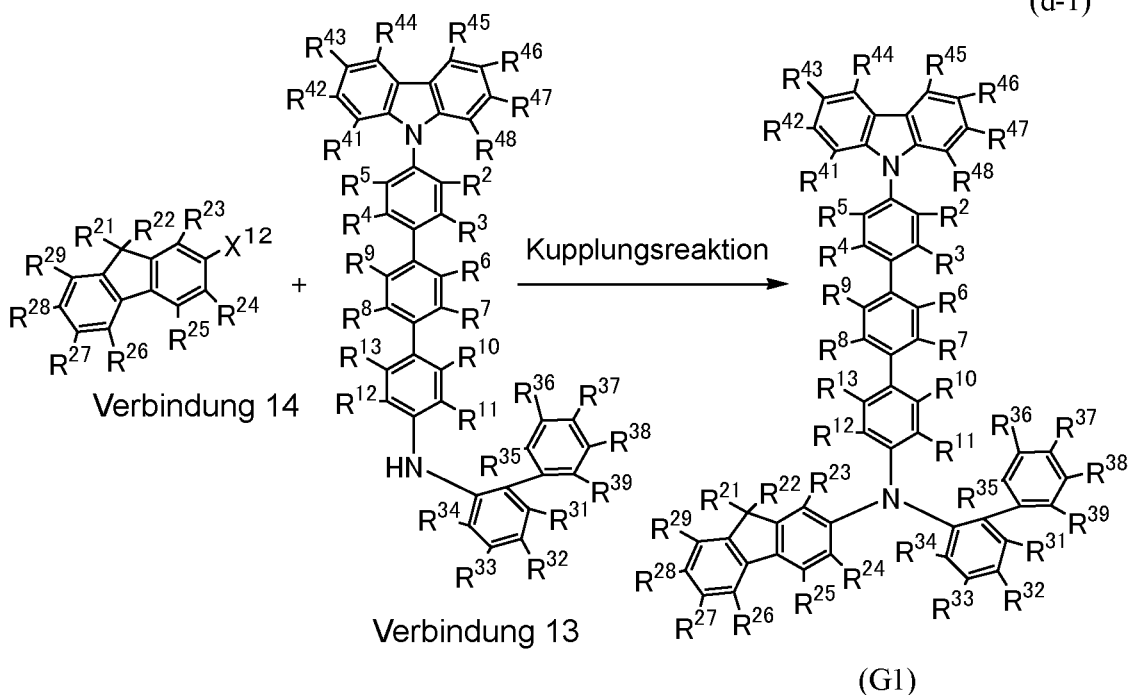
[0081] Die organische Verbindung, die durch die allgemeine Formel (G1) dargestellt wird, kann durch ein Syntheschema (d-1) synthetisiert werden.

[0082] Wie in dem Syntheschema (d-1) gezeigt, werden eine 9-Terphenyl-9H-carbazol-Verbindung (Verbindung 11) und eine Biphenyl-Verbindung (Verbindung 12) gekoppelt, wodurch eine Diarylamin-Verbindung (Verbindung 13) erhalten werden kann. Anschließend werden eine Fluoren-Verbindung (Verbindung 14) und die Verbindung 13 gekoppelt, wodurch die organische Verbindung, die durch die allgemeine Formel (G1) dargestellt wird, erhalten werden kann.

[Chemische Formel 36]



(d-1)



(G1)

[0083] In dem Syntheschema (d-1) stellt eines von X¹⁰ und X¹¹ eine AminoGruppe dar und stellt das andere ein Halogen oder eine Triflat-Gruppe dar. X¹² stellt ein Halogen oder eine Triflat-Gruppe dar. Das Halogen ist vorzugsweise Chlor, Brom oder Jod; Brom oder Jod wird in Bezug auf die Reaktivität bevorzugt, und Chlor oder Brom wird in Bezug auf die Kosten bevorzugt.

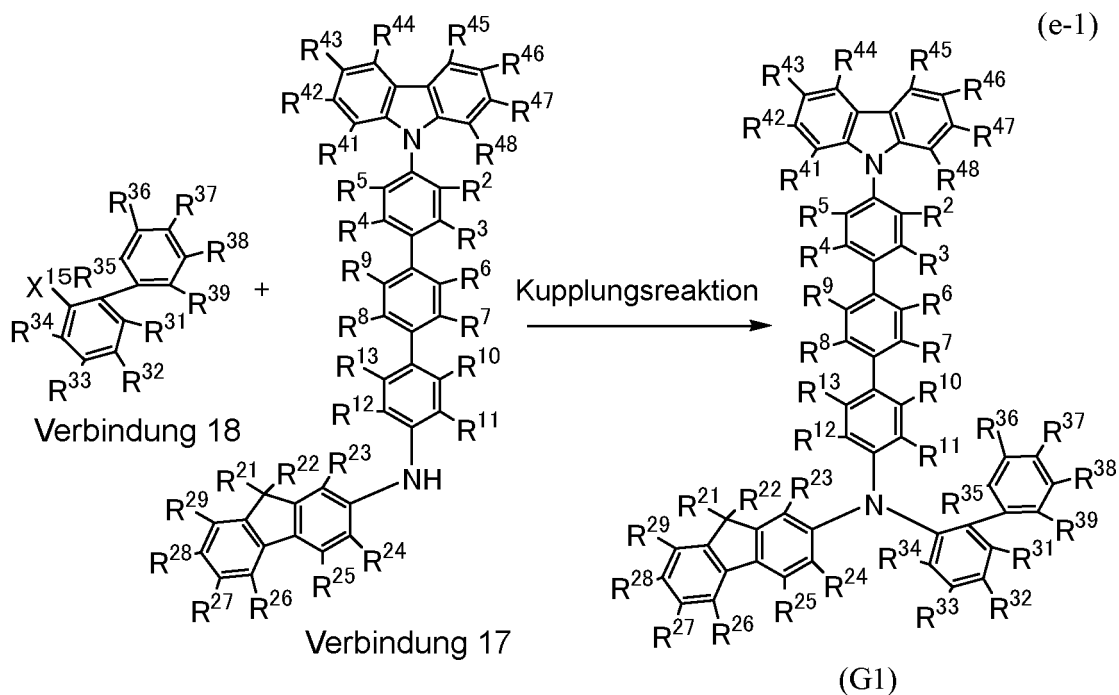
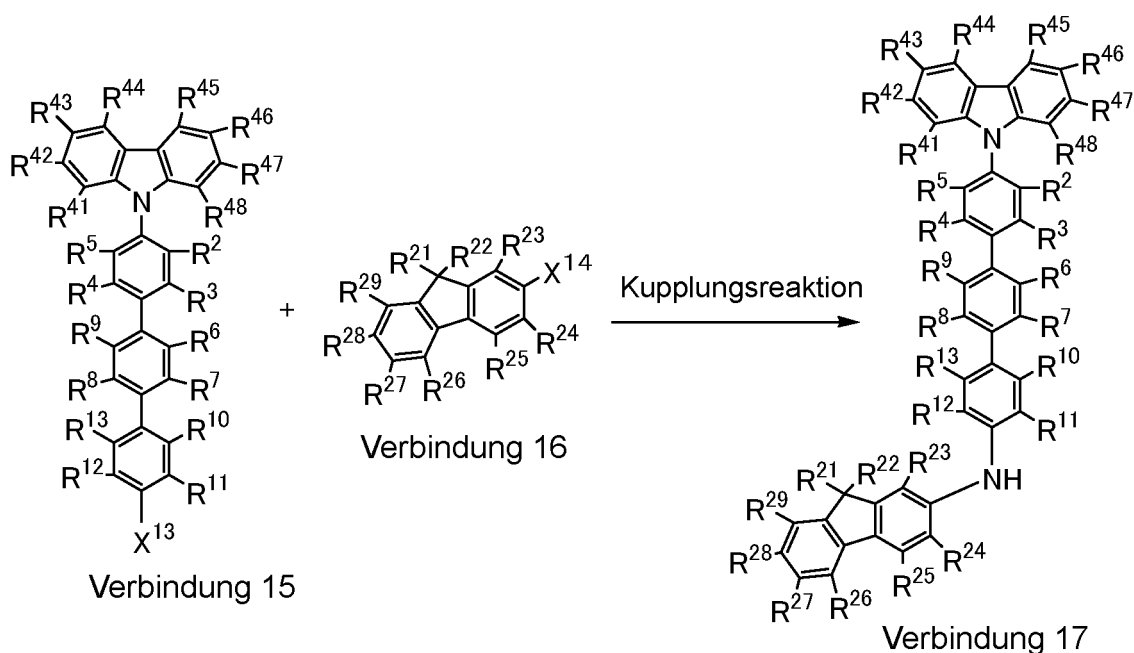
[0084] Als Reaktion, die durch das Syntheschema (d-1) dargestellt wird, kann eine Buchwald-Hartwig-Aminierungsreaktion, bei der ein Palladiumkatalysator verwendet wird, eine Ullmann-Reaktion, bei der Kupfer oder eine Kupfer-Verbindung verwendet wird, oder dergleichen durchgeführt werden. In dem Fall, in dem diese Reaktionen verwendet werden, kann für die Details auf die Beschreibung des Syntheschemas (a-3) Bezug genommen werden.

<<Syntheseverfahren 5 der organischen Verbindung,
die durch die allgemeine Formel (G1) dargestellt wird>>

[0085] Die organische Verbindung, die durch die allgemeine Formel (G1) dargestellt wird, kann durch ein Syntheschema (e-1) synthetisiert werden.

[0086] Wie in dem Syntheschema (e-1) gezeigt, werden eine 9-Terphenyl-9H-carbazol-Verbindung (Verbindung 15) und eine Fluoren-Verbindung (Verbindung 16) gekoppelt, wodurch eine Diarylamin-Verbindung (Verbindung 17) erhalten werden kann. Anschließend werden eine Biphenyl-Verbindung (Verbindung 18) und die Diarylamin-Verbindung (Verbindung 17) gekoppelt, wodurch eine organische Verbindung, die durch die allgemeine Formel (G1) dargestellt wird, erhalten werden kann.

[Chemische Formel 37]



[0087] In dem Syntheschema (e-1) stellt eines von X^{13} und X^{14} eine AminoGruppe dar und stellt das andere ein Halogen oder eine Triflat-Gruppe dar. X^{15} stellt ein Halogen oder eine Triflat-Gruppe dar. Das Halogen ist vorzugsweise Chlor, Brom oder Jod; Brom oder Jod wird in Bezug auf die Reaktivität bevorzugt, und Chlor oder Brom wird in Bezug auf die Kosten bevorzugt.

[0088] Als Reaktion, die durch das Syntheschema (e-1) dargestellt wird, kann eine Buchwald-Hartwig-Ami- nierungsreaktion, bei der ein Palladiumkatalysator verwendet wird, eine Ullmann-Reaktion, bei der Kupfer oder eine Kupfer-Verbindung verwendet wird, oder dergleichen durchgeführt werden. In dem Fall, in dem diese Reaktionen verwendet werden, kann für die Details auf die Beschreibung des Syntheschemas (a-3) Bezug genommen werden.

[0089] Die Verfahren zum Synthetisieren der organischen Verbindung einer Ausführungsform der vorliegen- den Erfindung werden vorstehend beschrieben; jedoch ist die vorliegende Erfindung nicht darauf beschränkt und ein weiteres Syntheseverfahren kann zum Einsatz kommen.

[0090] Die organische Verbindung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung weist eine hohe Wär- mebeständigkeit und eine hohe Sublimierbarkeit auf, und daher ist sie für ein Material für eine Licht emittieren- de Vorrichtung oder ein Material für eine Licht empfangende Vorrichtung geeignet. Die organische Verbindung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung weist eine hohe Lochtransporteigenschaft und eine hohe Elektronen blockierende Eigenschaft auf und ist als Wirtsmaterial oder Lochtransportmaterial in einer Licht emittierenden Vorrichtung geeignet. Eine Licht emittierende Vorrichtung kann eine hohe Emissionseffizienz aufweisen, indem sie die organische Verbindung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung enthält. Die Licht emittierende Vorrichtung kann eine hohe Zuverlässigkeit aufweisen, indem sie die organische Ver- bindung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung enthält.

[0091] Diese Ausführungsform kann je nach Bedarf mit der anderen Ausführungsform kombiniert werden. In dem Fall, in dem eine Vielzahl von Strukturbeispielen bei einer Ausführungsform in dieser Beschreibung gezeigt wird, können die Strukturbeispiele je nach Bedarf kombiniert werden.

(Ausführungsform 2)

[0092] Bei dieser Ausführungsform wird eine Licht emittierende Vorrichtung einer Ausführungsform der vor- liegenden Erfindung anhand von **Fig. 1A** bis **Fig. 1D** beschrieben. Bei dieser Ausführungsform wird eine Licht emittierende Vorrichtung beschrieben, die eine Funktion zum Emittieren von sichtbarem Licht oder Nah-Infra- rotlicht aufweist.

[Strukturbeispiel einer Licht emittierenden Vorrichtung]

<<Grundlegende Struktur einer Licht emittierenden Vorrichtung>>

[0093] **Fig. 1A** bis **Fig. 1D** stellen Beispiele für Licht emittierende Vorrichtungen dar, die zwischen einem Paar von Elektroden eine EL-Schicht beinhalten.

[0094] Die Licht emittierende Vorrichtung, die in **Fig. 1A** dargestellt wird, weist eine Struktur, bei der eine EL-Schicht **103** zwischen einer ersten Elektrode **101** und einer zweiten Elektrode **102** bereitgestellt ist (eine Einzelstruktur), auf. Die EL-Schicht **103** beinhaltet mindestens eine Licht emittierende Schicht.

[0095] **Fig. 1B** stellt ein Beispiel für eine mehrschichtige Struktur der EL-Schicht **103** dar. Bei dieser Ausfüh- rungsform wird ein Beispiel beschrieben, in dem die erste Elektrode **101** als Anode dient und die zweite Elek- trode **102** als Kathode dient. Die EL-Schicht **103** weist eine Struktur auf, bei der eine Lochinjektionsschicht **111**, eine Lochtransportschicht **112**, eine Licht emittierende Schicht **113**, eine Elektronentransportschicht **114** und eine Elektroneninjectionsschicht **115** in dieser Reihenfolge über der ersten Elektrode **101** angeordnet sind. Die Lochinjektionsschicht **111**, die Lochtransportschicht **112**, die Licht emittierende Schicht **113**, die Elektronen- transportschicht **114** und die Elektroneninjectionsschicht **115** können jeweils eine einschichtige Struktur oder eine mehrschichtige Struktur aufweisen. In dem Fall, in dem die erste Elektrode **101** als Kathode dient und die zweite Elektrode **102** als Anode dient, ist die Anordnungsreihenfolge umgekehrt.

[0096] Die Licht emittierende Vorrichtung kann eine Vielzahl von EL-Schichten zwischen dem Paar von Elek- troden beinhalten. Beispielsweise ist es vorzuziehen, dass die Licht emittierende Vorrichtung n EL-Schichten

(n ist eine ganze Zahl von größer als oder gleich 2) beinhaltet und dass eine Ladungserzeugungsschicht **104** zwischen einer (n-1)-ten EL-Schicht und einer n-ten EL-Schicht bereitgestellt ist.

[0097] Fig. 1C stellt eine Licht emittierende Vorrichtung mit einer Tandem-Struktur dar, bei der zwei EL-Schichten (**103a** und **103b**) zwischen einem Paar von Elektroden bereitgestellt sind. Fig. 1D stellt eine Licht emittierende Vorrichtung mit einer Tandem-Struktur dar, bei der drei EL-Schichten (**103a**, **103b** und **103c**) bereitgestellt sind.

[0098] Die EL-Schichten **103a**, **103b** und **103c** beinhalten jeweils mindestens eine Licht emittierende Schicht. In dem Fall, in dem eine Vielzahl von EL-Schichten wie bei der in Fig. 1C oder Fig. 1D dargestellten Tandem-Struktur bereitgestellt ist, können die EL-Schichten jeweils eine mehrschichtige Struktur aufweisen, die derjenigen der in Fig. 1B dargestellten EL-Schicht **103** ähnlich ist. Die EL-Schichten **103a**, **103b** und **103c** können jeweils eine oder mehrere der Lochinjektionsschicht **111**, der Lochtransportschicht **112**, der Elektronentransportschicht **114** und der Elektroneninjectionsschicht **115** beinhalten.

[0099] Die Ladungserzeugungsschicht **104** in Fig. 1C weist eine Funktion zum Injizieren von Elektronen in eine der EL-Schicht **103a** und der EL-Schicht **103b** und zum Injizieren von Löchern in die andere der EL-Schichten auf, wenn eine Spannung an die erste Elektrode **101** und die zweite Elektrode **102** angelegt wird. Daher injiziert die Ladungserzeugungsschicht **104** Elektronen in die EL-Schicht **103a** und Löcher in die EL-Schicht **103b**, wenn in Fig. 1C eine Spannung an die erste Elektrode **101** derart angelegt wird, dass das Potential der ersten Elektrode **101** höher ist als dasjenige der zweiten Elektrode **102**.

[0100] Es sei angemerkt, dass in Bezug auf die Lichtextraktionseffizienz die Ladungserzeugungsschicht **104** vorzugsweise sichtbares Licht oder Nah-Infrarotlicht durchlässt (insbesondere ist die Durchlässigkeit für sichtbares Licht oder Nah-Infrarotlicht der Ladungserzeugungsschicht **104** vorzugsweise 40 % oder höher). Außerdem arbeitet die Ladungserzeugungsschicht **104** selbst dann, wenn sie eine geringere Leitfähigkeit aufweist als die erste Elektrode **101** oder die zweite Elektrode **102**.

[0101] Es sei angemerkt, dass die EL-Schichten in Kontakt miteinander bereitgestellt sein können, wobei keine Ladungserzeugungsschicht **104** dazwischen bereitgestellt ist, wenn diese EL-Schichten ermöglichen, dass die gleiche Struktur wie die Ladungserzeugungsschicht **104** dazwischen ausgebildet wird. Wenn zum Beispiel ein Ladungserzeugungsbereich über einer Oberfläche einer EL-Schicht ausgebildet wird, kann eine andere EL-Schicht in Kontakt mit der Oberfläche bereitgestellt werden.

[0102] Eine Licht emittierende Vorrichtung mit einer Tandem-Struktur weist eine höhere Stromeffizienz auf als eine Licht emittierende Vorrichtung mit einer Einzelstruktur und benötigt eine geringere Strommenge, wenn die Vorrichtungen Licht mit der gleichen Leuchtdichte emittieren. Daher weist die Licht emittierende Vorrichtung mit einer Tandem-Struktur eine lange Lebensdauer auf, was die Zuverlässigkeit einer Licht emittierenden Einrichtung oder eines elektronischen Geräts verbessern kann.

[0103] Die Licht emittierende Schicht **113** enthält eine Licht emittierende Substanz und eine Vielzahl von Substanzen in geeigneter Kombination, so dass eine Fluoreszenz oder eine Phosphoreszenz mit einer gewünschten Wellenlänge erhalten werden kann. Die Licht emittierende Schicht **113** kann eine mehrschichtige Struktur aus Schichten mit unterschiedlichen Emissionswellenlängen aufweisen. In diesem Fall sind Licht emittierende Substanzen und andere Substanzen zwischen den übereinander angeordneten Licht emittierenden Schichten unterschiedlich. Die in Fig. 1C oder Fig. 1D dargestellten EL-Schichten **103a**, **103b** und **103c** können Licht mit unterschiedlichen Wellenlängen emittieren. Auch in diesem Fall sind die Licht emittierenden Substanzen und andere Substanzen zwischen den übereinander angeordneten Licht emittierenden Schichten unterschiedlich. Zum Beispiel kann bei der Struktur in Fig. 1C dann, wenn die EL-Schicht **103a** rotes Licht und grünes Licht emittiert und die EL-Schicht **103b** blaues Licht emittiert, die Licht emittierende Vorrichtung weißes Licht als Ganzes emittieren. In einer Licht emittierenden Vorrichtung kann eine Vielzahl von Licht emittierenden Schichten oder eine Vielzahl von EL-Schichten Licht mit der gleichen Farbe emittieren. Zum Beispiel kann bei der Struktur in Fig. 1D die Licht emittierende Vorrichtung weißes Licht als Ganzes emittieren, wenn die EL-Schicht **103a** erstes blaues Licht emittiert, die EL-Schicht **103b** gelbes Licht, gelbgrünes Licht oder grünes Licht und rotes Licht emittiert und die EL-Schicht **103c** zweites blaues Licht emittiert.

[0104] Bei der Licht emittierenden Vorrichtung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann Licht, das von der EL-Schicht emittiert wird, zwischen einem Paar von Elektroden zur Resonanz gebracht werden, so dass das Licht verstärkt wird. Beispielsweise kommt eine optische Mikroresonator-(Mikrokavitäts-) Struktur, bei der die erste Elektrode **101** eine reflektierende Elektrode ist und die zweite Elektrode **102** eine transflektive

Elektrode ist, in **Fig. 1B** zum Einsatz, wodurch Licht, das von der EL-Schicht **103** emittiert wird, verstärkt werden kann.

[0105] Unter Verwendung der Mikrokavitätsstruktur für die Licht emittierende Vorrichtung kann Licht mit unterschiedlichen Wellenlängen (monochromatisches Licht) extrahiert werden, selbst wenn die gleiche EL-Schicht verwendet wird. Somit ist eine Bildung von Funktionsschichten für jeweilige Pixel (eine sogenannte separate Farbgebung) zum Erhalten unterschiedlicher Emissionsfarben nicht notwendig. Somit kann eine hohe Auflösung leicht erzielt werden. Es sei angemerkt, dass auch eine Kombination mit Farbschichten (Farbfiltern) möglich ist. Des Weiteren kann die Emissionsintensität von Licht mit einer spezifischen Wellenlänge in der Richtung nach vorne vergrößert werden, wodurch ein Stromverbrauch verringert werden kann.

[0106] Es sei angemerkt, dass in dem Fall, in dem die erste Elektrode **101** der Licht emittierenden Vorrichtung eine reflektierende Elektrode ist, die eine mehrschichtige Struktur aus einem leitenden Film mit einer Reflexionseigenschaft in Bezug auf sichtbares Licht oder Nah-Infrarotlicht und einem leitenden Film mit einer Durchlässigkeitseigenschaft in Bezug auf sichtbares Licht oder Nah-Infrarotlicht aufweist, eine optische Anpassung durch Steuern der Dicken des leitenden Films mit einer Durchlässigkeitseigenschaft durchgeführt werden kann. Insbesondere wird dann, wenn die Wellenlänge des Lichts, das von der Licht emittierenden Schicht **113** emittiert wird, λ ist, der Abstand zwischen der ersten Elektrode **101** und der zweiten Elektrode **102** vorzugsweise auf etwa $m\lambda/2$ eingestellt (m ist eine natürliche Zahl).

[0107] Um erwünschtes Licht (Wellenlänge: λ), das von der Licht emittierenden Schicht **113** emittiert wird, zu verstärken, werden vorzugsweise die optische Weglänge von der ersten Elektrode **101** bis zu einem Bereich der Licht emittierenden Schicht **113**, in dem das erwünschte Licht erhalten wird (Licht emittierenden Bereich), und die optische Weglänge von der zweiten Elektrode **102** bis zu dem Bereich der Licht emittierenden Schicht **113**, in dem das erwünschte Licht erhalten wird (Licht emittierenden Bereich), jeweils auf etwa $(2m'+1)\lambda/4$ (m' ist eine natürliche Zahl) eingestellt. Hier bezeichnet der Licht emittierende Bereich einen Bereich der Licht emittierenden Schicht **113**, in dem Löcher und Elektronen rekombinieren.

[0108] Durch eine derartige optische Anpassung kann sich das Spektrum von Licht, das von der Licht emittierenden Schicht **113** emittiert wird, verschmälern und eine Lichtemission mit hoher Farbreinheit kann erhalten werden.

[0109] In diesem Fall handelt es sich bei der optischen Weglänge zwischen der ersten Elektrode **101** und der zweiten Elektrode **102** genauer gesagt um die Gesamtdicke von einem Reflexionsbereich in der ersten Elektrode **101** bis zu einem Reflexionsbereich in der zweiten Elektrode **102**. Es ist jedoch schwierig, die Reflexionsbereiche in der ersten Elektrode **101** und der zweiten Elektrode **102** genau zu bestimmen; daher wird vorausgesetzt, dass die vorstehende Wirkung ausreichend erzielt werden kann, egal wo sich die Reflexionsbereiche in der ersten Elektrode **101** und der zweiten Elektrode **102** befinden. Des Weiteren handelt es sich bei der optischen Weglänge zwischen der ersten Elektrode **101** und der Licht emittierenden Schicht, die das erwünschte Licht emittiert, genauer gesagt um die optische Weglänge zwischen dem Reflexionsbereich in der ersten Elektrode **101** und dem Licht emittierenden Bereich in der Licht emittierenden Schicht, die das erwünschte Licht emittiert. Es ist jedoch schwierig, den Reflexionsbereich in der ersten Elektrode **101** und den Licht emittierenden Bereich in der Licht emittierenden Schicht, die das erwünschte Licht emittiert, genau zu bestimmen; daher wird vorausgesetzt, dass die vorstehende Wirkung ausreichend erzielt werden kann, egal wo sich der Reflexionsbereich und der Licht emittierende Bereich in der ersten Elektrode **101** bzw. der Licht emittierenden Schicht, die das erwünschte Licht emittiert, befinden.

[0110] Die erste Elektrode **101** und/oder die zweite Elektrode **102** weisen/weist eine Durchlässigkeitseigenschaft in Bezug auf sichtbares Licht oder Nah-Infrarotlicht auf. Die Durchlässigkeit für sichtbares Licht oder Nah-Infrarotlicht der Elektrode mit einer Durchlässigkeitseigenschaft in Bezug auf sichtbares Licht oder Nah-Infrarotlicht ist höher als oder gleich 40 %. In dem Fall, in dem die Elektrode mit einer Durchlässigkeitseigenschaft in Bezug auf sichtbares Licht oder Nah-Infrarotlicht die vorstehend beschriebene transflektive Elektrode ist, ist der Reflexionsgrad für sichtbares Licht oder Nah-Infrarotlicht der Elektrode höher als oder gleich 20 % und niedriger als oder gleich 80 %, bevorzugt höher als oder gleich 40 % und niedriger als oder gleich 70 %. Diese Elektroden weisen vorzugsweise einen spezifischen Widerstand von $1 \times 10^{-2} \Omega\text{cm}$ oder niedriger auf.

[0111] Wenn die erste Elektrode **101** oder die zweite Elektrode **102** eine Elektrode mit einem Reflexionsvermögen in Bezug auf sichtbares Licht oder Nah-Infrarotlicht (reflektierende Elektrode) ist, ist der Reflexionsgrad für sichtbares Licht oder Nah-Infrarotlicht der reflektierenden Elektrode höher als oder gleich 40 % und niedri-

ger als oder gleich 100 %, bevorzugt höher als oder gleich 70 % und niedriger als oder gleich 100 %. Diese Elektrode weist vorzugsweise einen spezifischen Widerstand von $1 \times 10^{-2} \Omega\text{cm}$ oder niedriger auf.

<<Spezifische Struktur der Licht emittierenden Vorrichtung>>

[0112] Als Nächstes wird eine spezifische Struktur der Licht emittierenden Vorrichtung beschrieben. Hier wird eine Licht emittierende Vorrichtung mit der Einzelstruktur in **Fig. 1B** beschrieben.

<Erste Elektrode und zweite Elektrode>

[0113] Als Materialien, die für die erste Elektrode **101** und die zweite Elektrode **102** verwendet werden, können beliebige der folgenden Materialien in einer geeigneten Kombination verwendet werden, solange die Funktionen der beiden vorstehend beschriebenen Elektroden erfüllt werden können. Beispielsweise können ein Metall, eine Legierung, eine elektrisch leitende Verbindung, eine Mischung dieser und dergleichen in geeigneter Weise verwendet werden. Insbesondere kann ein In-Sn-Oxid (auch als ITO bezeichnet), ein In-Si-Sn-Oxid (auch als ITSO bezeichnet), ein In-Zn-Oxid und ein In-W-Zn-Oxid angegeben werden. Außerdem ist es möglich, ein Metall, wie z. B. Aluminium (Al), Titan (Ti), Chrom (Cr), Mangan (Mn), Eisen (Fe), Kobalt (Co), Nickel (Ni), Kupfer (Cu), Gallium (Ga), Zink (Zn), Indium (In), Zinn (Sn), Molybdän (Mo), Tantal (Ta), Wolfram (W), Palladium (Pd), Gold (Au), Platin (Pt), Silber (Ag), Yttrium (Y) oder Neodym (Nd), oder eine Legierung zu verwenden, die eine geeignete Kombination aus beliebigen dieser Metalle enthält. Es ist auch möglich, ein Element der Gruppe 1 oder ein Element der Gruppe 2 des Periodensystems, das vorstehend nicht beschrieben worden ist (z. B. ein Seltenerdmetall, wie z. B. Lithium (Li), Cäsium (Cs), Calcium (Ca), Strontium (Sr), Europium (Eu) oder Ytterbium (Yb)), eine Legierung, die eine geeignete Kombination aus beliebigen dieser enthält, Graphen oder dergleichen zu verwenden.

[0114] Es sei angemerkt, dass in dem Fall, in dem eine Licht emittierende Vorrichtung mit einer Mikrokavitätsstruktur hergestellt wird, die erste Elektrode **101** als reflektierende Elektrode ausgebildet wird und die zweite Elektrode **102** als transflektive Elektrode ausgebildet wird. Daher kann eine einschichtige Struktur oder eine mehrschichtige Struktur unter Verwendung von einer oder mehreren Arten von erwünschten leitenden Materialien ausgebildet werden. Es sei angemerkt, dass die zweite Elektrode **102** nach der Ausbildung der EL-Schicht **103** ausgebildet wird, wobei ein Material wie vorstehend beschrieben ausgewählt wird. Für die Herstellung dieser Elektroden kann ein Sputterverfahren oder ein Vakuumverdampfungsverfahren verwendet werden.

<Lochinjektionsschicht und Lochtransportschicht>

[0115] Die Lochinjektionsschicht **111** injiziert Löcher von der ersten Elektrode **101**, die eine Anode ist, in die EL-Schicht **103** und enthält ein Material mit einer hohen Lochinjektionseigenschaft.

[0116] Als Material mit einer hohen Lochinjektionseigenschaft können beispielsweise ein Übergangsmetall-oxid, wie z. B. ein Molybdänoxid, ein Vanadiumoxid, ein Rutheniumoxid, ein Wolframoxid oder ein Manganoxid, oder eine auf Phthalocyanin basierende Verbindung, wie z. B. Phthalocyanin (Abkürzung: H_2Pc) oder Kupfer (II)phthalocyanin (Abkürzung: CuPc), verwendet werden.

[0117] Als Material mit einer hohen Lochinjektionseigenschaft kann eine aromatische Amin-Verbindung, wie z. B. 4,4',4''-Tris(N,N-diphenylamino)triphenylamin (Abkürzung: TDATA), 4,4',4''-Tris[N-(3-methylphenyl)-N-phenylamino]triphenylamin (Abkürzung: MTDATA), 4,4'-Bis[N-(4-diphenylaminophenyl)-N-phenylamino]biphenyl (Abkürzung: DPAB), 4,4'-Bis[N-(4-[N'-(3-methylphenyl)-N'-phenylamino]phenyl)-N-phenylamino]biphenyl (Abkürzung: DNTPD), 1,3,5-Tris[N-(4-diphenylaminophenyl)-N-phenylamino]benzol (Abkürzung: DPA3B), 3-[N-(9-Phenylcarbazol-3-yl)-N-phenylamino]-9-phenylcarbazol (Abkürzung: PCzPCA1), 3,6-Bis[N-(9-phenylcarbazol-3-yl)-N-phenylamino]-9-phenylcarbazol (Abkürzung: PCzPCA2) oder 3-[N-(1-Naphthyl)-N-(9-phenylcarbazol-3-yl)amino]-9-phenylcarbazol (Abkürzung: PCzPCNI), verwendet werden.

[0118] Als Material mit einer hohen Lochinjektionseigenschaft kann Poly(N-vinylcarbazol) (Abkürzung: PVK), Poly(4-vinyltriphenylamin) (Abkürzung: PVTPA), Poly[N-(4-[N'-(4-(4-diphenylamino)phenyl]phenyl)-N-phenylamino]phenylmethacrylamid] (Abkürzung: PTPDMA) oder Poly[N,N'-bis(4-butylphenyl)-N,N'-bis(phenyl)benzidin] (Abkürzung: Poly-TPD) verwendet werden. Alternativ kann eine hochmolekulare Verbindung, der eine Säure zugesetzt ist, verwendet werden, wie z. B. Poly(3,4-ethyldioxythiophen)/Poly(styrolsulfonsäure) (Abkürzung: PEDOT/PSS) oder Polyanilin/Poly(styrolsulfonsäure) (Abkürzung: PAni/PSS).

[0119] Alternativ kann als Material mit einer hohen Lochinjektionseigenschaft ein Verbundmaterial, das ein Lochtransportmaterial und ein Akzeptormaterial (ein Elektronenakzeptormaterial) enthält, verwendet werden. In diesem Fall extrahiert das Akzeptormaterial Elektronen von einem Lochtransportmaterial, so dass Löcher in der Lochinjektionsschicht **111** erzeugt werden und die Löcher durch die Lochtransportschicht **112** in die Licht emittierende Schicht **113** injiziert werden. Es sei angemerkt, dass die Lochinjektionsschicht **111** derart ausgebildet werden kann, dass sie eine einschichtige Struktur aus einem Verbundmaterial, das ein Lochtransportmaterial und ein Akzeptormaterial enthält, aufweist, oder dass sie durch Übereinanderanordnen der jeweiligen Schichten aus einem Lochtransportmaterial und einem Akzeptormaterial ausgebildet werden kann.

[0120] Die Lochtransportschicht **112** transportiert die Löcher, die von der ersten Elektrode **101** durch die Lochinjektionsschicht **111** injiziert werden, zu der Licht emittierenden Schicht **113**. Die Lochtransportschicht **112** enthält ein Lochtransportmaterial. Es wird besonders bevorzugt, dass das höchstbesetzte Molekularorbital- (HOMO-) Niveau des Lochtransportmaterials, das in der Lochtransportschicht **112** enthalten ist, gleich demjenigen der Lochinjektionsschicht **111** ist oder in der Nähe davon liegt.

[0121] Als Akzeptormaterial, das für die Lochinjektionsschicht **111** verwendet wird, kann ein Oxid eines Metalls, das zu einer der Gruppen 4 bis 8 des Periodensystems gehört, verwendet werden. Als spezifische Beispiele können Molybdänoxid, Vanadiumoxid, Nioboxid, Tantaloxid, Chromoxid, Wolframoxid, Manganoxid und Rheniumoxid angegeben werden. Unter diesen wird Molybdänoxid besonders bevorzugt, da es an der Luft stabil ist, eine geringe hygroskopische Eigenschaft aufweist und leicht zu handhaben ist. Alternativ können organische Akzeptoren, wie z. B. ein Chinodimethan-Derivat, ein Chloranil-Derivat und ein Hexaazatriphenylen-Derivat, verwendet werden. Beispiele für eine Verbindung mit einer elektronenziehenden Gruppe (einer Halogen-Gruppe oder einer Cyano-Gruppe) umfassen 7,7,8,8-Tetracyano-2,3,5,6-tetrafluorchinodimethan (Abkürzung: F₄-TCNQ), Chloranil, 2,3,6,7,10,11-Hexacyano-1,4,5,8,9,12-hexaazatriphenylen (Abkürzung: HAT-CN) und 1,3,4,5,7,8-Hexafluortetracyano-naphthochinodimethan (Abkürzung: F₆-TCNNQ). Insbesondere wird eine Verbindung, in der elektronenziehende Gruppen an einen kondensierten aromatischen Ring mit einer Vielzahl von Heteroatomen gebunden sind, wie z. B. HAT-CN, 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 α,α',α'' -1,2,3-Cyclopropantriyldientris[4-cyano-2,3,5,6-tetrafluorbenzolacetonitril], α,α',α'' -1,2,3-Cyclopropantriyldientris[2,6-dichlor-3,5-difluor-4-(trifluormethyl)benzolacetonitril] und α,α',α'' -1,2,3-Cyclopropantriyldientris[2,3,4,5,6-pentafluorbenzolacetonitril].

[0122] Die Lochtransportmaterialien, die für die Lochinjektionsschicht **111** und die Lochtransportschicht **112** verwendet werden, sind vorzugsweise Substanzen mit einer Löcherbeweglichkeit von größer als oder gleich 10^{-6} cm²/Vs. Es sei angemerkt, dass andere Substanzen verwendet werden können, solange die Substanzen eine Lochtransporteigenschaft aufweisen, die höher ist als eine Elektronentransporteigenschaft.

[0123] Die Licht emittierende Vorrichtung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung enthält vorzugsweise die organische Verbindung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung als Lochtransportmaterial, das für die Lochinjektionsschicht **111** und/oder die Lochtransportschicht **112** verwendet wird. Da die organische Verbindung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung eine hohe Elektronen blockierende Eigenschaft aufweist, kann die Verwendung der organischen Verbindung für die Lochtransportschicht **112** die Emissionseffizienz der Licht emittierenden Vorrichtung verbessern.

[0124] Als Lochtransportmaterial werden Materialien mit einer hohen Lochtransporteigenschaft, wie z. B. eine π -elektronenreiche heteroaromatische Verbindung (z. B. ein Carbazol-Derivat, ein Thiophen-Derivat und ein Furan-Derivat) und ein aromatisches Amin (eine Verbindung mit einem aromatischen Amin-Gerüst), bevorzugt.

[0125] Beispiele für das Carbazol-Derivat (eine Verbindung mit einem Carbazol-Gerüst) umfassen ein Bicarbazol-Derivat (z. B. ein 3,3'-Bicarbazol-Derivat) und ein aromatisches Amin mit einer Carbazolyl-Gruppe.

[0126] Spezifische Beispiele für das Bicarbazol-Derivat (z. B. ein 3,3'-Bicarbazol-Derivat) umfassen 3,3'-Bis(9-phenyl-9H-carbazol) (Abkürzung: PCCP), 9,9'-Bis(1,1'-biphenyl-4-yl)-3,3'-bi-9H-carbazol, 9,9'-Bis(1,1'-biphenyl-3-yl)-3,3'-bi-9H-carbazol, 9-(1,1'-Biphenyl-3-yl)-9'-(1,1'-biphenyl-4-yl)-9H,9'H-3,3'-bicarbazol (Abkürzung: mBPCCBP) und 9-(2-Naphthyl)-9'-phenyl-9H,9'H-3,3'-bicarbazol (Abkürzung: β NCCP).

[0127] Spezifische Beispiele für das aromatische Amin mit einer Carbazolyl-Gruppe umfassen 4-Phenyl-4'-(9-phenyl-9H-carbazol-3-yl)triphenylamin (Abkürzung: PCBA1BP), N-(4-Biphenyl)-N-(9,9-dimethyl-9H-fluoren-2-yl)-9-phenyl-9H-carbazol-3-amin (Abkürzung: PCBIF), N-(1,1'-Biphenyl-4-yl)-N-[4-(9-phenyl-9H-carba-

zol-3-yl)phenyl]-9,9-dimethyl-9H-fluoren-2-amin (Abkürzung: PCBBiF), 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-carbazol-3-yl)triphenylamin (Abkürzung: PCB-NBB), 4-Phenylidiphenyl-(9-phenyl-9H-carbazol-3-yl)amin (Abkürzung: PCA1BP), N,N'-Bis(9-phenylcarbazol-3-yl)-N,N'-diphenylbenzol-1,3-diamin (Abkürzung: PCA2B), N,N',N''-Triphenyl-N,N',N''-tris(9-phenylcarbazol-3-yl)benzol-1,3,5-triamin (Abkürzung: PCA3B), 9,9-Dimethyl-N-phenyl-N-[4-(9-phenyl-9H-carbazol-3-yl)phenyl]fluoren-2-amin (Abkürzung: PCBAF), N-Phenyl-N-[4-(9-phenyl-9H-carbazol-3-yl)phenyl]spiro-9,9'-bifluoren-2-amin (Abkürzung: PCBASF), PCzPCA1, PCzPCA2, PCzPCN1, 3-[N-(4-Diphenylaminophenyl)-N-phenylamino]-9-phenylcarbazol (Abkürzung: PCzDPA1), 3,6-Bis[N-(4-diphenylaminophenyl)-N-phenylamino]-9-phenylcarbazol (Abkürzung: PCzDPA2), 3,6-Bis[N-(4-diphenylaminophenyl)-N-(1-naphthyl)amino]-9-phenylcarbazol (Abkürzung: PCzTPN2), 2-[N-(9-Phenylcarbazol-3-yl)-N-phenylamino]spiro-9,9'-bifluoren (Abkürzung: PCASF), N-[4-(9H-Carbazol-9-yl)phenyl]-N-(4-phenyl)phenylanilin (Abkürzung: YGA1BP), N,N'-Bis[4-(carbazol-9-yl)phenyl]-N,N'-diphenyl-9,9-dimethylfluoren-2,7-diamin (Abkürzung: YGA2F) und 4,4',4''-Tris(carbazol-9-yl)triphenylamin (Abkürzung: TCTA).

[0128] Zusätzlich zu den oben genannten Verbindungen umfassen weitere Beispiele für das Carbazol-Derivat 3-[4-(9-Phenanthryl)-phenyl]-9-phenyl-9H-carbazol (Abkürzung: PCPPn), 3-[4-(1-Naphthyl)-phenyl]-9-phenyl-9H-carbazol (Abkürzung: PCPN), 1,3-Bis(N-carbazolyl)benzol (Abkürzung: mCP), 4,4'-Di(N-carbazolyl)biphenyl (Abkürzung: CBP), 3,6-Bis(3,5-diphenylphenyl)-9-phenylcarbazol (Abkürzung: CzTP), 1,3,5-Tris[4-(N-carbazolyl)phenyl]benzol (Abkürzung: TCPB) und 9-[4-(10-Phenyl-9-anthracenyl)phenyl]-9H-carbazol (Abkürzung: CzPA).

[0129] Spezifische Beispiele für das Thiophen-Derivat (eine Verbindung mit einem Thiophen-Gerüst) und das Furan-Derivat (eine Verbindung mit einem Furan-Gerüst) umfassen 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), 4,4',4''-(Benzol-1,3,5-triyl)tri(dibenzofuran) (Abkürzung: DBF3P-II) und 4-{3-[3-(9-Phenyl-9H-fluoren-9-yl)phenyl]phenyl}dibenzofuran (Abkürzung: mmDBFF-LBi-II).

[0130] Spezifische Beispiele für das aromatische Amin umfassen 4,4'-Bis[N-(1-naphthyl)-N-phenylamino]biphenyl (Abkürzung: NPB oder α -NPD), N,N'-Bis(3-methylphenyl)-N,N'-diphenyl-[1,1'-biphenyl]-4,4'-diamin (Abkürzung: TPD), 4,4'-Bis[N-(spiro-9,9'-bifluoren-2-yl)-N-phenylamino]biphenyl (Abkürzung: BSPB), 4-Phenyl-4'-(9-phenylfluoren-9-yl)triphenylamin (Abkürzung: BPAFLP), 4-Phenyl-3'-(9-phenylfluoren-9-yl)triphenylamin (Abkürzung: mBPAFLP), N-(9,9-Dimethyl-9H-fluoren-2-yl)-N-{9,9-dimethyl-2-[N'-phenyl-N'-(9,9-dimethyl-9H-fluoren-2-yl)amino]-9H-fluoren-7-yl}phenylamin (Abkürzung: DFLADFL), N-(9,9-Dimethyl-2-diphenylamino-9H-fluoren-7-yl)diphenylamin (Abkürzung: DPNF), 2-[N-(4-Diphenylaminophenyl)-N-phenylamino]spiro-9,9'-bifluoren (Abkürzung: DPASF), 2,7-Bis[N-(4-diphenylaminophenyl)-N-phenylamino]-spiro-9,9'-bifluoren (Abkürzung: DPA2SF), 4,4',4''-Tris[N-(1-naphthyl)-N-phenylamino]triphenylamin (Abkürzung: 1'-TNATA), TDATA, m-MTDATA, N,N'-Di(p-tolyl)-N,N'-diphenyl-p-phenyldiamin (Abkürzung: DTDPPA), DPAB, DNTPD und DPA3B.

[0131] Als Lochtransportmaterial kann auch eine hochmolekulare Verbindung, wie z. B. PVK, PVTPA, PTPD-MA oder Poly-TPD, verwendet werden.

[0132] Es sei angemerkt, dass das Lochtransportmaterial nicht auf die vorstehenden Beispiele beschränkt ist und eines oder eine Kombination aus verschiedenen bekannten Materialien als Lochtransportmaterial für die Lochinjektionsschicht **111** und die Lochtransportschicht **112** verwendet werden kann.

<Licht emittierende Schicht>

[0133] Die Licht emittierende Schicht **113** enthält eine Licht emittierende Substanz. Die Licht emittierende Schicht **113** kann eine oder mehrere Arten von Licht emittierenden Substanzen enthalten. Als Licht emittierende Substanz wird eine Substanz, deren Emissionsfarbe blau, violett, blauviolett, grün, gelbgrün, gelb, orange, rot oder dergleichen ist, in geeigneter Weise verwendet. Als Licht emittierende Substanz kann alternativ eine Substanz, die Nah-Infrarotlicht emittiert, verwendet werden. Wenn eine Vielzahl von Licht emittierenden Schichten unter Verwendung unterschiedlicher Licht emittierender Substanzen ausgebildet wird, können unterschiedliche Emissionsfarben dargestellt werden (beispielsweise werden komplementäre Emissionsfarben kombiniert, um eine weiße Lichtemission zu erhalten). Des Weiteren kann eine Licht emittierende Schicht unterschiedliche Licht emittierende Substanzen enthalten.

[0134] Die Licht emittierende Schicht **113** enthält vorzugsweise zusätzlich zu der Licht emittierenden Substanz (einem Gastmaterial) eine oder mehrere Arten von organischen Verbindungen (z. B. ein Wirtsmaterial und ein Hilfsmaterial). Als eine oder mehrere Arten von organischen Verbindungen können/kann das Lochtransportmaterial und/oder das Elektronentransportmaterial, die bei dieser Ausführungsform beschrieben werden, verwendet werden. Als eine oder mehrere Arten von organischen Verbindungen kann alternativ ein bipolares Material verwendet werden.

[0135] In dem Fall, in dem das Lochtransportmaterial für die Licht emittierende Schicht **113** verwendet wird, ist das Lochtransportmaterial vorzugsweise die organische Verbindung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

[0136] Es gibt keine besondere Beschränkung bezüglich der Licht emittierenden Substanzen, die für die Licht emittierende Schicht **113** verwendet werden können, und eine Licht emittierende Substanz, die Singulett-Anregungsenergie in Lichtemission im sichtbaren Lichtbereich oder Nahinfrarotlichtbereich umwandelt, oder eine Licht emittierende Substanz, die Triplett-Anregungsenergie in Lichtemission im sichtbaren Lichtbereich oder Nahinfrarotlichtbereich umwandelt, kann verwendet werden.

[0137] Als Beispiel für die Licht emittierende Substanz, die Singulett-Anregungsenergie in Lichtemission umwandelt, kann eine Substanz, die eine Fluoreszenz emittiert (fluoreszierendes Material), angegeben werden. Die Beispiele umfassen Pyren-Derivate, Anthracen-Derivate, Triphenylen-Derivate, Fluoren-Derivate, Carbazol-Derivate, Dibenzothiophen-Derivate, Dibenzofuran-Derivate, Dibenzochinoxalin-Derivate, Chinoxalin-Derivate, Pyridin-Derivate, Pyrimidin-Derivate, Phenanthren-Derivate und Naphthalin-Derivate. Pyren-Derivate werden besonders bevorzugt, da sie eine hohe Emissionsquantenausbeute aufweisen. Spezifische Beispiele für Pyren-Derivate umfassen N,N'-Bis(3-methylphenyl)-N,N'-bis[3-(9-phenyl-9H-fluoren-9-yl)phenyl]pyren-1,6-diamin (Abkürzung: 1,6mMemFLPAPrN), (N,N'-Diphenyl-N,N'-bis[4-(9-phenyl-9H-fluoren-9-yl)phenyl]pyren-1,6-diamin) (Abkürzung: 1,6FLPAPrN), N,N'-Bis(dibenzofuran-2-yl)-N,N'-diphenylpyren-1,6-diamin (Abkürzung: 1,6FrAPrN), N,N'-Bis(dibenzothiophen-2-yl)-N,N'-diphenylpyren-1,6-diamin (Abkürzung: 1,6ThAPrN), N,N'-(Pyren-1,6-diyl)bis[(N-phenylbenzo[b]naphtho[1,2-d]furan)-6-amin] (Abkürzung: 1,6BnfAPrN), N,N'-(Pyren-1,6-diyl)bis[(N-phenylbenzo[b]naphtho[1,2-d]furan)-8-amin] (Abkürzung: 1,6BnfAPrN-02) und N,N'-(Pyren-1,6-diyl)bis[(6,N-diphenylbenzo[b]naphtho[1,2-d]furan)-8-amin] (Abkürzung: 1,6BnfAPrN-03).

[0138] Außerdem ist es möglich, 5,6-Bis[4-(10-phenyl-9-anthryl)phenyl]-2,2'-bipyridin (Abkürzung: PAP2BPy), 5,6-Bis[4'-(10-phenyl-9-anthryl)biphenyl-4-yl]-2,2'-bipyridin (Abkürzung: PAPP2BPy), N,N'-Bis[4-(9H-carbazol-9-yl)phenyl]-N,N'-diphenylstilben-4,4'-diamin (Abkürzung: YGA2S), 4-(9H-Carbazol-9-yl)-4'-(10-phenyl-9-anthryl)triphenylamin (Abkürzung: YGAPA), 4-(9H-Carbazol-9-yl)-4'-(9,10-diphenyl-2-anthryl)triphenylamin (Abkürzung: 2YGAPPA), N,9-Diphenyl-N-[4-(10-phenyl-9-anthryl)phenyl]-9H-carbazol-3-amin (Abkürzung: PCA-PA), 4-(10-Phenyl-9-anthryl)-4'-(9-phenyl-9H-carbazol-3-yl)triphenylamin (Abkürzung: PCBAPA), 4-[4-(10-Phenyl-9-anthryl)phenyl]-4'-(9-phenyl-9H-carbazol-3-yl)triphenylamin (Abkürzung: PCBAPBA), Perylen, 2,5,8,11-Tetra(tert-butyl)perylene (Abkürzung: TBP), N,N''-(2-tert-Butylanthracen-9,10-diyl-di-4,1-phenylen)bis[N,N',N'-triphenyl-1,4-phenyldiamin] (Abkürzung: DPABPA), N,9-Diphenyl-N-[4-(9,10-diphenyl-2-anthryl)phenyl]-9H-carbazol-3-amin (Abkürzung: 2PCAPPA), N-[4-(9,10-Diphenyl-2-anthryl)phenyl]-N,N',N'-triphenyl-1,4-phenyldiamin (Abkürzung: 2DPAPPA) oder dergleichen zu verwenden.

[0139] Als Beispiele für eine Licht emittierende Substanz, die Triplett-Anregungsenergie in Lichtemission umwandelt, können eine Substanz, die eine Phosphoreszenz emittiert (phosphoreszierendes Material), und ein thermisch aktiviertes, verzögert fluoreszierendes (thermally activated delayed fluorescence, TADF-) Material, das eine thermisch aktivierte verzögerte Fluoreszenz emittiert, angegeben werden.

[0140] Beispiele für ein phosphoreszierendes Material umfassen einen metallorganischen Komplex, einen Metallkomplex (Platinkomplex) und einen Seltenerdmetallkomplex. Diese Substanzen weisen die jeweiligen Emissionsfarben (Emissionspeaks) auf, und eine beliebige von ihnen wird somit je nach Bedarf angemessen ausgewählt und verwendet.

[0141] Als Beispiele für ein phosphoreszierendes Material, das Blau oder Grün darstellt und dessen Emissionsspektrum eine Peakwellenlänge von größer als oder gleich 450 nm und kleiner als oder gleich 570 nm aufweist, können die folgenden Substanzen angegeben werden.

[0142] Beispielsweise können metallorganische Komplexe mit einem 4H-Triazol-Gerüst, wie z. B. Tris{2-[5-(2-methylphenyl)-4-(2,6-dimethylphenyl)-4H-1,2,4-triazol-3-yl-κN²]phenyl-κC}iridium(III) (Abkürzung: [Ir(mpptz-dmp)₃]), Tris(5-methyl-3,4-diphenyl-4H-1,2,4-triazolato)iridium(III) (Abkürzung: [Ir(Mptz)₃]), Tris[4-(3-biphenyl)

-5-isopropyl-3-phenyl-4H-1,2,4-triazolato]iridium(III) (Abkürzung: [Ir(iPrptz-3b)₃]) und Tris[3-(5-biphenyl)-5-isopropyl-4-phenyl-4H-1,2,4-triazolato]iridium(III) (Abkürzung: [Ir(iPr5btz)₃]); metallorganische Komplexe mit einem 1H-Triazol-Gerüst, wie z. B. Tris[3-methyl-1-(2-methylphenyl)-5-phenyl-1 H-1,2,4-triazolato]iridium(III) (Abkürzung: [Ir(Mptz1-mp)₃]) und Tris(1-methyl-5-phenyl-3-propyl-1 H-1,2,4-triazolato]iridium(III) (Abkürzung: [Ir(Prptz1-Me)₃]); metallorganische Komplexe mit einem Imidazol-Gerüst, wie z. B. fac-Tris[1-(2,6-diisopropylphenyl)-2-phenyl-1H-imidazol]iridium(III) (Abkürzung: [Ir(iPrpmi)₃]) und Tris[3-(2,6-dimethylphenyl)-7-methylimidazo[1,2-f]phenanthridinato]iridium(III) (Abkürzung: [Ir(dmpimpt-Me)₃]); und metallorganische Komplexe, bei denen ein Phenylpyridin-Derivat mit einer elektronenziehenden Gruppe ein Ligand ist, wie z. B. Bis[2-(4',6'-difluorphenyl)pyridinato-N,C²]iridium(III)tetrakis(1-pyrazolyl)borat (Abkürzung: Flr6), Bis[2-(4',6'-difluorphenyl)pyridinato-N,C²]iridium(III)picolinat (Abkürzung: Flrpic), Bis[2-[3',5'-bis(trifluormethyl)phenyl]pyridinato-N,C²]iridium(III)picolinat (Abkürzung: [Ir(CF₃ppy)₂(pic)]) und Bis[2-(4',6'-difluorphenyl)pyridinato-N,C²]iridium(III)acetylacetonat (Abkürzung: Flr(acac)), angegeben werden.

[0143] Als Beispiele für ein phosphoreszierendes Material, das Grün oder Gelb darstellt und dessen Emissionsspektrum eine Peakwellenlänge von größer als oder gleich 495 nm und kleiner als oder gleich 590 nm aufweist, können die folgenden Substanzen angegeben werden.

[0144] Beispiele für das phosphoreszierende Material umfassen metallorganische Iridiumkomplexe mit einem Pyrimidin-Gerüst, wie z. B. Tris(4-methyl-6-phenylpyrimidinato)iridium(III) (Abkürzung: [Ir(mppm)₃]), Tris(4-*t*-butyl-6-phenylpyrimidinato)iridium(III) (Abkürzung: [Ir(tBuppm)₃]), (Acetylacetonato)bis(6-methyl-4-phenylpyrimidinato)iridium(III) (Abkürzung: [Ir(mppm)₂(acac)]), (Acetylacetonato)bis(6-*tert*-butyl-4-phenylpyrimidinato)iridium(III) (Abkürzung: [Ir(tBuppm)₂(acac)]), (Acetylacetonato)bis[6-(2-norbornyl)-4-phenylpyrimidinato]iridium(III) (Abkürzung: [Ir(nbppm)₂(acac)]), (Acetylacetonato)bis[5-methyl-6-(2-methylphenyl)-4-phenylpyrimidinato]iridium(III) (Abkürzung: [Ir(mppm)₂(acac)]), (Acetylacetonato)bis[4,6-dimethyl-2-[6-(2,6-dimethylphenyl)-4-pyrimidinyl-κN³]phenyl-κC]iridium(III) (Abkürzung: [Ir(dmpmmdmp)₂(acac)]) und (Acetylacetonato)bis(4,6-diphenylpyrimidinato)iridium(III) (Abkürzung: [Ir(dppm)₂(acac)]); metallorganische Iridiumkomplexe mit einem Pyrazin-Gerüst, wie z. B. (Acetylacetonato)bis(3,5-dimethyl-2-phenylpyrazinato)iridium(III) (Abkürzung: [Ir(mppr-Me)₂(acac)]) und (Acetylacetonato)bis(5-isopropyl-3-methyl-2-phenylpyrazinato)iridium(III) (Abkürzung: [Ir(mppr-iPr)₂(acac)]); metallorganische Iridiumkomplexe mit einem Pyridin-Gerüst, wie z. B. Tris(2-phenylpyridinato-N,C²)iridium(III) (Abkürzung: [Ir(ppy)₃]), Bis(2-phenylpyridinato-N,C²)iridium(III)acetylacetonat (Abkürzung: [Ir(ppy)₂(acac)]), Bis(benzo[h]chinolinato)iridium(III)acetylacetonat (Abkürzung: [Ir(bzq)₂(acac)]), Tris(benzo[h]chinolinato)iridium(III) (Abkürzung: [Ir(bzq)₃]), Tris(2-phenylchinolinato-N,C²)iridium(III) (Abkürzung: [Ir(pq)₃]), Bis(2-phenylchinolinato-N,C²)iridium(III)acetylacetonat (Abkürzung: [Ir(pq)₂(acac)]), [2-(4-Phenyl-2-pyridinyl-κN)phenyl-κC]bis[2-(2-pyridinyl-κN)phenyl-κC]iridium(III) (Abkürzung: [Ir(ppy)₂(4dppy)]) und Bis[2-(2-pyridinyl-κN)phenyl-κC][2-(4-methyl-5-phenyl-2-pyridinyl-κN)phenyl-κC]; metallorganische Komplexe, wie z. B. Bis(2,4-diphenyl-1,3-oxazolato-N,C²)iridium(III)acetylacetonat (Abkürzung: [Ir(dpo)₂(acac)]), Bis[2-[4'-(perfluorphenyl)phenyl]pyridinato-N,C²]iridium(III)acetylacetonat (Abkürzung: [Ir(p-PF-ph)₂(acac)]) und Bis(2-phenylbenzothiazolato-N,C²)iridium(III)acetylacetonat (Abkürzung: [Ir(bt)₂(acac)]); und einen Seltenerdmetallkomplex, wie z. B. Tris(acetylacetonato)(monophenanthrolin)terbium(III) (Abkürzung: [Tb(acac)₃(Phen)]).

[0145] Als Beispiele für ein phosphoreszierendes Material, das Gelb oder Rot darstellt und dessen Emissionsspektrum eine Peakwellenlänge von größer als oder gleich 570 nm und kleiner als oder gleich 750 nm aufweist, können die folgenden Substanzen angegeben werden.

[0146] Beispielsweise können metallorganische Komplexe mit einem Pyrimidin-Gerüst, wie z. B. (Diisobutylmethanato)bis[4,6-bis(3-methylphenyl)pyrimidinato]iridium(III) (Abkürzung: [Ir(5mdppm)₂(dibm)]), Bis[4,6-bis(3-methylphenyl)pyrimidinato](dipivaloylmethanato)iridium(III) (Abkürzung: [Ir(5mdppm)₂(dpm)]), Bis[4,6-di(naphthalen-1-yl)pyrimidinato](dipivaloylmethanato)iridium(III) (Abkürzung: [Ir(d1npm)₂(dpm)]) und Tris(4-*t*-butyl-6-phenylpyrimidinato)iridium(III) (Abkürzung: [Ir(tBuppm)₃]); metallorganische Komplexe mit einem Pyrazin-Gerüst, wie z. B. (Acetylacetonato)bis(2,3,5-triphenylpyrazinato)iridium(III) (Abkürzung: [Ir(tppr)₂(acac)]), Bis(2,3,5-triphenylpyrazinato)(dipivaloylmethanato)iridium(III) (Abkürzung: [Ir(tppr)₂(dpm)]), Bis[4,6-dimethyl-2-[3-(3,5-dimethylphenyl)-5-phenyl-2-pyrazinyl-κN]phenyl-κC] (2,6-dimethyl-3,5-heptandionato-κ²O,O')iridium(III) (Abkürzung: [Ir(dmdppr-P)₂(dibm)]), Bis[4,6-dimethyl-2-[5-(4-cyano-2,6-dimethylphenyl)-3-(3,5-dimethylphenyl)-2-pyrazinyl-κN]phenyl-κC](2,2,6,6-tetramethyl-3²O,O')iridium(III) (Abkürzung: [Ir(dmdppr-dmCP)₂(dpm)]), (Acetylacetonato)bis[2-methyl-3-phenylchinoxalinato-N,C²]iridium(III) (Abkürzung: [Ir(mpq)₂(acac)]), (Acetylacetonato)bis(2,3-diphenylchinoxalinato-N,C²)iridium(III) (Abkürzung: [Ir(dpq)₂(acac)]), (Acetylacetonato)bis[2,3-bis(4-fluorphenyl)chinoxalinato]iridium(III) (Abkürzung: [Ir(Fdpq)₂(acac)]) und Bis[4,6-dimethyl-2-[5-(5-cyano-2-methylphenyl)-3-(3,5-dimethylphenyl)-2-pyrazinyl-κN]phenyl-κC](2,2,6,6-tetramethyl-3,5-heptandionato-κ²O,O')iridium(III) (Abkürzung: [Ir(dmdppr-m5CP)₂(dpm)]); metallorganische Komplexe mit einem Pyridin-Gerüst, wie z. B. Tris(1-phenylisochinolinato-N,C²)iridium(III)

(Abkürzung: [Ir(piq)₃]), Bis(1-phenylisochinolinato-N,C^{2'})iridium(III)acetylacetonat (Abkürzung: [Ir(piq)₂(acac)]) und Bis[4,6-dimethyl-2-(2-chinolinyl-κN)phenyl-κC](2,4-pentandionato-κ²O,O')iridium(III); Platinkomplexe, wie z. B. 2,3,7,8,12,13,17,18-Octaethyl-21H,23H-porphyrinplatin(II) (Abkürzung: [PtOEP]); und Seltenerdmetallkomplexe, wie z. B. Tris(1,3-diphenyl-1,3-propandionato)(monophenanthrolin)europium(III) (Abkürzung: [Eu(DBM)₃(Phen)]) und Tris[1-(2-thenoyl)-3,3,3-trifluoracetato](monophenanthrolin)europium(III) (Abkürzung: [Eu(TTA)₃(Phen)]), angegeben werden.

[0147] Als Verbindungen (Wirtsmaterial und Hilfsmaterial), die in der Licht emittierenden Schicht **113** verwendet werden, kann/können eine oder mehrere Arten von Substanzen verwendet werden, die eine größere Energielücke aufweisen als die Licht emittierende Substanz.

[0148] In dem Fall, in dem die Licht emittierende Substanz, die in der Licht emittierenden Schicht **113** verwendet wird, ein fluoreszierendes Material ist, ist eine organische Verbindung, die in Kombination mit der Licht emittierenden Substanz verwendet wird, vorzugsweise eine organische Verbindung, die ein hohes Energieniveau in einem Singulett-Anregungszustand aufweist und ein niedriges Energieniveau in einem Triplett-Anregungszustand aufweist.

[0149] In Bezug auf eine bevorzugte Kombination mit einer Licht emittierenden Substanz (einem fluoreszierenden Material oder einem phosphoreszierenden Material) werden spezifische Beispiele für die organischen Verbindungen nachstehend gezeigt, obwohl sich einige von ihnen mit den vorstehend gezeigten spezifischen Beispielen überschneiden.

[0150] In dem Fall, in dem die Licht emittierende Substanz ein fluoreszierendes Material ist, umfassen Beispiele für die organische Verbindung, die in Kombination mit der Licht emittierenden Substanz verwendet werden kann, kondensierte polycyclische aromatische Verbindungen, wie z. B. ein Anthracen-Derivat, ein Tetracen-Derivat, ein Phenanthren-Derivat, ein Pyren-Derivat, ein Chrysen-Derivat und ein Dibenzo[g,p]chrysen-Derivat.

[0151] Spezifische Beispiele für die organische Verbindung, die in Kombination mit dem fluoreszierenden Material verwendet wird, umfassen 9-Phenyl-3-[4-(10-phenyl-9-anthryl)phenyl]-9H-carbazol (Abkürzung: PCzPA), 3,6-Diphenyl-9-[4-(10-phenyl-9-anthryl)phenyl]-9H-carbazol (Abkürzung: DPCzPA), PCPN, 9,10-Diphenylantracen (Abkürzung: DPAnth), N,N-Diphenyl-9-[4-(10-phenyl-9-anthryl)phenyl]-9H-carbazol-3-amin (Abkürzung: CzA1PA), 4-(10-Phenyl-9-anthryl)triphenylamin (Abkürzung: DPhPA), 4-(9H-Carbazol-9-yl)-4'-(10-phenyl-9-anthryl)triphenylamin (Abkürzung: YGAPA), N,9-Diphenyl-N-[4-(10-phenyl-9-anthryl)phenyl]-9H-carbazol-3-amin (Abkürzung: PCAPA), N,9-Diphenyl-N-[4-[4-(10-phenyl-9-anthryl)phenyl]phenyl]-9H-carbazol-3-amin (Abkürzung: PCAPBA), N-(9,10-Diphenyl-2-anthryl)-N,9-diphenyl-9H-carbazol-3-amin (Abkürzung: 2PCAPA), 6,12-Dimethoxy-5,11-diphenylchrysen, N,N,N',N',N'',N''',N''',N'''-Octaphenyldibenzo[g,p]chrysen-2,7,10,15-tetraamin (Abkürzung: DBC1), 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: 2mB-nfPPA), 9-Phenyl-10-[4-(9-phenyl-9H-fluoren-9-yl)biphenyl-4'-yl]anthracen (Abkürzung: FLPPA), 9,10-Bis(3,5-diphenylphenyl)anthracen (Abkürzung: DPPA), 9,10-Di(2-naphthyl)anthracen (Abkürzung: DNA), 2-tert-Butyl-9,10-di(2-naphthyl)anthracen (Abkürzung: t-BuDNA), 9,9'-Bianthryl (Abkürzung: BANT), 9,9'-(Stilben-3,3'-diyl)diphenanthren (Abkürzung: DPNS), 9,9'-(Stilben-4,4'-diyl)diphenanthren (Abkürzung: DPNS2), 1,3,5-Tri(1-pyrenyl)benzol (Abkürzung: TPB3), 5,12-Diphenyltetracen und 5,12-Bis(biphenyl-2-yl)tetracen.

[0152] In dem Fall, in dem die Licht emittierende Substanz ein phosphoreszierendes Material ist, wird eine organische Verbindung mit Triplett-Anregungsenergie (einer Energiedifferenz zwischen einem Grundzustand und einem Triplett-Anregungszustand), die höher ist als diejenige der Licht emittierenden Substanz, als organische Verbindung ausgewählt, die in Kombination mit der Licht emittierenden Substanz verwendet wird.

[0153] In dem Fall, in dem eine Vielzahl von organischen Verbindungen (z. B. ein erstes Wirtsmaterial und ein zweites Wirtsmaterial (oder ein Hilfsmaterial)) zur Bildung eines Exciplexes in Kombination mit einer Licht emittierenden Substanz verwendet wird, wird die Vielzahl von organischen Verbindungen vorzugsweise mit einem phosphoreszierenden Material (insbesondere einem metallorganischen Komplex) gemischt.

[0154] Bei einer derartigen Struktur kann eine Lichtemission durch die Exciplex-Triplett-Energieübertragung (exciplex-triplet energy transfer, ExTET), die eine Energieübertragung von einem Exciplex auf eine Licht emittierende Substanz ist, effizient erhalten werden. Es sei angemerkt, dass eine Kombination aus der Vielzahl von organischen Verbindungen, die leicht einen Exciplex bildet, vorzugsweise verwendet wird, und es ist insbesondere vorzuziehen, eine Verbindung, die leicht Löcher aufnehmen kann (Lochtransportmaterial), und eine Verbindung, die leicht Elektronen aufnehmen kann (Elektronentransportmaterial), zu kombinieren. Die organische

Verbindung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, die bei der Ausführungsform 1 beschrieben worden ist, ist zu der Verbindung geeignet, die leicht Löcher aufnehmen kann. Als Lochtransportmaterial und Elektronentransportmaterial können insbesondere beliebige der Materialien, die bei dieser Ausführungsform beschrieben werden, verwendet werden. Bei der vorstehenden Struktur können gleichzeitig eine hohe Effizienz, ein Niederspannungsbetrieb und eine lange Lebensdauer einer Licht emittierenden Vorrichtung erzielt werden.

[0155] In dem Fall, in dem die Licht emittierende Substanz ein phosphoreszierendes Material ist, umfassen Beispiele für die organische Verbindung, die in Kombination mit der Licht emittierenden Substanz verwendet werden kann, ein aromatisches Amin, ein Carbazol-Derivat, ein Dibenzothiophen-Derivat, ein Dibenzofuran-Derivat, einen auf Zink oder Aluminium basierenden Metallkomplex, ein Oxadiazol-Derivat, ein Triazol-Derivat, ein Benzimidazol-Derivat, ein Chinoxalin-Derivat, ein Dibenzochinoxalin-Derivat, ein Pyrimidin-Derivat, ein Triazin-Derivat, ein Pyridin-Derivat, ein Bipyridin-Derivat und ein Phenanthrolin-Derivat.

[0156] Unter den vorstehend beschriebenen Verbindungen sind spezifische Beispiele für das aromatische Amin (eine Verbindung mit einem aromatischen Amin-Gerüst), das Carbazol-Derivat, das Dibenzothiophen-Derivat (ein Thiophen-Derivat) und das Dibenzofuran-Derivat (ein Furan-Derivat), die organische Verbindungen mit einer hohen Lochtransporteigenschaft sind, gleich den Verbindungen, die vorstehend als spezifische Beispiele für das Lochtransportmaterial angegeben worden sind.

[0157] Spezifische Beispiele für Zink und Aluminium basierende Metallkomplexe, die organische Verbindungen mit einer hohen Elektronentransporteigenschaft sind, umfassen Metallkomplexe mit einem Chinolin-Gerüst oder einem Benzochinolin-Gerüst, wie z. B. Tris(8-chinolinolato)aluminium(III) (Abkürzung: Alq), Tris(4-methyl-8-chinolinolato)aluminium(III) (Abkürzung: Almq₃), Bis(10-hydroxybenzo[h]chinolinato)beryllium(II) (Abkürzung: BeBq₂), Bis(2-methyl-8-chinolinolato)(4-phenylphenolato)aluminium(III) (Abkürzung: BAiq) und Bis(8-chinolinolato)zink(II) (Abkürzung: Znq).

[0158] Alternativ kann ein Metallkomplex mit einem Liganden auf Oxazol-Basis oder einem Liganden auf Thiazol-Basis, wie z. B. Bis[2-(2-benzoxazolyl)phenolato]zink(II) (Abkürzung: ZnPBO) oder Bis[2-(2-benzothiazolyl)phenolato]zink(II) (Abkürzung: ZnBTZ), verwendet werden.

[0159] Spezifische Beispiele für ein Oxadiazol-Derivat, ein Triazol-Derivat, ein Benzimidazol-Derivat, ein Chinoxalin-Derivat, ein Dibenzochinoxalin-Derivat und ein Phenanthrolin-Derivat, die organische Verbindungen mit einer hohen Elektronentransporteigenschaft sind, umfassen 2-(4-Biphenyl)-5-(4-tert-butylphenyl)-1,3,4-oxadiazol (Abkürzung: PBD), 1,3-Bis[5-(p-tert-butylphenyl)-1,3,4-oxadiazol-2-yl]benzol (Abkürzung: OXD-7), 9-[4-(5-Phenyl-1,3,4-oxadiazol-2-yl)phenyl]-9H-carbazol (Abkürzung: CO11), 3-(4-Biphenyl)-4-phenyl-5-(4-tert-butylphenyl)-1,2,4-triazol (Abkürzung: TAZ), 3-(4-tert-Butylphenyl)-4-(4-ethylphenyl)-5-(4-biphenyl)-1,2,4-triazol (Abkürzung: p-EtTAZ), 2,2',2''-(1,3,5-Benzotriyl)tris(1-phenyl-1H-benzimidazol) (Abkürzung: TPBI), 2-[3-(Dibenzothiophen-4-yl)phenyl]-1-phenyl-1H-benzimidazol (Abkürzung: mDBTBI-m-II), 4,4'-Bis(5-methylbenzoxazol-2-yl)stilben (Abkürzung: BzOS), Bathophenanthrolin (Abkürzung: BPhen), Bathocuproin (Abkürzung: BCP), 2,9-Bis(naphthalen-2-yl)-4,7-diphenyl-1,10-phenanthrolin (Abkürzung: NBPhen), 2-[3-(Dibenzothiophen-4-yl)phenyl]dibenzo[f,h]chinoxalin (Abkürzung: 2mDBTPDBq-II), 2-[3'-(Dibenzothiophen-4-yl)biphenyl-3-yl]dibenzo[f,h]chinoxalin (Abkürzung: 2mDBTBPDBq-II), 2-[3'-(9H-Carbazol-9-yl)biphenyl-3-yl]dibenzo[f,h]chinoxalin (Abkürzung: 2mCzBPDBq), 2-[4-(3,6-Diphenyl-9H-carbazol-9-yl)phenyl]dibenzo[f,h]chinoxalin (Abkürzung: 2CzPDBq-III), 7-[3-(Dibenzothiophen-4-yl)phenyl]dibenzo[fh]chinoxalin (Abkürzung: 7mDBTPDBq-II) und 6-[3-(Dibenzothiophen-4-yl)phenyl]dibenzo[fh]chinoxalin (Abkürzung: 6mDBTPDBq-II).

[0160] Spezifische Beispiele für eine heterocyclische Verbindung mit einem Diazin-Gerüst, eine heterocyclische Verbindung mit einem Triazin-Gerüst und eine heterocyclische Verbindung mit einem Pyridin-Gerüst, die organische Verbindungen mit einer hohen Elektronentransporteigenschaft sind, umfassen 4,6-Bis[3-(phenanthren-9-yl)phenyl]pyrimidin (Abkürzung: 4,6mPnP2Pm), 4,6-Bis[3-(4-dibenzothiophenyl)phenyl]pyrimidin (Abkürzung: 4,6mDBTP2Pm-II), 4,6-Bis[3-(9H-carbazol-9-yl)phenyl]pyrimidin (Abkürzung: 4,6mCzP2Pm), 2-{4-[3-(N-Phenyl-9H-carbazol-3-yl)-9H-carbazol-9-yl]phenyl}-4,6-diphenyl-1,3,5-triazin (Abkürzung: PCCzPTzn), 9-[3-(4,6-Diphenyl-1,3,5-triazin-2-yl)phenyl]-9'-phenyl-2,3'-bi-9H-carbazol (Abkürzung: mPCCzPTzn-02), 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), 2-{3-[3-(Benzo[b]naphtho[1,2-d]furan-6-yl)phenyl]phenyl}-4,6-diphenyl-1,3,5-triazin (Abkürzung: mBnfBPTzn-02), 3,5-Bis(3-(9H-carbazol-9-yl)phenyl)pyridin (Abkürzung: 35DCzPPy) und 1,3,5-Tri[3-(3-pyridyl)phenyl]benzol (Abkürzung: TmPyPB).

[0161] Als organische Verbindung mit einer hohen Elektronentransporteigenschaft kann eine hochmolekulare Verbindung, wie z. B. Poly(2,5-pyridindiy) (Abkürzung: PPy), Poly[(9,9-dihexylfluoren-2,7-diyl)-co-(pyridin-3,5-diyl)] (Abkürzung: PF-Py) oder Poly[(9,9-dioctylfluoren-2,7-diyl)-co-(2,2'-bipyridin-6,6'-diyl)] (Abkürzung: PF-BPy), ebenfalls verwendet werden.

[0162] Das TADF-Material ist ein Material, das einen Triplett-Anregungszustand in einen Singulett-Anregungszustand aufwärts wandeln kann (d. h., ein umgekehrtes Intersystem-Crossing ist damit möglich), wobei eine geringe thermische Energie verwendet wird, und effizient Licht (eine Fluoreszenz) vom Singulett-Anregungszustand emittiert. Die thermisch aktivierte verzögerte Fluoreszenz wird unter der folgenden Bedingung effizient erhalten: Die Energiedifferenz zwischen dem Triplett-Anregungsniveau und dem Singulett-Anregungsniveau ist größer als oder gleich 0 eV und kleiner als oder gleich 0,2 eV, bevorzugt größer als oder gleich 0 eV und kleiner als oder gleich 0,1 eV. Es sei angemerkt, dass sich verzögerte Fluoreszenz von dem TADF-Material auf eine Lichtemission bezieht, die das gleiche Spektrum wie normale Fluoreszenz und eine sehr lange Lebensdauer aufweist. Die Lebensdauer beträgt 10^{-6} Sekunden oder länger, vorzugsweise 10^{-3} Sekunden oder länger.

[0163] Beispiele für das TADF-Material umfassen Fulleren, ein Derivat davon, ein Acridin-Derivat, wie z. B. Proflavin, und Eosin. Weitere Beispiele umfassen ein metallhaltiges Porphyrin, wie z. B. ein Porphyrin, das Magnesium (Mg), Zink (Zn), Cadmium (Cd), Zinn (Sn), Platin (Pt), Indium (In) oder Palladium (Pd) enthält. Beispiele für das metallhaltige Porphyrin umfassen einen Protoporphyrin-Zinnfluorid-Komplex (Abkürzung: $\text{SnF}_2(\text{Proto IX})$), einen Mesoporphyrin-Zinnfluorid-Komplex (Abkürzung: $\text{SnF}_2(\text{Meso IX})$), einen Hämatoporphyrin-Zinnfluorid-Komplex (Abkürzung: $\text{SnF}_2(\text{Hämato IX})$), einen Coproporphyrin-Tetramethylester-Zinnfluorid-Komplex (Abkürzung: $\text{SnF}_2(\text{Copro III-4Me})$), einen Oktaethylporphyrin-Zinnfluorid-Komplex (Abkürzung: $\text{SnF}_2(\text{OEP})$), einen Etioporphyrin-Zinnfluorid-Komplex (Abkürzung: $\text{SnF}_2(\text{Etio I})$) und einen Oktaethylporphyrin-Platinchlorid-Komplex (Abkürzung: PtCl_2OEP).

[0164] Es ist auch möglich, eine heterocyclische Verbindung mit einem π -elektronenreichen heteroaromatischen Ring und einem π -elektronenarmen heteroaromatischen Ring, wie z. B. 2-(Biphenyl-4-yl)-4,6-bis(12-phenylindolo[2,3-a]carbazol-11-yl)-1,3,5-triazin (Abkürzung: PIC-TRZ), 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), zu verwenden. Es sei angemerkt, dass eine Substanz, in der ein π -elektronenreicher heteroaromatischer Ring direkt an einen π -elektronenarmen heteroaromatischen Ring gebunden ist, besonders bevorzugt wird, da somit sowohl die Donatoreigenschaft des π -elektronenreichen heteroaromatischen Rings als auch die Akzeptoreigenschaft des π -elektronenarmen heteroaromatischen Rings verbessert werden und die Energiedifferenz zwischen dem Singulett-Anregungszustand und dem Triplett-Anregungszustand klein wird.

[0165] Es sei angemerkt, dass das TADF-Material auch in Kombination mit einer weiteren organischen Verbindung verwendet werden kann. Insbesondere kann das TADF-Material in Kombination mit dem Wirtsmaterial, dem Lochtransportmaterial oder dem Elektronentransportmaterial, die vorstehend beschrieben worden sind, verwendet werden.

[0166] Wenn die vorstehenden Materialien in Kombination mit einem niedermolekularen Material oder einem hochmolekularen Material verwendet werden, können sie ferner verwendet werden, um die Licht emittierende Schicht **113** auszubilden. Zur Filmbildung kann ein bekanntes Verfahren (ein Verdampfungsverfahren, ein Beschichtungsverfahren, ein Druckverfahren oder dergleichen) angemessen verwendet werden.

<Elektronentransportschicht>

[0167] Die Elektronentransportschicht **114** transportiert Elektronen, die durch die Elektroneninjektionsschicht **115** von der zweiten Elektrode **102** injiziert werden, zu der Licht emittierenden Schicht **113**. Es sei angemerkt, dass die Elektronentransportschicht **114** ein Elektronentransportmaterial enthält. Das Elektronentransportmaterial, das in der Elektronentransportschicht **114** enthalten ist, ist vorzugsweise eine Substanz mit einer Elektronenbeweglichkeit von höher als oder gleich $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$. Es sei angemerkt, dass auch eine beliebige andere Substanz verwendet werden kann, solange die Substanz Elektronen leichter transportiert als sie Löcher transportiert.

[0168] Als Elektronentransportmaterial kann beispielsweise ein beliebiges der folgenden Materialien mit einer hohen Elektronentransporteigenschaft verwendet werden: ein Metallkomplex mit einem Chinolin-Gerüst, ein

Metallkomplex mit einem Benzochinolin-Gerüst, ein Metallkomplex mit einem Oxazol-Gerüst, ein Metallkomplex mit einem Thiazol-Gerüst, ein Oxadiazol-Derivat, ein Triazol-Derivat, ein Imidazol-Derivat, ein Oxazol-Derivat, ein Thiazol-Derivat, ein Phenanthrolin-Derivat, ein Chinolin-Derivat mit einem Chinolin-Liganden, ein Benzochinolin-Derivat, ein Chinoxalin-Derivat, ein Dibenzochinoxalin-Derivat, ein Pyridin-Derivat, ein Bipyridin-Derivat, ein Pyrimidin-Derivat und eine π -elektronenarme heteroaromatische Verbindung, wie z. B. eine stickstoffhaltige heteroaromatische Verbindung.

[0169] Als spezifische Beispiele für das Elektronentransportmaterial können die vorstehend beschriebenen Materialien verwendet werden.

<Elektroneninjectionsschicht>

[0170] Die Elektroneninjectionsschicht **115** ist eine Schicht, die ein Material mit einer hohen Elektroneninjectionseigenschaft enthält. Für die Elektroneninjectionsschicht **115** kann ein Alkalimetall, ein Erdalkalimetall oder eine Verbindung dieser, wie z. B. Lithiumfluorid (LiF), Cäsiumfluorid (CsF), Calciumfluorid (CaF₂) oder Lithiumoxid (LiO_x), verwendet werden. Es kann auch eine Seltenerdmetallverbindung wie Erbiumfluorid (ErF₃) verwendet werden. Außerdem kann ein Elektrid für die Elektroneninjectionsschicht **115** verwendet werden. Als Beispiel für das Elektrid wird eine Substanz angegeben, in der Elektronen mit hoher Konzentration zu Calciumoxid-Aluminiumoxid zugesetzt sind. Beliebige der vorstehend beschriebenen Substanzen zum Ausbilden der Elektronentransportschicht **114** können auch verwendet werden.

[0171] Alternativ kann ein Verbundmaterial, das ein Elektronentransportmaterial und ein Donatormaterial (ein Elektronendonatormaterial) enthält, für die Elektroneninjectionsschicht **115** verwendet werden. Ein derartiges Verbundmaterial weist eine ausgezeichnete Elektroneninjectionseigenschaft und eine ausgezeichnete Elektronentransporteigenschaft auf, da durch den Elektronendonator Elektronen in der organischen Verbindung erzeugt werden. Hier ist die organische Verbindung vorzugsweise ein Material, das die erzeugten Elektronen ausgezeichnet transportieren kann; insbesondere können beispielsweise die vorstehend beschriebenen Elektronentransportmaterialien für die Elektronentransportschicht **114** (z. B. ein Metallkomplex oder eine heteroaromatische Verbindung) verwendet werden. Als Elektronendonator wird eine Substanz verwendet, die eine Elektronendonatoreigenschaft in Bezug auf eine organische Verbindung zeigt. Insbesondere werden ein Alkalimetall, ein Erdalkalimetall und ein Seltenerdmetall bevorzugt, und es werden Lithium, Cäsium, Magnesium, Calcium, Erbium, Ytterbium und dergleichen angegeben. Außerdem werden ein Alkalimetalloxid und ein Erdalkalimetalloxid bevorzugt, und Lithiumoxid, Calciumoxid, Bariumoxid und dergleichen werden angegeben. Alternativ kann eine Lewis-Base, wie z. B. Magnesiumoxid, verwendet werden. Als weitere Alternative kann eine organische Verbindung, wie z. B. Tetrathiafulvalen (Abkürzung: TTF), verwendet werden.

< Ladungserzeugungsschicht>

[0172] Bei der Licht emittierenden Vorrichtung in **Fig. 1C** weist die Ladungserzeugungsschicht **104** eine Funktion zum Injizieren von Elektronen in die EL-Schicht **103a** und zum Injizieren von Löchern in die EL-Schicht **103b** auf, wenn eine Spannung zwischen der ersten Elektrode **101** (Anode) und der zweiten Elektrode **102** (Kathode) angelegt wird.

[0173] Die Ladungserzeugungsschicht **104** kann ein Lochtransportmaterial und ein Akzeptormaterial (Elektronenakzeptormaterial) enthalten, oder sie kann ein Elektronentransportmaterial und ein Donatormaterial enthalten. Die Ladungserzeugungsschicht **104** mit derartigen Komponenten kann eine Erhöhung der Betriebsspannung, die durch Übereinanderanordnen der EL-Schichten verursacht wird, unterdrücken.

[0174] Als Lochtransportmaterial, Akzeptormaterial, Elektronentransportmaterial und Donatormaterial können die vorstehend beschriebenen Materialien verwendet werden.

[0175] Für die Herstellung der bei dieser Ausführungsform beschriebenen Licht emittierenden Vorrichtung kann ein Vakuumprozess, wie z. B. ein Verdampfungsverfahren, oder ein Lösungsprozess, wie z. B. ein Rotationsbeschichtungsverfahren oder ein Tintenstrahlverfahren, verwendet werden. Wenn ein Verdampfungsverfahren verwendet wird, kann ein physikalisches Gasphasenabscheidungsverfahren (physical vapor deposition method, PVD-Verfahren), wie z. B. ein Sputterverfahren, ein Ionenplattierungsverfahren, ein Ionenstrahlverdampfungsverfahren, ein Molekularstrahlverdampfungsverfahren oder ein Vakuumverdampfungsverfahren, ein chemisches Gasphasenabscheidungsverfahren (chemical vapor deposition method, CVD-Verfahren) oder dergleichen verwendet werden. Insbesondere können die Funktionsschichten (die Lochinjectionsschicht, die Lochtransportschichten, die Licht emittierende Schicht, die Elektronentransportschichten und die Elektronenin-

jektionsschicht), die in der EL-Schicht enthalten sind, und die Ladungserzeugungsschicht durch ein Verdampfungsverfahren (z. B. ein Vakuumverdampfungsverfahren), ein Beschichtungsverfahren (z. B. ein Tauchbeschichtungsverfahren, ein Düsenbeschichtungsverfahren, ein Stabbeschichtungsverfahren, ein Rotationsbeschichtungsverfahren oder ein Sprühbeschichtungsverfahren), ein Druckverfahren (z. B. ein Tintenstrahlverfahren, einen Siebdruck (Schablonendruck), einen Offset-Druck (Flachdruck), einen Flexodruck (Hochdruck), einen Tiefdruck oder einen Mikrokontaktdruck) oder dergleichen ausgebildet werden.

[0176] Materialien der in der EL-Schicht **103** enthaltenen Funktionsschichten und der Ladungserzeugungsschicht sind nicht auf die vorstehend beschriebenen entsprechenden Materialien beschränkt. Als Material der Funktionsschicht kann beispielsweise eine hochmolekulare Verbindung (z. B. ein Oligomer, ein Dendrimer und ein Polymer), eine mittelmolekulare Verbindung (eine Verbindung zwischen einer niedermolekularen Verbindung und einer hochmolekularen Verbindung mit einem Molekulargewicht von 400 bis 4000) oder eine anorganische Verbindung (z. B. ein Quantenpunktmaterial) verwendet werden. Bei dem Quantenpunktmaterial kann es sich um ein gallertartiges Quantenpunktmaterial, ein legiertes Quantenpunktmaterial, ein Kern-Schale-Quantenpunktmaterial, ein Kern-Quantenpunktmaterial oder dergleichen handeln.

[0177] Diese Ausführungsform kann je nach Bedarf mit der anderen Ausführungsform kombiniert werden.

(Ausführungsform 3)

[0178] Bei dieser Ausführungsform werden Licht emittierende Einrichtungen von Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung anhand von **Fig. 2A** bis **Fig. 2C**, **Fig. 3A** bis **Fig. 3C**, **Fig. 4A** und **Fig. 4B** sowie **Fig. 5A** bis **Fig. 5D** beschrieben.

[Strukturbeispiel 1 einer Licht emittierenden Einrichtung]

[0179] **Fig. 2A** ist eine Draufsicht auf eine Licht emittierende Einrichtung, und **Fig. 2B** und **Fig. 2C** sind Querschnittsansichten entlang den Strichpunktlinien X1-Y1 und X2-Y2 in **Fig. 2A**. Die Licht emittierende Einrichtung in **Fig. 2A** bis **Fig. 2C** kann beispielsweise als Beleuchtungsvorrichtung verwendet werden. Die Licht emittierende Einrichtung kann eine Bottom-Emission-Struktur, eine Top-Emission-Struktur oder eine Dual-Emission-Struktur aufweisen.

[0180] Die in **Fig. 2B** dargestellte Licht emittierende Einrichtung beinhaltet ein Substrat **490a**, ein Substrat **490b**, eine leitende Schicht **406**, eine leitende Schicht **416**, eine Isolierschicht **405**, eine organische EL-Vorrichtung **450** (eine erste Elektrode **401**, eine EL-Schicht **402** und eine zweite Elektrode **403**) und eine Klebeschicht **407**. Die organische EL-Vorrichtung **450** kann auch als Licht emittierendes Element, organisches EL-Element, Licht emittierende Vorrichtung oder dergleichen bezeichnet werden. Die EL-Schicht **402** enthält vorzugsweise die bei der Ausführungsform 1 beschriebene organische Verbindung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Beispielsweise ist die organische Verbindung vorzugsweise als mindestens eines von dem Material der Lochinjektionsschicht, dem Material der Lochtransportschicht und dem Wirtsmaterial der Licht emittierenden Schicht enthalten.

[0181] Die organische EL-Vorrichtung **450** beinhaltet die erste Elektrode **401** über dem Substrat **490a**, die EL-Schicht **402** über der ersten Elektrode **401** und die zweite Elektrode **403** über der EL-Schicht **402**. Die organische EL-Vorrichtung **450** ist durch das Substrat **490a**, die Klebeschicht **407** und das Substrat **490b** versiegelt.

[0182] Endabschnitte der ersten Elektrode **401**, der leitenden Schicht **406** und der leitenden Schicht **416** sind mit der Isolierschicht **405** bedeckt. Die leitende Schicht **406** ist elektrisch mit der ersten Elektrode **401** verbunden, und die leitende Schicht **416** ist elektrisch mit der zweiten Elektrode **403** verbunden. Die leitende Schicht **406**, die mit der Isolierschicht **405** bedeckt ist, wobei die erste Elektrode **401** dazwischen angeordnet ist, dient als Hilfsleitung und ist elektrisch mit der ersten Elektrode **401** verbunden. Die Hilfsleitung ist vorzugsweise elektrisch mit der Elektrode der organischen EL-Vorrichtung **450** verbunden, wobei in diesem Fall ein Spannungsabfall aufgrund des Widerstandes der Elektrode verhindert werden kann. Die leitende Schicht **406** kann über der ersten Elektrode **401** bereitgestellt sein. Ferner kann eine Hilfsleitung, die elektrisch mit der zweiten Elektrode **403** verbunden ist, beispielsweise über der Isolierschicht **405** bereitgestellt sein.

[0183] Für das Substrat **490a** und das Substrat **490b** kann Glas, Quarz, Keramik, Saphir, ein organisches Harz oder dergleichen verwendet werden. Wenn das Substrat **490a** und das Substrat **490b** unter Verwendung eines flexiblen Materials ausgebildet werden, kann die Flexibilität der Anzeigevorrichtung erhöht werden.

[0184] Eine lichtemittierende Oberfläche der Licht emittierenden Einrichtung kann mit einer Lichtextraktionsstruktur zum Erhöhen der Lichtextraktionseffizienz, einem antistatischen Film, der das Anhaften eines Fremdstoffs verhindert, einem wasserabweisenden Film, der das Anhaften von Verschmutzungen unterdrückt, einem Hartfilm, der eine Erzeugung eines Kratzers bei der Verwendung unterdrückt, einer stoßabsorbierenden Schicht oder dergleichen bereitgestellt werden.

[0185] Beispiele für Isoliermaterialien, die für die Isolierschicht **405** verwendet werden können, umfassen ein Harzmaterial, wie z. B. ein Acrylharz und ein Epoxidharz, und ein anorganisches Isoliermaterial, wie z. B. Siliziumoxid, Siliziumoxynitrid, Siliziumnitridoxid, Siliziumnitrid und Aluminiumoxid.

[0186] Als Klebeschicht **407** können verschiedene härtende Klebstoffe verwendet werden, wie beispielsweise ein reaktiv härtender Klebstoff, ein wärmehärtender Klebstoff, ein anaerober Klebstoff und ein lichthärtender Klebstoff, wie z. B. ein UV-härtender Klebstoff. Beispiele für diese Klebstoffe umfassen ein Epoxidharz, ein Acrylharz, ein Silikonharz, ein Phenolharz, ein Polyimidharz, ein Imidharz, ein Polyvinylchlorid- (PVC-) Harz, ein Polyvinylbutyral- (PVB-) Harz und ein Ethylenvinylacetat- (EVA-) Harz. Insbesondere wird ein Material mit niedriger Feuchtigkeitsdurchlässigkeit, wie z. B. ein Epoxidharz, bevorzugt. Ein Zwei-Komponenten-Harz kann verwendet werden. Eine Klebefolie oder dergleichen kann verwendet werden.

[0187] Die in **Fig. 2C** dargestellte Licht emittierende Einrichtung beinhaltet eine Sperrschicht **490c**, die leitende Schicht **406**, die leitende Schicht **416**, die Isolierschicht **405**, die organische EL-Vorrichtung **450**, die Klebeschicht **407**, die Sperrschicht **423** und das Substrat **490b**.

[0188] Die in **Fig. 2C** dargestellte Sperrschicht **490c** beinhaltet ein Substrat **420**, eine Klebeschicht **422** und eine Isolierschicht **424** mit einer hohen Sperreigenschaft.

[0189] Bei der in **Fig. 2C** dargestellten Licht emittierenden Einrichtung ist die organische EL-Vorrichtung **450** zwischen der Isolierschicht **424** mit einer hohen Sperreigenschaft und der Sperrschicht **423** bereitgestellt. Somit kann selbst dann, wenn Harzfilme mit einer relativ niedrigen Wasserbeständigkeit oder dergleichen als Substrat **420** und Substrat **490b** verwendet werden, verhindert werden, dass Verunreinigungen, wie z. B. Wasser, in die organische EL-Vorrichtung eindringen, d. h., es kann verhindert werden, dass die Lebensdauer verkürzt wird.

[0190] Für das Substrat **420** und das Substrat **490b** können beispielsweise beliebige der folgenden Harze verwendet werden: Polyesterharze, wie z. B. Polyethylenterephthalat (PET) und Polyethylenaphthalat (PEN), ein Polyacrylnitrilharz, ein Acrylharz, ein Polyimidharz, ein Polymethylmethacrylatharz, ein Polycarbonat- (PC-) Harz, ein Polyethersulfon- (PES-) Harz, Polyamidharze (z. B. Nylon und Aramid), ein Polysiloxanharz, ein Cycloolefinharz, ein Polystyrolharz, ein Polyamidimidharz, ein Polyurethanharz, ein Polyvinylchloridharz, ein Polyvinylidenchloridharz, ein Polypropylenharz, ein Polytetrafluorethylen- (PTFE-) Harz, ein ABS-Harz und Cellulose-Nanofaser. Für das Substrat **420** und das Substrat **490b** kann Glas verwendet werden, das dünn genug ist, um Flexibilität aufzuweisen.

[0191] Als Isolierschicht **424** mit einer hohen Sperreigenschaft wird vorzugsweise ein anorganischer Isolierfilm verwendet. Als anorganischer Isolierfilm kann beispielsweise ein Siliziumnitridfilm, ein Siliziumoxynitridfilm, ein Siliziumoxidfilm, ein Siliziumnitridoxidfilm, ein Aluminiumoxidfilm oder ein Aluminiumnitridfilm verwendet werden. Alternativ kann ein Hafniumoxidfilm, ein Yttriumoxidfilm, ein Zirkoniumoxidfilm, ein Galliumoxidfilm, ein Tantaloxidfilm, ein Magnesiumoxidfilm, ein Lanthanoxidfilm, ein Ceroxidfilm, ein Neodymoxidfilm oder dergleichen verwendet werden. Eine Schichtanordnung, die zwei oder mehr der vorstehenden Isolierfilme beinhaltet, kann auch verwendet werden.

[0192] Die Sperrschicht **423** beinhaltet vorzugsweise mindestens einen einschichtigen anorganischen Film. Beispielsweise kann die Sperrschicht **423** eine einschichtige Struktur aus einem anorganischen Film oder eine mehrschichtige Struktur aus einem anorganischen Film und einem organischen Film aufweisen. Als anorganischer Film wird vorzugsweise der vorstehend beschriebene anorganische Isolierfilm verwendet. Als mehrschichtige Struktur wird beispielsweise eine Struktur angegeben, bei der ein Siliziumoxynitridfilm, ein Siliziumoxidfilm, ein organischer Film, ein Siliziumoxidfilm und ein Siliziumnitridfilm nacheinander ausgebildet werden. Wenn die Sperrschicht eine mehrschichtige Struktur aus einem anorganischen Film und einem organischen Film aufweist, kann das Eindringen einer Verunreinigung, die in die organische EL-Vorrichtung **450** eindringt könnte (typischerweise Wasserstoff, Wasser oder dergleichen), in geeigneter Weise verhindert werden.

[0193] Die Isolierschicht **424** mit einer hohen Sperreigenschaft und die organische EL-Vorrichtung **450** können direkt auf dem Substrat **420** mit Flexibilität ausgebildet werden. In diesem Fall ist die Klebeschicht **422** nicht

notwendig. Alternativ können die Isolierschicht **424** und die organische EL-Vorrichtung **450** über einem starren Substrat ausgebildet werden, wobei eine Trennschicht dazwischen angeordnet ist, und dann auf das Substrat **420** übertragen werden. Beispielsweise können die Isolierschicht **424** und die organische EL-Vorrichtung **450** auf die folgende Weise auf das Substrat **420** übertragen werden: Die Isolierschicht **424** und die organische EL-Vorrichtung **450** werden von dem starren Substrat getrennt, indem Wärme, Kraft, Laserlicht oder dergleichen an die Trennschicht angelegt wird, und die Isolierschicht **424** und die organische EL-Vorrichtung **450** werden unter Verwendung der Klebeschicht **422** an dem Substrat **420** befestigt. Für die Trennschicht kann beispielsweise eine mehrschichtige Struktur, die anorganische Filme, wie z. B. einen Wolframfilm und einen Siliziumoxidfilm, beinhaltet, oder ein organischer Harzfilm aus Polyimid oder dergleichen verwendet werden. In dem Fall, in dem ein starres Substrat verwendet wird, kann die Isolierschicht **424** im Vergleich zu dem Fall, in dem ein Harzsubstrat oder dergleichen verwendet wird, bei hoher Temperatur ausgebildet werden; somit kann die Isolierschicht **424** eine hohe Dichte und eine ausgezeichnete Sperreigenschaft aufweisen.

[Strukturbeispiel 2 einer Licht emittierenden Einrichtung]

[0194] Fig. 3A ist eine Querschnittsansicht einer Licht emittierenden Einrichtung. Die in Fig. 3A dargestellte Licht emittierende Einrichtung ist eine Licht emittierende Aktiv-Matrix-Einrichtung, bei der ein Transistor elektrisch mit einer Licht emittierenden Vorrichtung verbunden ist.

[0195] Die in Fig. 3A dargestellte Licht emittierende Einrichtung beinhaltet ein Substrat **201**, einen Transistor **210**, eine Licht emittierende Vorrichtung **203R**, eine Licht emittierende Vorrichtung **203G**, eine Licht emittierende Vorrichtung **203B**, einen Farbfilter **206R**, einen Farbfilter **206G**, einen Farbfilter **206B**, ein Substrat **205** und dergleichen.

[0196] In Fig. 3A ist der Transistor **210** über dem Substrat **201** bereitgestellt, die Isolierschicht **202** ist über dem Transistor **210** bereitgestellt und die Licht emittierenden Vorrichtungen **203R**, **203G** und **203B** sind über der Isolierschicht **202** bereitgestellt.

[0197] Der Transistor **210** und die Licht emittierenden Vorrichtungen **203R**, **203G** und **203B** sind in einem Raum **207** abgedichtet, der von dem Substrat **201**, dem Substrat **205** und der Klebeschicht **208** umschlossen ist. Der Raum **207** kann beispielsweise mit einer Atmosphäre mit verringertem Druck, einer inerten Atmosphäre oder einem Harz gefüllt werden.

[0198] In der in Fig. 3A dargestellten Licht emittierenden Einrichtung beinhaltet ein Pixel ein rotes Subpixel (R), ein grünes Subpixel (G) und ein blaues Subpixel (B).

[0199] Die Licht emittierende Einrichtung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung beinhaltet eine Vielzahl von Pixeln, die in einer Matrix angeordnet sind. Ein Pixel beinhaltet mindestens ein Subpixel. Ein Subpixel beinhaltet eine Licht emittierende Vorrichtung. Beispielsweise kann ein Pixel drei Subpixel (z. B. drei Farben von R, G und B oder drei Farben von Gelb (Y), Zyan (C) und Magenta (M)) oder vier Subpixel (z. B. vier Farben von R, G, B und Weiß (W) oder vier Farben von R, G, B und Y) beinhalten.

[0200] Fig. 3B stellt spezifische Strukturen der Licht emittierenden Vorrichtung **203R**, der Licht emittierenden Vorrichtung **203G** und der Licht emittierenden Vorrichtung **203B** dar. Die Licht emittierenden Vorrichtungen **203R**, **203G** und **203B** beinhalten jeweils dieselbe EL-Schicht **213** und weisen Mikrokavitätsstrukturen auf, bei denen die optische Weglänge zwischen Elektroden jeder Licht emittierenden Vorrichtung gemäß der Emissionsfarbe der Licht emittierenden Vorrichtung eingestellt wird. Die EL-Schicht **213** enthält vorzugsweise die bei der Ausführungsform 1 beschriebene organische Verbindung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Beispielsweise ist die organische Verbindung vorzugsweise als mindestens eines von dem Material der Lochinjektionsschicht, dem Material der Lochtransportschicht und dem Wirtsmaterial der Licht emittierenden Schicht enthalten.

[0201] Die erste Elektrode **211** dient als reflektierende Elektrode und die zweite Elektrode **215** dient als transflektive Elektrode.

[0202] Bei der Licht emittierenden Vorrichtung **203R** wird die optische Weglänge zwischen der ersten Elektrode **211** und der zweiten Elektrode **215** auf eine optische Weglänge **220R** eingestellt, um die Intensität von rotem Licht zu erhöhen. In ähnlicher Weise wird bei der Licht emittierenden Vorrichtung **203G** die optische Weglänge zwischen der ersten Elektrode **211** und der zweiten Elektrode **215** auf eine optische Weglänge **220G** eingestellt, um die Intensität von grünem Licht zu erhöhen. Bei der Licht emittierenden Vorrichtung **203B** wird

die optische Weglänge zwischen der ersten Elektrode **211** und der zweiten Elektrode **215** auf eine optische Weglänge **220B** eingestellt, um die Intensität von blauem Licht zu erhöhen.

[0203] Wie in **Fig. 3B** dargestellt, wird bei der Licht emittierenden Vorrichtung **203R** eine leitende Schicht **212R** über der ersten Elektrode **211** ausgebildet, und bei der Licht emittierenden Vorrichtung **203G** wird eine leitende Schicht **212G** über der ersten Elektrode **211** ausgebildet, wodurch eine optische Anpassung durchgeführt werden kann. Bei der Licht emittierenden Vorrichtung **203B** kann ferner die optische Weglänge **220B** eingestellt werden, indem eine leitende Schicht, deren Dicke sich von denjenigen der leitenden Schicht **212R** und der leitenden Schicht **212G** unterscheidet, über der ersten Elektrode **211** ausgebildet wird. Es sei angemerkt, dass, wie in **Fig. 3A** gezeigt, Endabschnitte der ersten Elektrode **211**, der leitenden Schicht **212R** und der leitenden Schicht **212G** mit einer Isolierschicht **204** bedeckt sind.

[0204] Die in **Fig. 3A** dargestellte Licht emittierende Einrichtung weist eine Top-Emission-Struktur auf, bei der Licht, das von den Licht emittierenden Vorrichtungen erhalten wird, über Farbfilter, die auf dem Substrat **205** ausgebildet sind, emittiert wird. Die Farbfilter lassen jeweils sichtbares Licht in einem bestimmten Wellenlängenbereich durch und blockieren sichtbares Licht in einem bestimmten Wellenlängenbereich.

[0205] In dem roten Subpixel (R) wird Licht von der Licht emittierenden Vorrichtung **203R** über den roten Farbfilter **206R** emittiert. Wie in **Fig. 3A** dargestellt, wird der Farbfilter **206R**, der nur Licht im roten Wellenlängenbereich durchlässt, an einer Stelle bereitgestellt, an der er die Licht emittierende Vorrichtung **203R** überlappt, wodurch eine rote Lichtemission von der Licht emittierenden Vorrichtung **203R** erhalten werden kann.

[0206] In ähnlicher Weise wird in dem grünen Subpixel (G) Licht von der Licht emittierenden Vorrichtung **203G** über den grünen Farbfilter **206G** emittiert, und in dem blauen Subpixel (B) wird Licht von der Licht emittierenden Vorrichtung **203B** über den blauen Farbfilter **206B** emittiert.

[0207] Es sei angemerkt, dass das Substrat **205** mit einer Schwarzmatrix **209** (auch als schwarze Schicht bezeichnet) versehen sein kann. In diesem Fall überlappen Endabschnitte der Farbfilter und die Schwarzmatrix **209** vorzugsweise einander. Ferner können die Farbfilter für die jeweiligen Farben und die Schwarzmatrix **209** mit einer Abdeckschicht, die sichtbares Licht durchlässt, bedeckt sein.

[0208] In der in **Fig. 3C** dargestellten Licht emittierenden Einrichtung beinhaltet ein Pixel das rote Subpixel (R), das grüne Subpixel (G), das blaue Subpixel (B) und ein weißes Subpixel (W). In **Fig. 3C** wird Licht von einer Licht emittierenden Vorrichtung **203W**, die in dem weißen Subpixel (W) enthalten ist, zur Außenseite der Licht emittierenden Einrichtung emittiert, ohne einen Farbfilter zu passieren.

[0209] Es sei angemerkt, dass die optische Weglänge zwischen der ersten Elektrode **211** und der zweiten Elektrode **215** in der Licht emittierenden Vorrichtung **203W** gleich der optischen Weglänge in einer der Licht emittierenden Vorrichtungen **203R**, **203G** und **203B** sein kann oder sich von den optischen Weglängen in den Licht emittierenden Vorrichtungen **203R**, **203G** und **203B** unterscheiden kann.

[0210] In dem Fall, in dem die Intensität von blauem Licht verstärkt werden soll, z. B. in dem Fall, in dem Licht, das von der Licht emittierenden Vorrichtung **203W** emittiert wird, weißes Licht mit einer niedrigen Farbtemperatur ist, ist die optische Weglänge in der Licht emittierenden Vorrichtung **203W**, wie in **Fig. 3C** dargestellt, vorzugsweise gleich der optischen Weglänge **220B** in der Licht emittierenden Vorrichtung **203B**. Daher kann Licht, das von der Licht emittierenden Vorrichtung **203W** erhalten wird, näher an weißem Licht mit einer gewünschten Farbtemperatur sein.

[0211] Obwohl **Fig. 3A** ein Beispiel darstellt, in dem dieselbe EL-Schicht **213** für die Licht emittierenden Vorrichtungen in den Subpixeln verwendet wird, können, wie in **Fig. 4A** dargestellt, unterschiedliche EL-Schichten für die Licht emittierenden Vorrichtungen in den Subpixeln verwendet werden. Die vorstehend beschriebene Mikrokavitätsstruktur kann auch auf **Fig. 4A** angewendet werden.

[0212] **Fig. 4A** stellt ein Beispiel dar, in dem die Licht emittierende Vorrichtung **203R** eine EL-Schicht **213R** beinhaltet, die Licht emittierende Vorrichtung **203G** eine EL-Schicht **213G** beinhaltet und die Licht emittierende Vorrichtung **203B** eine EL-Schicht **213B** beinhaltet. Die EL-Schichten **213R**, **213G** und **213B** können eine gemeinsame Schicht beinhalten. Beispielsweise können sich in den EL-Schichten **213R**, **213G** und **213B** die Strukturen der jeweiligen Licht emittierenden Schichten unterscheiden und die Strukturen der anderen Schichten können gleich sein. In **Fig. 4A** kann Licht von den Licht emittierenden Vorrichtungen **203R**, **203G** und **203B** über einen Farbfilter emittiert werden, oder es kann emittiert werden, ohne einen Farbfilter zu passieren.

[02113] Obwohl **Fig. 3A** eine Licht emittierende Top-Emission-Einrichtung darstellt, ist eine Licht emittierende Einrichtung mit einer Bottom-Emission-Struktur, bei der Licht zur Seite des Substrats **201**, auf dem der Transistor **210** ausgebildet ist, extrahiert wird, wie in **Fig. 4B** dargestellt, auch eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

[02114] In der Licht emittierenden Bottom-Emission-Einrichtung werden Farbfilter für die jeweiligen Farben vorzugsweise zwischen dem Substrat **201** und den Licht emittierenden Vorrichtungen bereitgestellt. In **Fig. 4B** wird der Transistor **210** über dem Substrat **201** ausgebildet, eine Isolierschicht **202a** wird über dem Transistor **210** ausgebildet, die Farbfilter **206R**, **206G** und **206B** werden über der Isolierschicht **202a** ausgebildet, eine Isolierschicht **202b** wird über den Farbfiltern **206R**, **206G** und **206B** ausgebildet und die Licht emittierenden Vorrichtungen **203R**, **203G** und **203B** werden über der Isolierschicht **202b** ausgebildet.

[02115] Im Falle der Licht emittierenden Top-Emission-Einrichtung kann ein lichtundurchlässiges Substrat oder ein lichtdurchlässiges Substrat als Substrat **201** verwendet werden, und ein lichtdurchlässiges Substrat kann als Substrat **205** verwendet werden.

[02116] Im Falle der Licht emittierenden Bottom-Emission-Einrichtung kann ein lichtundurchlässiges Substrat oder ein lichtdurchlässiges Substrat als Substrat **205** verwendet werden, und ein lichtdurchlässiges Substrat kann als Substrat **201** verwendet werden.

[Strukturbeispiel 3 der Licht emittierenden Einrichtung]

[02117] Die Licht emittierende Einrichtung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann eine Passivmatrix-Einrichtung oder eine Aktivmatrix-Einrichtung sein. Eine Licht emittierende Aktivmatrix-Einrichtung wird anhand von **Fig. 5A** bis **Fig. 5D** beschrieben.

[02118] **Fig. 5A** ist eine Draufsicht auf die Licht emittierende Einrichtung. **Fig. 5B** ist eine Querschnittsansicht entlang einer Strichpunktlinie A-A' in **Fig. 5A**.

[02119] Die Licht emittierende Aktivmatrix-Einrichtung in **Fig. 5A** und **Fig. 5B** beinhaltet einen Pixelabschnitt **302**, einen Schaltungsabschnitt **303**, einen Schaltungsabschnitt **304a** und einen Schaltungsabschnitt **304b**.

[0220] Jede der Schaltungsabschnitte **303**, **304a** und **304b** dient als Abtastleitungstreiberschaltung (Gate-Treiber) oder Signalleitungstreiberschaltung (Source-Treiber). Alternativ kann jede der Schaltungsabschnitte **303**, **304a** und **304b** eine Schaltung sein, die elektrisch den Pixelabschnitt **302** mit einem externen Gate-Treiber oder einem externen Source-Treiber verbindet.

[0221] Eine Anschlussleitung **307** ist über einem ersten Substrat **301** bereitgestellt. Die Anschlussleitung **307** ist elektrisch mit einer FPC **308** verbunden, die ein externer Eingangsanschluss ist. Die FPC **308** überträgt ein Signal (z. B. ein Videosignal, ein Taktsignal, ein Startsignal oder ein Rücksetzsignal) oder ein Potential von außen auf den Schaltungsabschnitt **303**, den Schaltungsabschnitt **304a** und den Schaltungsabschnitt **304b**. Die FPC **308** kann mit einer gedruckten Leiterplatte (printed wiring board, PWB) versehen sein. Die in **Fig. 5A** und **Fig. 5B** dargestellte Struktur kann auch als Licht emittierendes Modul bezeichnet werden, das eine Licht emittierende Vorrichtung (oder eine Licht emittierende Einrichtung) und eine FPC beinhaltet.

[0222] Der Pixelabschnitt **302** beinhaltet eine Vielzahl von Pixeln, die jeweils eine organische EL-Vorrichtung **317**, einen Transistor **311** und einen Transistor **312** beinhalten. Der Transistor **312** ist elektrisch mit einer ersten Elektrode **313** verbunden, die in der organischen EL-Vorrichtung **317** enthalten ist. Der Transistor **311** dient als Schalt-Transistor. Der Transistor **312** dient als Stromsteuertransistor. Es sei angemerkt, dass die Anzahl der Transistoren, die in jedem Pixel enthalten sind, nicht besonders beschränkt ist und in geeigneter Weise nach Bedarf eingestellt werden kann.

[0223] Der Schaltungsabschnitt **303** beinhaltet eine Vielzahl von Transistoren, wie z. B. einen Transistor **309** und einen Transistor **310**. Der Schaltungsabschnitt **303** kann mit einer Schaltung, die Transistoren mit dem gleichen Leitungstyp (entweder n-Kanal-Transistoren oder p-Kanal-Transistoren) beinhaltet, oder mit einer CMOS-Schaltung ausgebildet werden, die einen n-Kanal-Transistor sowie einen p-Kanal-Transistor beinhaltet. Des Weiteren kann eine Treiberschaltung außen bereitgestellt sein.

[0224] Es gibt keine besondere Beschränkung bezüglich der Struktur der Transistoren, die in der Licht emittierenden Einrichtung dieser Ausführungsform enthalten sind. Beispielsweise kann ein Planartransistor, ein

Staggered-Transistor oder ein Inverted-Staggered-Transistor verwendet werden. Es kann ein Top-Gate-Transistor oder ein Bottom-Gate-Transistor verwendet werden. Alternativ können Gates über und unter einer Halbleiterschicht, in der ein Kanal gebildet wird, bereitgestellt sein.

[0225] Es gibt keine besondere Beschränkung bezüglich der Kristallinität eines Halbleitermaterials, das in dem Transistor verwendet wird, und 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.

[0226] Die Halbleiterschicht des Transistors enthält vorzugsweise ein Metalloxid (auch als Oxidhalbleiter bezeichnet). Alternativ kann die Halbleiterschicht des Transistors Silizium enthalten. Beispiele für Silizium umfassen amorphes Silizium und kristallines Silizium (z. B. Niedertemperatur-Polysilizium und einkristallines Silizium).

[0227] Beispielsweise enthält die Halbleiterschicht vorzugsweise Indium, M (M ist eine oder mehrere Arten, die aus Gallium, Aluminium, Silizium, Bor, Yttrium, Zinn, Kupfer, Vanadium, Beryllium, Titan, Eisen, Nickel, Germanium, Zirkonium, Molybdän, Lanthan, Cer, Neodym, Hafnium, Tantal, Wolfram und Magnesium ausgewählt werden) und Zink. Insbesondere ist M vorzugsweise eine oder mehrere Arten, die aus Aluminium, Gallium, Yttrium und Zinn ausgewählt werden.

[0228] Für die Halbleiterschicht wird besonders vorzugsweise ein Oxid, das Indium (In), Gallium (Ga) und Zink (Zn) enthält (auch als IGZO bezeichnet), verwendet.

[0229] In dem Fall, in dem die Halbleiterschicht ein In-M-Zn-Oxid ist, ist es bezüglich des Atomverhältnisses der Metallelemente in einem Sputtertarget, das zum Ausbilden des In-M-Zn-Oxids verwendet wird, vorzuziehen, dass der Atomanteil von In größer als oder gleich demjenigen von M ist. Beispiele für das Atomverhältnis der Metallelemente in einem derartigen Sputtertarget sind wie folgt: In:M:Zn = 1:1:1; In:M:Zn = 1:1:1,2; In:M:Zn = 2:1:3; In:M:Zn = 3:1:2; In:M:Zn = 4:2:3; In:M:Zn = 4:2:4,1; In:M:Zn = 5:1:6; In:M:Zn = 5:1:7; In:M:Zn = 5:1:8; In:M:Zn = 6:1:6; und In:M:Zn = 5:2:5.

[0230] Die Transistoren, die in den Schaltungsabschnitten **303**, **304a** und **304b** enthalten sind, und die Transistoren, die in dem Pixelabschnitt **302** enthalten sind, können die gleiche Struktur oder unterschiedliche Strukturen aufweisen. Die Vielzahl von Transistoren, die in den Schaltungsabschnitten **303**, **304a** und **304b** enthalten sind, kann die gleiche Struktur oder zwei oder mehr Arten von Strukturen aufweisen. In ähnlicher Weise kann eine Vielzahl von Transistoren, die in dem Pixelabschnitt **302** enthalten sind, die gleiche Struktur oder zwei oder mehr Arten von Strukturen aufweisen.

[0231] Ein Endabschnitt der ersten Elektrode **313** ist mit einer Isolierschicht **314** bedeckt. Die Isolierschicht **314** kann unter Verwendung einer organischen Verbindung, wie z. B. eines negativen lichtempfindlichen Harzes oder eines positiven lichtempfindlichen Harzes (Acrylharzes), oder einer anorganischen Verbindung, wie z. B. Siliziumoxid, Siliziumoxynitrid oder Siliziumnitrid, ausgebildet werden. Die Isolierschicht **314** weist vorzugsweise eine gekrümmte Oberfläche mit einer Krümmung an seinem oberen Endabschnitt oder unteren Endabschnitt auf. In diesem Fall kann eine vorteilhafte Abdeckung mit einem Film, der über der Isolierschicht **314** ausgebildet wird, erhalten werden.

[0232] Eine EL-Schicht **315** wird über der ersten Elektrode **313** bereitgestellt, und eine zweite Elektrode **316** wird über der EL-Schicht **315** bereitgestellt. Die EL-Schicht **315** beinhaltet eine Licht emittierende Schicht, eine Lochinjektionsschicht, eine Lochtransportschicht, eine Elektronentransportschicht, eine Elektroneninjektionsschicht, eine Ladungserzeugungsschicht und dergleichen. Die EL-Schicht **315** enthält vorzugsweise die bei der Ausführungsform 1 beschriebene organische Verbindung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Beispielsweise ist die organische Verbindung vorzugsweise als mindestens eines von dem Material der Lochinjektionsschicht, dem Material der Lochtransportschicht und dem Wirtsmaterial der Licht emittierenden Schicht enthalten.

[0233] Die Vielzahl von Transistoren und die Vielzahl von organischen EL-Vorrichtungen **317** sind mit dem ersten Substrat **301**, dem zweiten Substrat **306** und dem Dichtungsmittel **305** abgedichtet. Ein Raum **318**, der von dem ersten Substrat **301**, dem zweiten Substrat **306** und dem Dichtungsmittel **305** umschlossen ist, kann mit einem Inertgas (z. B. Stickstoff oder Argon) oder einer organischen Substanz (darunter auch das Dichtungsmittel **305**) gefüllt werden.

[0234] Für das Dichtungsmittel **305** kann ein Epoxidharz, eine Glasfritte oder dergleichen verwendet werden. Für das Dichtungsmittel **305** wird vorzugsweise ein Material verwendet, das möglichst wenig Feuchtigkeit und Sauerstoff durchlässt. In dem Fall, in dem eine Glasfritte für das Dichtungsmittel verwendet wird, handelt es sich bei dem ersten Substrat **301** und dem zweiten Substrat **306** im Hinblick auf die Adhäsion vorzugsweise um Glassubstrate.

[0235] **Fig. 5C** und **Fig. 5D** stellen Beispiele für Transistoren dar, die in einer Licht emittierenden Einrichtung verwendet werden können.

[0236] Ein in **Fig. 5C** dargestellter Transistor **320** beinhaltet eine leitende Schicht **321**, die als Gate dient, eine Isolierschicht **328**, die als Gate-Isolierschicht dient, eine Halbleiterschicht **327**, die einen Kanalbildungsbereich **327i** und ein Paar von niederohmigen Bereichen **327n** umfasst, eine leitende Schicht **322a**, die mit einem des Paares von niederohmigen Bereichen **327n** verbunden ist, eine leitende Schicht **322b**, die mit dem anderen des Paares von niederohmigen Bereichen **327n** verbunden ist, eine Isolierschicht **325**, die als Gate-Isolierschicht dient, eine leitende Schicht **323**, die als Gate dient, und eine Isolierschicht **324**, die die leitende Schicht **323** bedeckt. Die Isolierschicht **328** ist zwischen der leitenden Schicht **321** und dem Kanalbildungsbereich **327i** positioniert. Die Isolierschicht **325** ist zwischen der leitenden Schicht **323** und dem Kanalbildungsbereich **327i** positioniert. Der Transistor **320** ist vorzugsweise mit einer Isolierschicht **326** bedeckt. Die Isolierschicht **326** kann als Komponente des Transistors **320** enthalten sein.

[0237] Die leitende Schicht **322a** und die leitende Schicht **322b** sind individuell über Öffnungen in der Isolierschicht **324** mit dem niederohmigen Bereich **327n** verbunden. Eine der leitenden Schichten **322a** und **322b** dient als Source und die andere dient als Drain.

[0238] Die Isolierschicht **325** überlappt sich mindestens mit dem Kanalbildungsbereich **327i** der Halbleiterschicht **327**. Die Isolierschicht **325** kann Oberflächen und Seitenflächen des Paares von niederohmigen Bereichen **327n** bedecken.

[0239] Ein in **Fig. 5D** dargestellter Transistor **330** beinhaltet eine leitende Schicht **331**, die als Gate dient, eine Isolierschicht **338**, die als Gate-Isolierschicht dient, eine leitende Schicht **332a** und eine leitende Schicht **332b**, die als Source und Drain dienen, eine Halbleiterschicht **337**, eine Isolierschicht **335**, die als Gate-Isolierschicht dient, und eine leitende Schicht **333**, die als Gate dient. Die Isolierschicht **338** ist zwischen der leitenden Schicht **331** und der Halbleiterschicht **337** positioniert. Die Isolierschicht **335** ist zwischen der leitenden Schicht **333** und der Halbleiterschicht **337** positioniert. Der Transistor **330** ist vorzugsweise mit einer Isolierschicht **334** bedeckt. Die Isolierschicht **334** kann als Komponente des Transistors **330** enthalten sein.

[0240] Bei den Transistoren **320** und **330** kommt eine Struktur zum Einsatz, bei der die Halbleiterschicht, in der ein Kanal gebildet wird, zwischen zwei Gates angeordnet ist. Die zwei Gates können miteinander verbunden und mit dem gleichen Signal versorgt werden, um den Transistor zu betreiben. Alternativ kann die Schwellenspannung des Transistors gesteuert werden, indem einem der zwei Gates ein Potential zum Steuern der Schwellenspannung zugeführt wird und dem anderen Gate ein Potential zum Betreiben zugeführt wird.

[0241] Ein Material, durch das Verunreinigungen, wie z. B. Wasser und Wasserstoff, nicht leicht diffundieren, wird vorzugsweise für mindestens eine der Isolierschichten verwendet, die die Transistoren bedecken. Dies liegt daran, dass eine derartige Isolierschicht als Sperrfilm dienen kann. Eine derartige Struktur kann die Diffusion der Verunreinigungen von außen in die Transistoren effektiv unterdrücken; somit kann die Zuverlässigkeit der Licht emittierenden Einrichtung erhöht werden.

[0242] Als jede der Isolierschichten **325**, **326**, **328**, **334**, **335** und **338** wird vorzugsweise ein anorganischer Isolierfilm verwendet. Als anorganischer Isolierfilm kann beispielsweise ein Siliziumnitridfilm, ein Siliziumoxynitridfilm, ein Siliziumoxidfilm, ein Siliziumnitridoxidfilm, ein Aluminiumoxidfilm oder ein Aluminiumnitridfilm verwendet werden. Alternativ kann ein Hafniumoxidfilm, ein Yttriumoxidfilm, ein Zirkoniumoxidfilm, ein Galliumoxidfilm, ein Tantaloxidfilm, ein Magnesiumoxidfilm, ein Lanthanoxidfilm, ein Ceroxidfilm, ein Neodymoxidfilm oder dergleichen verwendet werden. Eine Schichtenanordnung, die zwei oder mehr der vorstehenden Isolierfilme beinhaltet, kann auch verwendet werden.

[0243] Als Materialien, die für die leitenden Schichten in der Licht emittierenden Einrichtung verwendet werden können, kann ein beliebiges der Metalle, wie z. B. Aluminium, Titan, Chrom, Nickel, Kupfer, Yttrium, Zirkonium, Molybdän, Silber, Tantal und Wolfram, eine Legierung, die ein beliebiges dieser Metalle als ihre Hauptkomponente enthält, oder dergleichen verwendet werden. Es kann eine einschichtige Struktur oder eine mehrschich-

tige Struktur verwendet werden, welche einen Film beinhaltet, der ein beliebiges dieser Materialien enthält. Beispielsweise können die folgenden Strukturen verwendet werden: eine einschichtige Struktur eines Silizium enthaltenden Aluminiumfilms, eine zweischichtige Struktur, bei der ein Aluminiumfilm über einem Titanfilm angeordnet ist, eine zweischichtige Struktur, bei der ein Aluminiumfilm über einem Wolframfilm angeordnet ist, eine zweischichtige Struktur, bei der ein Kupferfilm über einem Kupfer-Magnesium-Aluminium-Legierungsfilm angeordnet ist, eine zweischichtige Struktur, bei der ein Kupferfilm über einem Titanfilm angeordnet ist, eine zweischichtige Struktur, bei der ein Kupferfilm über einem Wolframfilm angeordnet ist, eine dreischichtige Struktur, bei der ein Titanfilm oder ein Titannitridfilm, ein Aluminiumfilm oder ein Kupferfilm und ein Titanfilm oder ein Titannitridfilm in dieser Reihenfolge übereinander angeordnet sind, und eine dreischichtige Struktur, bei der ein Molybdänfilm oder ein Molybdännitridfilm, ein Aluminiumfilm oder ein Kupferfilm und ein Molybdänfilm oder ein Molybdännitridfilm in dieser Reihenfolge übereinander angeordnet sind. Es sei angemerkt, dass ein Oxid, wie z. B. Indiumoxid, Zinnoxid oder Zinkoxid, verwendet werden kann. Kupfer, das Mangan enthält, wird vorzugsweise verwendet, da dadurch die Formsteuerbarkeit beim Ätzen erhöht wird.

[0244] Diese Ausführungsform kann je nach Bedarf mit der anderen Ausführungsform kombiniert werden.

(Ausführungsform 4)

[0245] Bei dieser Ausführungsform werden elektronische Geräte einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung anhand von Zeichnungen beschrieben.

[0246] Beispiele für elektronische Geräte umfassen ein Fernsehgerät, einen Monitor eines Computers oder dergleichen, eine Digitalkamera, eine digitale Videokamera, einen digitalen Fotorahmen, ein Mobiltelefon (auch als Handy oder Mobiltelefongerät bezeichnet), eine tragbare Spielkonsole, ein tragbares Informationsendgerät, eine Audiowiedergabevorrichtung, einen großen Spielautomaten, wie z. B. einen Flipperautomaten, ein biometrisches Identifikationsgerät und ein Prüfgerät.

[0247] Die elektronischen Geräte einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung beinhalten jeweils die Licht emittierende Vorrichtung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung in dem Anzeigeabschnitt und weisen daher eine hohe Licht emittierende Effizienz und eine hohe Zuverlässigkeit auf.

[0248] Der Anzeigeabschnitt des elektronischen Geräts dieser Ausführungsform kann ein Video mit einer Auflösung von beispielsweise Full-HD, 4K2K, 8K4K, 16K8K oder höher anzeigen. Als Bildschirmgröße des Anzeigeabschnitts kann außerdem die Diagonale größer als oder gleich 20 Zoll, größer als oder gleich 30 Zoll, größer als oder gleich 50 Zoll, größer als oder gleich 60 Zoll oder größer als oder gleich 70 Zoll sein.

[0249] Das elektronische Gerät einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung weist Flexibilität auf und kann deshalb entlang einer gekrümmten Oberfläche einer Innen-/Außenwand eines Hauses oder eines Gebäudes oder entlang einer gekrümmten Oberfläche einer Innen-/Außenseite eines Fahrzeugs integriert werden.

[0250] Des Weiteren kann das elektronische Gerät einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung eine Sekundärbatterie beinhalten. Vorzugsweise kann die Sekundärbatterie durch kontaktlose Energieübertragung aufgeladen werden.

[0251] Beispiele für die Sekundärbatterie umfassen eine Lithium-Ionen-Sekundärbatterie, wie z. B. eine Lithium-Polymer-Batterie (Lithium-Ionen-Polymer-Batterie) unter Verwendung eines Gel-Elektrolyts, eine Nickel-Hydrid-Batterie, eine Nickel-Cadmium-Batterie, eine organische Radikalbatterie, eine Blei-Säure-Batterie, eine Luftsekundärbatterie, eine Nickel-Zink-Batterie und eine Silber-Zink-Batterie.

[0252] Das elektronische Gerät einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann eine Antenne beinhalten. Wenn ein Signal von der Antenne empfangen wird, kann das elektronische Gerät ein Video, Daten oder dergleichen auf einem Anzeigeabschnitt anzeigen. Wenn das elektronische Gerät die Antenne und eine Sekundärbatterie beinhaltet, kann die Antenne für die kontaktlose Energieübertragung verwendet werden.

[0253] Das elektronische Gerät dieser Ausführungsform kann einen Sensor (einen Sensor mit einer Funktion zum Messen von Kraft, Verschiebung, Position, Geschwindigkeit, Beschleunigung, Winkelgeschwindigkeit, Drehzahl, Abstand, Licht, Flüssigkeit, Magnetismus, Temperatur, einer chemischen Substanz, Ton, Zeit, Härte, elektrischem Feld, Strom, Spannung, elektrischer Leistung, Strahlung, Durchflussrate, Feuchtigkeit, Steigungsgrad, Schwingung, Geruch oder Infrarotstrahlen) beinhalten.

[0254] Das elektronische Gerät dieser Ausführungsform kann verschiedene Funktionen aufweisen. Beispielsweise kann das elektronische Gerät dieser Ausführungsform eine Funktion zum Anzeigen verschiedener Daten (eines Standbildes, eines bewegten Bildes, eines Textbildes und dergleichen) auf dem Anzeigeabschnitt, eine Touchscreen-Funktion, eine Funktion zum Anzeigen eines Kalenders, des Datums, der Zeit und dergleichen, eine Funktion zum Ausführen diverser Arten von Software (Programmen), eine drahtlose Kommunikationsfunktion und eine Funktion zum Lesen eines Programms oder der Daten, das/die in einem Speichermedium gespeichert ist/sind, aufweisen.

[0255] **Fig. 6A** stellt ein Beispiel für ein Fernsehgerät dar. Bei einem Fernsehgerät **7100** ist ein Anzeigeabschnitt **7000** in einem Gehäuse **7101** eingebaut. Hier wird eine Struktur dargestellt, bei der das Gehäuse **7101** von einem Standfuß **7103** getragen wird.

[0256] Die Licht emittierende Vorrichtung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann für den Anzeigeabschnitt **7000** verwendet werden.

[0257] Eine Bedienung des in **Fig. 6A** dargestellten Fernsehgeräts **7100** kann mit einem im Gehäuse **7101** bereitgestellten Bedienschalter oder einer separaten Fernbedienung **7111** durchgeführt werden. Alternativ kann der Anzeigeabschnitt **7000** einen Berührungssensor beinhalten, und das Fernsehgerät **7100** kann durch Berührung des Anzeigeabschnitts **7000** mit einem Finger oder dergleichen bedient werden. Die Fernbedienung **7111** kann mit einem Anzeigeabschnitt zum Anzeigen von Daten, die von der Fernbedienung **7111** ausgegeben werden, bereitgestellt sein. Durch Bedienungstasten oder einen Touchscreen in der Fernbedienung **7111** können die Fernsehsender und die Lautstärke bedient werden, und Videos, die auf dem Anzeigeabschnitt **7000** angezeigt werden, können bedient werden.

[0258] Es sei angemerkt, dass das Fernsehgerät **7100** eine Struktur aufweist, bei der ein Empfänger, ein Modem und dergleichen versehen sind. Mit dem Empfänger kann allgemeiner Fernseh Rundfunk empfangen werden. Wenn das Fernsehgerät über das Modem drahtlos oder nicht drahtlos mit einem Kommunikationsnetzwerk verbunden ist, kann eine unidirektionale (von einem Sender zu einem Empfänger) oder eine bidirektionale (z. B. zwischen einem Sender und einem Empfänger oder zwischen Empfängern) Datenkommunikation durchgeführt werden.

[0259] **Fig. 6B** stellt ein Beispiel für einen Laptop-PC dar. Ein Laptop-PC **7200** beinhaltet ein Gehäuse **7211**, eine Tastatur **7212**, eine Zeigevorrichtung **7213**, einen externen Verbindungsanschluss **7214** und dergleichen. In dem Gehäuse **7211** ist der Anzeigeabschnitt **7000** eingebaut.

[0260] Die Licht emittierende Vorrichtung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann für den Anzeigeabschnitt **7000** verwendet werden.

[0261] **Fig. 6C** und **Fig. 6D** stellen Beispiele für eine Digital Signage bzw. digitale Beschilderung dar.

[0262] Eine in **Fig. 6C** dargestellte Digital Signage **7300** beinhaltet ein Gehäuse **7301**, den Anzeigeabschnitt **7000**, einen Lautsprecher **7303** und dergleichen. Ferner kann die Digital Signage eine LED-Lampe, Bedientasten (einschließlich eines Netzschalters oder eines Bedienschalters), einen Verbindungsanschluss, verschiedene Sensoren, ein Mikrofon und dergleichen beinhalten.

[0263] **Fig. 6D** ist eine Digital Signage **7400**, die an einer zylindrischen Säule **7401** angebracht ist. Die Digital Signage **7400** beinhaltet den Anzeigeabschnitt **7000**, der entlang einer gekrümmten Oberfläche der Säule **7401** bereitgestellt ist.

[0264] Die Licht emittierende Vorrichtung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann für den Anzeigeabschnitt **7000** in **Fig. 6C** und **Fig. 6D** verwendet werden.

[0265] Eine größere Fläche des Anzeigeabschnitts **7000** kann die Menge an Daten, die auf einmal bereitgestellt werden können, erhöhen. Der größere Anzeigeabschnitt **7000** erregt mehr Aufmerksamkeit, so dass z. B. die Effektivität der Werbung erhöht werden kann.

[0266] Die Verwendung eines Touchscreens in dem Anzeigeabschnitt **7000** wird bevorzugt, da neben der Anzeige eines Standbildes oder bewegten Bildes auf dem Anzeigeabschnitt **7000** eine intuitive Bedienung durch einen Benutzer möglich ist. Außerdem kann für eine Anwendung zur Lieferung von Informationen, wie

z. B. Routeninformationen oder Verkehrsinformationen, die Benutzerfreundlichkeit durch intuitive Bedienung verbessert werden.

[0267] Darüber hinaus ist es, wie in **Fig. 6C** und **Fig. 6D** dargestellt, vorzuziehen, dass die Digital Signage **7300** oder die Digital Signage **7400** mit einem Informationsendgerät **7311** oder einem Informationsendgerät **7411** wie einem Smartphone, das ein Benutzer besitzt, durch drahtlose Kommunikation interagieren kann. Beispielsweise können Informationen einer auf dem Anzeigeabschnitt **7000** angezeigten Werbung auf einem Bildschirm des Informationsendgeräts **7311** oder des Informationsendgeräts **7411** angezeigt werden. Durch die Bedienung des Informationsendgeräts **7311** oder des Informationsendgeräts **7411** kann eine Anzeige auf dem Anzeigeabschnitt **7000** umgeschaltet werden.

[0268] Es ist möglich, die Digital Signage **7300** oder die Digital Signage **7400** dazu zu bringen, ein Spiel unter Verwendung des Bildschirms des Informationsendgeräts **7311** oder des Informationsendgeräts **7411** als Bedienmittel (Controller) auszuführen. So kann eine unbestimmte Anzahl von Benutzern gleichzeitig am Spiel teilnehmen und es genießen.

[0269] **Fig. 7A** bis **Fig. 7F** stellen Beispiele für ein tragbares Informationsendgerät dar, das einen flexiblen Anzeigeabschnitt **7001** beinhaltet.

[0270] Der Anzeigeabschnitt **7001** wird unter Verwendung der Licht emittierenden Vorrichtung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung hergestellt. Zum Beispiel kann eine Licht emittierende Vorrichtung, die mit einem Krümmungsradius von größer als oder gleich 0,01 mm und kleiner als oder gleich 150 mm gebogen werden kann, verwendet werden. Der Anzeigeabschnitt **7001** kann einen Berührungssensor beinhalten, so dass das tragbare Informationsendgerät durch Berührung des Anzeigeabschnitts **7001** mit einem Finger oder dergleichen bedient werden kann.

[0271] **Fig. 7A** bis **Fig. 7C** stellen ein Beispiel für ein klappbares, tragbares Informationsendgerät dar. **Fig. 7A** stellt einen aufgeklappten Zustand dar, **Fig. 7B** stellt einen Zustand während der Versetzung von einem aufgeklappten Zustand oder einem zusammengeklappten Zustand in den anderen dar, und **Fig. 7C** stellt einen zusammengeklappten Zustand des tragbaren Informationsendgeräts **7600** dar. Das tragbare Informationsendgerät **7600** ist sehr gut tragbar, wenn es zusammengeklappt ist, und es ist aufgrund eines nahtlosen großen Anzeigebereichs in hohem Maße durchsuchbar, wenn es aufgeklappt ist.

[0272] Der Anzeigeabschnitt **7001** wird von drei Gehäusen **7601** getragen, die durch Gelenke **7602** miteinander verbunden sind. Durch Zusammenklappen eines Raums zwischen zwei Gehäusen **7601** mit den Gelenken **7602** kann die Form des tragbaren Informationsendgeräts **7600** reversibel von einem aufgeklappten Zustand in einen zusammengeklappt Zustand geändert werden.

[0273] **Fig. 7D** und **Fig. 7E** stellen ein Beispiel für ein klappbares, tragbares Informationsendgerät dar. **Fig. 7D** stellt ein tragbares Informationsendgerät **7650** dar, das zusammengeklappt ist, so dass sich der Anzeigeabschnitt **7001** auf der Innenseite befindet, und **Fig. 7E** stellt das tragbare Informationsendgerät **7650** dar, das zusammengeklappt ist, so dass sich der Anzeigeabschnitt **7001** auf der Außenseite befindet. Das tragbare Informationsendgerät **7650** beinhaltet den Anzeigeabschnitt **7001** und einen Nicht-Anzeigeabschnitt **7651**. Wenn das tragbare Informationsendgerät **7650** nicht verwendet wird, wird das tragbare Informationsendgerät **7650** derart zusammengeklappt, dass sich der Anzeigeabschnitt **7001** auf der Innenseite befindet, wodurch die Kontaminierung oder Beschädigung des Anzeigeabschnitts **7001** unterdrückt werden kann.

[0274] **Fig. 7F** stellt ein Beispiel für ein armbanduhrentypisches, tragbares Informationsendgerät dar. Ein tragbares Informationsendgerät **7800** beinhaltet ein Band **7801**, den Anzeigeabschnitt **7001**, einen Eingangs-/Ausgangsanschluss **7802**, Bedienknöpfe **7803** und dergleichen. Das Band **7801** weist eine Funktion eines Gehäuses auf. Eine flexible Batterie **7805** kann auf dem tragbaren Informationsendgerät **7800** montiert werden. Die Batterie **7805** kann sich beispielsweise mit dem Anzeigeabschnitt **7001** oder dem Band **7801** überlappen.

[0275] Das Band **7801**, der Anzeigeabschnitt **7001** und die Batterie **7805** weisen Flexibilität auf. Daher kann das tragbare Informationsendgerät **7800** leicht gekrümmt werden, um eine gewünschte Form aufzuweisen.

[0276] Der Bedienknopf **7803** kann verschiedene Funktionen bieten, wie z. B. Zeiteinstellung, Ein-/Ausschalten des Stroms, Ein-/Ausschalten der drahtlosen Kommunikation, Aktivieren und Deaktivieren des Ruhemodus sowie Aktivieren und Deaktivieren eines Stromsparmodus. Beispielsweise können die Funktionen des Be-

dienknopfes **7803** beliebig durch das Bedienungssystem, das in dem tragbaren Informationsendgerät **7800** eingebaut ist, eingestellt werden.

[0277] Durch Berührung eines Icons **7804**, das auf dem Anzeigeabschnitt **7001** angezeigt wird, mit einem Finger oder dergleichen kann eine Applikation gestartet werden.

[0278] Mit dem tragbaren Informationsendgerät **7800** kann eine Nahbereichskommunikation entsprechend einem Kommunikationsstandard durchgeführt werden. Zum Beispiel ermöglicht eine gegenseitige Kommunikation mit einem Headset, das für die drahtlose Kommunikation geeignet ist, Freisprech-Telefonate.

[0279] Das tragbare Informationsendgerät **7800** kann den Eingangs-/Ausgangsanschluss **7802** beinhalten. In dem Fall, in dem der Eingangs-/Ausgangsanschluss **7802** enthalten ist, können Daten über einen Verbinder direkt auf ein weiteres Informationsendgerät übertragen und von ihm empfangen werden. Es ist auch ein Aufladen über den Eingangs-/Ausgangsanschluss **7802** möglich. Es sei angemerkt, dass ein Aufladen des tragbaren Informationsendgeräts, das bei dieser Ausführungsform beispielhaft beschrieben wird, durch kontaktlose Energieübertragung ausgeführt werden kann, ohne dass dabei der Eingangs-/Ausgangsanschluss verwendet wird.

[0280] Fig. 8A ist eine Außenansicht eines Fahrzeugs **9700**. Fig. 8B stellt einen Fahrersitz des Fahrzeugs **9700** dar. Das Fahrzeug **9700** beinhaltet eine Karosserie **9701**, Räder **9702**, eine Windschutzscheibe **9703**, Scheinwerfer **9704**, Nebelscheinwerfer **9705** und dergleichen. Die Licht emittierende Vorrichtung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann beispielsweise in einem Anzeigeabschnitt des Fahrzeugs **9700** verwendet werden. Beispielsweise kann die Licht emittierende Vorrichtung oder dergleichen einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung für Anzeigeabschnitte **9710** bis **9715**, die in Fig. 8B dargestellt werden, bereitgestellt werden. Alternativ kann die Licht emittierende Vorrichtung oder dergleichen einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung in den Scheinwerfern **9704** oder den Nebelscheinwerfern **9705** verwendet werden.

[0281] Der Anzeigeabschnitt **9710** und der Anzeigeabschnitt **9711** sind Anzeigevorrichtungen, die in einer Autowindschutzscheibe bereitgestellt sind. Die Licht emittierende Vorrichtung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann eine durchsichtige Vorrichtung sein, durch die die gegenüberliegende Seite gesehen werden kann, indem ein lichtdurchlässiges leitendes Material zum Ausbilden ihrer Elektroden und Leitungen verwendet wird. Ein derartiger Anzeigeabschnitt **9710** oder **9711** in einem durchsichtigen Zustand behindert nicht die Sicht des Fahrers beim Fahren des Fahrzeugs **9700**. Demzufolge kann die Licht emittierende Vorrichtung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung in der Windschutzscheibe des Fahrzeugs **9700** bereitgestellt werden. In dem Fall, in dem ein Transistor zum Betreiben der Licht emittierenden Vorrichtung bereitgestellt wird, wird ein Transistor mit einer Lichtdurchlässigkeitseigenschaft, wie z. B. ein organischer Transistor, bei dem ein organisches Halbleitermaterial verwendet wird, oder ein Transistor, bei dem ein Oxidhalbleiter verwendet wird, vorzugsweise verwendet.

[0282] Der Anzeigeabschnitt **9712** ist eine Anzeigevorrichtung, die an einem Säulenabschnitt bereitgestellt ist. Beispielsweise kann der Anzeigeabschnitt **9712** die von dem Säulenabschnitt behinderte Sicht kompensieren, indem ein Bild, das von einer in der Karosserie bereitgestellten Abbildungseinheit aufgenommen wird, angezeigt wird. Der Anzeigeabschnitt **9713** ist eine Anzeigevorrichtung, die auf dem Armaturenbrett bereitgestellt ist. Beispielsweise kann der Anzeigebereich **9713** die von dem Armaturenbrett behinderte Sicht kompensieren, indem ein Bild, das von einer in der Karosserie bereitgestellten Abbildungseinheit aufgenommen wird, angezeigt wird. Das heißt, dass tote Winkel beseitigt werden können und die Sicherheit erhöht werden kann, indem ein Bild, das von einer Abbildungseinheit aufgenommen wird, die auf der Außenseite des Fahrzeugs bereitgestellt ist, angezeigt wird. Indem ein Bild angezeigt wird, um den Bereich zu kompensieren, den ein Fahrer nicht sehen kann, kann der Fahrer leicht und bequem die Sicherheit überprüfen.

[0283] Fig. 8C stellt das Innere eines Autos dar, in dem eine Sitzbank als Fahrersitz und Beifahrersitz verwendet wird. Ein Anzeigeabschnitt **9721** ist eine Anzeigevorrichtung, die in einem Türabschnitt bereitgestellt ist. Beispielsweise kann der Anzeigebereich **9721** die von dem Tür behinderte Sicht kompensieren, indem ein Bild, das von einer in der Karosserie bereitgestellten Abbildungseinheit aufgenommen wird, angezeigt wird. Ein Anzeigeabschnitt **9722** ist eine Anzeigevorrichtung, die in einem Lenkrad bereitgestellt ist. Ein Anzeigeabschnitt **9723** ist eine Anzeigevorrichtung, die in der Mitte einer Sitzfläche der Sitzbank bereitgestellt ist. Auf der Sitzfläche, der Rückenlehne oder dergleichen kann die Anzeigevorrichtung als Sitzwärmer verwendet werden, indem die Wärmeerzeugung der Anzeigevorrichtung als Wärmequelle verwendet wird.

[0284] Der Anzeigeabschnitt **9714**, der Anzeigeabschnitt **9715** und der Anzeigeabschnitt **9722** können verschiedene Arten von Informationen bereitstellen, indem Navigationsdaten, ein Geschwindigkeitsmesser, ein Tachometer, eine Kilometeranzeige, eine Tankanzeige, eine Schaltpunktanzeige, die Einstellung der Klimaanlage und dergleichen angezeigt werden. Der Inhalt, das Layout oder dergleichen der Anzeige auf den Anzeigeabschnitten kann von einem Benutzer nach Bedarf frei geändert werden. Die vorstehenden Informationen können auch auf den Anzeigeabschnitten **9710** bis **9713**, dem Anzeigeabschnitt **9721** und dem Anzeigeabschnitt **9723** angezeigt werden. Die Anzeigeabschnitte **9710** bis **9715** und die Anzeigeabschnitte **9721** bis **9723** können auch als Beleuchtungsvorrichtungen verwendet werden. Die Anzeigeabschnitte **9710** bis **9715** und die Anzeigeabschnitte **9721** bis **9723** können auch als Heizgeräte verwendet werden.

[0285] Ein elektronisches Gerät einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung weist eine hohe Emissionseffizienz und eine hohe Zuverlässigkeit auf, da das elektronische Gerät die Licht emittierende Einrichtung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung als Lichtquelle beinhaltet. Beispielsweise kann die Licht emittierende Einrichtung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung für eine Lichtquelle verwendet werden, die sichtbares Licht oder Nah-Infrarotlicht emittiert. Die Licht emittierende Einrichtung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann auch als Lichtquelle einer Beleuchtungsvorrichtung verwendet werden.

[0286] **Fig. 9A** stellt ein biometrisches Identifikationsgerät dar, das eine Fingervene erfasst und ein Gehäuse **911**, eine Lichtquelle **912**, einen Erfassungsstand **913** und dergleichen beinhaltet. Durch Auflegen eines Fingers auf den Erfassungsstand **913** kann ein Bild einer Form der Fingervene aufgenommen werden. Die Lichtquelle **912**, die Nah-Infrarotlicht emittiert, wird über dem Erfassungsstand **913** bereitgestellt und eine Abbildungsvorrichtung **914** wird unter dem Erfassungsstand **913** bereitgestellt. Der Erfassungsstand **913** enthält ein Material, das Nah-Infrarotlicht durchlässt. Ein Bild von Nah-Infrarotlicht, das von der Lichtquelle **912** emittiert wird und den Finger passiert, kann von der Abbildungsvorrichtung **914** aufgenommen werden. Es sei angemerkt, dass ein optisches System zwischen dem Erfassungsstand **913** und der Abbildungsvorrichtung **914** bereitgestellt werden kann. Die vorstehend beschriebene Gerätestruktur kann auf ein biometrisches Identifikationsgerät, das eine Handflächenvene erfasst, angewendet werden.

[0287] Die Licht emittierende Einrichtung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann für die Lichtquelle **912** verwendet werden. Die Licht emittierende Einrichtung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann mit einer gekrümmten Form eingestellt werden und kann in Bezug auf ein Target gleichmäßig Licht emittieren. Insbesondere emittiert die Licht emittierende Einrichtung vorzugsweise Nah-Infrarotlicht mit der maximalen Peakintensität bei einer Wellenlänge von 700 nm bis 1200 nm. Licht, das einen Finger oder eine Handfläche passiert, wird empfangen und sein Bild wird aufgenommen, wodurch die Position der Vene erkannt werden kann. Diese Wirkung kann zur biometrischen Identifizierung genutzt werden. Ferner ermöglicht die Licht emittierende Einrichtung selbst während des Bewegens des Targets eine sehr genaue Erfassung, wenn sie mit einem Global-Shutter-System kombiniert wird.

[0288] Die Lichtquelle **912** kann eine Vielzahl von Licht emittierenden Abschnitten, wie z. B. in **Fig. 9B** dargestellte Licht emittierende Abschnitte **915**, **916** und **917**, beinhalten. Licht, das von den Licht emittierenden Abschnitten **915**, **916** und **917** emittiert wird, kann unterschiedliche Wellenlängen aufweisen. Ferner können sich die Zeiten, zu denen die Licht emittierenden Abschnitte Licht emittieren, voneinander unterscheiden. Indem Wellenlängen und Winkel von Licht geändert werden, können unterschiedliche Bilder sukzessiv aufgenommen werden und eine Vielzahl von Bildern kann zur Identifizierung verwendet werden, was eine hohe Sicherheit erzielt.

[0289] **Fig. 9C** stellt ein biometrisches Identifikationsgerät dar, das eine Handflächenvene erfasst und ein Gehäuse **921**, Bedienknöpfe **922**, einen Erfassungsabschnitt **923**, eine Lichtquelle **924**, die Nah-Infrarotlicht emittiert, und dergleichen beinhaltet. Durch Halten einer Hand über den Erfassungsabschnitt **923** kann eine Form der Handflächenvene wahrgenommen werden. Ferner kann ein Sicherheitscode oder dergleichen mit den Bedienknöpfen eingegeben werden. Die Lichtquelle **924** wird derart bereitgestellt, dass sie den Erfassungsabschnitt **923** umschließt, und bestrahlt ein Target (Hand) mit Licht. Dann fällt Licht, das von dem Target reflektiert wird, in den Erfassungsabschnitt **923** ein. Die Licht emittierende Einrichtung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann für die Lichtquelle **924** verwendet werden. Eine Abbildungsvorrichtung **925** wird direkt unter dem Erfassungsabschnitt **923** bereitgestellt und kann ein Bild des Targets (ein gesamtes Bild der Hand) aufnehmen. Es sei angemerkt, dass ein optisches System zwischen dem Erfassungsabschnitt **923** und der Abbildungsvorrichtung **925** bereitgestellt werden kann. Die vorstehend beschriebene Gerätestruktur kann auf ein biometrisches Identifikationsgerät, das eine Fingervene erfasst, angewendet werden.

[0290] Fig. 9D stellt ein zerstörungsfreies Prüfgerät dar, das ein Gehäuse **931**, ein Bedienungsfeld **932**, einen Transportmechanismus **933**, einen Monitor **934**, eine Erfassungseinheit **935**, eine Lichtquelle **938**, die Nah-Infrarotlicht emittiert, und dergleichen beinhaltet. Die Licht emittierende Einrichtung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann für die Lichtquelle **938** verwendet werden. Inspektionselemente **936** werden durch den Transportmechanismus **933** zu der Position direkt unter der Erfassungseinheit **935** transportiert. Das Inspektionselement **936** wird von der Lichtquelle **938** mit Nah-Infrarotlicht bestrahlt, und ein Bild des dasselbe passierenden Lichts wird von einer in der Erfassungseinheit **935** bereitgestellten Abbildungsvorrichtung **937** aufgenommen. Das aufgenommene Bild wird auf dem Monitor **934** angezeigt. Danach werden die Inspektionselemente **936** zu einem Ausgang des Gehäuses **931** transportiert und ein defektes Element wird getrennt gesammelt. Die Abbildung unter Verwendung von Nah-Infrarotlicht ermöglicht eine zerstörungsfreie und schnelle Erfassung von defekten Bestandteilen innerhalb des Inspektionselements, wie z. B. Defekten und Fremdstoffen.

[0291] Fig. 9E stellt ein Mobiltelefongerät dar, das ein Gehäuse **981**, einen Anzeigeabschnitt **982**, Bedientasten **983**, einen externen Verbindungsanschluss **984**, einen Lautsprecher **985**, ein Mikrofon **986**, eine erste Kamera **987**, eine zweite Kamera **988** und dergleichen beinhaltet. Der Anzeigeabschnitt **982** des Mobiltelefongeräts beinhaltet einen Berührungssensor. Das Gehäuse **981** und der Anzeigeabschnitt **982** weisen Flexibilität auf. Alle Bedienungen einschließlich des Telefonierens und der Texteingabe können durch Berührung des Anzeigeabschnitts **982** mit einem Finger, einem Stift oder dergleichen durchgeführt werden. Die erste Kamera **987** kann ein Bild von sichtbarem Licht aufnehmen, und die zweite Kamera **988** kann ein Bild von Infrarotlicht (ein Bild von Nah-Infrarotlicht) aufnehmen. Das Mobiltelefongerät oder der Anzeigeabschnitt **982** in Fig. 9E kann die Licht emittierende Einrichtung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung beinhalten.

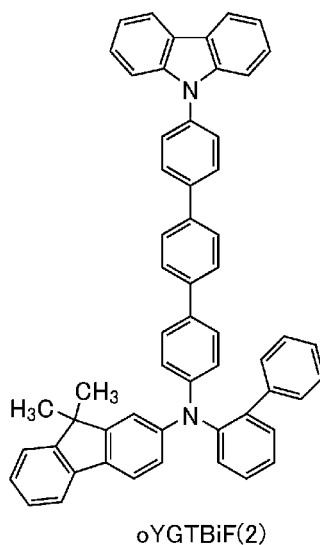
[0292] Diese Ausführungsform kann je nach Bedarf mit der anderen Ausführungsform kombiniert werden.

[Beispiel 1]

(Synthesebeispiel 1)

[0293] In diesem Beispiel wird ein Verfahren zum Synthetisieren einer organischen Verbindung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung beschrieben. In diesem Beispiel wird ein Verfahren zum Synthetisieren von N-[4''-(9H-Carbazol-9-yl)-1, 1':4', 1''-terphenyl-4-yl]-N-(1,1'-biphenyl-2-yl)-9,9-dimethyl-9H-fluoren-2-amin (Abkürzung: oYGTBiF(2)) beschrieben, das durch die Strukturformel (100) der Ausführungsform 1 dargestellt wird.

[Chemische Formel 38]

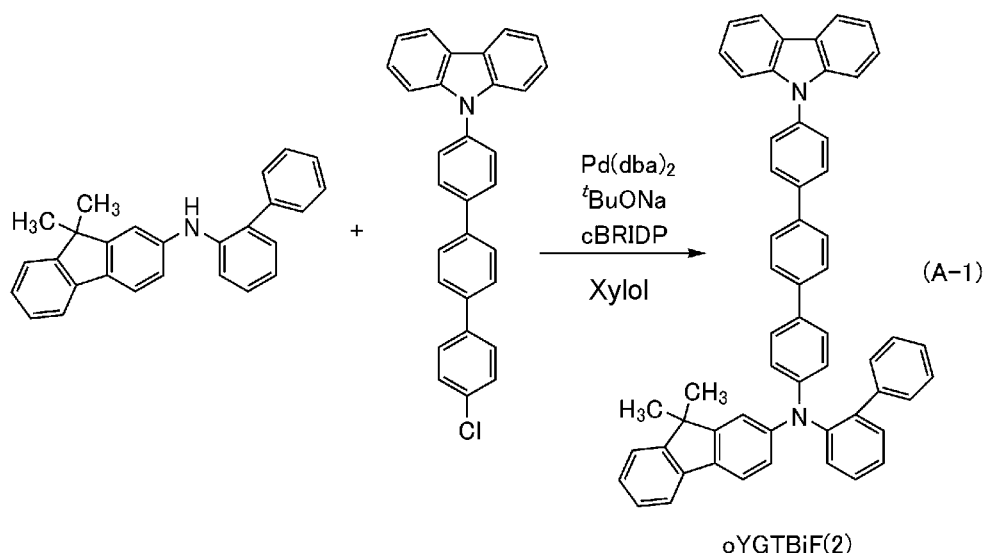


[0294] In einen 200 ml Dreihalskolben, der mit einem Rücklaufrohr ausgestattet war, wurden zuerst 1,3 g (3,7 mmol) N-[1,1'-Biphenyl]-2-yl-9,9-dimethyl-9H-fluoren-2-amin, 1,6 g (3,7 mmol) 9-(4''-Chlor[1,1':4',1''-terphenyl]-4-yl)-9H-carbazol und 26 mg (74 µmol) Di-tert-butyl(1-methyl-2,2-diphenylcyclopropyl)phosphin (eingetragenes Markenzeichen: cBRIDP) gegeben, und dann wurde die Luft im System durch Stickstoff ersetzt. Dem

System wurden 0,71 g (7,4 mmol) Natrium-tert-butoxid und 30 ml Xylol hinzugefügt. Dann wurden das Entgasen unter reduziertem Druck und der Ersatz der Luft im System durch Stickstoff dreimal durchgeführt. Dem System wurden 21 mg (37 μ mol) Bis(dibenzylidenacetone)palladium(0) hinzugefügt, und die Mischung wurde 10 Stunden lang bei 150 °C gerührt. Nach dem Rühren wurde eine unlösliche Substanz durch Saugfiltration aus der Mischung entfernt. Dem erhaltenen Filtrat wurde Wasser hinzugefügt, so dass eine wässrige Schicht einer Extraktion mit Toluol unterzogen wurde. Die erhaltene organische Schicht wurde zweimal mit Wasser und dann mit einer gesättigten Salzlösung gewaschen. Die organische Schicht wurde mit Magnesiumsulfat getrocknet. Die erhaltene Mischung wurde schwerkraftfiltriert, um das Magnesiumsulfat zu entfernen. Das erhaltene Filtrat wurde konzentriert, um 2,6 g eines gelben viskosen Feststoffs zu erhalten. Der erhaltene Feststoff wurde durch Kieselgel-Chromatographie (mit einem Laufmittel, das Toluol und Hexan in einem Verhältnis von 1:2 enthält) gereinigt. Der erhaltene blassgelbe Feststoff wurde aus Toluol umkristallisiert, wodurch 0,83 g eines blassgelben Feststoffs in einer Ausbeute von 30 % erhalten wurden.

[0295] Durch ein Train-Sublimationsverfahren wurden 0,83 g des erhaltenen Feststoffs gereinigt. Bei der Sublimationsreinigung wurde der Feststoff unter einem Druck von 3,8 Pa bei einer Argon-Durchflussrate von 15 ml/min 16 Stunden lang bei 320 °C erwärmt. Nach der Sublimationsreinigung wurden 0,55 g eines blassgelben Zielfeststoffs mit einer Sammelquote von 66 % erhalten. Bei der Sublimationsreinigung wurde das Material durch Erwärmen bei 320 °C sublimiert und die Sammelquote war so hoch wie 66 %, was bedeutet, dass die organische Verbindung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung eine hohe Sublimierbarkeit aufwies und es kein Problem mit dem Verdampfungsprozess gab. Ein Syntheschema (A-1) wird nachstehend gezeigt.

[Chemische Formel 39]



[0296] Analyseergebnisse durch Kernspinresonanz- (^1H -NMR-) Spektroskopie des erhaltenen blassgelben Feststoffs werden nachstehend gezeigt. Die Ergebnisse zeigen, dass oYGTBiF(2), das durch die Strukturformel (100) dargestellt wird, in diesem Beispiel erhalten wurde.

[0297] ^1H -NMR (Dichlormethan- d_2 , 300 MHz): δ = 8,17 (d, J = 7,8 Hz, 2H), 7,91 (d, J = 8,7 Hz, 2H), 7,78 (d, J = 8,7 Hz, 2H), 7,71 (d, J = 8,7 Hz, 2H), 7,67 (d, J = 8,7 Hz, 2H), 7,57 (d, J = 7,2 Hz, 1H), 7,52-7,19 (m, 18H), 7,14-7,06 (m, 5H), 6,92 (d, J = 1,8 Hz, 1H), 6,79 (dd, J1 = 6,0 Hz, J2 = 2,1 Hz, 1H), 1,30 (s, 6H).

[0298] Als Nächstes wurden UV-VIS-Absorptionsspektren (nachstehend einfach als „Absorptionsspektren“ bezeichnet) und Emissionsspektren von oYGTBiF(2) in einer Toluollösung und eines festen Dünnschichtfilms von oYGTBiF(2) gemessen. Der feste Dünnschichtfilm wurde durch ein Vakuumverdampfungsverfahren über einem Quarzsubstrat ausgebildet.

[0299] Die Absorptionsspektren wurden mit UV-VIS-Spektrophotometern (Lösung: V-550, hergestellt von JASCO Corporation, Dünnschicht: U-4100, hergestellt von Hitachi High-Technologies Corporation) gemessen. Um das Absorptionsspektrum von oYGTBiF(2) in einer Toluollösung zu berechnen, wurde das Absorptionsspektrum von Toluol, das in eine Quarzrinne gegeben wurde, gemessen, und dann wurde es von dem Absorp-

tionsspektrum der Toluollösung von oYGTBiF(2), die in eine Quarzzelle gegeben wurde, subtrahiert. Das Absorptionsspektrum des Dünnsfilms wurde unter Verwendung eines Absorptionsgrads ($-\log_{10} [\%T/(100-\%R)]$), der aus der Durchlässigkeit und dem Reflexionsvermögen des Dünnsfilms, der das Substrat beinhaltet, erhalten wurde, berechnet. Es sei angemerkt, dass %T die Durchlässigkeit darstellt und %R das Reflexionsvermögen darstellt. Die Emissionsspektren wurden unter Verwendung eines Fluoreszenz-Spektrophotometers (FS920, hergestellt von Hamamatsu Photonics K.K.) gemessen. Es sei angemerkt, dass Absorptionsspektren und die Emissionsspektren bei Raumtemperatur gemessen wurden.

[0300] Fig. 10A zeigt die erhaltenen Absorptions- und Emissionsspektren der Toluollösung. Die horizontale Achse stellt die Wellenlänge dar, und die vertikalen Achsen stellen die Absorptionsintensität und die Emissionsintensität dar.

[0301] Wie in Fig. 10A gezeigt, wurde ein Absorptionspeak von oYGTBiF(2) in der Toluollösung bei etwa 366 nm beobachtet, und ein Emissionspeak davon wurde bei etwa 421 nm (Anregungswellenlänge: 366 nm) beobachtet.

[0302] Fig. 10B zeigt die erhaltenen Absorptions- und Emissionsspektren des erhaltenen festen Dünnsfilms. Die horizontale Achse stellt die Wellenlänge dar, und die vertikalen Achsen stellen die Absorptionsintensität und die Emissionsintensität dar.

[0303] Wie in Fig. 10B gezeigt, wurden Absorptionspeaks von oYGTBiF(2) in einem festen Dünnsfilm bei etwa 294 nm, 350 nm und 367 nm beobachtet, und ein Emissionspeak davon wurde bei etwa 440 nm (Anregungswellenlänge: 365 nm) beobachtet.

[0304] Es wurde festgestellt, dass die organische Verbindung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, oYGTBiF(2), ein Wirtsmaterial ist, das für ein fluoreszierendes Material, das blaues Licht oder Licht mit Energie mit einer längeren Wellenlänge als blaues Licht emittiert, und ein phosphoreszierendes Material geeignet ist, das grünes Licht oder Licht mit Energie mit einer längeren Wellenlänge als grünes Licht emittiert. Ferner kann oYGTBiF(2) als Wirtsmaterial, das mit einer Licht emittierenden Substanz in dem sichtbaren Bereich oder dem Nah-Infrarotbereich (z. B. einem fluoreszierenden Material, einem verzögert fluoreszierenden Material oder einem phosphoreszierenden Material) verwendet wird, oder als Licht emittierende Substanz verwendet werden.

[0305] Als Nächstes wurden das HOMO-Niveau und das LUMO-Niveau von oYGTBiF(2) durch eine Cyclovoltammetrie- (CV-) Messung erhalten. Das Berechnungsverfahren wird nachstehend gezeigt.

[0306] Ein elektrochemischer Analysator (ALS Modell 600A oder 600C, hergestellt von BAS Inc.) wurde als Messeinrichtung verwendet. Eine Lösung für die CV-Messung wurde auf die folgende Weise hergestellt: Tetra-n-butylammoniumperchlorat ($n\text{-Bu}_4\text{NClO}_4$, hergestellt von Tokyo Chemical Industry Co., Ltd., Katalognr. T0836) als Trägerelektrolyt wurde in wasserfreiem Dimethylformamid (DMF, hergestellt von Sigma-Aldrich Co. LLC., 99,8 %, Katalognr. 22705-6) als Lösungsmittel bei einer Konzentration von 100 mmol/l aufgelöst, und das zu messende Objekt wurde bei einer Konzentration von 2 mmol/l darin aufgelöst.

[0307] Eine Platinelektrode (PTE-Platinelektrode, hergestellt von BAS Inc.) wurde als Arbeitselektrode verwendet, eine weitere Platinelektrode (Pt-Gegenelektrode für VC-3 (5 cm), hergestellt von BAS Inc.) wurde als Hilfselektrode verwendet, und eine Ag/Ag⁺-Elektrode (RE7-Referenzelektrode für ein nichtwässriges Lösungsmittel, hergestellt von BAS Inc.) wurde als Referenzelektrode verwendet. Es sei angemerkt, dass die Messung bei Raumtemperatur (20 °C bis 25 °C) durchgeführt wurde.

[0308] Zusätzlich wurde die Abtastgeschwindigkeit bei der CV-Messung auf 0,1 V/s eingestellt, und ein Oxidationspotential E_a [V] und ein Reduktionspotential E_c [V] bezüglich der Referenzelektrode wurden gemessen. Das Potential E_a ist ein Zwischenpotential einer Oxidations-Reduktions-Welle und das Potential E_c ist ein Zwischenpotential einer Reduktions-Oxidations-Welle. Dabei ist festgestellt worden, dass die Potentialenergie der Referenzelektrode, die in diesem Beispiel verwendet worden ist, in Bezug auf das Vakuumniveau -4,94 [eV] ist, und demzufolge können das HOMO-Niveau und das LUMO-Niveau durch die folgende Formel erhalten werden: HOMO-Niveau [eV] = -4,94 - E_a und LUMO-Niveau [eV] = -4,94 - E_c .

[0309] Ferner wurde die CV-Messung 100 Mal wiederholt, und die Oxidations-Reduktions-Welle nach dem hundertsten Zyklus wurde mit der Oxidations-Reduktions-Welle nach dem ersten Zyklus verglichen, um die elektrische Stabilität der Verbindung zu untersuchen.

[0310] Als Ergebnis war bei der Messung eines Oxidationspotentials E_a [V] von oYGTBiF(2) das HOMO-Niveau -5,42 eV. Andererseits war bei der Messung des Reduktionspotentials E_c [V] das LUMO-Niveau -2,31 eV. Dementsprechend wurde es festgestellt, dass oYGTBiF(2) eine hohe Elektronen blockierende Eigenschaft aufweist. Als in der E_a -Messung die Oxidations-Reduktions-Welle wiederholt gemessen wurde, wurde die Peakintensität der Oxidations-Reduktions-Welle nach dem hundertsten Zyklus bei 88 % derjenigen der Oxidations-Reduktions-Welle bei dem ersten Zyklus aufrechterhalten; und in der E_c -Messung wurde die Peakintensität der Oxidations-Reduktions-Welle nach dem hundertsten Zyklus bei 99 % derjenigen der Oxidations-Reduktions-Welle bei dem ersten Zyklus aufrechterhalten; demzufolge wurde festgestellt, dass die Beständigkeit gegen die Oxidation und Reduktion von oYGTBiF(2) sehr hoch ist.

[0311] Eine dynamische Differenzkalorimetrie (differential scanning calorimetry, DSC-Messung) wurde mit Pyris1DSC, hergestellt von PerkinElmer, Inc., an oYGTBiF(2) durchgeführt. Bei der dynamischen Differenzkalorimetrie wurde, nachdem die Temperatur bei einer Temperaturerhöhungsrate von 40 °C/min von -10 °C auf 320 °C erhöht worden war, die Temperatur eine Minute lang aufrechterhalten und dann bei einer Temperaturverringerungsrate von 100 °C/min auf -10 °C verringert. Dieser Vorgang wurde zweimal nacheinander wiederholt. Es wurde aus dem Ergebnis der DSC-Messung des zweiten Zyklus festgestellt, dass der Glasübergangspunkt von oYGTBiF(2) bei 137 °C liegt, das heißt, dass oYGTBiF(2) eine Substanz mit einer sehr hohen Wärmebeständigkeit ist.

[0312] Die Thermogravimetrie-Differentialthermoanalyse wurde an oYGTBiF(2) durchgeführt. Die Messung wurde unter Verwendung einer Hochvakuum-Differentialthermowaage (TG-DTA2410SA, hergestellt von Bruker AXS K.K.) durchgeführt. Die Messung wurde unter atmosphärischem Druck bei einer Temperaturerhöhungsrate von 10 °C/min unter einem Stickstoffstrom (Durchflussrate: 200 ml/min) durchgeführt. In der Thermogravimetrie-Differentialthermoanalyse wurde festgestellt, dass die Temperatur, bei der das durch Thermogravimetrie ermittelte Gewicht um 5 % des Gewichts am Anfang der Messung verringert wurde (Zersetzungstemperatur), bei 484 °C liegt, was darauf hindeutet, dass oYGTBiF(2) eine Substanz mit hoher Wärmebeständigkeit ist.

[0313] Aus den vorstehenden Ergebnissen wurde es festgestellt, dass die organische Verbindung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung sowohl eine hohe Wärmebeständigkeit als auch eine hohe Sublimierbarkeit aufweist und eine organische optische Vorrichtung (eine Licht emittierende Vorrichtung und eine Licht empfangende Vorrichtung) mit hoher Wärmebeständigkeit bereitstellen und die Produktivität der Vorrichtungsherstellung erhöhen kann.

[Beispiel 2]

[0314] In diesem Beispiel wird eine Licht emittierende Vorrichtung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung hergestellt und ausgewertet, und die Auswertungsergebnisse werden beschrieben.

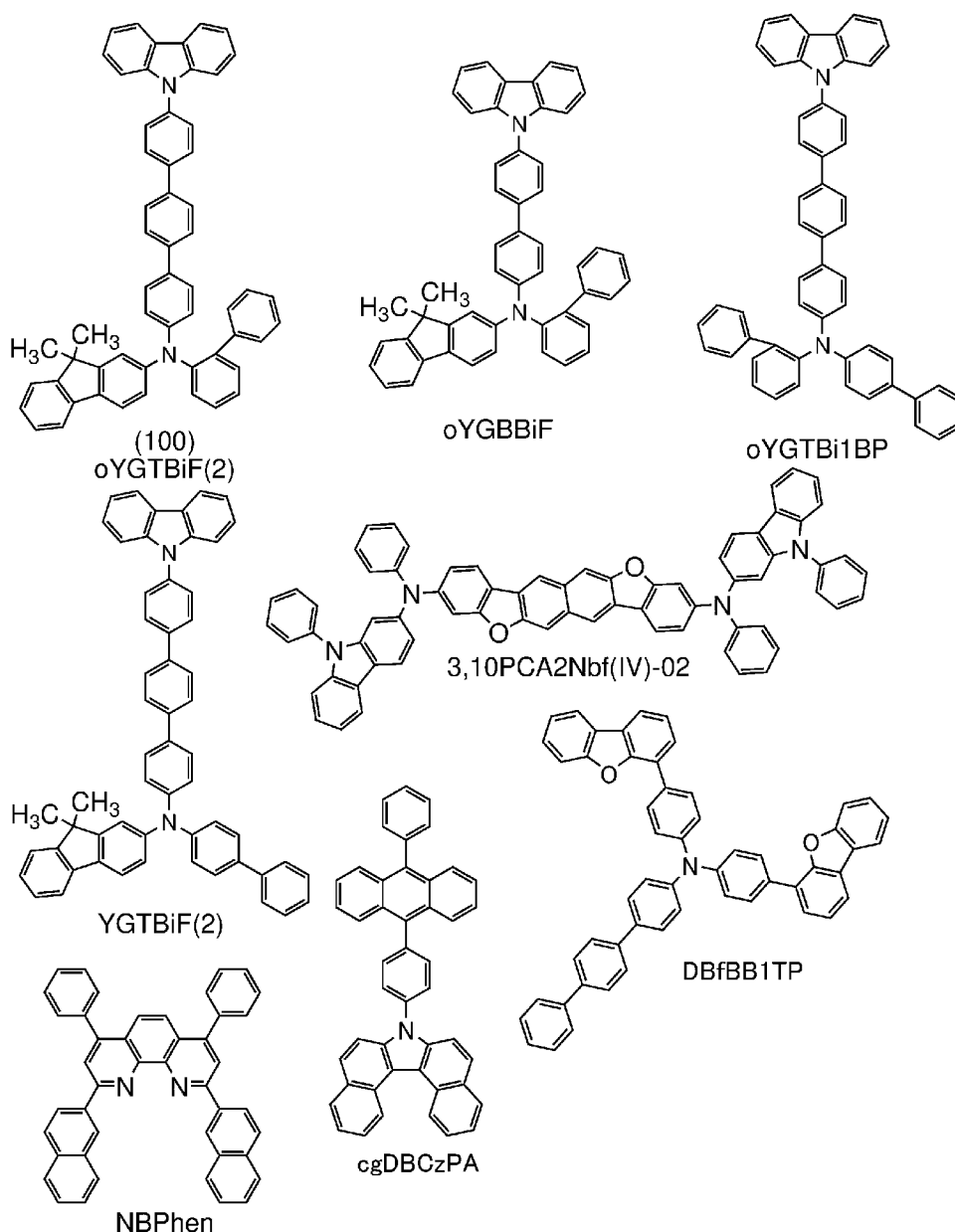
[0315] In diesem Beispiel wurden eine Vorrichtung 1, bei der oYGTBiF(2) (Strukturformel (100)), das in dem Beispiel 1 beschrieben worden ist, verwendet wird, eine Vergleichsvorrichtung 2, eine Vergleichsvorrichtung 3 und eine Vergleichsvorrichtung 4 als Licht emittierende Vorrichtungen hergestellt und ausgewertet. Die Ergebnisse werden beschrieben.

[0316] Fig. 11 stellt Strukturen der vier Licht emittierenden Vorrichtungen, die in diesem Beispiel verwendet werden, dar und Tabelle 1 zeigt spezifische Strukturen. Die chemischen Formeln von Materialien, die in diesem Beispiel verwendet werden, werden nachstehend gezeigt.

[Tabelle 1]

	erste Elektrode	Lochinjektions-schicht	Lochtransportschicht		Licht emittierende Schicht	Elektronen-transport-schicht		Elektronen-injektions-schicht	zweite Elektrode
	801	811	812		813	814		815	803
Vorrichtung 1	ITSO (70 nm)	oYGTBiF (2): ALD-MP001Q (1:0,1, 10 nm)	oYGT-BiF(2) (20 nm)	DBfBB1TP (10 nm)	cgDBCz-PA: 3,10 PCA2Nbf (IV)-02 (1:0, 015, 25 nm)	cgDBCz-PA (15 nm)	NBPhen (10 nm)	LiF (1 nm)	Al (200 nm)
Vergleichsvorrichtung 2		oYGBBiF: ALD-MP001Q (1:0,1, 10 nm)	oYGBBiF (20 nm)						
Vergleichsvorrichtung 3		oYGTBi1 BP: ALD-MP001Q (1:0,1, 10 nm)	oYGT-Bi1 BP (20 nm)						
Vergleichsvorrichtung 4		YGTBiF (2): ALD-MP001Q (1:0,1, 10 nm)	YGT-BiF(2) (20 nm)						

[Chemische Formel 40]



<<Herstellung der Licht emittierenden Vorrichtungen>>

[0317] In jeder der Licht emittierenden Vorrichtungen, die in diesem Beispiel beschrieben werden, wird, wie in **Fig. 11** dargestellt, eine erste Elektrode **801** über einem Substrat **800** ausgebildet; eine Lochinjektionsschicht **811**, eine Lochtransportschicht **812**, eine Licht emittierende Schicht **813**, eine Elektronentransportschicht **814** und eine Elektroneninjektionsschicht **815**, die eine EL-Schicht **802** bilden, werden in dieser Reihenfolge über der ersten Elektrode **801** angeordnet; und eine zweite Elektrode **803** wird über der Elektroneninjektionsschicht **815** angeordnet.

[0318] Zuerst wurde die erste Elektrode **801** über dem Substrat **800** ausgebildet. Die Elektrodenfläche wurde auf 4 mm² (2 mm × 2 mm) eingestellt. Ein Glassubstrat wurde als Substrat **800** verwendet. Die erste Elektrode **801** wurde durch ein Sputterverfahren unter Verwendung von Indiumzinnoxid, das Siliziumoxid enthält (ITO), in einer Dicke von 70 nm ausgebildet. Es sei angemerkt, dass in diesem Beispiel die erste Elektrode **801** als Anode dient.

[0319] Für die Vorbehandlung wurde eine Oberfläche des Substrats mit Wasser gewaschen, ein Backen wurde eine Stunde lang bei 200 °C durchgeführt, und dann wurde eine UV-Ozonbehandlung 370 Sekunden lang durchgeführt. Danach wurde das Substrat in eine 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.

[0320] Als Nächstes wurde die Lochinjektionsschicht **811** über der ersten Elektrode **801** ausgebildet. Die Lochinjektionsschicht **811** wurde derart ausgebildet, dass der Druck in der Vakuumverdampfungseinrichtung auf 10^{-4} Pa verringert wurde und dann ein Material X und ALD-MP001Q (hergestellt von Analysis Atelier Corporation, Material-Seriennummer 1S20180314) durch Co-Verdampfung in einem Gewichtsverhältnis von Material X: ALD-MP001Q = 1:0,1 in einer Dicke von 10 nm abgeschieden wurden. Es sei angemerkt, dass ALD-MP001Q ein Akzeptormaterial ist.

[0321] Als Nächstes wurde die Lochtransportschicht **812** über der Lochinjektionsschicht **811** ausgebildet. Die Lochtransportschicht **812** wurde derart ausgebildet, dass das Material X durch Verdampfung in einer Dicke von 20 nm abgeschieden wurde und N,N-Bis[4-(dibenzofuran-4-yl)phenyl]-4-aminop-terphenyl (Abkürzung: DBfBB1TP) durch Verdampfung in einer Dicke von 10 nm abgeschieden wurde.

[0322] Als Material X in der Lochinjektionsschicht **811** und der Lochtransportschicht **812** wurde N-[4''-(9H-Carbazol-9-yl)-1,1':4',1''-terphenyl-4-yl]-N-(1,1'-biphenyl-2-yl)-9,9-dimethyl-9H-fluoren-2-amin (Abkürzung: oYGT-BiF(2)) für die Vorrichtung 1 verwendet, N-[4'-(9H-Carbazol-9-yl)-1,1'-biphenyl-4-yl]-N-(1,1'-biphenyl-2-yl)-9,9'-dimethyl-9H-fluoren-2-amin (Abkürzung: oYGBBiF) wurde für die Vergleichsvorrichtung 2 verwendet, 2,4'-Diphenyl-4''-[4'-(9H-carbazol-9-yl)-1,1'-biphenyl-4-yl]triphenylamin (Abkürzung: oYGTBiBP) wurde für die Vergleichsvorrichtung 3 verwendet und N-[4''-(9H-Carbazol-9-yl)-1,1':4',1''-terphenyl-4-yl]-N-(1,1'-biphenyl-4-yl)-9,9-dimethyl-9H-fluoren-2-amin (Abkürzung: YGTBiF(2)) wurde für die Vergleichsvorrichtung 4 verwendet.

[0323] Als Nächstes wurde über der Lochtransportschicht **812** die Licht emittierende Schicht **813** wie folgt ausgebildet: 7-[4-(10-Phenyl-9-anthryl)phenyl]-7H-dibenzo[c,g]carbazol (Abkürzung: cgDBCzPA), das als Wirtsmaterial verwendet wurde, 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 als Gastmaterial (fluoreszierendes Material) verwendet wurde, wurden durch Co-Verdampfung in einem Gewichtsverhältnis von cgDBCzPA: 3,10PCA2Nbf(IV)-02 = 1:0,015 abgeschieden. Die Dicke wurde auf 25 nm eingestellt.

[0324] Als Nächstes wurde die Elektronentransportschicht **814** über der Licht emittierenden Schicht **813** ausgebildet. Die Elektronentransportschicht **814** wurde auf die folgende Weise ausgebildet: cgDBCzPA wurde durch Verdampfung in einer Dicke von 15 nm abgeschieden und 2,9-Bis(naphthalen-2-yl)-4,7-diphenyl-1,10-phenanthrolin (Abkürzung: NBPhen) wurde durch Verdampfung in einer Dicke von 10 nm abgeschieden.

[0325] Anschließend wurde die Elektroneninjectionsschicht **815** über der Elektronentransportschicht **814** ausgebildet. Als Elektroneninjectionsschicht **815** wurde Lithiumfluorid (LiF) durch Verdampfung in einer Dicke von 1 nm abgeschieden.

[0326] Danach wurde die zweite Elektrode **803** über der Elektroneninjectionsschicht **815** ausgebildet. Als zweite Elektrode **803** wurde Aluminium durch Verdampfung in einer Dicke von 200 nm abgeschieden. In diesem Beispiel dient die zweite Elektrode **803** als Kathode.

[0327] Durch die vorstehenden Schritte wurde die Licht emittierende Vorrichtung, die die EL-Schicht **802** zwischen dem Paar von Elektroden beinhaltet, über dem Substrat **800** ausgebildet. Es sei angemerkt, dass die Lochinjektionsschicht **811**, die Lochtransportschicht **812**, die Licht emittierende Schicht **813**, die Elektronentransportschicht **814** und die Elektroneninjectionsschicht **815**, welche vorstehend beschrieben worden sind, Funktionsschichten sind, die die EL-Schicht in der Licht emittierenden Vorrichtung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung bilden. Des Weiteren wurde in sämtlichen Verdampfungsschritten des vorstehenden Herstellungsverfahrens die Verdampfung durch ein Widerstandserwärmungsverfahren durchgeführt.

[0328] Die Licht emittierende Vorrichtung, die wie vorstehend beschrieben hergestellt wurde, wurde unter Verwendung eines weiteren Substrats (nicht dargestellt) auf die folgende Weise abgedichtet. Das Substrat (nicht dargestellt), an dem ein UV-härtendes Dichtungsmittel aufgetragen worden war, wurde in einem Handschuhkasten, der eine Stickstoffatmosphäre enthält, an dem Substrat **800** fixiert und die Substrate wurden aneinander derart gebunden, dass das Dichtungsmittel angebracht wurde, um die Licht emittierende Vorrichtung über dem Substrat **900** zu umschließen. Beim Abdichtungsprozess wurde das Dichtungsmittel mit 365 nm starkem UV-Licht bei 6 J/cm^2 bestrahlt, um verfestigt zu werden, und das Dichtungsmittel wurde eine Stunde lang bei 80°C einer Wärmebehandlung unterzogen, um stabilisiert zu werden.

<<Betriebseigenschaften der Licht emittierenden Vorrichtungen>>

[0329] Betriebseigenschaften der in diesem Beispiel hergestellten Licht emittierenden Vorrichtungen wurden gemessen. Es sei angemerkt, dass die Messung bei Raumtemperatur durchgeführt wurde.

[0330] Fig. 12 zeigt die Leuchtdichte-Stromeffizienz-Eigenschaften der Licht emittierenden Vorrichtungen. Fig. 13 zeigt die Spannungs-Leuchtdichte-Eigenschaften der Licht emittierenden Vorrichtungen. Fig. 14 zeigt die Spannungs-Strom-Eigenschaften der Licht emittierenden Vorrichtungen. Fig. 15 zeigt die Leuchtdichte-externen Quanteneffizienz-Eigenschaften der Licht emittierenden Vorrichtungen.

[0331] Tabelle 2 listet die Anfangswerte von Haupteigenschaften der Licht emittierenden Vorrichtungen bei etwa 1000 cd/m².

[Tabelle 2]

	Spannung (V)	Strom (mA)	Stromdichte (mA/cm ²)	Chromatizität (x,y)	Leuchtdichte (cd/m ²)	Stromeffizienz (cd/A)	Leistungseffizienz (lm/W)	externe Quanteneffizienz (%)	Energieeffizienz (%)
Vorrichtung 1	3,0	0,40	10,0	(0,14, 0,14)	1110	11,2	11,7	10,6	9,1
Vergleichsvorrichtung 2	3,2	0,43	10,7	(0,14, 0,13)	1160	10,9	10,7	10,8	8,8
Vergleichsvorrichtung 3	3,0	0,54	13,5	(0,14, 0,11)	1150	8,5	8,9	9,1	7,9
Vergleichsvorrichtung 4	3,1	0,33	8,2	(0,14, 0,13)	940	11,4	11,5	11,0	9,2

[0332] Wie in Fig. 12 bis Fig. 15 und Tabelle 2 gezeigt, weisen die Vorrichtung 1, die Vergleichsvorrichtung 2 und die Vergleichsvorrichtung 4 eine hohe Emissionseffizienz auf. Außerdem weist die Vorrichtung 1 eine höhere Emissionseffizienz auf als die Vergleichsvorrichtung 3.

[0333] Fig. 16 zeigt die Emissionsspektren zu dem Zeitpunkt, zu dem den Licht emittierenden Vorrichtungen ein Strom mit einer Stromdichte von 12,5 mA/cm² zugeführt wurde. Wie in Fig. 16 gezeigt, weist das Emissionsspektrum der Vorrichtung 1 einen maximalen Peak bei etwa 459 nm auf, was aus 3,10PCA2NbF(IV)-02, das in der Licht emittierenden Schicht 813 enthalten ist, stammt. In ähnlicher Weise weisen die Emissionsspektren der Vergleichsvorrichtung 2, der Vergleichsvorrichtung 3 und der Vergleichsvorrichtung 4 maximale Peaks bei etwa 458 nm, 457 nm bzw. 459 nm auf.

[0334] Als Nächstes wurden an den Licht emittierenden Vorrichtungen Zuverlässigkeitstests durchgeführt. Fig. 17A und Fig. 17B zeigen die Ergebnisse der Zuverlässigkeitstests. In Fig. 17A stellt die vertikale Achse die normierte Leuchtdichte (%) in der Annahme dar, dass die anfängliche Leuchtdichte 100 % beträgt, und die horizontale Achse stellt die Betriebszeit (h) dar. In Fig. 17B stellt die vertikale Achse die Spannungsänderung (ΔV) von der anfänglichen Spannung (wenn die Betriebszeit 0 ist) dar und die horizontale Achse stellt die Betriebszeit (h) dar. Bei den Zuverlässigkeitstests wurden die Licht emittierenden Vorrichtungen mit einer Stromdichte von 50 mA/cm² betrieben.

[0335] Nach 330 Stunden wurde bei der Vorrichtung 1 85 % der anfänglichen Leuchtdichte gehalten, wurde bei der Vergleichsvorrichtung 2 80 % der anfänglichen Leuchtdichte gehalten, wurde bei der Vergleichsvorrichtung 3 87 % der anfänglichen Leuchtdichte gehalten und wurde bei der Vergleichsvorrichtung 4 82 % der anfänglichen Leuchtdichte gehalten.

[0336] Dementsprechend wird es festgestellt, dass die Vorrichtung 1 eine gleichwertige Emissionseffizienz und eine hohe Zuverlässigkeit im Vergleich zu der Vergleichsvorrichtung 2 und der Vergleichsvorrichtung 4 aufweist. Außerdem weist die Vorrichtung 1 eine hohe Emissionseffizienz und eine gleichwertige Zuverlässigkeit auf im Vergleich zu der Vergleichsvorrichtung 3.

[0337] Es handelt sich bei oYGTBiF(2), das für die Vorrichtung 1 verwendet wird, um ein tertiäres Amin. Die ortho-Position eines Biphenyl-Gerüsts, ein Fluoren-Gerüst und ein Terphenylen-Gerüst sind an Stickstoff des Amins gebunden. Ein Carbazol-Gerüst ist an eine Phenylen-Gruppe gebunden, die am weitesten von Stickstoff des Amins des Terphenylen-Gerüsts entfernt ist. Das heißt, dass Stickstoff des Amins über das Terphenylen-Gerüst an Stickstoff des Carbazols gebunden ist. Andererseits unterscheidet sich oYGBBiF, das für die Vergleichsvorrichtung 2 verwendet wird, von oYGTBiF(2), das für die Vorrichtung 1 verwendet wird, darin, dass Stickstoff des Carbazols und Stickstoff des Amins nicht über das Terphenylen-Gerüst, sondern über ein Biphenylen-Gerüst gebunden sind. Ferner unterscheidet sich oYGTBi1BP, das für die Vergleichsvorrichtung 3 verwendet wird, von oYGTBiF(2) darin, dass nicht das Fluoren-Gerüst, sondern die para-Position eines Biphenyl-Gerüsts an Stickstoff des Amins gebunden ist. YGTBiF(2), das für die Vergleichsvorrichtung 4 verwendet wird, unterscheidet sich von oYGTBiF(2) darin, dass nicht die ortho-Position eines Biphenyl-Gerüsts, sondern die para-Position des Biphenyl-Gerüsts an Stickstoff des Amins gebunden ist. Dementsprechend können die Emissionseffizienz und die Zuverlässigkeit der Licht emittierenden Vorrichtung durch Verwendung der organischen Verbindung, die ein tertiäres Amin ist, erhöht werden. In dem tertiären Amin sind die ortho-Position eines Biphenyl-Gerüsts, ein Fluoren-Gerüst und ein Terphenylen-Gerüst an Stickstoff des Amins gebunden; und ein Carbazol-Gerüst ist an eine Phenylen-Gruppe des Terphenylen-Gerüsts gebunden, die am weitesten von Stickstoff des Amins entfernt ist.

[Beispiel 3]

[0338] In diesem Beispiel werden Licht emittierende Vorrichtungen einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung hergestellt und ausgewertet, und die Auswertungsergebnisse werden beschrieben.

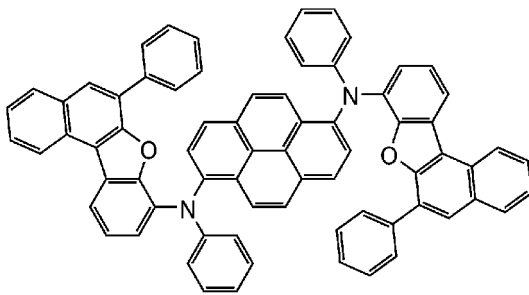
[0339] In diesem Beispiel wurden eine Vorrichtung 5 und eine Vorrichtung 6, bei denen oYGTBiF(2) (Strukturformel (100)), das in dem Beispiel 1 beschrieben worden ist, verwendet wird, als Licht emittierende Vorrichtungen hergestellt und ausgewertet. Die Ergebnisse werden beschrieben.

[0340] Tabelle 3 zeigt spezifische Strukturen der zwei Licht emittierenden Vorrichtungen, die in diesem Beispiel verwendet werden. Die Vorrichtung 5 weist eine ähnliche Struktur wie diejenige der Vorrichtung 1 (**Fig. 11**) auf, mit Ausnahme des Licht emittierenden Materials der Licht emittierenden Schicht **813**. Die Vorrichtung 6 weist eine ähnliche Struktur wie diejenige der Vorrichtung 5 auf, mit Ausnahme, dass die Dicke der Lochtransportschicht **812** der Vorrichtung 6 größer ist als diejenige der Vorrichtung 5. Daher kann bezüglich der Verfahren zum Herstellen von Komponenten der Vorrichtung 5 und der Vorrichtung 6, die gleich den Komponenten der Vorrichtung 1 sind, auf das Beispiel 2 Bezug genommen werden. Die chemische Formel eines Materials, das in diesem Beispiel verwendet wird, wird nachstehend gezeigt.

[Tabelle 3]

	erste Elektrode	Lochinjektions-schicht	Lochtransportschicht		Licht emittierende Schicht	Elektronen-transportschicht		Elektronen-injektions-schicht	zweite Elektrode
	801	811	812		813	814		815	803
Vorrichtung 5	ITSO (70 nm)	oYGTBiF (2): ALD-MP001Q (1:0,1, 10 nm)	oYGT-BiF(2) (20 nm)	DBfBB1 TP (10 nm)	cgDBCz-PA: 1, 6BnfA-Pm-03 (1:0,03, 25 nm)	cgDBCzP A (15 nm)	NBPhen (10 nm)	LiF (1 nm)	Al (200 nm)
Vorrichtung 6			oYGT-BiF(2) (120 nm)						

[Chemische Formel 41]



1,6BnfAPrn-03

[0341] Wie in Tabelle 3 gezeigt, wurde in der Licht emittierenden Schicht **813** der Licht emittierenden Vorrichtungen dieses Beispiels cgDBCzPA als Wirtsmaterial verwendet, und N,N'-(Pyren-1,6-diyl)bis[(6,N-diphenylbenzo[b]naphtho[1,2-d]furan)-8-amin] (Abkürzung: 1,6BnfAPrn-03) wurde als Licht emittierendes Material verwendet.

[0342] Wie in Tabelle 3 gezeigt, sind ferner die Dicken von oYGTBiF(2), das für die Lochtransportschicht **812** verwendet wird, zwischen der Vorrichtung 5 und der Vorrichtung 6 unterschiedlich.

<<Betriebseigenschaften der Licht emittierenden Vorrichtungen>>

[0343] Betriebseigenschaften der in diesem Beispiel hergestellten Licht emittierenden Vorrichtungen wurden gemessen. Es sei angemerkt, dass die Messung bei Raumtemperatur durchgeführt wurde.

[0344] **Fig. 18** zeigt die Leuchtdichte-Stromeffizienz-Eigenschaften der Licht emittierenden Vorrichtungen. **Fig. 19** zeigt die Spannungs-Leuchtdichte-Eigenschaften der Licht emittierenden Vorrichtungen. **Fig. 20** zeigt die Spannungs-Strom-Eigenschaften der Licht emittierenden Vorrichtungen. **Fig. 21** zeigt die Leuchtdichte-externen Quanteneffizienz-Eigenschaften der Licht emittierenden Vorrichtungen.

[0345] Tabelle 4 listet die Anfangswerte von Haupteigenschaften der Licht emittierenden Vorrichtungen bei etwa 1000 cd/m².

[Tabelle 4]

	Spannung (V)	Strom (mA)	Stromdichte (mA/cm ²)	Chromatizität (x,y)	Leuchtdichte (cd/m ²)	Stromeffizienz (cd/A)	Leistungseffizienz (lm/W)	externe Quanteneffizienz (%)	Energieeffizienz (%)
Vorrichtung 5	3,0	0,40	10,1	(0,14, 0,14)	1040	10,3	10,8	9,5	8,2
Vorrichtung 6	3,6	0,52	13,1	(0,14, 0,09)	990	7,5	6,6	8,9	6,5

[0346] Wie in **Fig. 18** bis **Fig. 21** und Tabelle 4 gezeigt, weisen die Vorrichtung 5 und die Vorrichtung 6 eine hohe Emissionseffizienz auf. Trotz der Tatsache, dass die Dicke der Lochtransportschicht **812** der Vorrichtung 6 um 100 nm größer ist als diejenige der Vorrichtung 5, wird die Betriebsspannung bei 1000 cd/m² nur um 0,6 V erhöht. Dies bedeutet, dass die Lochtransporteigenschaft von oYGTBiF(2) ausgezeichnet ist.

[0347] **Fig. 22** zeigt die Emissionsspektren zu dem Zeitpunkt, zu dem den Licht emittierenden Vorrichtungen ein Strom mit einer Stromdichte von 12,5 mA/cm² zugeführt wurde. Wie in **Fig. 22** gezeigt, weist das Emissionsspektrum der Vorrichtung 5 einen maximalen Peak bei etwa 458 nm auf, was aus 1,6BnfAPrn-03, das in der Licht emittierenden Schicht **813** enthalten ist, stammt. In ähnlicher Weise weist das Emissionsspektrum der Vorrichtung 6 einen maximalen Peak bei etwa 456 nm auf. Es sei angemerkt, dass zwischen der Vorrichtung 5 und der Vorrichtung 6 die optische Weglänge leicht unterschiedlich ist und die Emissionschromatizität auch unterschiedlich ist. Dies liegt daran, dass nur die Dicke von oYGTBiF(2) geändert wurde und die Transporteigenschaften dieses Materials ausgewertet wurden.

[0348] Als Nächstes wurden an den Licht emittierenden Vorrichtungen Zuverlässigkeitstests durchgeführt. **Fig. 23A** und **Fig. 23B** zeigen die Ergebnisse der Zuverlässigkeitstests. In **Fig. 23A** stellt die vertikale Achse die normierte Leuchtdichte (%) in der Annahme dar, dass die anfängliche Leuchtdichte 100 % beträgt, und die horizontale Achse stellt die Betriebszeit (h) dar. In **Fig. 23B** stellt die vertikale Achse die Spannungsänderung (ΔV) von der anfänglichen Spannung (wenn die Betriebszeit 0 ist) dar und die horizontale Achse stellt die Betriebszeit (h) dar. Bei den Zuverlässigkeitstests wurden die Licht emittierenden Vorrichtungen mit einer Stromdichte von 50 mA/cm² betrieben.

[0349] Die Ergebnisse der Zuverlässigkeitstests zeigen, dass sowohl die Vorrichtung 5 als auch die Vorrichtung 6 eine hohe Zuverlässigkeit aufweisen.

[0350] Im Allgemeinen wird dann, wenn die Konzentration des Elektronenakzeptormaterials in der Lochinjektionsschicht hoch ist und ein Lochtransportmaterial mit einem tiefen HOMO-Niveau verwendet wird, die Betriebsspannung einer Licht emittierenden Vorrichtung in einigen Fällen durch Erhöhung der Dicke der Lochtransportschicht erhöht. Wie in **Fig. 23B** gezeigt, ist bei der Vorrichtung 5 und der Vorrichtung 6 eine Differenz zwischen der Spannung nach 310-stündigem Betrieb und der anfänglichen Spannung 0,15 V oder weniger. Daher wurde es festgestellt, dass selbst dann, wenn die Dicke der Lochtransportschicht, die die organische Verbindung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung beinhaltet, erhöht wird, die Betriebsspannung der Licht emittierenden Vorrichtung mit geringerer Wahrscheinlichkeit erhöht wird.

[Beispiel 4]

[0351] In diesem Beispiel werden Licht emittierende Vorrichtungen einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung hergestellt und ausgewertet, und die Auswertungsergebnisse werden beschrieben.

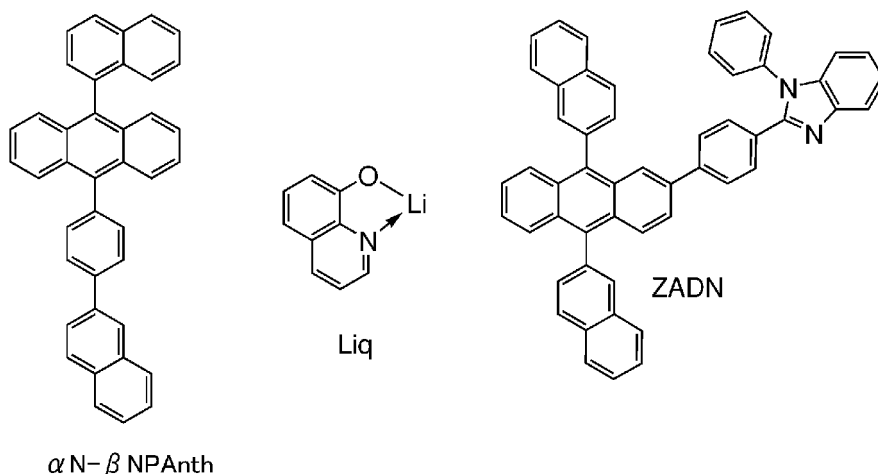
[0352] In diesem Beispiel wurden eine Vorrichtung 7 und eine Vorrichtung 8, bei denen oYGTBiF(2) (Strukturformel (100)), das in dem Beispiel 1 beschrieben worden ist, verwendet wird, als Licht emittierende Vorrichtungen hergestellt und ausgewertet. Die Ergebnisse werden beschrieben.

[0353] Tabelle 5 zeigt spezifische Strukturen der zwei Licht emittierenden Vorrichtungen, die in diesem Beispiel verwendet werden. Die Vorrichtung 7 weist eine ähnliche Struktur wie diejenige der Vorrichtung 1 (**Fig. 11**) auf, mit Ausnahme der Materialien der Licht emittierenden Schicht **813** und der Elektronentransportschicht **814**. Die Vorrichtung 8 weist eine ähnliche Struktur wie diejenige der Vorrichtung 7 auf, mit Ausnahme, dass die Dicke der Lochtransportschicht **812** der Vorrichtung 8 größer ist als diejenige der Vorrichtung 7. Daher kann bezüglich der Verfahren zum Herstellen von Komponenten der Vorrichtung 7 und der Vorrichtung 8, die gleich den Komponenten der Vorrichtung 1 sind, auf das Beispiel 2 Bezug genommen werden. Die Vorrichtung 7 und die Vorrichtung 8 weisen jeweils eine Struktur auf, die derjenigen der Vorrichtung 1 (**Fig. 11**) ähnlich ist, und bezüglich der Verfahren zum Herstellen der Vorrichtung 7 und der Vorrichtung 8 kann daher auf das Beispiel 2 Bezug genommen werden. Die chemische Formel eines Materials, das in diesem Beispiel verwendet wird, wird nachstehend gezeigt.

[Tabelle 5]

	erste Elektrode	Lochinjektionsschicht	Lochtransportschicht		Licht emittierende Schicht	Elektronentransportschicht	Elektroneninjektionsschicht	zweite Elektrode
	801	811	812		813	814	815	803
Vorrichtung 7	ITSO (70 nm)	oYGTBiF(2): ALD-MP001Q (1:0,1, 10 nm)	oYGT-BiF(2) (20 nm)	DBfBB1 TP (10 nm)	α N- β NPAnth: 1,6BnfAPrn-03 (1:0, 03, 25 nm)	ZADN: Liq (1:1, 25 nm)	Liq (1 nm)	Al (200 nm)
Vorrichtung 8			oYGT-BiF(2) (120 nm)					

[Chemische Formel 42]



[0354] Wie in Tabelle 5 gezeigt, wurde in der Licht emittierenden Schicht **813** jeder der Licht emittierenden Vorrichtungen dieses Beispiels 9-(1-Naphthyl)-10-[4-(2-naphthyl)phenyl]anthracen (Abkürzung: α N- β NPAnth) als Wirtsmaterial verwendet, und 1,6BnfAPrn-03 wurde als Licht emittierendes Material verwendet. Für die Elektronentransportschicht **814** wurden 2-{4-[9,10-Di(naphthalen-2-yl)-2-anthryl]phenyl}-1-phenyl-1H-benzimidazol (Abkürzung: ZADN) und 8-Hydroxychinolinato-lithium (Abkürzung: Liq) durch Co-Verdampfung in einem Gewichtsverhältnis von ZADN:Liq = 1:1 in einer Dicke von 25 nm abgeschieden.

[0355] Wie in Tabelle 5 gezeigt, sind ferner die Dicken von oYGTBiF(2), das für die Lochtransportschicht **812** verwendet wird, zwischen der Vorrichtung 7 und der Vorrichtung 8 unterschiedlich.

<<Betriebseigenschaften der Licht emittierenden Vorrichtungen>>

[0356] Betriebseigenschaften der in diesem Beispiel hergestellten Licht emittierenden Vorrichtungen wurden gemessen. Es sei angemerkt, dass die Messung bei Raumtemperatur durchgeführt wurde.

[0357] Fig. 24 zeigt die Leuchtdichte-Stromeffizienz-Eigenschaften der Licht emittierenden Vorrichtungen. Fig. 25 zeigt die Spannungs-Leuchtdichte-Eigenschaften der Licht emittierenden Vorrichtungen. Fig. 26 zeigt die Spannungs-Strom-Eigenschaften der Licht emittierenden Vorrichtungen. Fig. 27 zeigt die Leuchtdichte-externen Quanteneffizienz-Eigenschaften der Licht emittierenden Vorrichtungen.

[0358] Tabelle 6 listet die Anfangswerte von Haupteigenschaften der Licht emittierenden Vorrichtungen bei etwa 1000 cd/m².

[Tabelle 6]

	Spannung (V)	Strom (mA)	Stromdichte (mA/cm ²)	Chromatizität (x,y)	Leuchtdichte (cd/m ²)	Stromeffizienz (cd/A)	Leistungseffizienz (lm/W)	externe Quanteneffizienz (%)	Energieeffizienz (%)
Vorrichtung 7	4,0	0,40	9,9	(0,14, 0,14)	990	9,9	7,8	9,1	5,9
Vorrichtung 8	4,6	0,48	12,1	(0,14, 0,09)	880	7,3	5,0	8,6	4,9

[0359] Wie in Fig. 24 bis Fig. 27 und Tabelle 6 gezeigt, weisen die Vorrichtung 7 und die Vorrichtung 8 eine hohe Emissionseffizienz auf. Trotz der Tatsache, dass die Dicke der Lochtransportschicht **812** der Vorrichtung 8 um 100 nm größer ist als diejenige der Vorrichtung 7, wird die Betriebsspannung bei 1000 cd/m² nur um 0,6 V erhöht. Dies bedeutet, dass die Lochtransporteigenschaft von oYGTBiF(2) ausgezeichnet ist.

[0360] Fig. 28 zeigt die Emissionsspektren zu dem Zeitpunkt, zu dem den Licht emittierenden Vorrichtungen ein Strom mit einer Stromdichte von 12,5 mA/cm² zugeführt wurde. Wie in Fig. 28 gezeigt, weist das Emissionsspektrum der Vorrichtung 7 einen maximalen Peak bei etwa 458 nm auf, was aus 1,6BnfAPrn-03, das in

der Licht emittierenden Schicht **813** enthalten ist, stammt. In ähnlicher Weise weist das Emissionsspektrum der Vorrichtung 8 einen maximalen Peak bei etwa 456 nm auf. Es sei angemerkt, dass zwischen der Vorrichtung 7 und der Vorrichtung 8 die optische Weglänge leicht unterschiedlich ist und die Emissionschromatizität auch unterschiedlich ist. Dies liegt daran, dass nur die Dicke von oYGTBiF(2) geändert wurde und die Transporteigenschaften dieses Materials ausgewertet wurden.

[0361] Als Nächstes wurden an den Licht emittierenden Vorrichtungen Zuverlässigkeitstests durchgeführt. **Fig. 29A** und **Fig. 29B** zeigen die Ergebnisse der Zuverlässigkeitstests. In **Fig. 29A** stellt die vertikale Achse die normierte Leuchtdichte (%) in der Annahme dar, dass die anfängliche Leuchtdichte 100 % beträgt, und die horizontale Achse stellt die Betriebszeit (h) dar. In **Fig. 29B** stellt die vertikale Achse die Spannungsänderung (ΔV) von der anfänglichen Spannung (wenn die Betriebszeit 0 ist) dar und die horizontale Achse stellt die Betriebszeit (h) dar. Bei den Zuverlässigkeitstests wurden die Licht emittierenden Vorrichtungen mit einer Stromdichte von 50 mA/cm² betrieben.

[0362] Die Ergebnisse der Zuverlässigkeitstests zeigen, dass sowohl die Vorrichtung 7 als auch die Vorrichtung 8 eine hohe Zuverlässigkeit aufweisen.

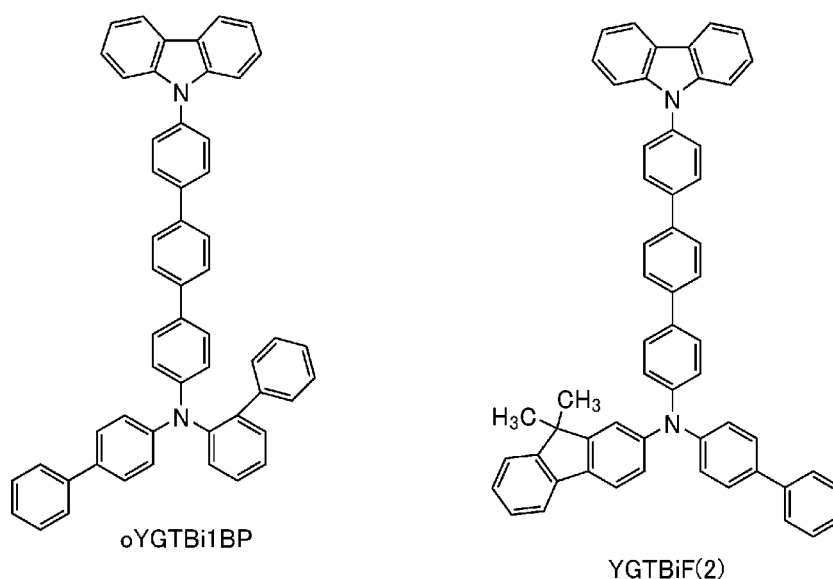
[0363] Wie in **Fig. 29B** gezeigt, ist bei der Vorrichtung 7 und der Vorrichtung 8 eine Differenz zwischen der Spannung nach 380-stündigem Betrieb und der anfänglichen Spannung 0,20 V oder weniger. Daher wurde es festgestellt, dass selbst dann, wenn die Dicke der Lochtransportschicht, die die organische Verbindung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung beinhaltet, erhöht wird, die Betriebsspannung der Licht emittierenden Vorrichtung mit geringerer Wahrscheinlichkeit erhöht wird.

[0364] Zwischen dem Beispiel 3 und dem Beispiel 4 sind die Materialien, die für die Licht emittierenden Schichten und die Elektronentransportschichten der Licht emittierenden Vorrichtungen verwendet werden, unterschiedlich. Diese Beispiele zeigen, dass die organische Verbindung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung durch Kombination mit verschiedenen Materialien eine Licht emittierende Vorrichtung mit hoher Emissionseffizienz und hoher Zuverlässigkeit ermöglicht.

(Referenzbeispiel)

[0365] Nachstehend werden Verfahren zum Synthetisieren von 2,4'-Diphenyl-4"-[4'-(9H-carbazol-9-yl)-1,1'-biphenyl-4-yl]triphenylamin (Abkürzung: oYGTBi1BP) und N-[4'-(9H-Carbazol-9-yl)-1,1':4', 1"-terphenyl-4-yl]-N-(1,1'-biphenyl-4-yl)-9,9-dimethyl-9H-fluoren-2-amin (Abkürzung: YGTBiF(2)) beschrieben, die für die Vergleichsvorrichtungen des Beispiels 2 verwendet wurden.

[Chemische Formel 43]

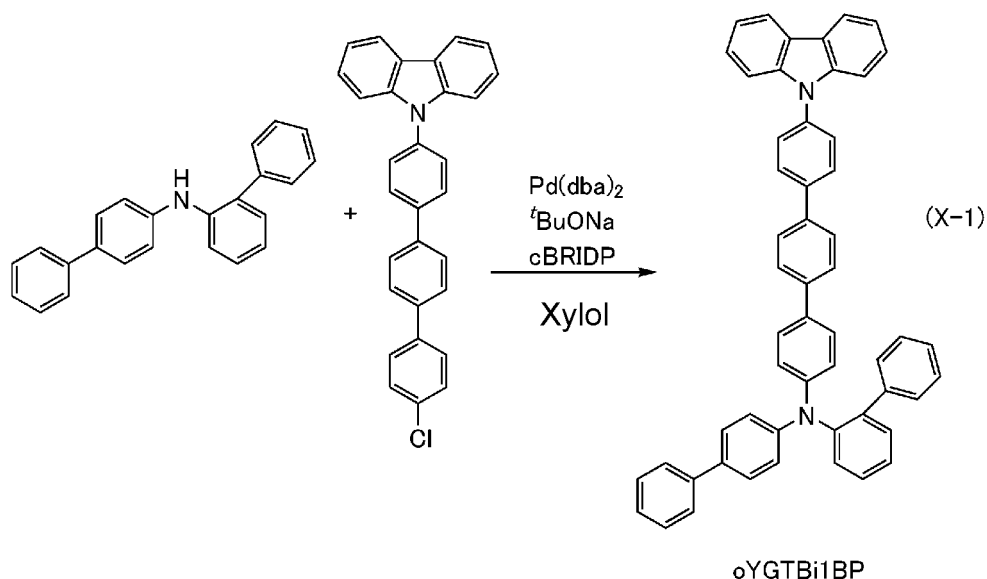


<Synthese von oYGTBi1BP>

[0366] In einen 200 ml Dreihalskolben, der mit einem Rücklaufrohr ausgestattet war, wurden zuerst 1,4 g (4,2 mmol) N-(4-Biphenyl)-2-biphenylamin, 1,8 g (4,2 mmol) 9-(4"-Chlor[1,1':4',1"-terphenyl]-4-yl)-9H-carbazol und 30 mg (84 μ mol) Ditert-butyl(1-methyl-2,2-diphenylcyclopropyl)phosphin (eingetragenes Markenzeichen: cBRIDP) gegeben, und dann wurde die Luft im System durch Stickstoff ersetzt. Dem System wurden 0,81 g (8,4 mmol) Natrium-tert-butoxid und 100 ml Xylol hinzugefügt. Dann wurden das Entgasen unter reduziertem Druck und der Ersatz der Luft im System durch Stickstoff dreimal durchgeführt. Dem System wurden 24 mg (42 μ mol) Bis(dibenzylidenacetone)palladium(0) hinzugefügt, und die Mischung wurde 11 Stunden lang bei 150 °C gerührt. Nach dem Rühren wurde eine unlösliche Substanz durch Saugfiltration aus der Mischung entfernt. Dem erhaltenen Filtrat wurde Wasser hinzugefügt, so dass eine wässrige Schicht einer Extraktion mit Toluol unterzogen wurde. Die erhaltene organische Schicht wurde zweimal mit Wasser und dann mit einer gesättigten Salzlösung gewaschen. Die organische Schicht wurde mit Magnesiumsulfat getrocknet. Die erhaltene Mischung wurde schwerkraftfiltriert, um das Magnesiumsulfat zu entfernen. Das erhaltene Filtrat wurde durch Filtration von Aluminiumoxid und Celite (hergestellt von Wako Pure Chemical Industries, Ltd., Katalognr. 531-16855) gereinigt, und das resultierende Filtrat wurde konzentriert, um 2,3 g eines blassgelben Feststoffs zu erhalten. Der erhaltene Feststoff wurde durch Umkristallisation gereinigt (unter Verwendung eines gemischten Lösungsmittels von Toluol und Hexan), um 1,5 g eines blassgelben Zielfeststoffs in einer Ausbeute von 50 % zu erhalten.

[0367] Durch ein Train-Sublimationsverfahren wurden 1,5 g des erhaltenen Feststoffs gereinigt. Bei der Sublimationsreinigung wurde der Feststoff unter einem Druck von 3,8 Pa bei einer Argon-Durchflussrate von 15 ml/min 16 Stunden lang bei 345 °C erwärmt. Nach der Sublimationsreinigung wurde 1,0 g eines blassgelben Zielfeststoffs mit einer Sammelquote von 66 % erhalten. Ein Syntheschema (X-1) wird nachstehend gezeigt.

[Chemische Formel 44]



[0368] Analyseergebnisse durch ^1H -NMR des erhaltenen blassgelben Feststoffs werden nachstehend gezeigt. Die Ergebnisse zeigen, dass oYGTBi1BP erhalten wurde.

[0369] ^1H -NMR (Dichlormethan- d_2 , 300 MHz): δ = 8,16 (d, J = 8,1 Hz, 2H), 7,90 (dd, J_1 = 4,5 Hz, J_2 = 1,8 Hz, 2H), 7,77 (dd, J_1 = 4,2 Hz, J_2 = 2,1 Hz, 2H), 7,70-7,66 (m, 4H), 7,55-7,14 (m, 24H), 6,99 (d, J = 5,7 Hz, 2H), 6,96 (d, J = 5,7 Hz, 2H).

[0370] Als Nächstes wurden Absorptionsspektren und Emissionsspektren von oYGTBi1BP in einer Toluollösung und eines festen Dünnschichtfilms von oYGTBi1BP gemessen. Es sei angemerkt, dass die Messbedingungen denjenigen des Beispiels 1 ähnlich sind und daher ihre Beschreibung weggelassen wird.

[0371] Ein Absorptionspeak von oYGTBi1 BP in der Toluollösung wurde bei etwa 365 nm beobachtet, und ein Emissionspeak davon wurde bei etwa 411 nm (Anregungswellenlänge: 346 nm) beobachtet. Absorptionspeaks von oYGTBi1 BP in einem festen Dünnschicht wurden bei etwa 296 nm, 347 nm und 362 nm beobachtet, und ein Emissionspeak davon wurde bei etwa 426 nm (Anregungswellenlänge: 360 nm) beobachtet.

[0372] Als Nächstes wurden das HOMO-Niveau und das LUMO-Niveau von oYGTBi1BP durch eine CV-Messung berechnet. Das Berechnungsverfahren ist demjenigen des Beispiels 1 ähnlich und daher wird seine Beschreibung weggelassen.

[0373] Ferner wurde die CV-Messung 100 Mal wiederholt, und die Oxidations-Reduktions-Welle nach dem hundertsten Zyklus wurde mit der Oxidations-Reduktions-Welle nach dem ersten Zyklus verglichen, um die elektrische Stabilität der Verbindung zu untersuchen.

[0374] Als Ergebnis war bei der Messung eines Oxidationspotentials E_a [V] von oYGTBi1 BP das HOMO-Niveau -5,50 eV. Andererseits war bei der Messung des Reduktionspotentials E_c [V] das LUMO-Niveau -2,32 eV. Als in der E_a -Messung die Oxidations-Reduktions-Welle wiederholt gemessen wurde, wurde die Peakintensität der Oxidations-Reduktions-Welle nach dem hundertsten Zyklus bei 85 % derjenigen der Oxidations-Reduktions-Welle bei dem ersten Zyklus aufrechterhalten; und in der E_c -Messung wurde die Peakintensität der Oxidations-Reduktions-Welle nach dem hundertsten Zyklus bei 94 % derjenigen der Oxidations-Reduktions-Welle bei dem ersten Zyklus aufrechterhalten; demzufolge wurde festgestellt, dass die Beständigkeit gegen die Oxidation und Reduktion von oYGTBi1 BP sehr hoch ist.

[0375] Eine dynamische Differenzkalorimetrie (DSC-Messung) wurde mit Pyris1 DSC, hergestellt von PerkinElmer, Inc., an oYGTBi1 BP durchgeführt. Bei der dynamischen Differenzkalorimetrie wurde, nachdem die Temperatur bei einer Temperaturerhöhungsrate von 40 °C/min von -10 °C auf 380 °C erhöht worden war, die Temperatur eine Minute lang aufrechterhalten und dann bei einer Temperaturverringerungsrate von 100 °C/min auf -10 °C verringert. Dieser Vorgang wurde zweimal nacheinander wiederholt. Es wurde aus dem Ergebnis der DSC-Messung des zweiten Zyklus festgestellt, dass der Glasübergangspunkt von oYGTBi1 BP bei 122 °C liegt, das heißt, dass oYGTBi1 BP eine Substanz mit einer sehr hohen Wärmebeständigkeit ist.

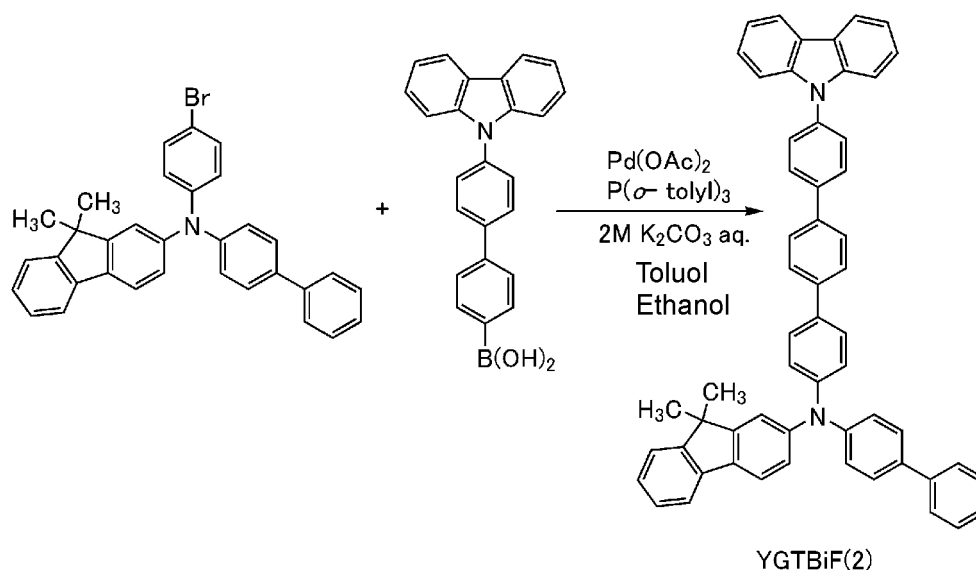
[0376] Die Thermogravimetrie-Differentialthermoanalyse von oYGTBi1 BP wurde durchgeführt. Das Messverfahren ist demjenigen des Beispiels 1 ähnlich und daher wird seine Beschreibung weggelassen. In der Thermogravimetrie-Differentialthermoanalyse wurde festgestellt, dass die Temperatur, bei der das durch Thermogravimetrie ermittelte Gewicht um 5 % des Gewichts am Anfang der Messung verringert wurde (Zersetzungstemperatur), bei 486 °C liegt, was darauf hindeutet, dass oYGTBi1BP eine Substanz mit hoher Wärmebeständigkeit ist.

<Synthese von YGTBiF(2)>

[0377] In einen 200 ml Dreihalskolben, der mit einem Rücklaufrohr ausgestattet war, wurden 2,0 g (4,0 mmol) 2-Amino-N-[(1,1'-biphenyl)-4-yl]-N-(4-bromphenyl)-9,9-dimethylfluoren, 1,4 g (4,0 mmol) [4'-(Carbazol-9-yl)-4-biphenyl]boronsäure, 24 mg (76 µmol) Tri(ortho-tolyl)phosphin, 5 ml einer 2M Kaliumcarbonatlösung, 30 ml Toluol und 10 ml Ethanol gegeben, die Mischung wurde unter reduziertem Druck entgast, und die Luft im System wurde durch Stickstoff ersetzt. Diese Mischung wurde bei 60 °C erwärmt und 8,9 mg (40 µmol) Palladium (II)acetat wurden dazu hinzugefügt. Diese Mischung wurde 10 Stunden lang refluxiert. Die erhaltene Mischung wurde einer Saugfiltration unterzogen. Dem erhaltenen Filtrat wurde Wasser hinzugefügt, und eine wässrige Schicht wurde einer Extraktion mit Toluol unterzogen. Die extrahierte Lösung wurde mit einer organischen Schicht kombiniert, und die resultierende Mischung wurde mit Wasser und einer gesättigten Salzlösung gewaschen und mit Magnesiumsulfat getrocknet. Diese Mischung wurde schwerkraftfiltriert, und das erhaltene Filtrat wurde konzentriert, um einen blassbraunen Feststoff zu erhalten. Der Feststoff wurde durch Hochleistungsflüssigkeitschromatographie (high performance liquid chromatography, HPLC) gereinigt, um 1,3 g eines hellgelben Zielfeststoffs in einer Ausbeute von 43 % zu erhalten.

[0378] Durch ein Train-Sublimationsverfahren wurden 1,3 g des erhaltenen Feststoffs gereinigt. Bei der Sublimationsreinigung wurde der Feststoff unter einem Druck von 3,1 Pa bei einer Argon-Durchflussrate von 15 ml/min 15 Stunden lang bei 350 °C erwärmt. Nach der Sublimationsreinigung wurden 1,1 g eines blassgelben Zielfeststoffs mit einer Sammelquote von 85 % erhalten. Ein Syntheschema (Y-1) wird nachstehend gezeigt.

[Chemische Formel 45]



[0379] Analyseergebnisse durch $^1\text{H-NMR}$ des erhaltenen blassgelben Feststoffs werden nachstehend gezeigt. Die Ergebnisse zeigen, dass YGTBiF(2) erhalten wurde.

[0380] $^1\text{H-NMR}$ (Dichlormethan- d_2 , 300 MHz): δ = 8,17 (d, J = 7,8 Hz, 2H), 7,92 (d, J = 8,7 Hz, 2H), 7,75 (dd, J_1 = 27,6 Hz, J_2 = 9,0 Hz, 4H), 7,70-7,61 (m, 8H), 7,56 (d, J = 9,0 Hz, 2H), 7,52-7,42 (m, 7H), 7,36-7,24 (m, 10H), 7,14 (dd, J_1 = 6,0 Hz, J_2 = 2,1 Hz, 1H), 1,45 (s, 6H).

[0381] Als Nächstes wurden Absorptionsspektren und Emissionsspektren von YGTBiF(2) in einer Toluollösung und eines festen Dünnschichtfilms von YGTBiF(2) gemessen. Es sei angemerkt, dass die Messbedingungen denjenigen des Beispiels 1 ähnlich sind und daher ihre Beschreibung weggelassen wird.

[0382] Ein Absorptionspeak von oYGTBiF(2) in der Toluollösung wurde bei etwa 363 nm beobachtet, und ein Emissionspeak davon wurde bei etwa 425 nm (Anregungswellenlänge: 363 nm) beobachtet. Absorptionspeaks von YGTBiF(2) in einem festen Dünnschichtfilm wurden bei etwa 294 nm, 350 nm und 365 nm beobachtet, und ein Emissionspeak davon wurde bei etwa 442 nm (Anregungswellenlänge: 380 nm) beobachtet.

[0383] Als Nächstes wurden das HOMO-Niveau und das LUMO-Niveau von YGTBiF(2) durch eine CV-Messung berechnet. Das Berechnungsverfahren ist demjenigen des Beispiels 1 ähnlich und daher wird seine Beschreibung weggelassen.

[0384] Ferner wurde die CV-Messung 100 Mal wiederholt, und die Oxidations-Reduktions-Welle nach dem hundertsten Zyklus wurde mit der Oxidations-Reduktions-Welle nach dem ersten Zyklus verglichen, um die elektrische Stabilität der Verbindung zu untersuchen.

[0385] Als Ergebnis war bei der Messung eines Oxidationspotentials E_a [V] von YGTBiF(2) das HOMO-Niveau -5,41 eV. Andererseits war bei der Messung des Reduktionspotentials E_c [V] das LUMO-Niveau -2,34 eV. Als in der E_a -Messung die Oxidations-Reduktions-Welle wiederholt gemessen wurde, wurde die Peakintensität der Oxidations-Reduktions-Welle nach dem hundertsten Zyklus bei 90 % derjenigen der Oxidations-Reduktions-Welle bei dem ersten Zyklus aufrechterhalten; und in der E_c -Messung wurde die Peakintensität der Oxidations-Reduktions-Welle nach dem hundertsten Zyklus bei 96 % derjenigen der Oxidations-Reduktions-Welle bei dem ersten Zyklus aufrechterhalten; demzufolge wurde festgestellt, dass die Beständigkeit gegen die Oxidation und Reduktion von YGTBiF(2) sehr hoch ist.

[0386] Eine dynamische Differenzkalorimetrie (DSC-Messung) wurde mit Pyris1 DSC, hergestellt von PerkinElmer, Inc., an YGTBiF(2) durchgeführt. Bei der dynamischen Differenzkalorimetrie wurde, nachdem die Temperatur bei einer Temperaturerhöhungsrate von 40 °C/min von -10 °C auf 330 °C erhöht worden war, die Temperatur eine Minute lang aufrechterhalten und dann bei einer Temperaturverringerungsrate von 100 °C/min auf -10 °C verringert. Dieser Vorgang wurde zweimal nacheinander wiederholt. Es wurde aus dem Ergeb-

nis der DSC-Messung des zweiten Zyklus festgestellt, dass der Glasübergangspunkt von YGTBiF(2) bei 145 °C liegt, das heißt, dass YGTBiF(2) eine Substanz mit einer sehr hohen Wärmebeständigkeit ist.

[0387] Die Thermogravimetrie-Differentialthermoanalyse von YGTBiF(2) wurde durchgeführt. Das Messverfahren ist demjenigen des Beispiels 1 ähnlich und daher wird seine Beschreibung weggelassen. In der Thermogravimetrie-Differentialthermoanalyse wurde festgestellt, dass die Temperatur, bei der das durch Thermogravimetrie ermittelte Gewicht um 5 % des Gewichts am Anfang der Messung verringert wurde (Zersetzungstemperatur), bei 499 °C liegt, was darauf hindeutet, dass YGTBiF(2) eine Substanz mit hoher Wärmebeständigkeit ist.

[0388] Diese Anmeldung basiert auf der japanischen Patentanmeldung mit der Seriennr. 2019-129980, eingereicht beim japanischen Patentamt am 12. Juli 2019, deren gesamte Inhalte hiermit zum Gegenstand der vorliegenden Offenlegung gemacht sind.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

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

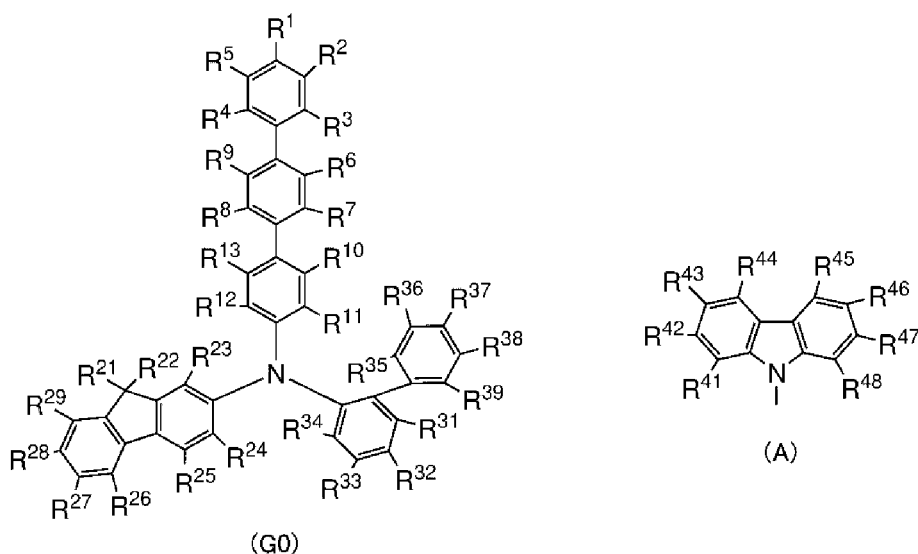
Zitierte Patentliteratur

- JP 2019129980 [0388]

Patentansprüche

1. Organische Verbindung, die durch eine Formel (G0) dargestellt wird:

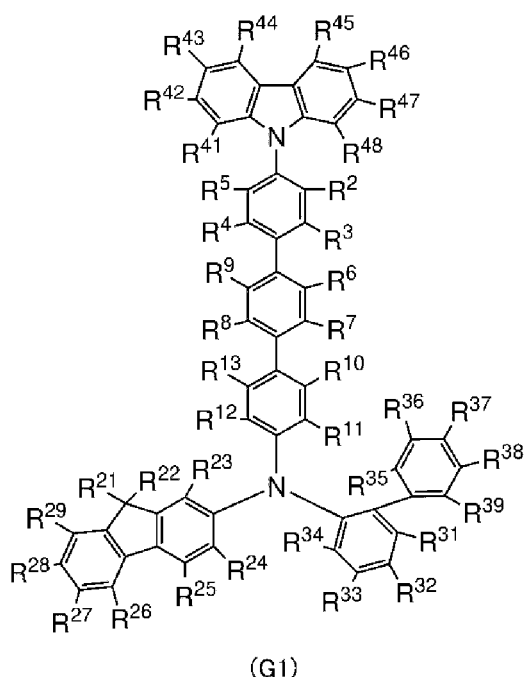
[Chemische Formel 1]



wobei eines von R¹ bis R⁵ eine Formel (A) darstellt,
wobei die anderen von R¹ bis R⁵ jeweils unabhängig voneinander Wasserstoff, eine Alkyl-Gruppe mit 1 bis 6 Kohlenstoffatomen, eine Cycloalkyl-Gruppe mit 3 bis 6 Kohlenstoffatomen oder eine substituierte oder nicht substituierte Aryl-Gruppe mit 6 bis 13 Kohlenstoffatomen darstellen, und
wobei R⁶ bis R¹³, R²¹ bis R²⁹, R³¹ bis R³⁹ und R⁴¹ bis R⁴⁸ jeweils unabhängig voneinander Wasserstoff, eine Alkyl-Gruppe mit 1 bis 6 Kohlenstoffatomen, eine Cycloalkyl-Gruppe mit 3 bis 6 Kohlenstoffatomen oder eine substituierte oder nicht substituierte Aryl-Gruppe mit 6 bis 13 Kohlenstoffatomen darstellen.

2. Organische Verbindung nach Anspruch 1, wobei die organische Verbindung durch eine Formel (G1) dargestellt wird:

[Chemische Formel 2]



wobei R^2 bis R^5 jeweils unabhängig voneinander Wasserstoff, eine Alkyl-Gruppe mit 1 bis 6 Kohlenstoffatomen, eine Cycloalkyl-Gruppe mit 3 bis 6 Kohlenstoffatomen oder eine substituierte oder nicht substituierte Aryl-Gruppe mit 6 bis 13 Kohlenstoffatomen darstellen.

3. Organische Verbindung nach Anspruch 1, wobei eines von R^{35} bis R^{39} eine substituierte oder nicht substituierte Phenyl-Gruppe oder eine substituierte oder nicht substituierte Naphthyl-Gruppe darstellt.

4. Organische Verbindung nach Anspruch 1, wobei R^{21} und R^{22} die gleiche Gruppe darstellen, und wobei R^{21} und R^{22} eine Alkyl-Gruppe mit 1 bis 6 Kohlenstoffatomen oder eine substituierte oder nicht substituierte Phenyl-Gruppe darstellen.

5. Organische Verbindung nach Anspruch 4, wobei R^{21} und R^{22} jeweils eine Methyl-Gruppe darstellen.

6. Organische Verbindung nach Anspruch 4, wobei R^{21} und R^{22} jeweils eine nicht substituierte Phenyl-Gruppe darstellen.

7. Organische Verbindung nach Anspruch 1, wobei R^{21} und R^{22} aneinander gebunden sind, um einen Spiring zu bilden.

8. Organische Verbindung nach Anspruch 7, wobei R^{21} und R^{22} jeweils eine substituierte oder nicht substituierte Phenyl-Gruppe darstellen, und wobei R^{21} und R^{22} aneinander gebunden sind, um einen Spirobifluorenring zu bilden.

9. Organische Verbindung nach Anspruch 1, wobei R^{41} bis R^{48} jeweils unabhängig voneinander Wasserstoff, eine Methyl-Gruppe, eine tert-Butyl-Gruppe oder eine substituierte oder nicht substituierte Phenyl-Gruppe darstellen.

10. Licht emittierende Vorrichtung, die die organische Verbindung nach Anspruch 1 umfasst.

11. Licht emittierende Vorrichtung, die umfasst:
ein Paar von Elektroden; und
eine Schicht zwischen dem Paar von Elektroden, wobei die Schicht die organische Verbindung nach Anspruch 1 umfasst.

12. Licht emittierende Vorrichtung, die umfasst:
eine erste Elektrode;

eine Lochtransportschicht über der ersten Elektrode;
eine Licht emittierende Schicht über der Lochtransportschicht; und
eine zweite Elektrode über der Licht emittierenden Schicht,
wobei die Licht emittierende Schicht und/oder die Lochtransportschicht die organische Verbindung nach Anspruch 1 umfassen/umfasst.

13. Licht emittierende Einrichtung, die umfasst:
die Licht emittierende Vorrichtung nach Anspruch 10; und
einen Transistor und/oder ein Substrat.

14. Licht emittierendes Modul, das umfasst:
die Licht emittierende Einrichtung nach Anspruch 13; und
einen Verbinder und/oder eine integrierte Schaltung.

15. Elektronisches Gerät, das umfasst:
die Licht emittierende Einrichtung nach Anspruch 13; und
eine Antenne, eine Batterie, ein Gehäuse, eine Kamera, einen Lautsprecher, ein Mikrofon und/oder einen Bedienknopf.

16. Beleuchtungsvorrichtung, die umfasst:
die Licht emittierende Vorrichtung nach Anspruch 10; und
ein Gehäuse, eine Abdeckung und/oder eine Trägerbasis.

17. Licht empfangende Vorrichtung, die umfasst:
ein Paar von Elektroden; und
eine Schicht zwischen dem Paar von Elektroden, wobei die Schicht die organische Verbindung nach Anspruch 1 umfasst.

Es folgen 23 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1A

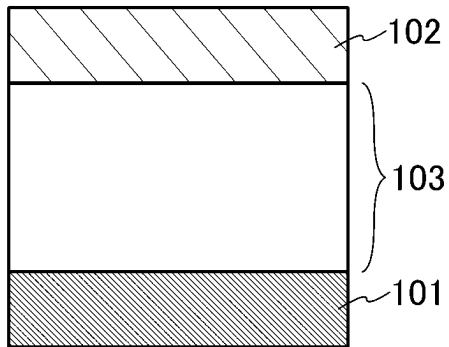


FIG. 1B

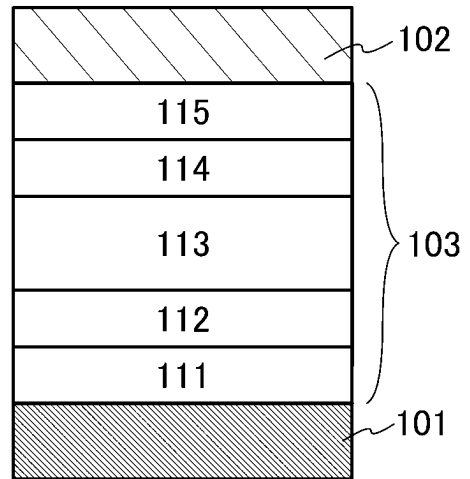


FIG. 1C

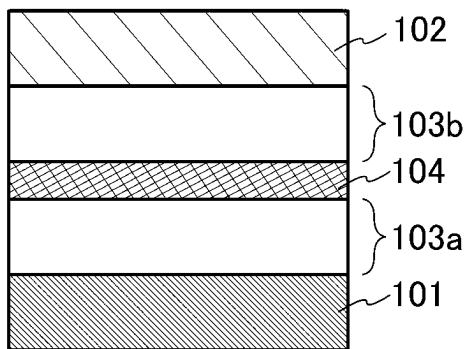


FIG. 1D

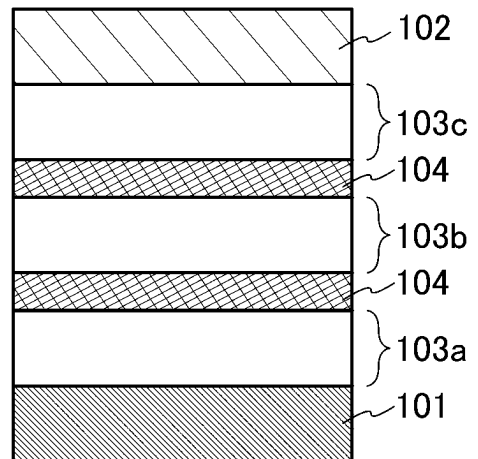


FIG. 2A

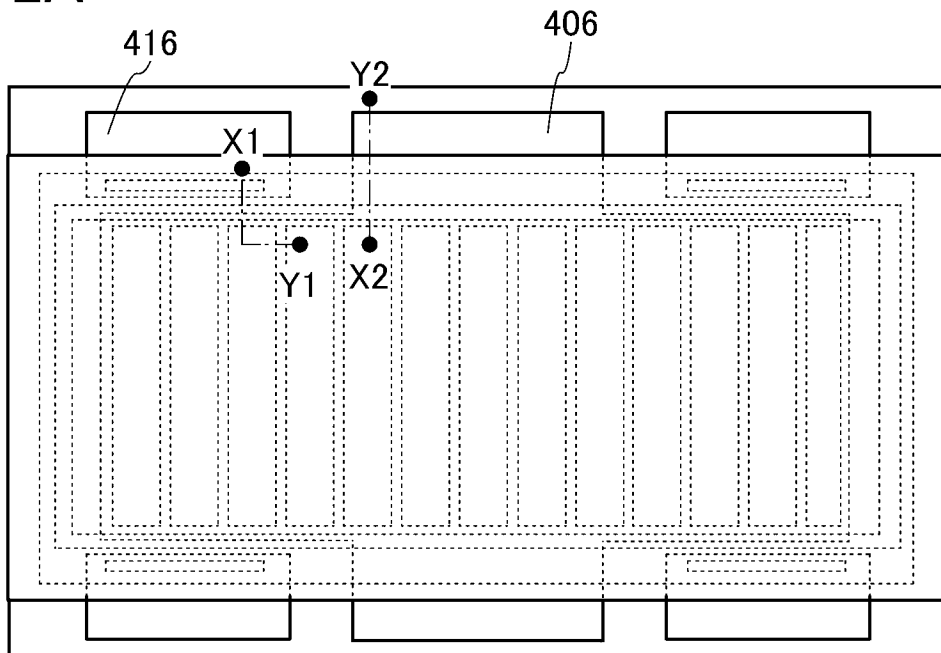


FIG. 2B

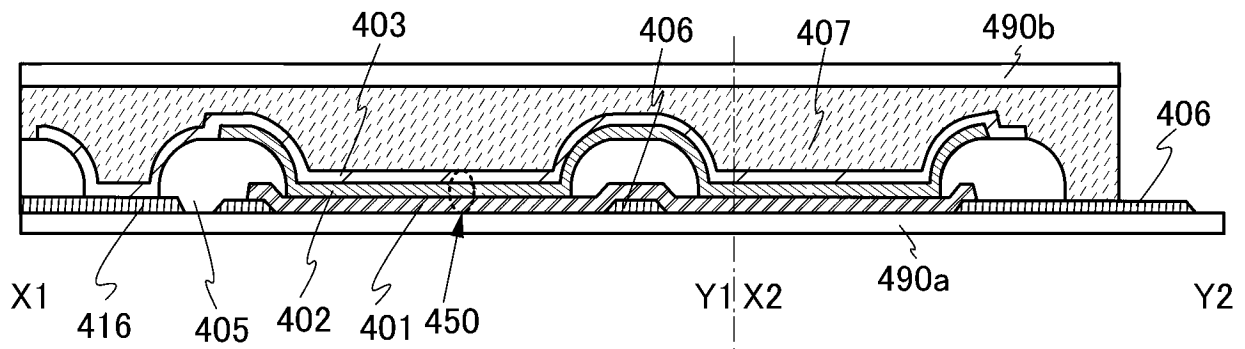


FIG. 2C

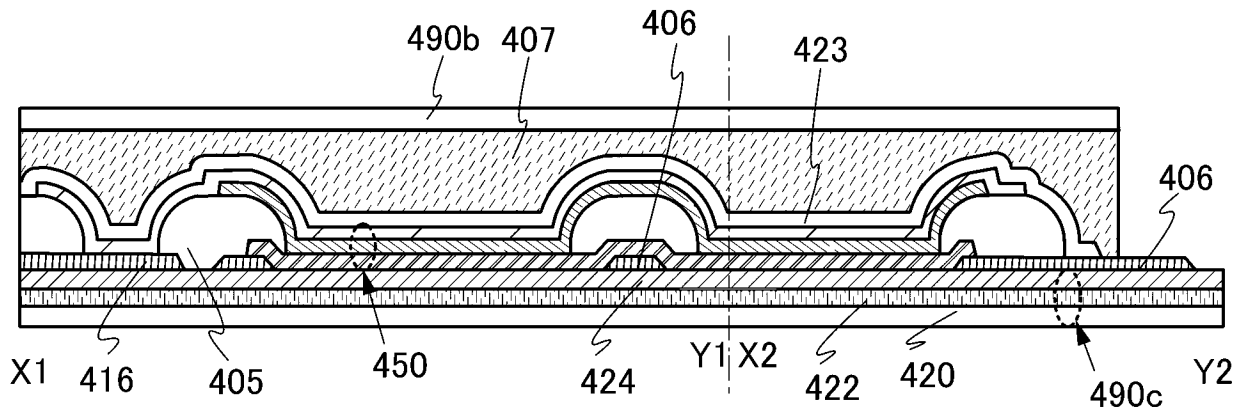


FIG. 3A

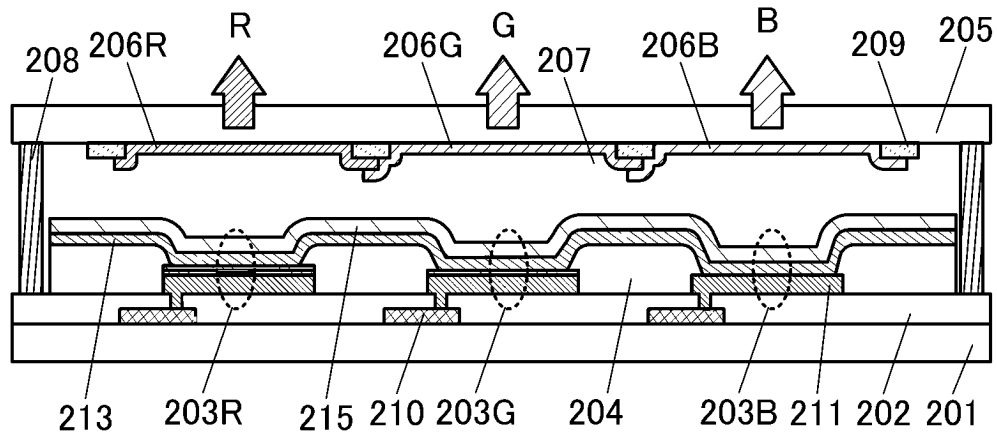


FIG. 3B

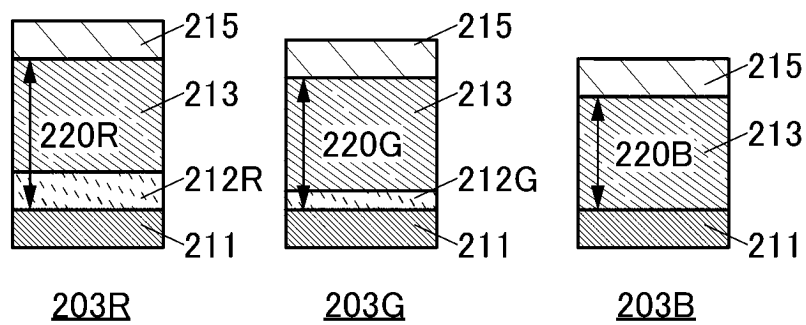


FIG. 3C

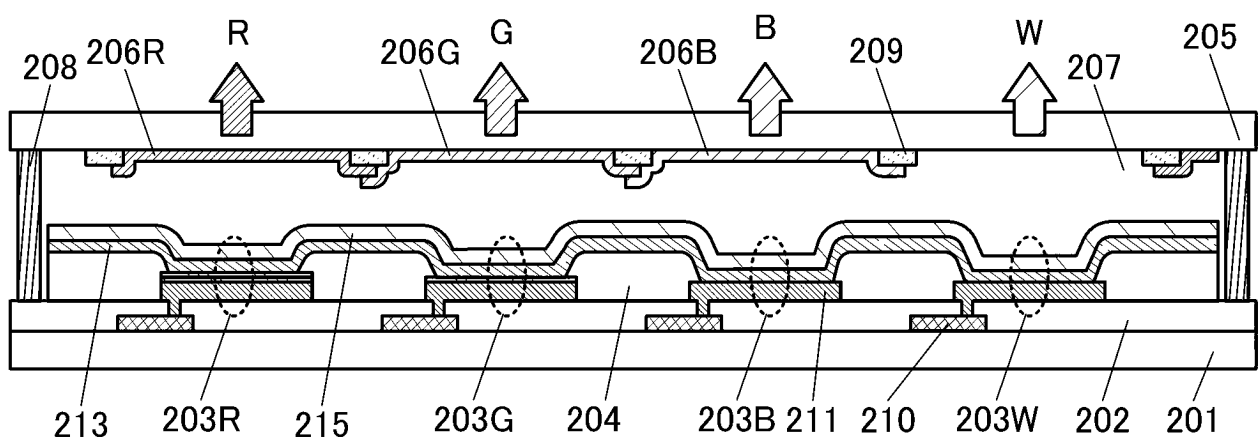


FIG. 4A

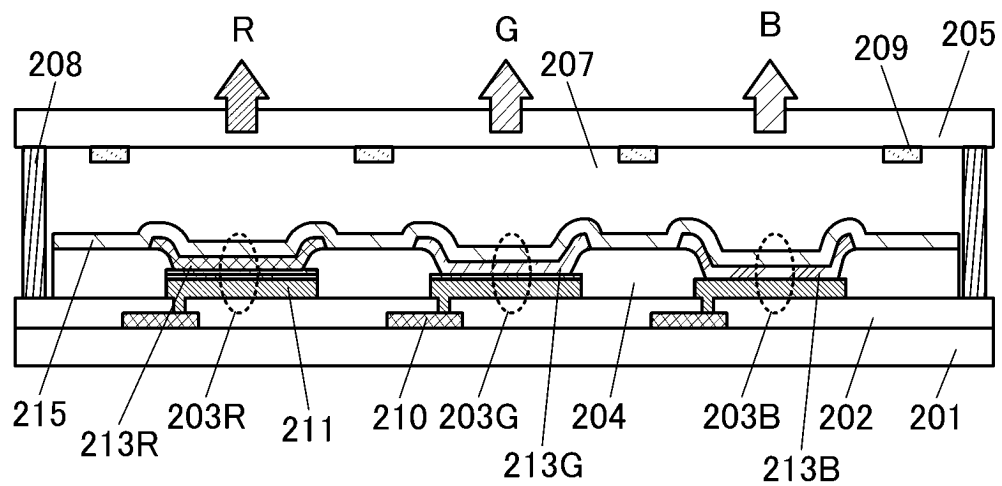


FIG. 4B

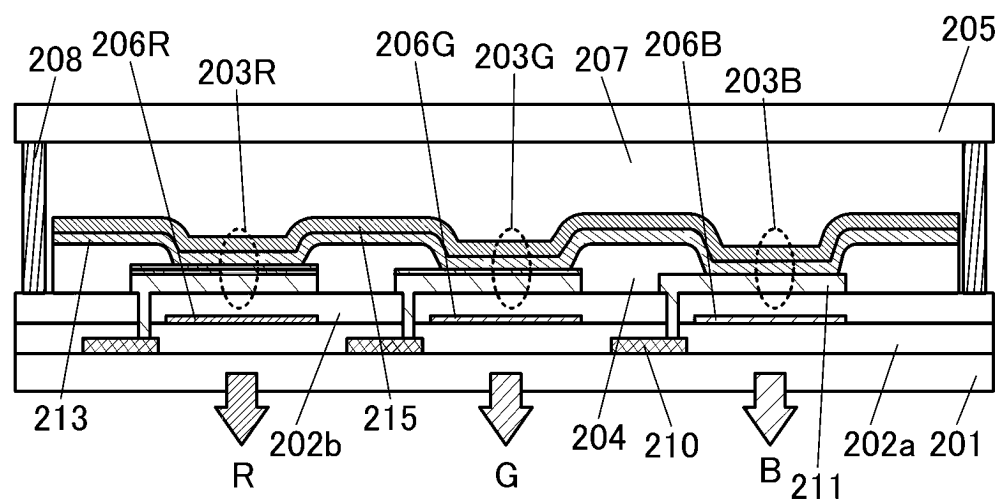


FIG. 5A

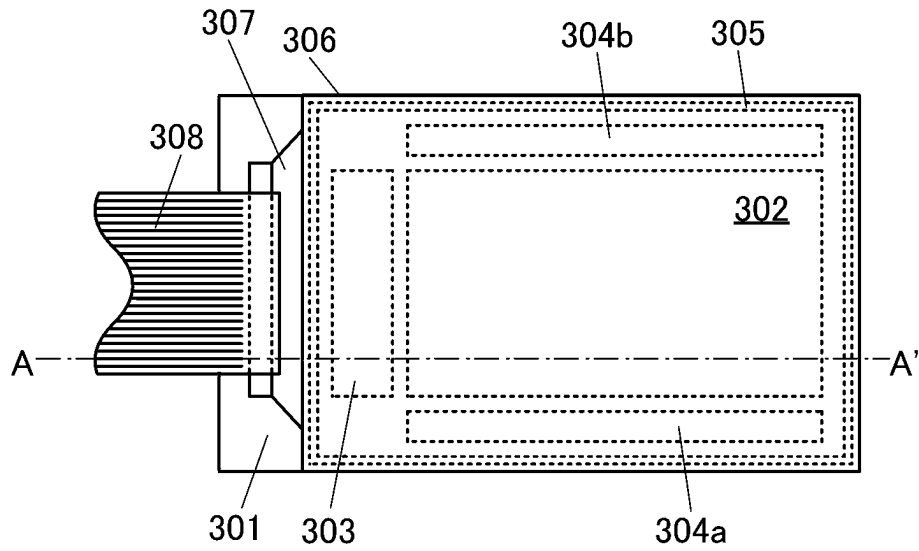


FIG. 5B

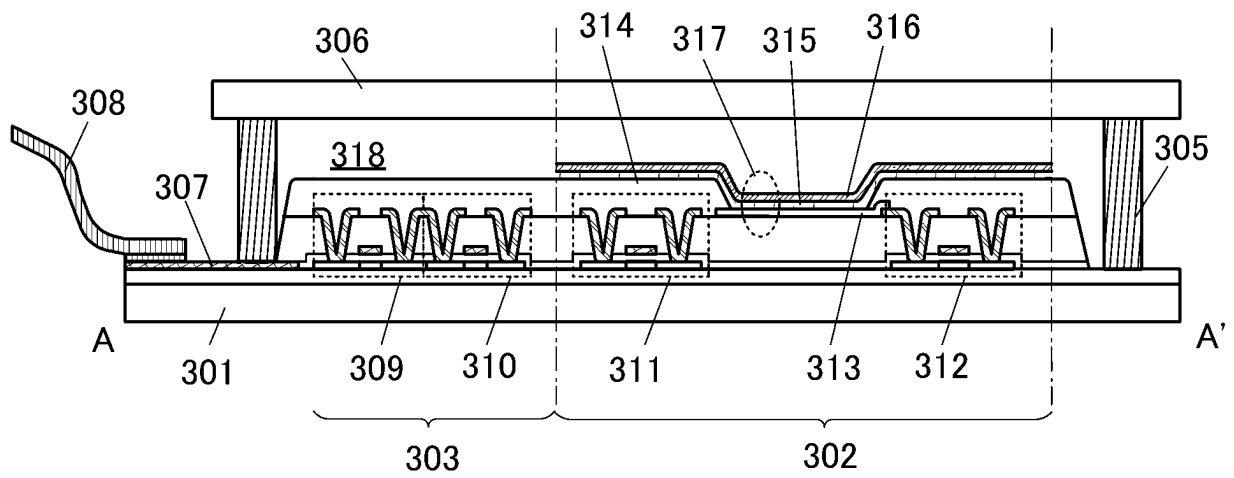


FIG. 5C

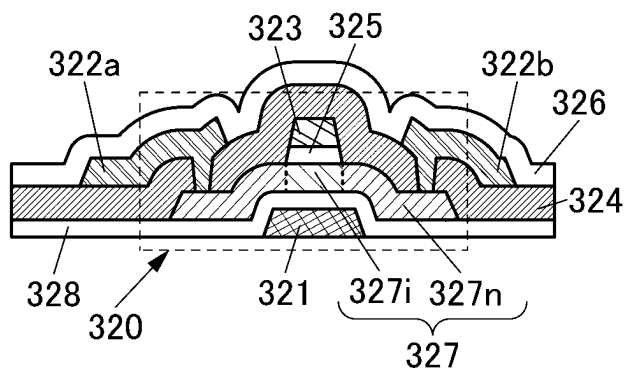


FIG. 5D

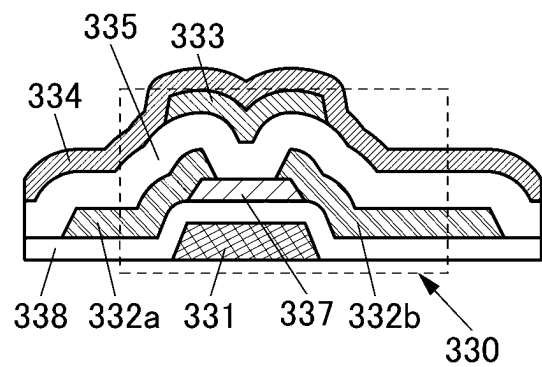


FIG. 6A

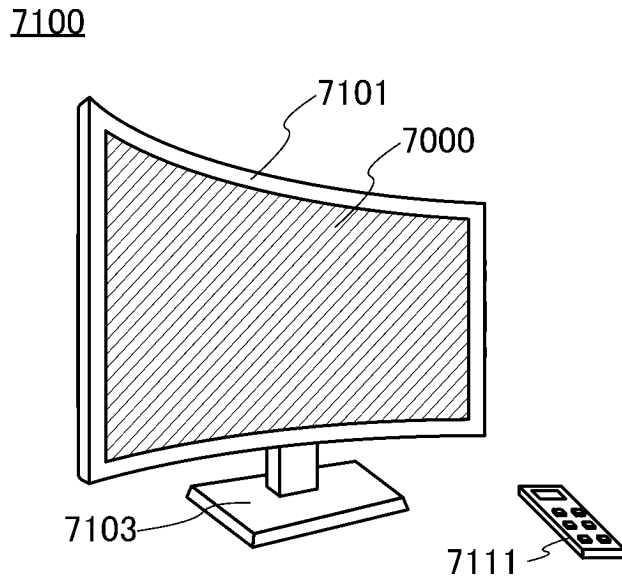


FIG. 6B

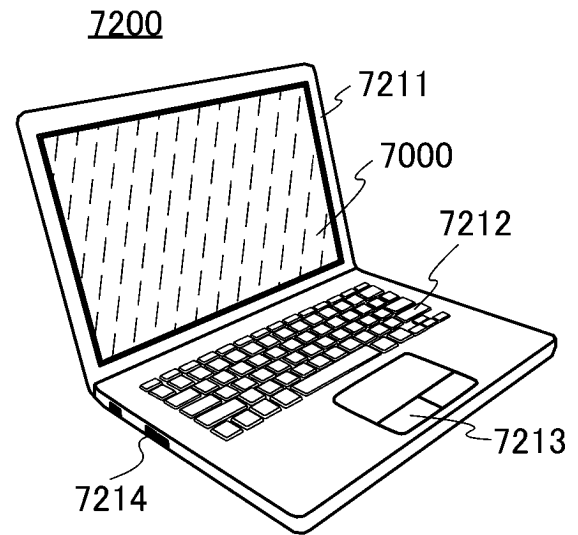


FIG. 6C

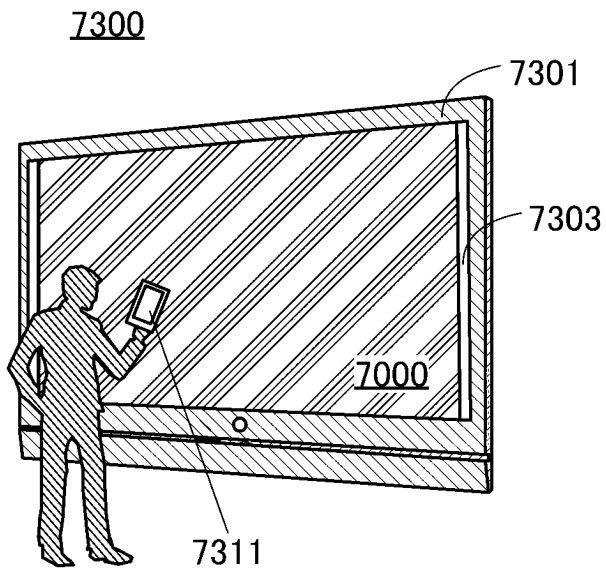


FIG. 6D

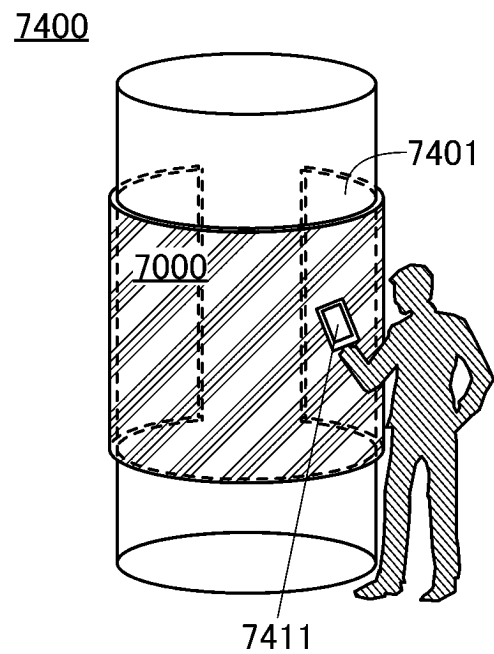


FIG. 7A

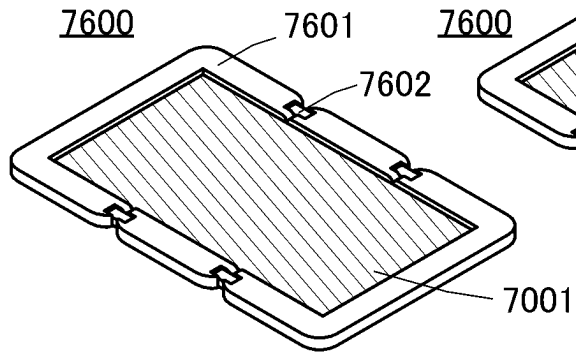


FIG. 7B

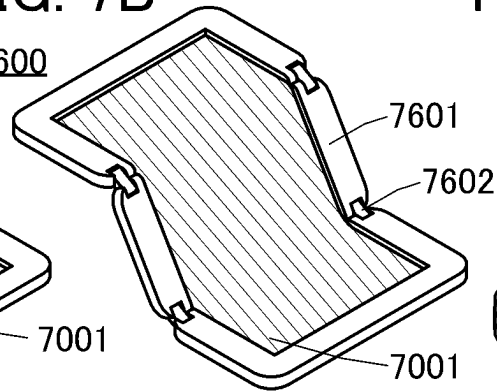


FIG. 7C

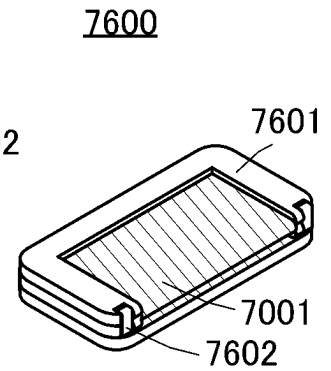


FIG. 7D

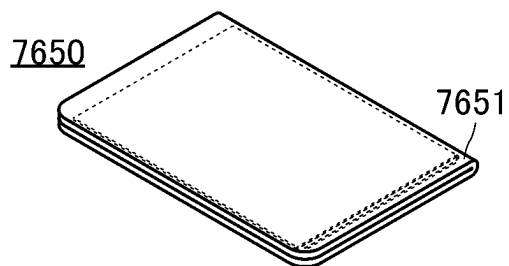


FIG. 7E

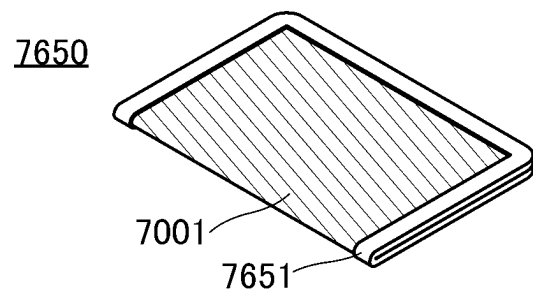


FIG. 7F

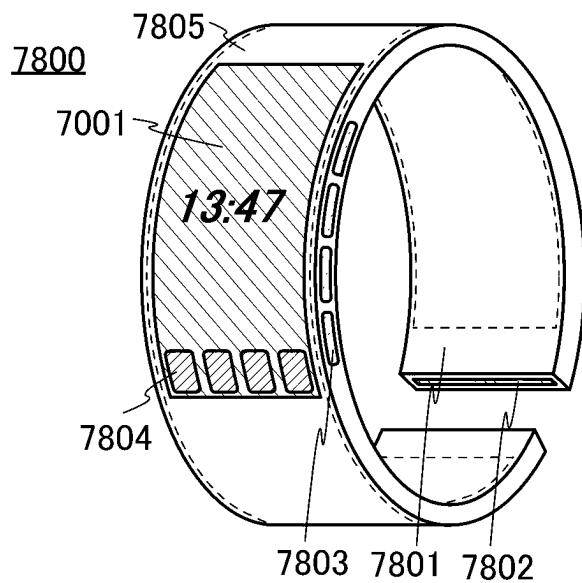


FIG. 8A

9700

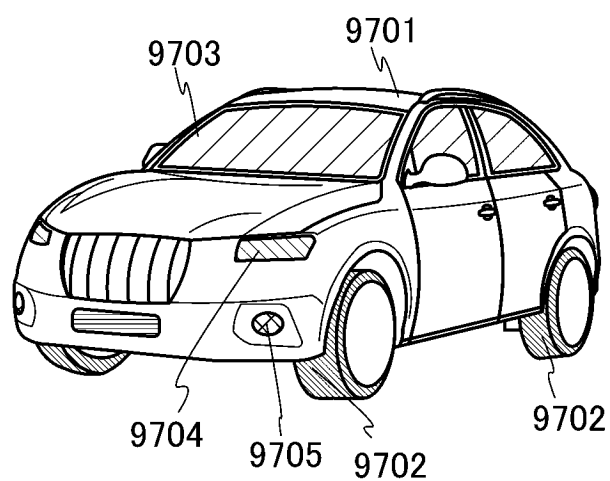


FIG. 8B

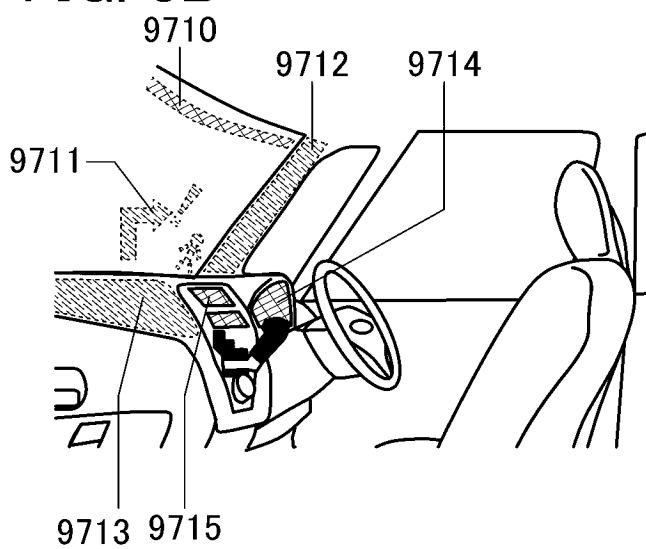


FIG. 8C

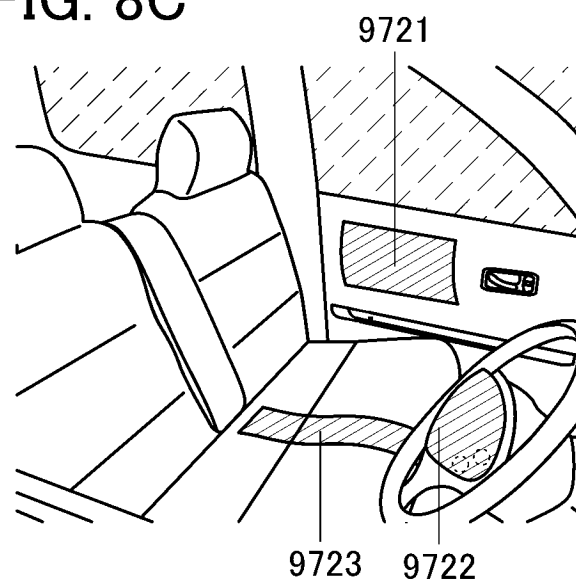


FIG. 9A

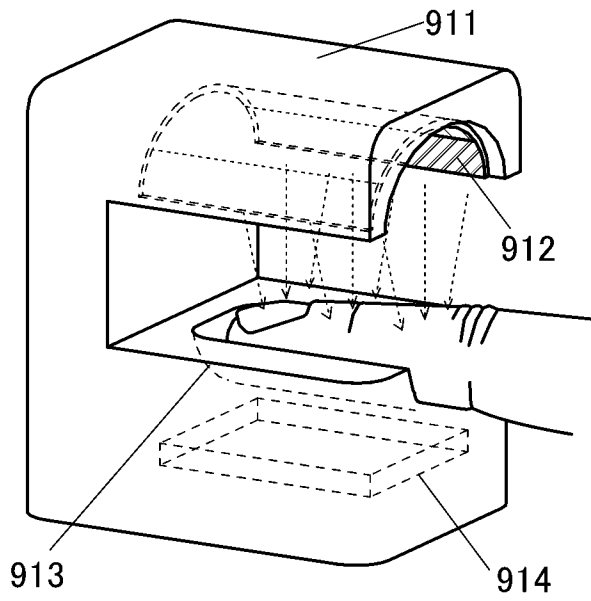


FIG. 9B

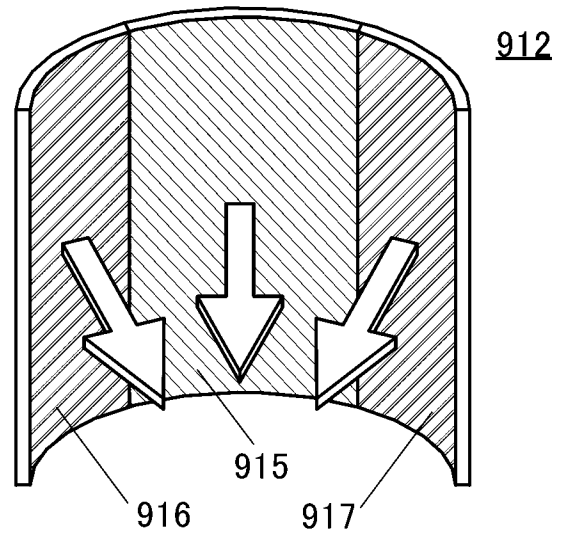


FIG. 9C

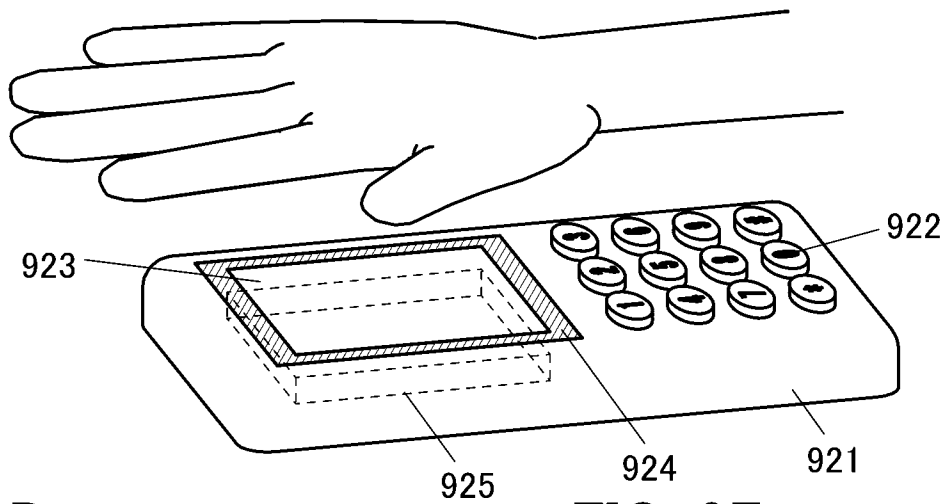


FIG. 9D

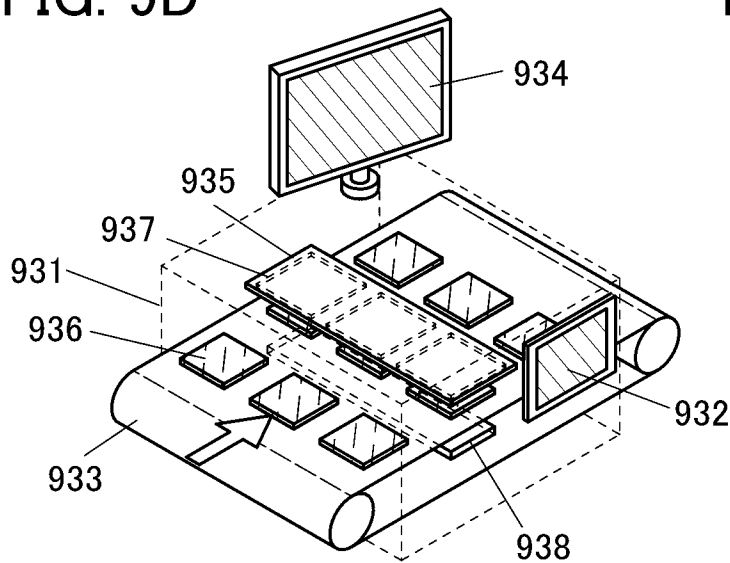


FIG. 9E

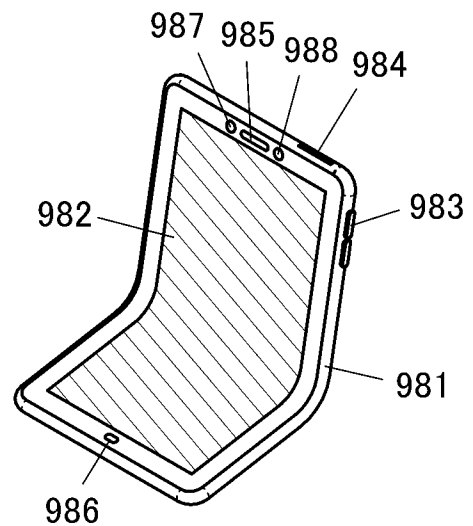


FIG. 10A

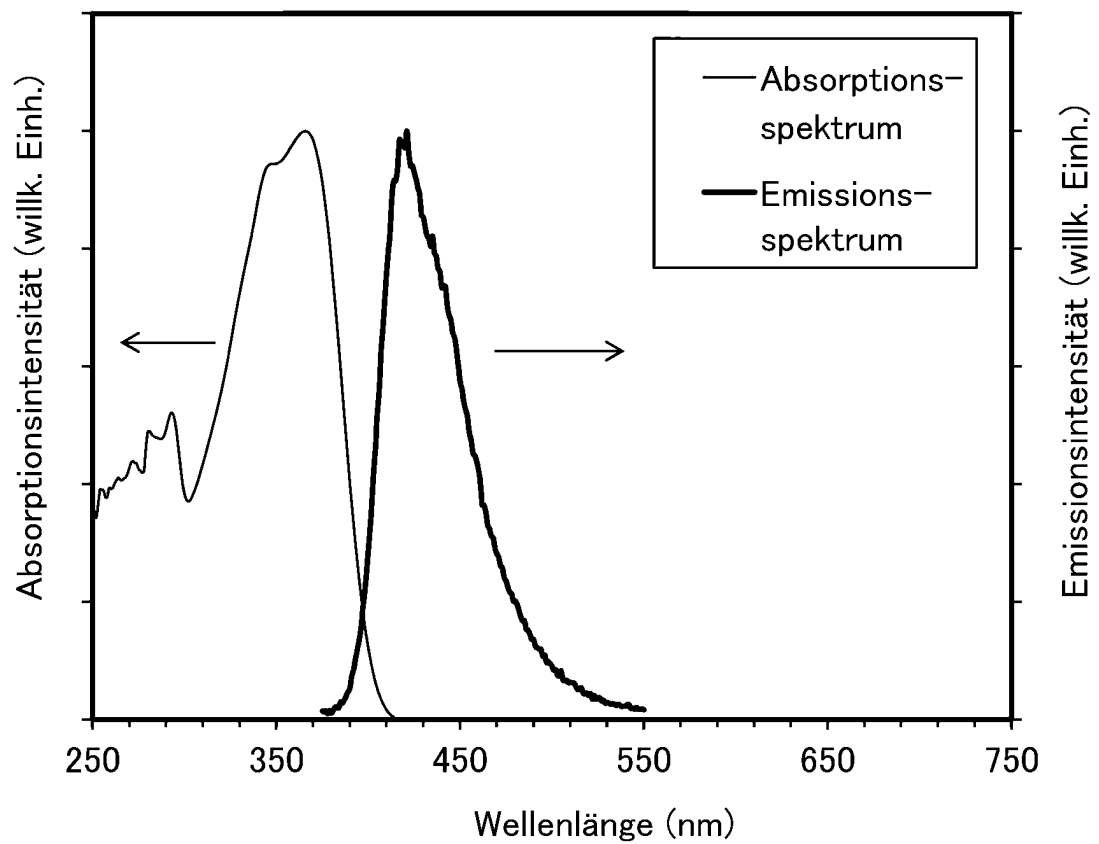


FIG. 10B

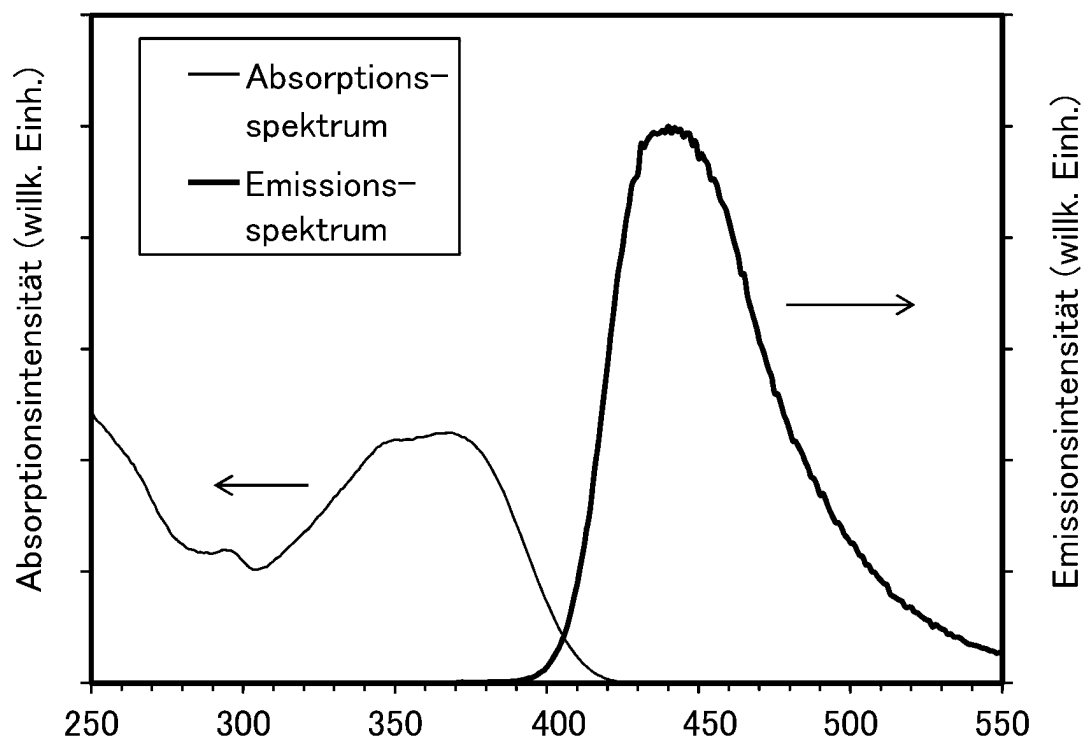


FIG. 11

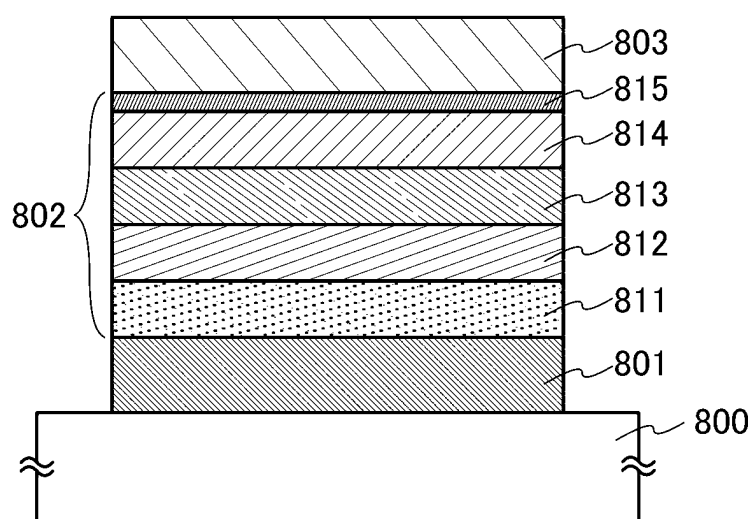


FIG. 12

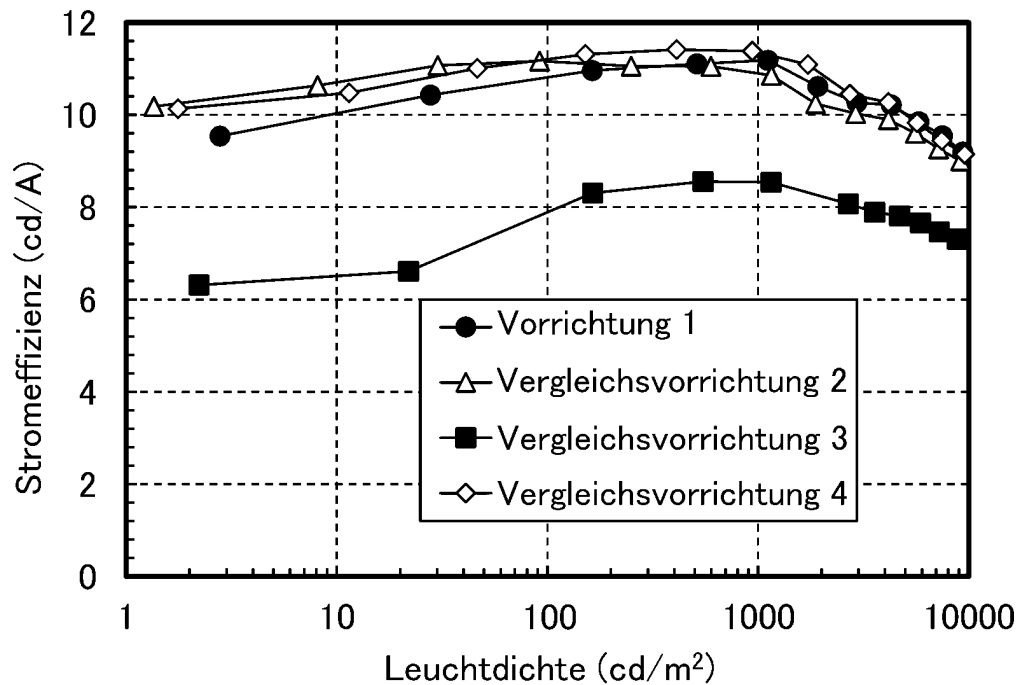


FIG. 13

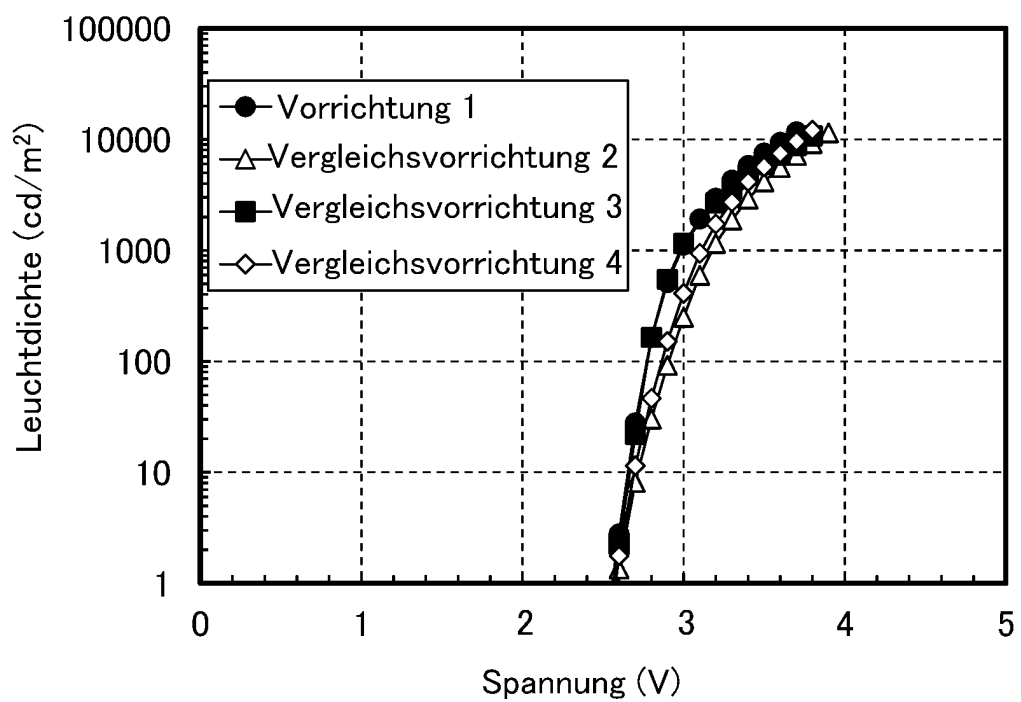


FIG. 14

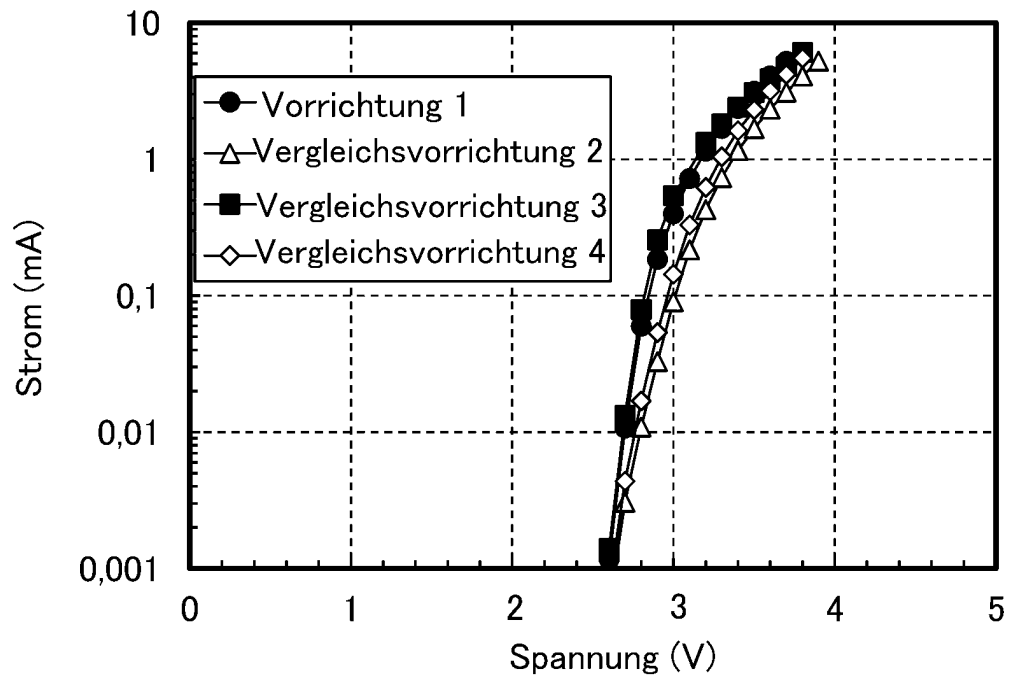


FIG. 15

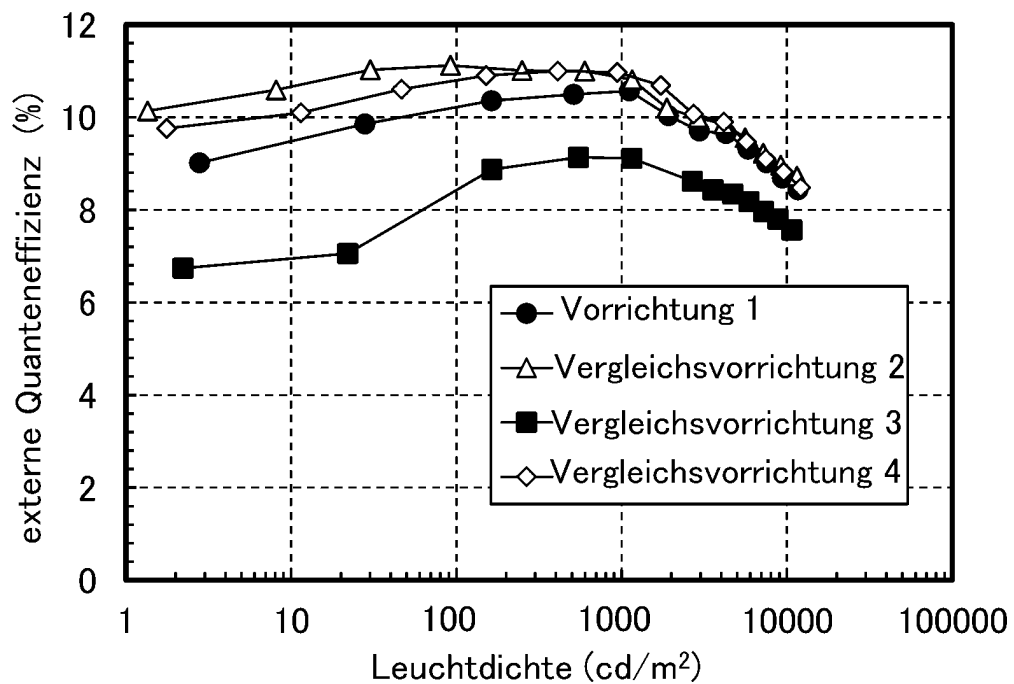


FIG. 16

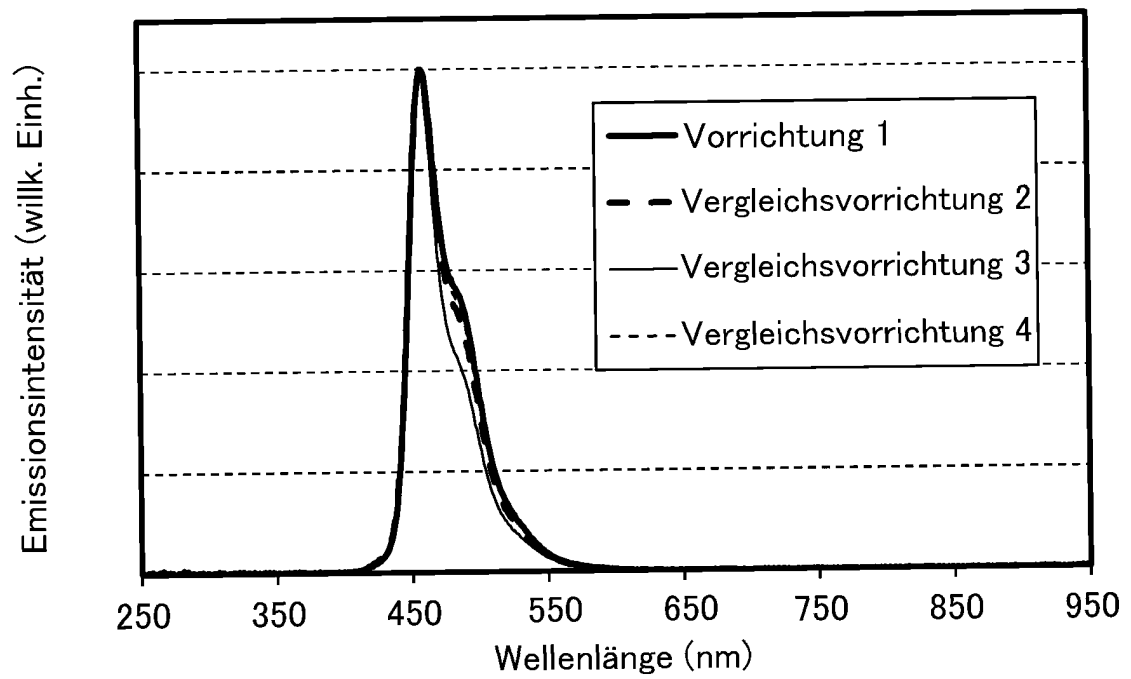


FIG. 17A

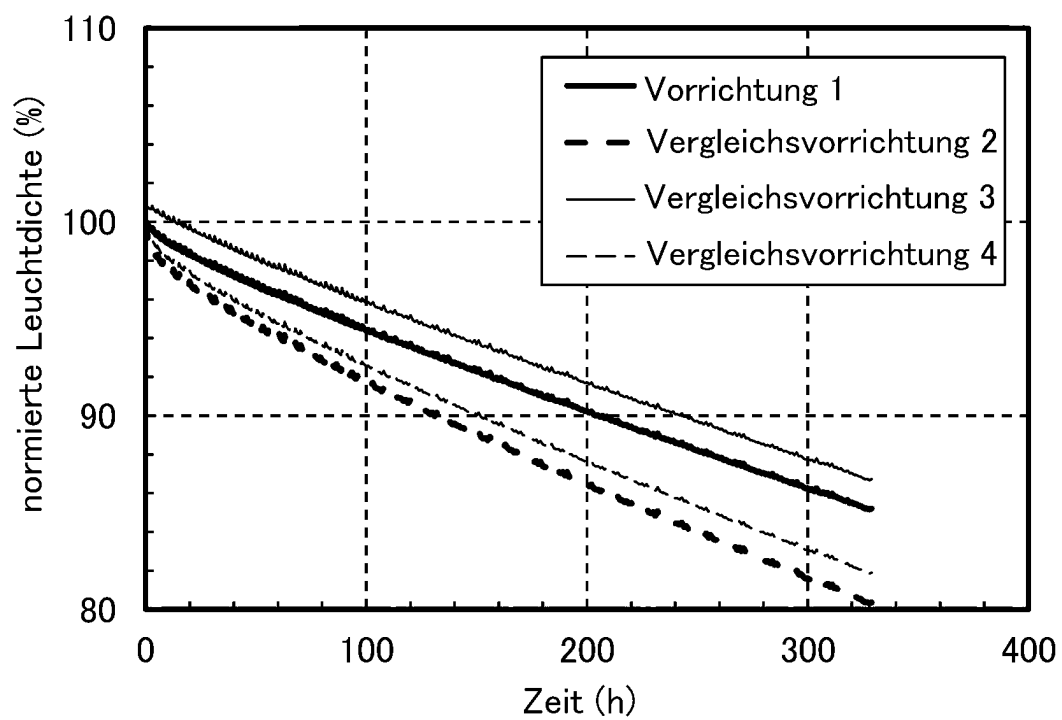


FIG. 17B

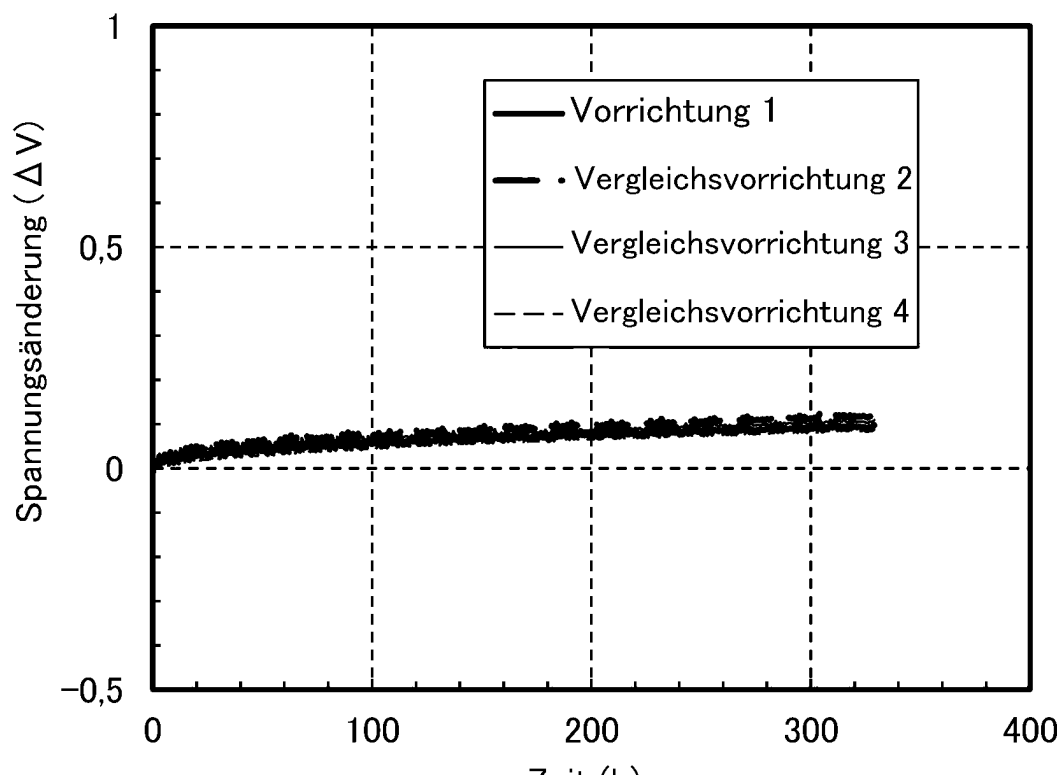


FIG. 18

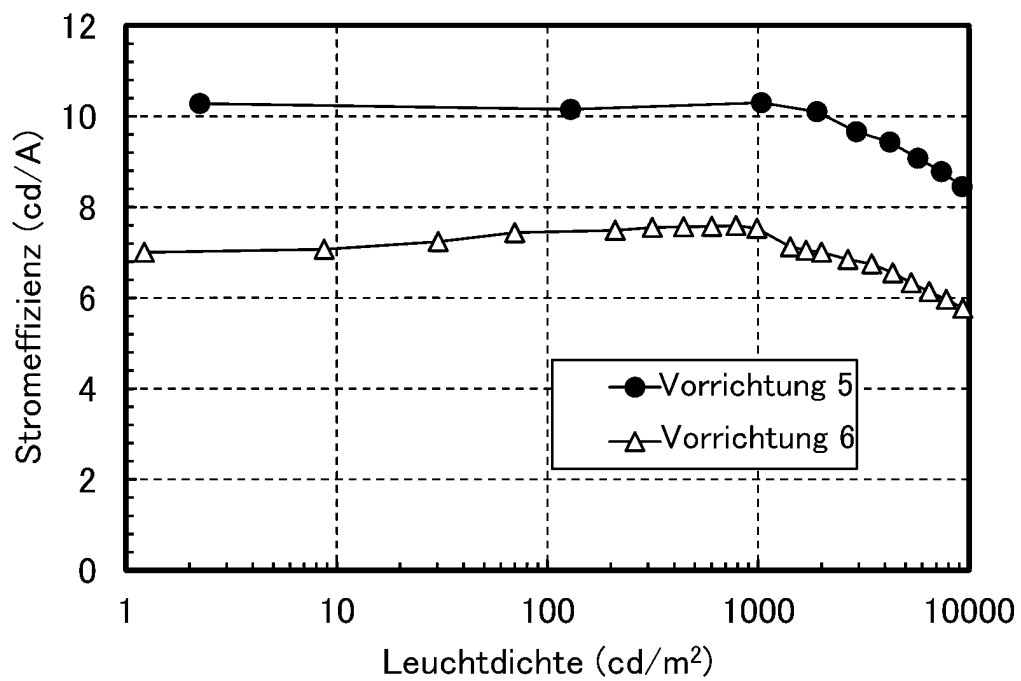


FIG. 19

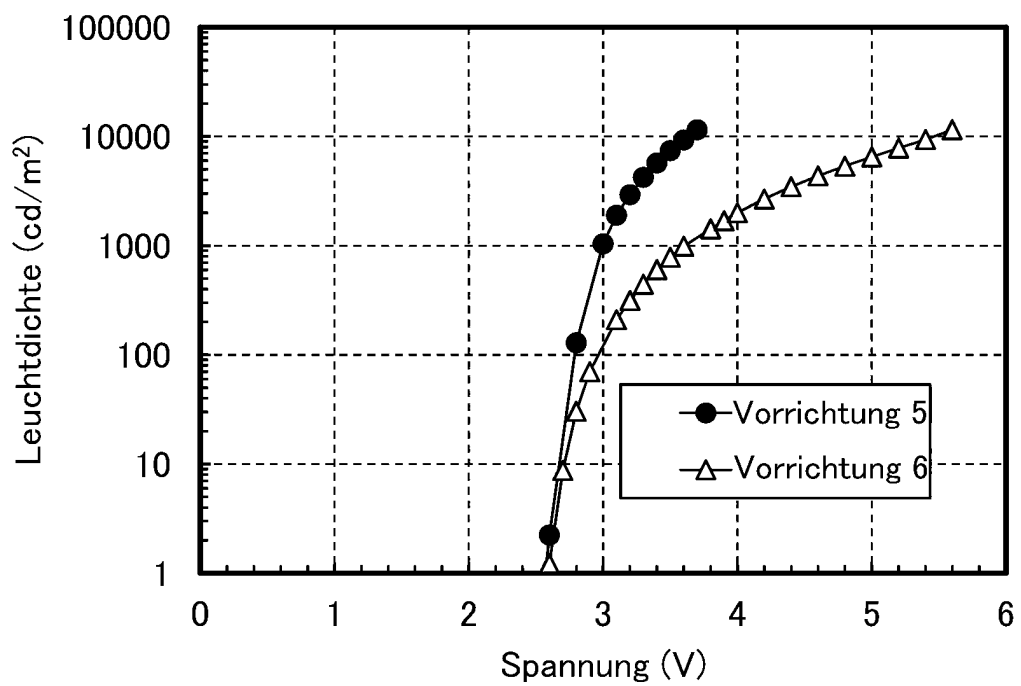


FIG. 20

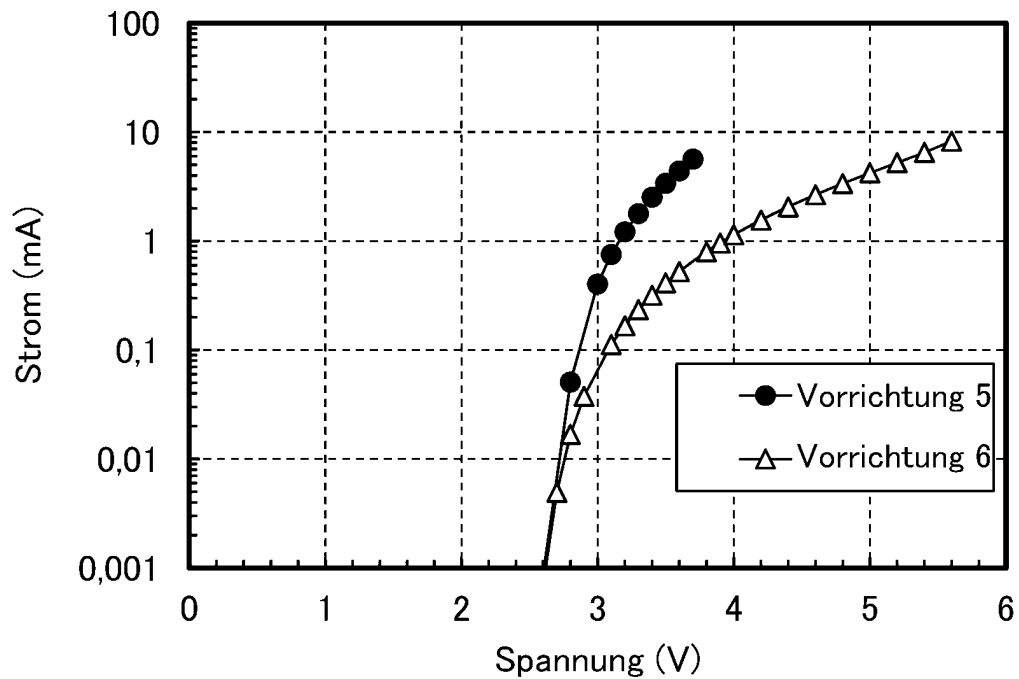


FIG. 21

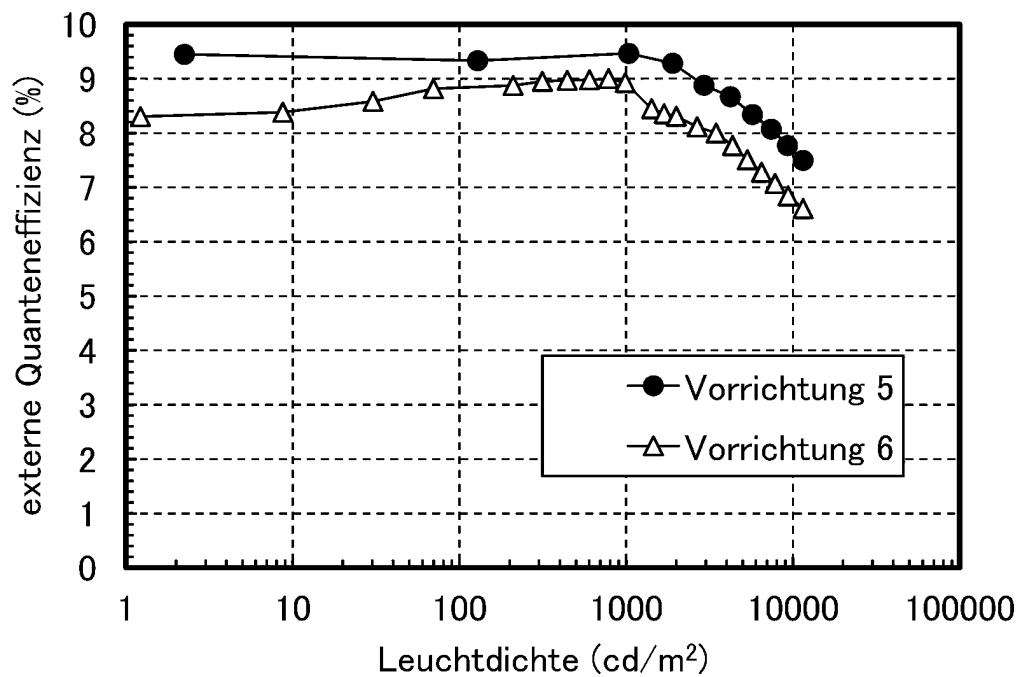


FIG. 22

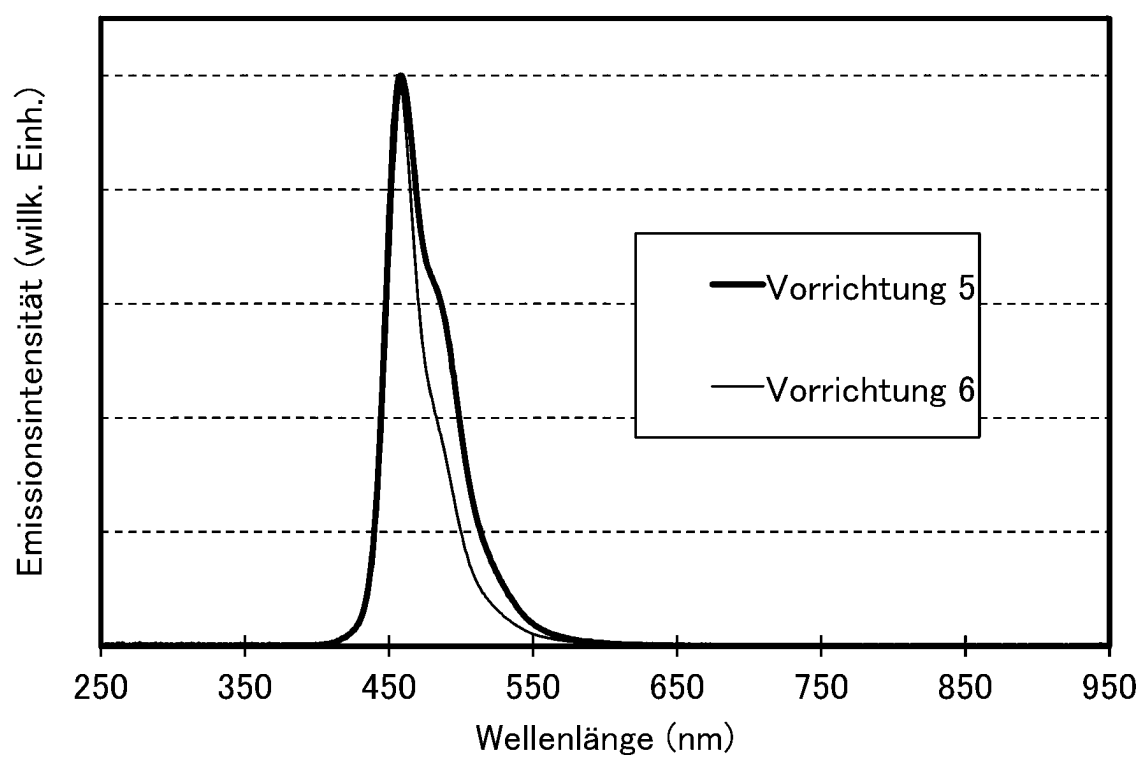


FIG. 23A

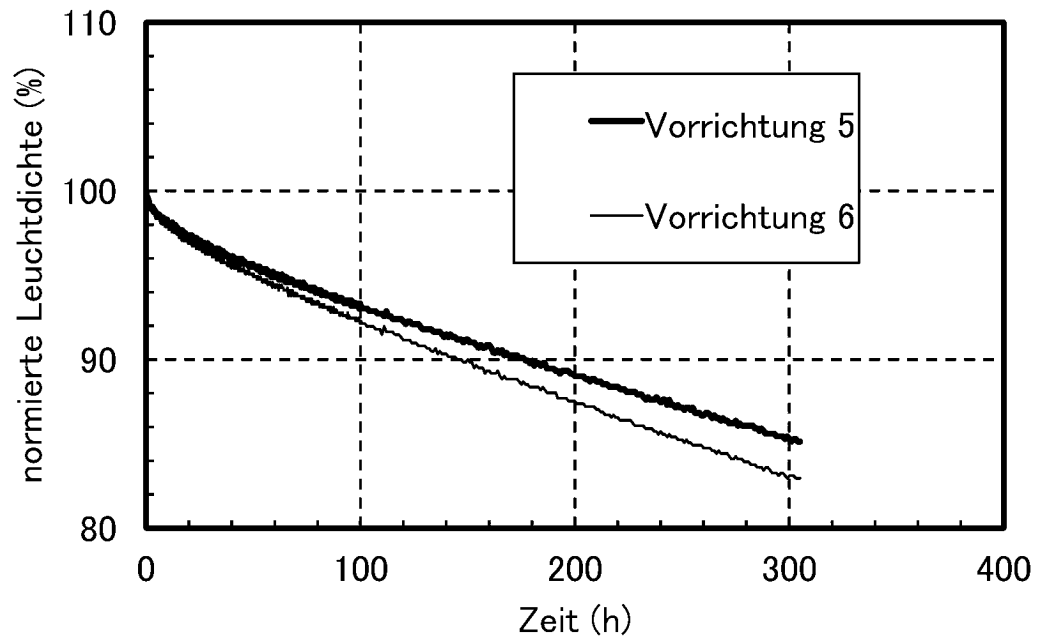


FIG. 23B

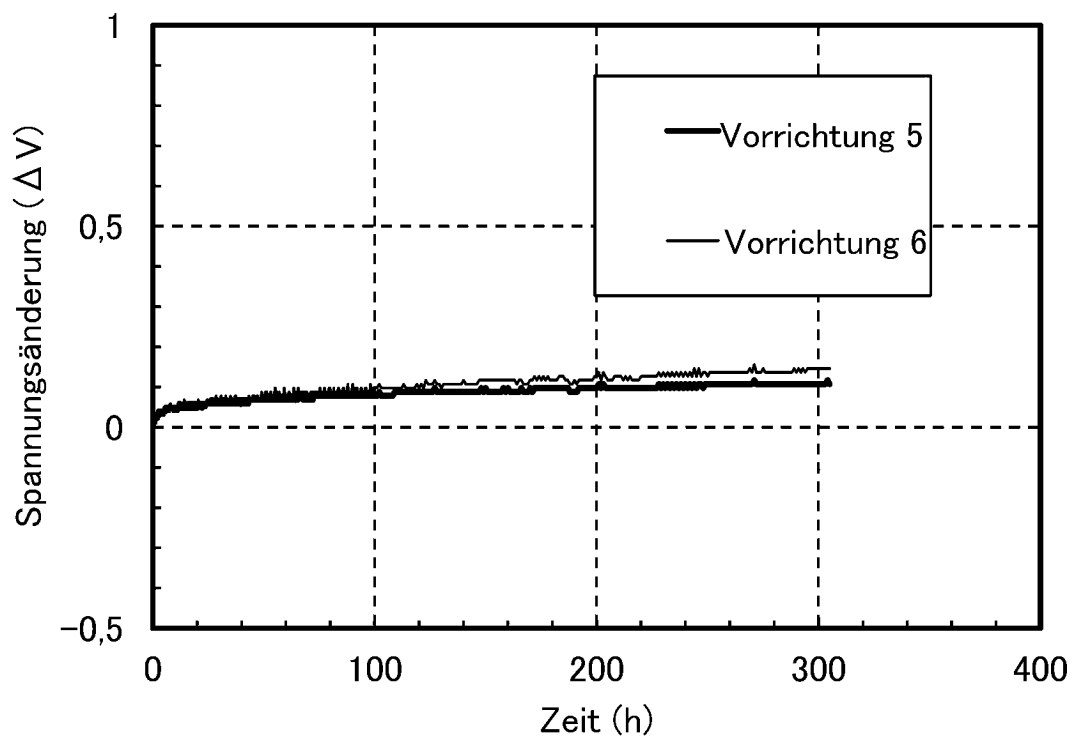


FIG. 24

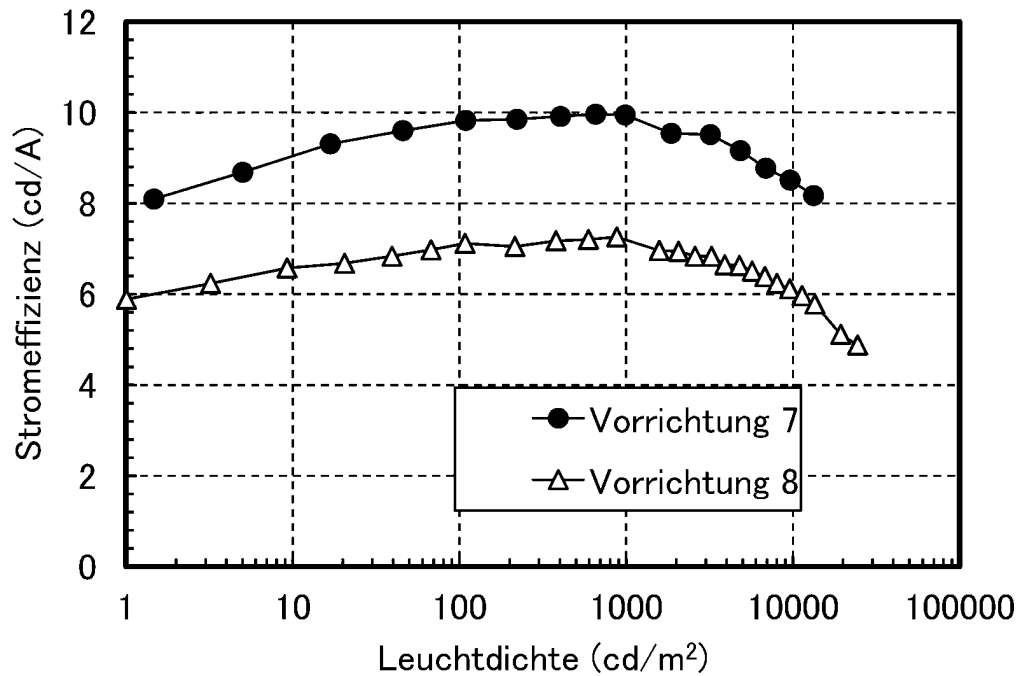


FIG. 25

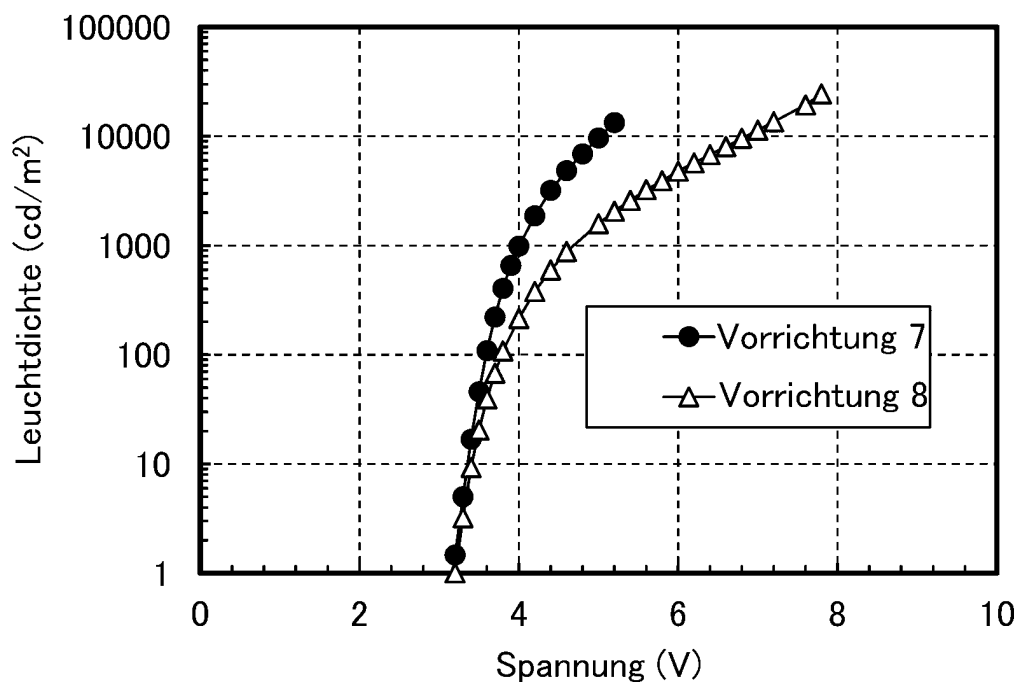


FIG. 26

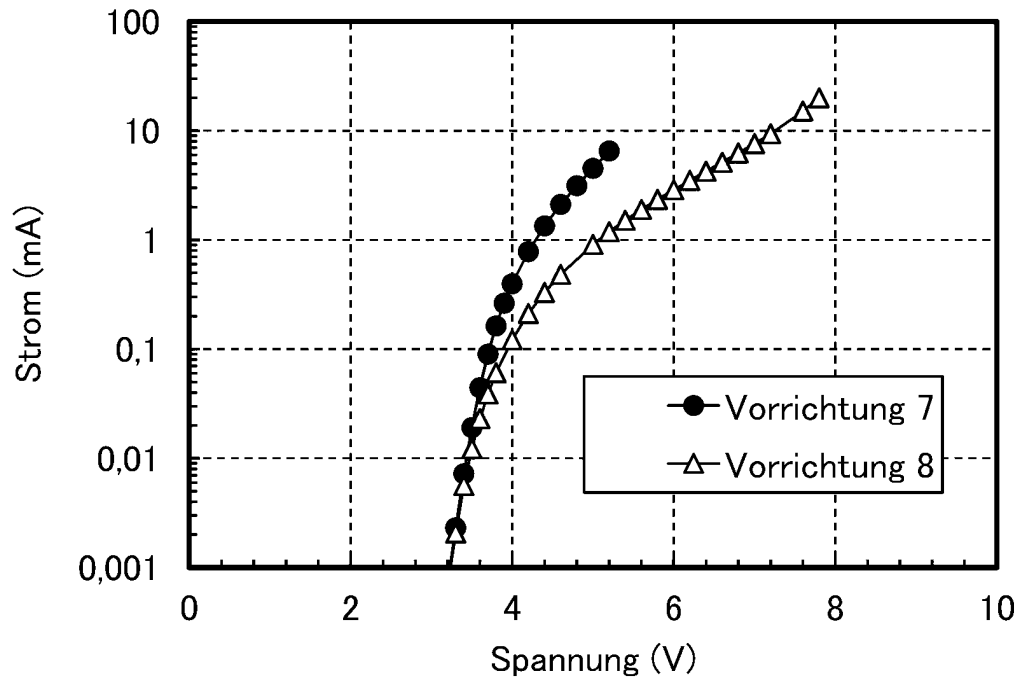


FIG. 27

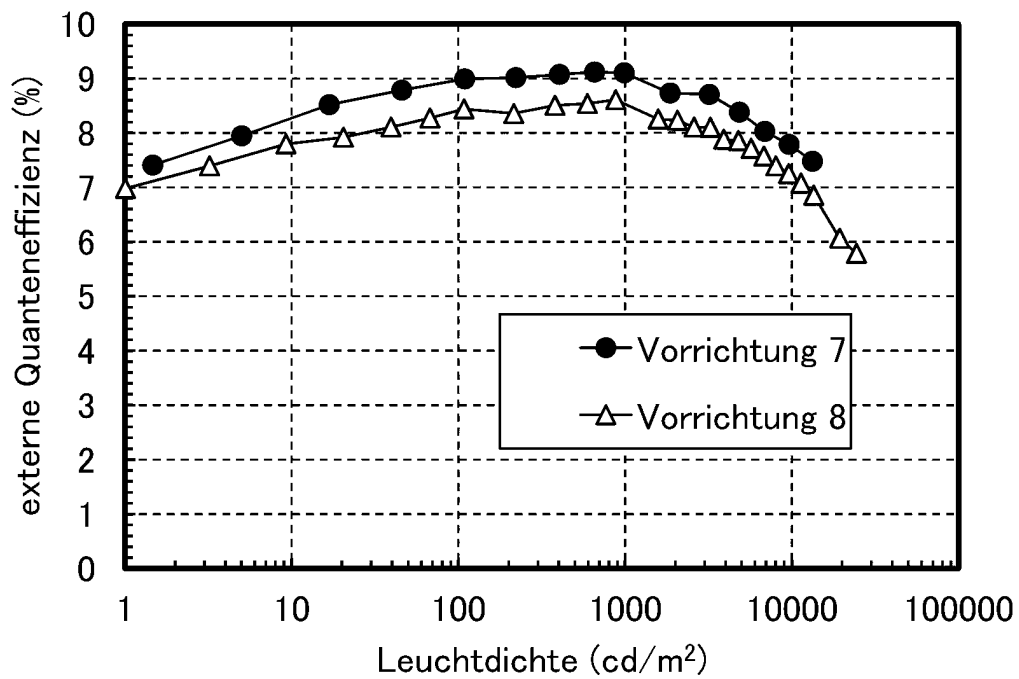


FIG. 28

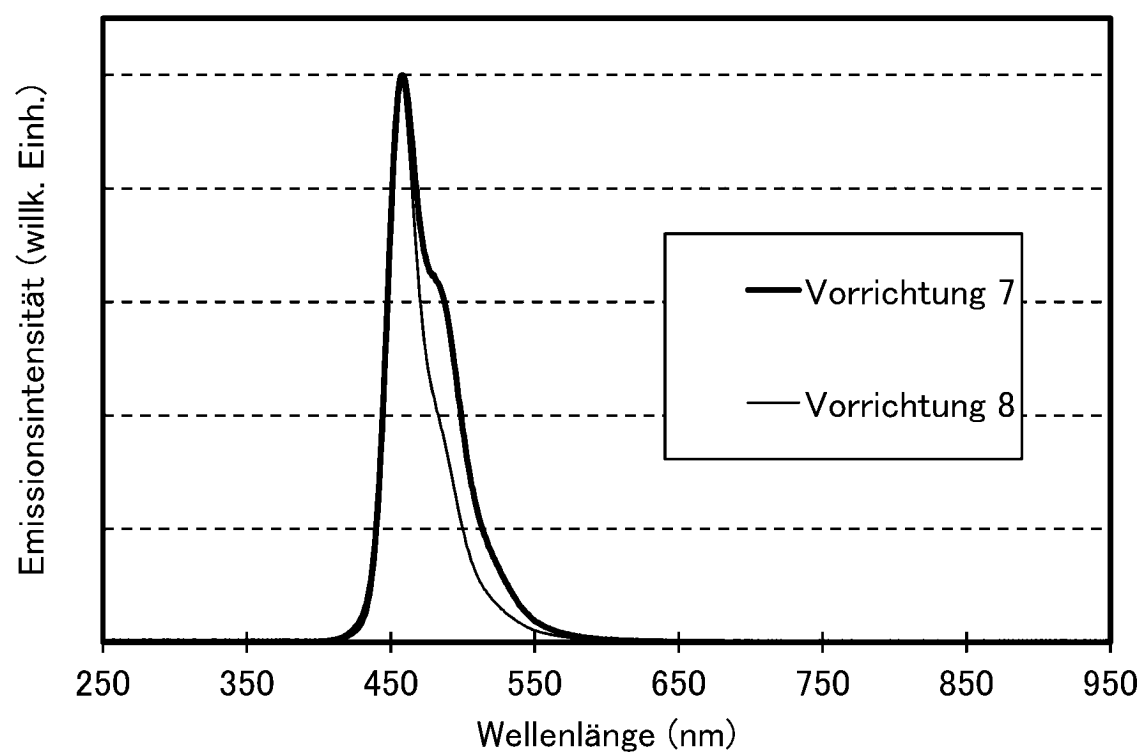


FIG. 29A

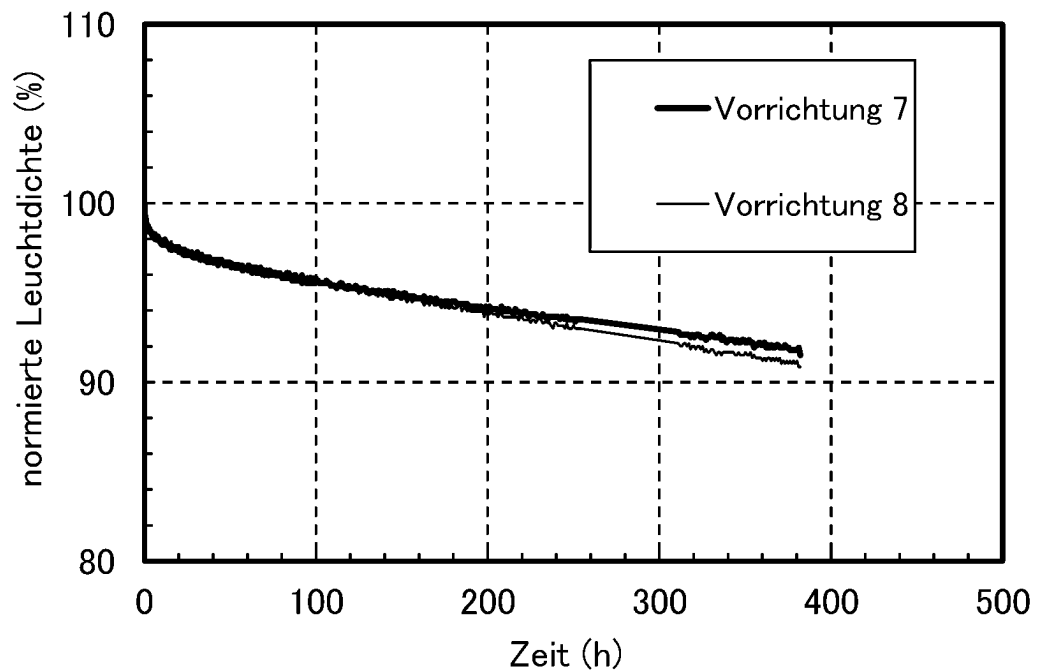


FIG. 29B

