



(10) **DE 11 2018 001 414 T5 2019.11.28**

(12)

Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2018/167612**
in der deutschen Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2
IntPatÜG)
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2018 001 414.2**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/IB2018/051496**
(86) PCT-Anmeldetag: **08.03.2018**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **20.09.2018**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **28.11.2019**

(51) Int Cl.: **C07D 493/04 (2006.01)**
C09K 11/06 (2006.01)
H01L 51/50 (2006.01)

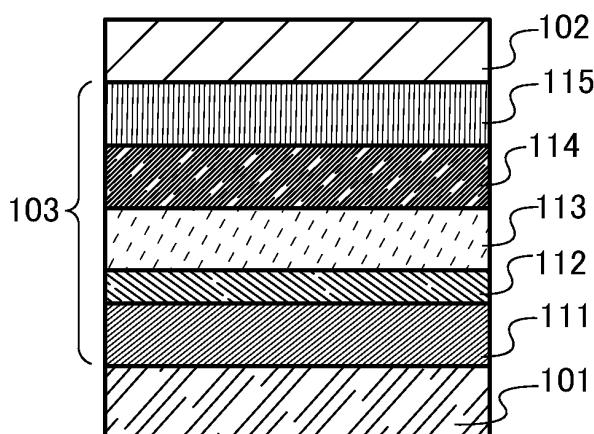
(30) Unionspriorität: 2017-053054	17.03.2017	JP
(71) Anmelder: Semiconductor Energy Laboratory Co., Ltd., Atsugi-shi, Kanagawa-ken, JP		
(74) Vertreter: GLAWE DELFS MOLL Partnerschaft mbB von Patent- und Rechtsanwälten, 20148 Hamburg, DE		

(72) Erfinder:
**Takeda, Kyoko, Atsugi-shi, Kanagawa, JP; Osaka,
Harue, Atsugi-shi, Kanagawa, JP; Seo, Satoshi,
Atsugi-shi, Kanagawa, JP; Suzuki, Tsunenori,
Atsugi-shi, Kanagawa, JP; Hashimoto, Naoaki,
Atsugi-shi, Kanagawa, JP; Takita, Yusuke, Atsugi-
shi, Kanagawa, JP**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Organische Verbindung, Licht emittierendes Element, Licht emittierende Vorrichtung,
elektronische Vorrichtung, Anzeigevorrichtung und Beleuchtungsvorrichtung**

(57) Zusammenfassung: Eine neuartige organische Verbindung wird bereitgestellt. Eine organische Verbindung, die Licht mit hoher Chromatizität emittiert, wird bereitgestellt. Eine organische Verbindung, die blaues Licht mit hoher Chromatizität emittiert, wird bereitgestellt. Eine organische Verbindung mit hoher Emissionseffizienz wird bereitgestellt. Eine organische Verbindung mit einer ausgezeichneten Lochtransporteigenschaft wird bereitgestellt. Eine organische Verbindung mit einer hohen Zuverlässigkeit wird bereitgestellt. Eine organische Verbindung, die ein Naphtho[2,3-b;7,6-b']bisbenzofuran-Gerüst oder ein Naphtho[2,3-b;7,6-b']bisbenzothiophen-Gerüst aufweist und ein Molekulargewicht von weniger als oder gleich 5000 aufweist, wird bereitgestellt. Die Erfinder der vorliegenden Erfindung haben herausgefunden, dass die organische Verbindung ein deutlich effektives Gerüst als Luminophor eines Licht emittierenden Elements ist. Die organische Verbindung weist eine hohe Emissionseffizienz und eine vorteilhafte blaue Lichtemission auf; daher kann ein Licht emittierendes Element unter Verwendung der organischen Verbindung ein blaues Licht emittierendes Element mit hoher Emissionseffizienz sein.



Beschreibung**Technisches Gebiet**

[0001] Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung betreffen ein Licht emittierendes Element, ein Anzeigemodul, ein Beleuchtungsmodul, eine Anzeigevorrichtung, eine Licht emittierende Vorrichtung, eine elektronische Vorrichtung und eine Beleuchtungsvorrichtung. Es sei angemerkt, dass eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung nicht auf das obige technische Gebiet beschränkt ist. Das technische Gebiet einer Ausführungsform der in dieser Beschreibung und dergleichen offenbarten Erfindung betrifft einen Gegenstand, ein Verfahren oder ein Herstellungsverfahren. Eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung betrifft einen Prozess, eine Maschine, ein Erzeugnis oder eine Zusammensetzung. Spezifische Beispiele für das technische Gebiet einer Ausführungsform der in dieser Beschreibung offenbarten vorliegenden Erfindung umfassen eine Halbleitervorrichtung, eine Anzeigevorrichtung, eine Flüssigkristallanzeigevorrichtung, eine Licht emittierende Vorrichtung, eine Beleuchtungsvorrichtung, eine Energiespeichervorrichtung, eine Speichervorrichtung, eine Abbildungsvorrichtung, ein Verfahren zum Betreiben einer von ihnen und ein Verfahren zum Herstellen einer von ihnen.

Stand der Technik

[0002] Einige Anzeigevorrichtungen und Licht emittierende Vorrichtungen, die organische EL-Elemente beinhalten, werden praktisch verwendet und finden immer mehr vielfältige Anwendungen. In letzter Zeit sind bei Flüssigkristall-Displays bedeutende Fortschritte erzielt worden; daher wird natürlich von organischen EL-Displays, bezeichnet als Displays der nächsten Generation, erwartet, dass sie eine hohe Qualität aufweisen.

[0003] Obwohl verschiedene Substanzen als Materialien für organische EL-Displays entwickelt worden sind, gibt es nicht so viel Substanzen mit hoher Haltbarkeit, die für die praktische Anwendung ausreichend ist. Außerdem ist es unter Berücksichtigung der Vielfalt, der Affinität und dergleichen der Kombinationen natürlich, dass die Auswahlmöglichkeiten vorzugsweise größer ist.

[0004] Ein organisches EL-Element weist eine Struktur vom funktionsgetrennten Typ auf, bei der eine Vielzahl von Substanzen verschiedene Funktionen aufweist. Unter den Substanzen werden hohe Forderungen an Licht emittierende Materialien, insbesondere an ihre Emissionseffizienzen, von denen der Stromverbrauch abhängt, und an ihre Emissionsfarben, die die Anzeigqualität erhöhen können, gestellt.

[0005] Patentdokument 1 offenbart eine organische Verbindung mit einem Naphthobisbenzofuran-Gerüst.

[Referenz]

[0006] [Patentdokument 1] Japanische Patentoffenlegungsschrift Nr. 2014-237682

Offenbarung der Erfindung

[0007] 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, die Licht mit hoher Chromatizität emittiert, bereitzustellen. Eine weitere Aufgabe einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist, eine organische Verbindung, die blaues Licht mit hoher Chromatizität emittiert, bereitzustellen. Eine weitere Aufgabe einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist, eine organische Verbindung mit hoher Emissionseffizienz bereitzustellen. Eine weitere Aufgabe einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist, eine organische Verbindung mit einer ausgezeichneten Ladungsträgertransporteigenschaft bereitzustellen. Eine weitere Aufgabe einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist, eine organische Verbindung mit einer hohen Zuverlässigkeit bereitzustellen.

[0008] Eine weitere Aufgabe einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist, ein neuartiges Licht emittierendes Element bereitzustellen. Eine weitere Aufgabe einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist, ein Licht emittierendes Element mit hoher Emissionseffizienz bereitzustellen. Eine weitere Aufgabe einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist, ein Licht emittierendes Element mit hoher Chromatizität bereitzustellen. Eine weitere Aufgabe einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist, ein Licht emittierendes Element, das blaues Licht mit hoher Chromatizität emittiert, bereitzustellen. Eine weitere Aufgabe einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist, ein Licht emittierendes Element mit einer langen Lebensdau-

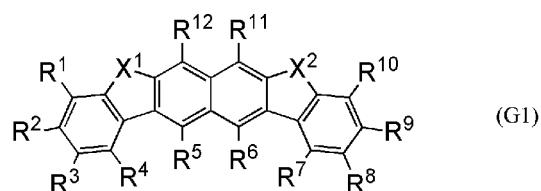
er bereitzustellen. Eine weitere Aufgabe einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist, ein Licht emittierendes Element mit einer niedrigen Betriebsspannung bereitzustellen.

[0009] Eine weitere Aufgabe einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist, eine Licht emittierende Vorrichtung, eine elektronische Vorrichtung und eine Anzeigevorrichtung bereitzustellen, die jeweils einen geringen Stromverbrauch aufweisen. Eine weitere Aufgabe einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist, eine Licht emittierende Vorrichtung, eine elektronische Vorrichtung und eine Anzeigevorrichtung bereitzustellen, die jeweils eine hohe Zuverlässigkeit aufweisen. Eine weitere Aufgabe einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist, eine Licht emittierende Vorrichtung, eine elektronische Vorrichtung und eine Anzeigevorrichtung bereitzustellen, die jeweils eine hohe Anzeigqualität aufweisen.

[0010] Bei der vorliegenden Erfindung ist es lediglich erforderlich, dass mindestens eine der vorstehend beschriebenen Aufgaben erfüllt wird.

[0011] Eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist ein Licht emittierendes Element, das eine organische Verbindung enthält, die durch die nachstehend gezeigte allgemeine Formel (G1) dargestellt wird und ein Molekulargewicht von weniger als oder gleich 5000 aufweist.

[Chemische Formel 1]

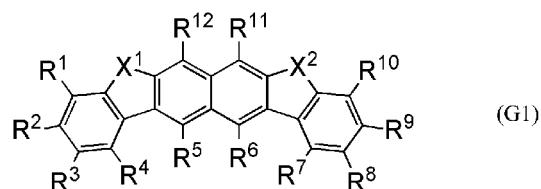


[0012] In der allgemeinen Formel (G1) stellen X^1 und X^2 unabhängig voneinander ein Sauerstoffatom oder ein Schwefelatom dar und R^1 bis R^{12} stellen unabhängig voneinander Wasserstoff oder einen Substituenten dar.

[0013] Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist das Licht emittierende Element mit der vorstehenden Struktur, bei der der Substituent eine substituierte oder nicht-substituierte aliphatische Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 1 bis 100 Kohlenstoffatomen, eine substituierte oder nicht-substituierte alicyclische Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 3 bis 100 Kohlenstoffatomen, eine substituierte oder nicht-substituierte aromatische Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 6 bis 100 Kohlenstoffatomen, eine substituierte oder nicht-substituierte heterocyclische Gruppe mit 1 bis 100 Kohlenstoffatomen oder eine substituierte oder nicht-substituierte Diarylamino-Gruppe mit 12 bis 100 Kohlenstoffatomen ist.

[0014] Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist ein Licht emittierendes Element, das eine organische Verbindung enthält, die durch die nachstehend gezeigte allgemeine Formel (G1) dargestellt wird und ein Molekulargewicht von weniger als oder gleich 5000 aufweist.

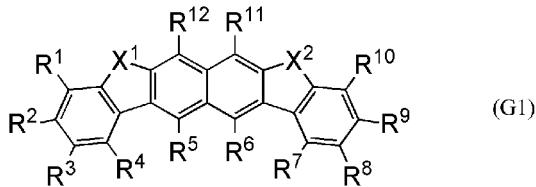
[Chemische Formel 2]



[0015] In der allgemeinen Formel (G1) stellen X^1 und X^2 unabhängig voneinander ein Sauerstoffatom oder ein Schwefelatom dar. In der Formel stellt mindestens eines von R^1 bis R^{12} einen Substituenten mit 6 bis 100 Kohlenstoffatomen dar und das andere oder die anderen stellt/stellen unabhängig voneinander Wasserstoff oder einen Substituenten mit 1 bis 25 Kohlenstoffatomen dar.

[0016] Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist ein Licht emittierendes Element, das eine organische Verbindung enthält, die durch die nachstehend gezeigte allgemeine Formel (G1) dargestellt wird und ein Molekulargewicht von weniger als oder gleich 5000 aufweist.

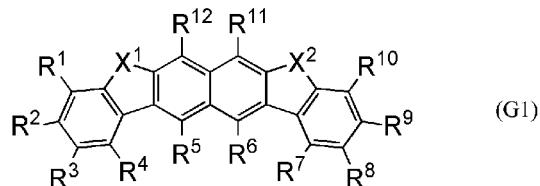
[Chemische Formel 3]



[0017] In der allgemeinen Formel (G1) stellen X^1 und X^2 unabhängig voneinander ein Sauerstoffatom oder ein Schwefelatom dar. In der Formel stellt/stellen eines oder zwei von R^1 bis R^{12} unabhängig voneinander einen Substituenten mit 6 bis 100 Kohlenstoffatomen dar und die anderen stellen unabhängig voneinander Wasserstoff oder einen Substituenten mit 1 bis 25 Kohlenstoffatomen dar.

[0018] Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist ein Licht emittierendes Element, das eine organische Verbindung enthält, die durch die nachstehend gezeigte allgemeine Formel (G1) dargestellt wird und ein Molekulargewicht von weniger als oder gleich 5000 aufweist.

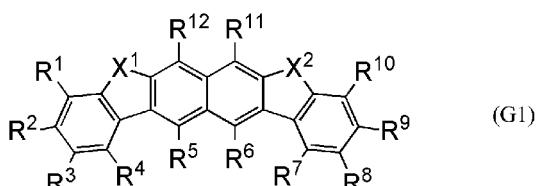
[Chemische Formel 4]



[0019] In der allgemeinen Formel (G1) stellen X^1 und X^2 unabhängig voneinander ein Sauerstoffatom oder ein Schwefelatom dar. In der Formel stellt/stellen R^2 und/oder R^9 unter R^1 bis R^{12} unabhängig voneinander einen Substituenten mit 6 bis 100 Kohlenstoffatomen dar und die anderen stellen unabhängig voneinander Wasserstoff oder einen Substituenten mit 1 bis 25 Kohlenstoffatomen dar.

[0020] Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist ein Licht emittierendes Element, das eine organische Verbindung enthält, die durch die nachstehend gezeigte allgemeine Formel (G1) dargestellt wird und ein Molekulargewicht von weniger als oder gleich 5000 aufweist.

[Chemische Formel 5]



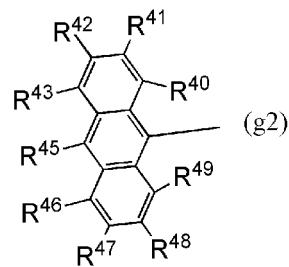
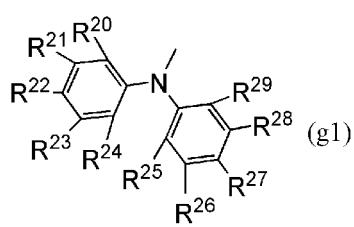
[0021] In der allgemeinen Formel (G1) stellen X^1 und X^2 unabhängig voneinander ein Sauerstoffatom oder ein Schwefelatom dar. In der Formel stellt/stellen R^3 und/oder R^8 unter R^1 bis R^{12} unabhängig voneinander einen Substituenten mit 6 bis 100 Kohlenstoffatomen dar und die anderen stellen unabhängig voneinander Wasserstoff oder einen Substituenten mit 1 bis 25 Kohlenstoffatomen dar.

[0022] Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist das Licht emittierende Element mit der vorstehenden Struktur, bei der der Substituent mit 6 bis 100 Kohlenstoffatomen eine substituierte oder nicht-substituierte aliphatische Kohlenwasserstoff-Gruppe, eine substituierte oder nicht-substituierte alicyclische Kohlenwasserstoff-Gruppe, eine substituierte oder nicht-substituierte aromatische Kohlenwasserstoff-Gruppe, eine substituierte oder nicht-substituierte heterocyclische Gruppe oder eine substituierte oder nicht-substituierte Diarylamino-Gruppe ist. Es sei angemerkt, dass Beispiele für eine Aryl-Gruppe, die in der Diarylamino-Gruppe enthalten ist, eine Heteroaryl-Gruppe umfassen.

[0023] Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist das Licht emittierende Element mit der vorstehenden Struktur, bei der der Substituent mit 6 bis 100 Kohlenstoffatomen ein Substituent mit 12 bis 100 Kohlenstoffatomen ist.

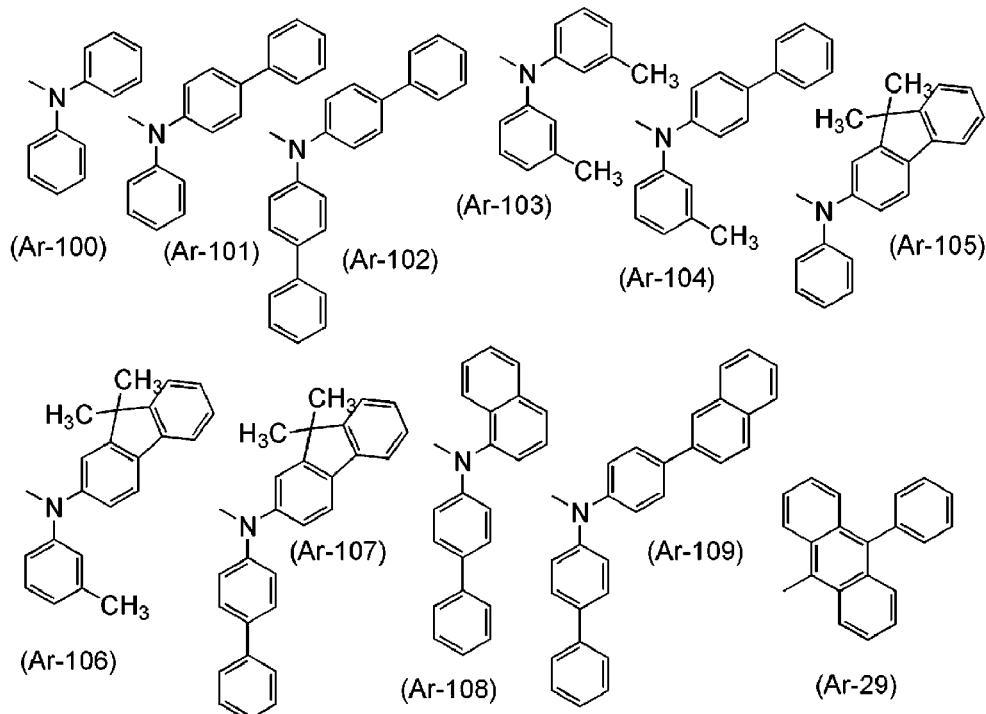
[0024] Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist das Licht emittierende Element mit der vorstehenden Struktur, bei der der Substituent mit 6 bis 100 Kohlenstoffatomen ein Substituent ist, der durch die nachstehend gezeigte allgemeine Formel (g1) oder (g2) dargestellt wird.

[Chemische Formel 6]



[0025] Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist das Licht emittierende Element mit der vorstehenden Struktur, bei der der Substituent mit 6 bis 100 Kohlenstoffatomen ein Substituent ist, der aus Substituenten ausgewählt wird, die durch die nachstehend gezeigten Strukturformeln (Ar-100) bis (Ar-109) und (Ar-29) dargestellt werden.

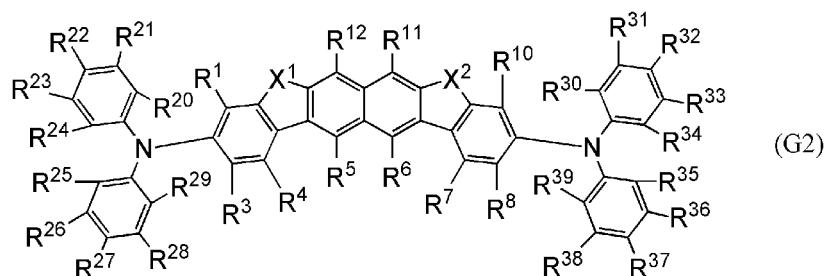
[Chemische Formel 7]



[0026] Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist das Licht emittierende Element mit der vorstehenden Struktur, bei der der Substituent mit 1 bis 25 Kohlenstoffatomen eine substituierte oder nicht-substituierte aliphatische Kohlenwasserstoff-Gruppe, eine substituierte oder nicht-substituierte alicyclische Kohlenwasserstoff-Gruppe, eine substituierte oder nicht-substituierte aromatische Kohlenwasserstoff-Gruppe oder eine substituierte oder nicht-substituierte heterocyclische Gruppe ist.

[0027] Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist ein Licht emittierendes Element, das eine organische Verbindung enthält, die durch die nachstehend gezeigte allgemeine Formel (G2) dargestellt wird.

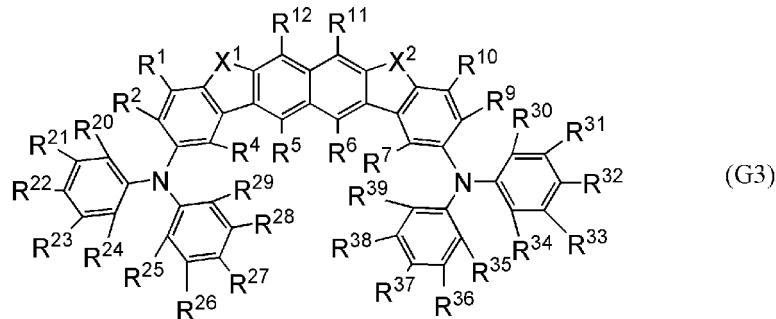
[Chemische Formel 8]



[0028] In der allgemeinen Formel (G2) stellen X¹ und X² unabhängig voneinander ein Sauerstoffatom oder ein Schwefelatom dar. In der Formel stellen R¹, R³ bis R⁸, R¹⁰ bis R¹², R²⁰ bis R²⁹ und R³⁰ bis R³⁹ unabhängig voneinander Wasserstoff, eine aliphatische Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 1 bis 10 Kohlenstoffatomen, eine alicyclische Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 3 bis 20 Kohlenstoffatomen, eine aromatische Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 6 bis 25 Kohlenstoffatomen oder eine heterocyclische Gruppe mit 1 bis 25 Kohlenstoffatomen dar.

[0029] Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist ein Licht emittierendes Element, das eine organische Verbindung enthält, die durch die nachstehend gezeigte allgemeine Formel (G3) dargestellt wird.

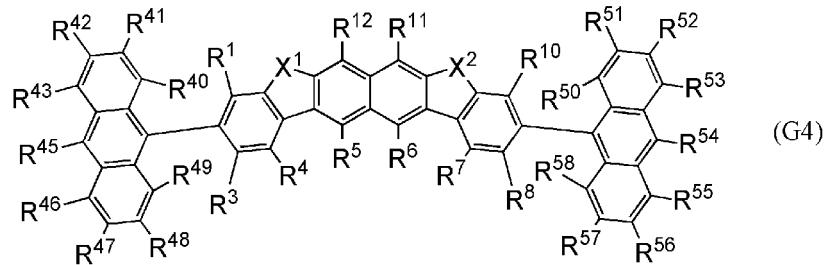
[Chemische Formel 9]



[0030] In der allgemeinen Formel (G3) stellen X^1 und X^2 unabhängig voneinander ein Sauerstoffatom oder ein Schwefelatom dar. In der Formel stellen R^1 , R^2 , R^4 bis R^7 , R^9 bis R^{12} , R^{20} bis R^{29} und R^{30} bis R^{39} unabhängig voneinander Wasserstoff, eine aliphatische Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 1 bis 10 Kohlenstoffatomen, eine alicyclische Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 3 bis 20 Kohlenstoffatomen, eine aromatische Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 6 bis 25 Kohlenstoffatomen oder eine heterocyclische Gruppe mit 1 bis 25 Kohlenstoffatomen dar.

[0031] Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist ein Licht emittierendes Element, das eine organische Verbindung enthält, die durch die nachstehend gezeigte allgemeine Formel (G4) dargestellt wird.

[Chemische Formel 10]



[0032] In der allgemeinen Formel (G4) stellen X^1 und X^2 unabhängig voneinander ein Sauerstoffatom oder ein Schwefelatom dar. In der Formel stellen R^1 , R^3 bis R^8 , R^{10} bis R^{12} , R^{40} bis R^{49} und R^{50} bis R^{59} unabhängig voneinander Wasserstoff, eine aliphatische Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 1 bis 10 Kohlenstoffatomen, eine alicyclische Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 3 bis 20 Kohlenstoffatomen, eine aromatische Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 6 bis 25 Kohlenstoffatomen oder eine heterocyclische Gruppe mit 1 bis 25 Kohlenstoffatomen dar.

[0033] Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist das Licht emittierende Element mit der vorstehenden Struktur, bei der X¹ und X² die gleichen Atome sind.

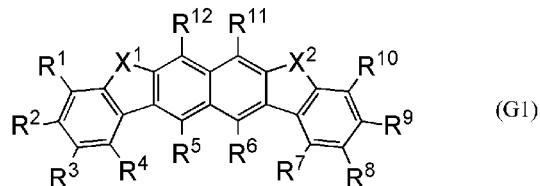
[0034] Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist das Licht emittierende Element mit der vorstehenden Struktur, bei der X^1 und X^2 Sauerstoffatome sind.

[0035] Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist das Licht emittierende Element, bei dem die organische Verbindung ein Molekulargewicht von weniger als oder gleich 3000 aufweist.

[0036] Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist das Licht emittierende Element, bei dem die organische Verbindung ein Molekulargewicht von weniger als oder gleich 1500 aufweist.

[0037] Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist eine organische Verbindung, die durch die nachstehend gezeigte allgemeine Formel (G1) dargestellt wird und ein Molekulargewicht von weniger als oder gleich 5000 aufweist.

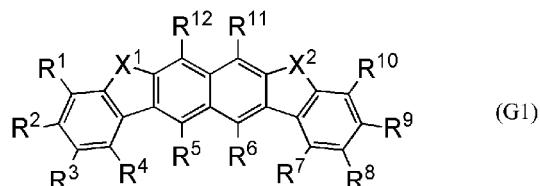
[Chemische Formel 11]



[0038] In der allgemeinen Formel (G1) stellen X^1 und X^2 unabhängig voneinander ein Sauerstoffatom oder ein Schwefelatom dar. In der Formel stellt mindestens eines von R^1 bis R^{12} einen Substituenten mit 6 bis 100 Kohlenstoffatomen dar und das andere oder die anderen stellt/stellen unabhängig voneinander Wasserstoff oder einen Substituenten mit 1 bis 25 Kohlenstoffatomen dar.

[0039] Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist eine organische Verbindung, die durch die nachstehend gezeigte allgemeine Formel (G1) dargestellt wird und ein Molekulargewicht von weniger als oder gleich 5000 aufweist.

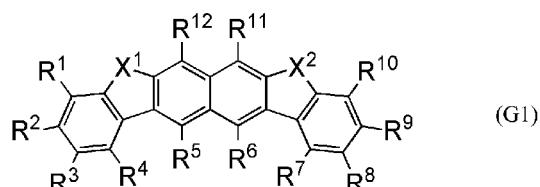
[Chemische Formel 12]



[0040] In der allgemeinen Formel (G1) stellen X^1 und X^2 unabhängig voneinander ein Sauerstoffatom oder ein Schwefelatom dar. In der Formel stellt/stellen eines oder zwei von R^1 bis R^{12} unabhängig voneinander einen Substituenten mit 6 bis 100 Kohlenstoffatomen dar und die anderen stellen unabhängig voneinander Wasserstoff oder einen Substituenten mit 1 bis 25 Kohlenstoffatomen dar.

[0041] Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist eine organische Verbindung, die durch die nachstehend gezeigte allgemeine Formel (G1) dargestellt wird und ein Molekulargewicht von weniger als oder gleich 5000 aufweist.

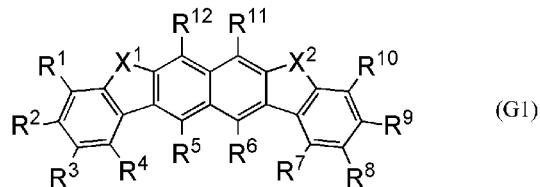
[Chemische Formel 13]



[0042] In der allgemeinen Formel (G1) stellen X^1 und X^2 unabhängig voneinander ein Sauerstoffatom oder ein Schwefelatom dar. In der Formel stellt/stellen R^2 und/oder R^9 unter R^1 bis R^{12} unabhängig voneinander einen Substituenten mit 6 bis 100 Kohlenstoffatomen dar und die anderen stellen unabhängig voneinander Wasserstoff oder einen Substituenten mit 1 bis 25 Kohlenstoffatomen dar.

[0043] Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist eine organische Verbindung, die durch die nachstehend gezeigte allgemeine Formel (G1) dargestellt wird und ein Molekulargewicht von weniger als oder gleich 5000 aufweist.

[Chemische Formel 14]



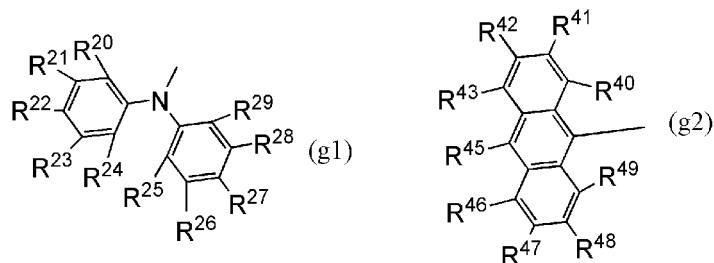
[0044] In der allgemeinen Formel (G1) stellen X^1 und X^2 unabhängig voneinander ein Sauerstoffatom oder ein Schwefelatom dar. In der Formel stellt/stellen R^3 und/oder R^8 unter R^1 bis R^{12} unabhängig voneinander einen Substituenten mit 6 bis 100 Kohlenstoffatomen dar und die anderen stellt/stellen unabhängig voneinander Wasserstoff oder einen Substituenten mit 1 bis 25 Kohlenstoffatomen dar.

[0045] Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist die organische Verbindung mit der vorstehenden Struktur, bei der der Substituent mit 6 bis 100 Kohlenstoffatomen eine substituierte oder nicht-substituierte aliphatische Kohlenwasserstoff-Gruppe, eine substituierte oder nicht-substituierte alicyclische Kohlenwasserstoff-Gruppe, eine substituierte oder nicht-substituierte aromatische Kohlenwasserstoff-Gruppe, eine substituierte oder nicht-substituierte heterocyclische Gruppe oder eine substituierte oder nicht-substituierte Diarylamino-Gruppe ist. Es sei angemerkt, dass Beispiele für eine Aryl-Gruppe, die in der Diarylamino-Gruppe enthalten ist, eine Heteroaryl-Gruppe umfassen.

[0046] Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist die organische Verbindung mit der vorstehenden Struktur, bei der der Substituent mit 6 bis 100 Kohlenstoffatomen ein Substituent mit 12 bis 100 Kohlenstoffatomen ist.

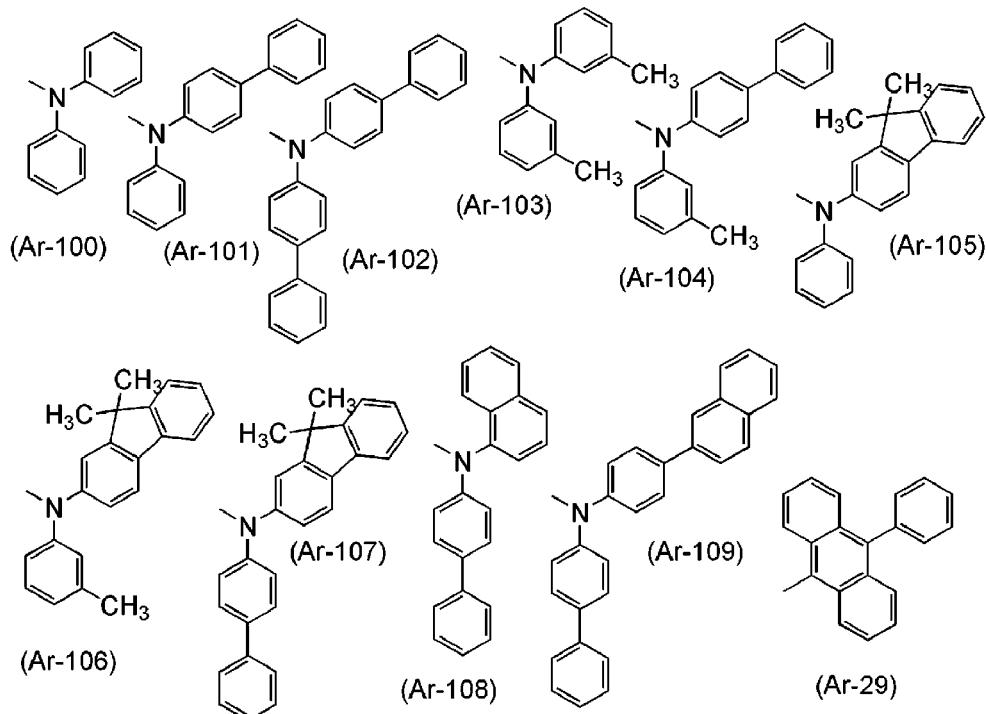
[0047] Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist die organische Verbindung mit der vorstehenden Struktur, bei der der Substituent mit 6 bis 100 Kohlenstoffatomen ein Substituent ist, der durch die nachstehend gezeigte allgemeine Formel (g1) oder (g2) dargestellt wird.

[Chemische Formel 15]



[0048] Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist die organische Verbindung mit der vorstehenden Struktur, bei der der Substituent mit 6 bis 100 Kohlenstoffatomen ein Substituent ist, der aus Substituenten ausgewählt wird, die durch die nachstehend gezeigten Strukturformeln (Ar-100) bis (Ar-109) und (Ar-29) dargestellt werden.

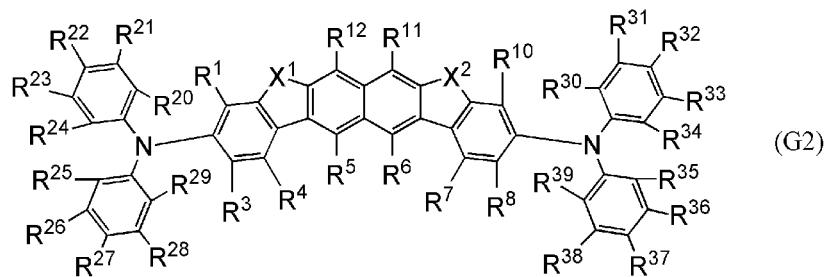
[Chemische Formel 16]



[0049] Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist die organische Verbindung mit der vorstehenden Struktur, bei der der Substituent mit 1 bis 25 Kohlenstoffatomen wird eine substituierte oder nicht-substituierte aliphatische Kohlenwasserstoff-Gruppe, eine substituierte oder nicht-substituierte alicyclische Kohlenwasserstoff-Gruppe, eine substituierte oder nicht-substituierte aromatische Kohlenwasserstoff-Gruppe oder eine substituierte oder nicht-substituierte heterocyclische Gruppe.

[0050] Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist eine organische Verbindung, die durch die nachstehend gezeigte allgemeine Formel (G2) dargestellt wird.

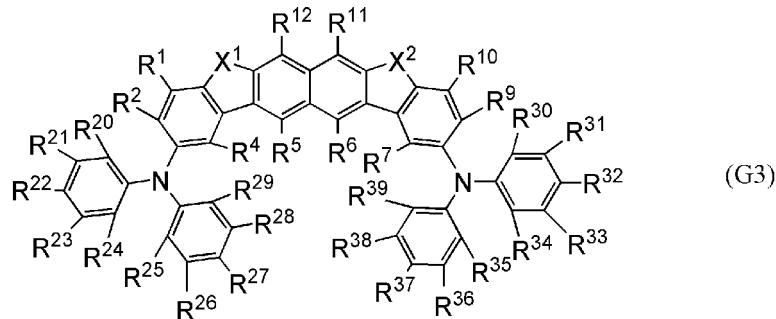
[Chemische Formel 17]



[0051] In der allgemeinen Formel (G2) stellen X^1 und X^2 unabhängig voneinander ein Sauerstoffatom oder ein Schwefelatom dar. In der Formel stellen R^1 , R^3 bis R^8 , R^{10} bis R^{12} , R^{20} bis R^{29} und R^{30} bis R^{39} unabhängig voneinander Wasserstoff, eine aliphatische Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 1 bis 10 Kohlenstoffatomen, eine alicyclische Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 3 bis 20 Kohlenstoffatomen, eine aromatische Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 6 bis 25 Kohlenstoffatomen oder eine heterocyclische Gruppe mit 1 bis 25 Kohlenstoffatomen dar.

[0052] Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist eine organische Verbindung, die durch die nachstehend gezeigte allgemeine Formel (G3) dargestellt wird.

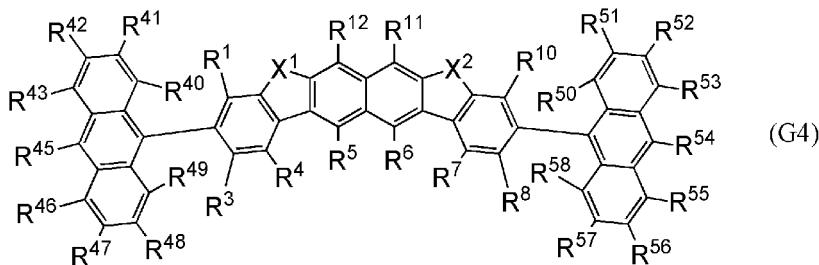
[Chemische Formel 18]



[0053] In der allgemeinen Formel (G3) stellen X^1 und X^2 unabhängig voneinander ein Sauerstoffatom oder ein Schwefelatom dar. In der Formel stellen R^1 , R^2 , R^4 bis R^7 , R^9 bis R^{12} , R^{20} bis R^{29} und R^{30} bis R^{39} unabhängig voneinander Wasserstoff, eine aliphatische Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 1 bis 10 Kohlenstoffatomen, eine alicyclische Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 3 bis 20 Kohlenstoffatomen, eine aromatische Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 6 bis 25 Kohlenstoffatomen oder eine heterocyclische Gruppe mit 1 bis 25 Kohlenstoffatomen dar.

[0054] Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist eine organische Verbindung, die durch die nachstehend gezeigte allgemeine Formel (G4) dargestellt wird.

[Chemische Formel 19]



[0055] In der allgemeinen Formel (G4) stellen X^1 und X^2 unabhängig voneinander ein Sauerstoffatom oder ein Schwefelatom dar. In der Formel stellen R^1 , R^3 bis R^8 , R^{10} bis R^{12} , R^{40} bis R^{49} und R^{50} bis R^{59} unabhängig voneinander Wasserstoff, eine aliphatische Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 1 bis 10 Kohlenstoffatomen, eine alicyclische Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 3 bis 20 Kohlenstoffatomen, eine aromatische Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 6 bis 25 Kohlenstoffatomen oder eine heterocyclische Gruppe mit 1 bis 25 Kohlenstoffatomen dar.

[0056] Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist die organische Verbindung mit der vorstehenden Struktur, bei der X^1 und X^2 die gleichen Atome sind.

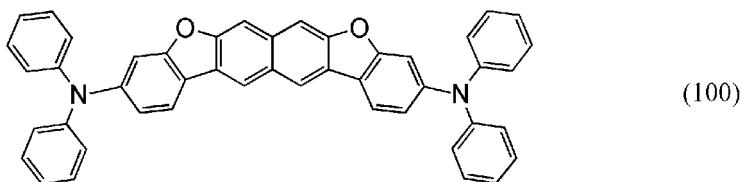
[0057] Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist die organische Verbindung mit der vorstehenden Struktur, bei der X^1 und X^2 Sauerstoffatome sind.

[0058] Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist die organische Verbindung mit der vorstehenden Struktur, bei der das Molekulargewicht weniger als oder gleich 3000 ist.

[0059] Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist die organische Verbindung mit der vorstehenden Struktur, bei der das Molekulargewicht weniger als oder gleich 1500 ist.

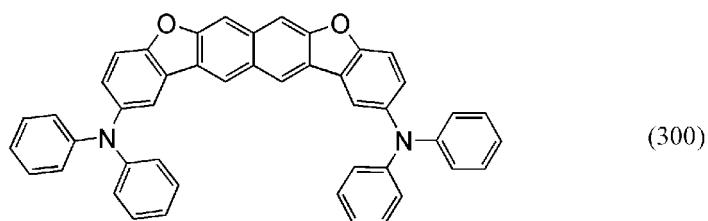
[0060] Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist eine organische Verbindung, die durch die nachstehend gezeigte Strukturformel (100) dargestellt wird.

[Chemische Formel 20]



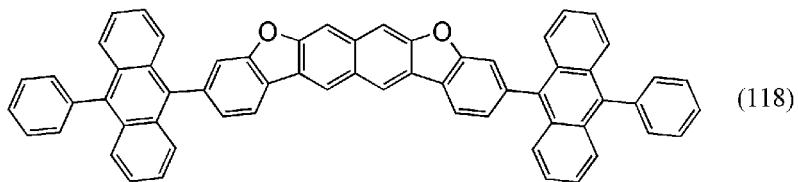
[0061] Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist eine organische Verbindung, die durch die nachstehend gezeigte Strukturformel (300) dargestellt wird.

[Chemische Formel 21]



[0062] Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist eine organische Verbindung, die durch die nachstehend gezeigte Strukturformel (118) dargestellt wird.

[Chemische Formel 22]



[0063] Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist ein Licht emittierendes Element, das die organische Verbindung mit der vorstehenden Struktur enthält.

[0064] Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist eine Licht emittierende Vorrichtung, die das Licht emittierende Element mit der vorstehenden Struktur und einen Transistor oder ein Substrat beinhaltet.

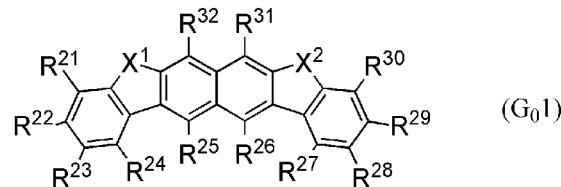
[0065] Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist eine Anzeigevorrichtung, die das Licht emittierende Element mit der vorstehenden Struktur und einen Transistor oder ein Substrat beinhaltet.

[0066] Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist eine elektronische Vorrichtung, die die Licht emittierende Vorrichtung mit der vorstehenden Struktur und einen Sensor, einen Bedienknopf, einen Lautsprecher oder ein Mikrofon beinhaltet.

[0067] Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist eine Beleuchtungsvorrichtung, die die Licht emittierende Vorrichtung mit der vorstehenden Struktur und ein Gehäuse beinhaltet.

[0068] Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist eine organische Verbindung, die durch die nachstehend gezeigte allgemeine Formel (G₀1) dargestellt wird.

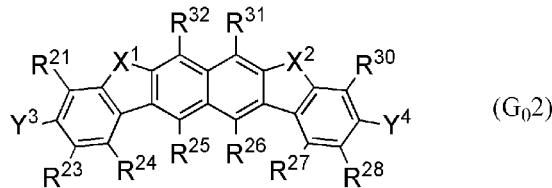
[Chemische Formel 23]



[0069] In der allgemeinen Formel (G₀1) stellen X¹ und X² unabhängig voneinander ein Sauerstoffatom oder ein Schwefelatom dar. In der Formel stellen/stellen eines oder zwei von R²¹ bis R³² ein Halogen dar und stellen die anderen unabhängig voneinander Wasserstoff, eine aliphatische Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 1 bis 10 Kohlenstoffatomen, eine alicyclische Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 3 bis 20 Kohlenstoffatomen, eine aromatische Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 6 bis 25 Kohlenstoffatomen oder eine heterocyclische Gruppe mit 1 bis 25 Kohlenstoffatomen dar.

[0070] Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist eine organische Verbindung, die durch die nachstehend gezeigte allgemeine Formel (G₀2) dargestellt wird.

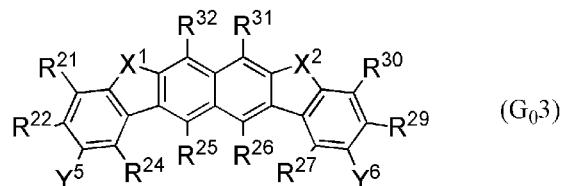
[Chemische Formel 24]



[0071] In der allgemeinen Formel (G₀2) stellen X¹ und X² unabhängig voneinander ein Sauerstoffatom oder ein Schwefelatom dar. In der Formel stellen Y³ und Y⁴ unabhängig voneinander ein Halogen dar und stellen R²¹, R²³ bis R²⁸ und R³⁰ bis R³² unabhängig voneinander Wasserstoff, eine aliphatische Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 1 bis 10 Kohlenstoffatomen, eine alicyclische Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 3 bis 20 Kohlenstoffatomen, eine aromatische Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 6 bis 25 Kohlenstoffatomen oder eine heterocyclische Gruppe mit 1 bis 25 Kohlenstoffatomen dar.

[0072] Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist eine organische Verbindung, die durch die nachstehend gezeigte allgemeine Formel (G₀3) dargestellt wird.

[Chemische Formel 25]



[0073] In der allgemeinen Formel (G₀3) stellen X¹ und X² unabhängig voneinander ein Sauerstoffatom oder ein Schwefelatom dar. In der Formel stellen Y⁵ und Y⁶ unabhängig voneinander ein Halogen dar und stellen R²¹, R²², R²⁴ bis R²⁷ und R²⁹ bis R³² unabhängig voneinander Wasserstoff, eine aliphatische Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 1 bis 10 Kohlenstoffatomen, eine alicyclische Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 3 bis 20 Kohlenstoffatomen, eine aromatische Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 6 bis 25 Kohlenstoffatomen oder eine heterocyclische Gruppe mit 1 bis 25 Kohlenstoffatomen dar.

[0074] Es sei angemerkt, dass die Licht emittierende Vorrichtung in dieser Beschreibung in ihrer Kategorie eine Bildanzeigevorrichtung umfasst, die ein Licht emittierendes Element verwendet. Die Licht emittierende Vorrichtung kann auch ein Modul, bei dem ein Licht emittierendes Element mit einem Verbinder, wie z. B.

einem anisotropen leitenden Film oder einem Tape Carrier Package (TCP), bereitgestellt ist, ein Modul, bei dem eine gedruckte Leiterplatte am Ende eines TCP bereitgestellt ist, und ein Modul umfassen, bei dem eine integrierte Schaltung (integrated circuit, IC) durch ein Chip-on-Glass- (COG-) Verfahren direkt an einem Licht emittierenden Element montiert ist. Die Licht emittierende Vorrichtung kann in einer Beleuchtungsvorrichtung oder dergleichen enthalten sein.

[0075] Einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung entsprechend kann eine neuartige organische Verbindung bereitgestellt werden. Eine organische Verbindung, die Licht mit hoher Chromatizität emittiert, kann bereitgestellt werden. Eine organische Verbindung, die blaues Licht mit hoher Chromatizität emittiert, kann bereitgestellt werden. Eine organische Verbindung mit hoher Emissionseffizienz kann bereitgestellt werden. Eine organische Verbindung mit einer ausgezeichneten Lochtransporteigenschaft kann bereitgestellt werden. Eine organische Verbindung mit einer hohen Zuverlässigkeit kann bereitgestellt werden.

[0076] Einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung entsprechend kann ein neuartiges Licht emittierendes Element bereitgestellt werden. Ein Licht emittierendes Element mit hoher Emissionseffizienz kann bereitgestellt werden. Ein Licht emittierendes Element mit hoher Chromatizität kann bereitgestellt werden. Ein Licht emittierendes Element, das blaues Licht mit hoher Chromatizität emittiert, kann bereitgestellt werden. Ein Licht emittierendes Element mit einer langen Lebensdauer kann bereitgestellt werden. Ein Licht emittierendes Element mit einer niedrigen Betriebsspannung kann bereitgestellt werden.

[0077] Einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung entsprechend können eine Licht emittierende Vorrichtung, eine elektronische Vorrichtung und eine Anzeigevorrichtung bereitgestellt werden, die jeweils einen geringen Stromverbrauch aufweisen. Eine Licht emittierende Vorrichtung, eine elektronische Vorrichtung und eine Anzeigevorrichtung können bereitgestellt werden, die jeweils eine hohe Zuverlässigkeit aufweisen. Eine Licht emittierende Vorrichtung, eine elektronische Vorrichtung und eine Anzeigevorrichtung können bereitgestellt werden, die jeweils eine hohe Anzeigqualität aufweisen.

[0078] Es sei angemerkt, dass die Beschreibung dieser Wirkungen dem Vorhandensein weiterer Wirkungen nicht im Wege steht. Es ist bei einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung unnötig, sämtliche der vorstehend aufgeführten Effekte aufzuweisen. Weitere Effekte werden aus der Erläuterung der Beschreibung, der Zeichnungen, der Patentansprüche und dergleichen ersichtlich und können davon abgeleitet werden.

Figurenliste

Fig. 1A bis **Fig. 1C** sind schematische Darstellungen von Licht emittierenden Elementen.

Fig. 2A bis **Fig. 2D** stellen ein Beispiel für ein Herstellungsverfahren eines Licht emittierenden Elements dar.

Fig. 3 stellt ein Beispiel für ein Herstellungsverfahren eines Licht emittierenden Elements dar.

Fig. 4A und **Fig. 4B** sind konzeptuelle Darstellungen einer Licht emittierenden Aktivmatrix-Vorrichtung.

Fig. 5A und **Fig. 5B** sind konzeptuelle Darstellungen von Licht emittierenden Aktivmatrix-Vorrichtungen.

Fig. 6 ist eine konzeptuelle Darstellung einer Licht emittierenden Aktivmatrix-Vorrichtung.

Fig. 7A und **Fig. 7B** sind konzeptuelle Darstellungen einer Licht emittierenden Passivmatrix-Vorrichtung.

Fig. 8A und **Fig. 8B** stellen eine Beleuchtungsvorrichtung dar.

Fig. 9A, **Fig. 9B1**, **Fig. 9B2**, **Fig. 9C** und **Fig. 9D** stellen elektronische Vorrichtungen dar.

Fig. 10 stellt eine Lichtquellenvorrichtung dar.

Fig. 11 stellt eine Beleuchtungsvorrichtung dar.

Fig. 12 stellt eine Beleuchtungsvorrichtung dar.

Fig. 13 stellt eine Anzeigevorrichtung und Beleuchtungsvorrichtungen im Fahrzeug dar.

Fig. 14A bis **Fig. 14C** stellen eine elektronische Vorrichtung dar.

Fig. 15A bis **Fig. 15C** stellen eine elektronische Vorrichtung dar.

Fig. 16A und **Fig. 16B** zeigen $^1\text{H-NMR}$ -Spektren von 3,6-Bis(5-chlor-2-fluorphenyl)-2,7-dimethoxynaphthalin.

Fig. 17A und **Fig. 17B** zeigen ^1H -NMR-Spektren von 3,6-Bis(5-chlor-2-fluorphenyl)-2,7-dihydroxynaphthalin.

Fig. 18A und **Fig. 18B** zeigen ^1H -NMR-Spektren von 2,11-Dichlornaphtho[2,3-b; 7, 6-b']bisbenzofuran.

Fig. 19A und **Fig. 19B** zeigen ^1H -NMR-Spektren von 2,11-Bis(diphenylamino)naphtho[2,3-b;7,6-b']bisbenzofuran (Abkürzung: 2,11DPhA2Nbf(II)).

Fig. 20 zeigt ein Absorptionsspektrum und ein Emissionsspektrum von 2,11DPhA2Nbf(II) in einer Toluol-lösung.

Fig. 21 zeigt ein Absorptionsspektrum und ein Emissionsspektrum eines Dünnfilms aus 2,11DPhA2Nbf(II).

Fig. 22 zeigt ein MS-Spektrum von 2,11DPhA2Nbf(II).

Fig. 23A und **Fig. 23B** zeigen ^1H -NMR-Spektren von 3,6-Bis(4-chlor-2-fluorphenyl)-2,7-dimethoxynaphthalin.

Fig. 24A und **Fig. 24B** zeigen ^1H -NMR-Spektren von 3,6-Bis(4-chlor-2-fluorphenyl)-2,7-dihydroxynaphthalin.

Fig. 25A und **Fig. 25B** zeigen ^1H -NMR-Spektren von 3,10-Dichlornaphtho[2,3-b; 7,6-b']bisbenzofuran.

Fig. 26A und **Fig. 26B** zeigen ^1H -NMR-Spektren von 3,10-Bis(diphenylamino)naphtho[2,3-b;7,6-b']bisbenzofuran (Abkürzung: 3,10DPhA2Nbf(II)).

Fig. 27 zeigt ein Absorptionsspektrum und ein Emissionsspektrum von 3,10DPhA2Nbf(II) in einer Toluol-lösung.

Fig. 28 zeigt ein Absorptionsspektrum und ein Emissionsspektrum eines Dünnfilms aus 3,10DPhA2Nbf(II).

Fig. 29 zeigt ein MS-Spektrum von 3,10DPhA2Nbf(II).

Fig. 30A und **Fig. 30B** zeigen ^1H -NMR-Spektren von 3,10-Bis[N-(4-biphenyl)-N-(9,9-dimethyl-9H-fluoren-2-yl)amino]naphtho[2,3-b;7,6-b']bisbenzofuran (Abkürzung: 3,10FBi2Nbf(II)).

Fig. 31 zeigt ein Absorptionsspektrum und ein Emissionsspektrum von 3,10FBi2Nbf(II) in einer Toluollösung.

Fig. 32 zeigt ein Absorptionsspektrum und ein Emissionsspektrum eines Dünnfilms aus 3,10FBi2Nbf(II).

Fig. 33 zeigt ein MS-Spektrum von 3,10FBi2Nbf(II).

Fig. 34A und **Fig. 34B** zeigen ^1H -NMR-Spektren von 3,10-Bis(3,3'-dimethyldiphenylamino)naphtho[2,3-b;7,6-b']bisbenzofuran (Abkürzung: 3,10mMeDPhA2Nbf(II)).

Fig. 35 zeigt ein Absorptionsspektrum und ein Emissionsspektrum von 3,10mMeDPhA2Nbf(II) in einer Toluollösung.

Fig. 36 zeigt ein Absorptionsspektrum und ein Emissionsspektrum eines Dünnfilms aus 3,10mMeDPhA2Nbf(II).

Fig. 37 zeigt ein MS-Spektrum von 3,10mMeDPhA2Nbf(II).

Fig. 38A und **Fig. 38B** zeigen ^1H -NMR-Spektren von 3,10-Bis(10-phenyl-9-anthryl)naphtho[2,3-b;7,6-b']bisbenzofuran (Abkürzung: 3,10PhA2Nbf(II)).

Fig. 39 zeigt ein Absorptionsspektrum und ein Emissionsspektrum von 3,10PhA2Nbf(II) in einer Toluol-lösung.

Fig. 40 zeigt ein Absorptionsspektrum und ein Emissionsspektrum eines Dünnfilms aus 3,10PhA2Nbf(II).

Fig. 41 zeigt ein MS-Spektrum von 3,10PhA2Nbf(II).

Fig. 42 zeigt ein MS-Spektrum von 3,10PhA2Nbf(II).

Fig. 43A und **Fig. 43B** zeigen ^1H -NMR-Spektren von 3-Brom-6-(2-fluorphenyl)-2,7-dimethoxynaphthalin.

Fig. 44A und **Fig. 44B** zeigen ^1H -NMR-Spektren von 3-(2-Fluorphenyl)-6-(2-fluor-4-chlorphenyl)-2,7-dimethoxynaphthalin.

Fig. 45A und **Fig. 45B** zeigen ^1H -NMR-Spektren von 3-(2-Fluorphenyl)-6-(2-fluor-4-chlorphenyl)-2,7-dihydroxynaphthalin.

Fig. 46A und **Fig. 46B** zeigen ^1H -NMR-Spektren von 2-Chlornaphtho[2,3-b;7,6-b']bisbenzofuran.

Fig. 47A und **Fig. 47B** zeigen ^1H -NMR-Spektren von 3-(10-Phenyl-9-anthryl)naphtho[2,3-b;7,6-b']bisbenzofuran (Abkürzung: Nbf(II)PhA).

Fig. 48 zeigt ein Absorptionsspektrum und ein Emissionsspektrum von Nbf(II)PhA in einer Toluollösung.

Fig. 49 zeigt ein Absorptionsspektrum und ein Emissionsspektrum eines Dünnfilms aus Nbf(II)PhA.

Fig. 50 zeigt ein MS-Spektrum von Nbf(II)PhA.

Fig. 51 zeigt die Leuchtdichte-Stromdichte-Eigenschaften des Licht emittierenden Elements 1.

Fig. 52 zeigt die Stromeffizienz-Leuchtdichte-Eigenschaften des Licht emittierenden Elements 1.

Fig. 53 zeigt die Leuchtdichte-Spannung-Eigenschaften des Licht emittierenden Elements 1.

Fig. 54 zeigt die Strom-Spannung-Eigenschaften des Licht emittierenden Elements 1.

Fig. 55 zeigt die externe Quanteneffizienz-Leuchtdichte-Eigenschaften des Licht emittierenden Elements 1.

Fig. 56 zeigt das Emissionsspektrum des Licht emittierenden Elements 1.

Fig. 57 zeigt die Zeitabhängigkeit der normalisierten Leuchtdichte des Licht emittierenden Elements 1.

Fig. 58 zeigt die Leuchtdichte-Stromdichte-Eigenschaften des Licht emittierenden Elements 2.

Fig. 59 zeigt die Stromeffizienz-Leuchtdichte-Eigenschaften des Licht emittierenden Elements 2.

Fig. 60 zeigt die Leuchtdichte-Spannung-Eigenschaften des Licht emittierenden Elements 2.

Fig. 61 zeigt die Strom-Spannung-Eigenschaften des Licht emittierenden Elements 2.

Fig. 62 zeigt die externe Quanteneffizienz-Leuchtdichte-Eigenschaften des Licht emittierenden Elements 2.

Fig. 63 zeigt das Emissionsspektrum des Licht emittierenden Elements 2.

Fig. 64 zeigt die Zeitabhängigkeit der normalisierten Leuchtdichte des Licht emittierenden Elements 2.

Fig. 65 zeigt die Leuchtdichte-Stromdichte-Eigenschaften des Licht emittierenden Elements 3.

Fig. 66 zeigt die Stromeffizienz-Leuchtdichte-Eigenschaften des Licht emittierenden Elements 3.

Fig. 67 zeigt die Leuchtdichte-Spannung-Eigenschaften des Licht emittierenden Elements 3.

Fig. 68 zeigt die Strom-Spannung-Eigenschaften des Licht emittierenden Elements 3.

Fig. 69 zeigt die externe Quanteneffizienz-Leuchtdichte-Eigenschaften des Licht emittierenden Elements 3.

Fig. 70 zeigt das Emissionsspektrum des Licht emittierenden Elements 3.

Fig. 71 zeigt die Leuchtdichte-Stromdichte-Eigenschaften des Licht emittierenden Elements 4.

Fig. 72 zeigt die Stromeffizienz-Leuchtdichte-Eigenschaften des Licht emittierenden Elements 4.

Fig. 73 zeigt die Leuchtdichte-Spannung-Eigenschaften des Licht emittierenden Elements 4.

Fig. 74 zeigt die Strom-Spannung-Eigenschaften des Licht emittierenden Elements 4.

Fig. 75 zeigt die externe Quanteneffizienz-Leuchtdichte-Eigenschaften des Licht emittierenden Elements 4.

Fig. 76 zeigt das Emissionsspektrum des Licht emittierenden Elements 4.

Fig. 77 zeigt die Zeitabhängigkeit der normalisierten Leuchtdichte des Licht emittierenden Elements 4.

Fig. 78 zeigt die Leuchtdichte-Stromdichte-Eigenschaften des Licht emittierenden Elements 5.

Fig. 79 zeigt die Stromeffizienz-Leuchtdichte-Eigenschaften des Licht emittierenden Elements 5.

Fig. 80 zeigt die Leuchtdichte-Spannung-Eigenschaften des Licht emittierenden Elements 5.

Fig. 81 zeigt die Strom-Spannung-Eigenschaften des Licht emittierenden Elements 5.

Fig. 82 zeigt die externe Quanteneffizienz-Leuchtdichte-Eigenschaften des Licht emittierenden Elements 5.

Fig. 83 zeigt das Emissionsspektrum des Licht emittierenden Elements 5.

Beste Art zur Ausführung der Erfindung

[0079] Nachfolgend werden Ausführungsformen und Beispiele der vorliegenden Erfindung anhand der Zeichnungen beschrieben. Es erschließt sich Fachleuten ohne Weiteres, dass Modi und Details der vorliegenden Erfindung auf verschiedene Weise verändert werden können, ohne dabei vom Gedanken und Schutzbereich der vorliegenden Erfindung abzuweichen. Dementsprechend sollte die vorliegende Erfindung nicht als auf die Beschreibung der folgenden Ausführungsformen und Beispiele beschränkt angesehen werden.

(Ausführungsform 1)

[0080] Eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist eine organische Verbindung, die ein Naphtho[2,3-b;7,6-b']bisbenzofuran-Gerüst oder ein Naphtho[2,3-b;7,6-b']bisbenzothiophen-Gerüst aufweist und ein Molekulargewicht von weniger als oder gleich 5000 aufweist, und ein Licht emittierendes Element, das die organische Verbindung enthält. Die Erfinder der vorliegenden Erfindung haben herausgefunden, dass die organische Verbindung ein deutlich effektives Gerüst als Luminophor eines Licht emittierenden Elements ist. Die organische Verbindung weist eine hohe Emissionseffizienz und eine vorteilhafte blaue Lichtemission auf; daher kann ein Licht emittierendes Element unter Verwendung der organischen Verbindung ein blaues Licht emittierendes Element mit hoher Emissionseffizienz sein. Als blau fluoreszierende Materialien sind verschiedene Substanzen entwickelt worden, und unter ihnen ist diese organische Verbindung ein vielversprechendes Material als ein blaues Licht emittierendes Material zur Darstellung eines Farbraums, der den BT2020-Farbraum abdeckt, aufgrund ihrer sehr hohen Chromatizität der blauen Lichtemission.

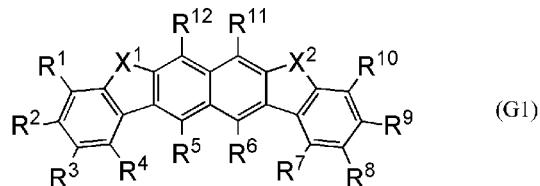
[0081] Die organische Verbindung, die ein Naphtho[2,3-b;7,6-b']bisbenzofuran-Gerüst oder ein Naphtho[2,3-b;7,6-b']bisbenzothiophen-Gerüst aufweist und ein Molekulargewicht von weniger als oder gleich 5000 aufweist, weist vorzugsweise einen Substituenten auf. Der Substituent ist vorzugsweise ein Substituent mit 1 bis 100 Kohlenstoffatomen. Spezifische Beispiele für den Substituenten mit 1 bis 100 Kohlenstoffatomen umfassen eine substituierte oder nicht-substituierte aliphatische Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 1 bis 100 Kohlenstoffatomen, eine substituierte oder nicht-substituierte alicyclische Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 3 bis 100 Kohlenstoffatomen, eine substituierte oder nicht-substituierte aromatische Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 6 bis 100 Kohlenstoffatomen, eine substituierte oder nicht-substituierte heterocyclische Gruppe mit 1 bis 100 Kohlenstoffatomen und eine substituierte oder nicht-substituierte Diarylaminogruppe mit 12 bis 100 Kohlenstoffatomen.

[0082] Es sei angemerkt, dass die organische Verbindung vorzugsweise einen oder zwei Substituenten mit 6 bis 100 Kohlenstoffatomen, stärker bevorzugt einen oder zwei relativ großen ersten Substituenten mit 12 bis 100 Kohlenstoffatomen, aufweist. Die organische Verbindung kann auch einen relativ kleinen zweiten Substituenten aufweisen, und der zweite Substituent ist vorzugsweise ein Substituent mit 1 bis 25 Kohlenstoffatomen, stärker bevorzugt ein Substituent mit 1 bis 6 Kohlenstoffatomen. Die organische Verbindung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, die den ersten Substituenten und keinen zweiten Substituenten aufweist, ist einfach herzustellen, und Rohstoffen für die organische Verbindung sind auch leicht erhältlich, so dass die organische Verbindung mit niedrigen Kosten hergestellt werden kann. Dementsprechend wird die organische Verbindung bevorzugt.

[0083] Es sei angemerkt, dass die organische Verbindung der Einfachheit der Synthese halber vorzugsweise ein Molekulargewicht von weniger als oder gleich 3000 aufweist, stärker bevorzugt der Einfachheit der Verdampfung halber ein Molekulargewicht von weniger als oder gleich 1500.

[0084] Die organische Verbindung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, die ein Molekulargewicht von weniger als oder gleich 5000 aufweist, kann durch die nachstehend gezeigte allgemeine Formel (G1) dargestellt werden.

[Chemische Formel 26]



[0085] In der allgemeinen Formel (G1) stellen X^1 und X^2 unabhängig voneinander ein Sauerstoffatom oder ein Schwefelatom dar. Es sei angemerkt, dass sowohl X^1 als auch X^2 der Einfachheit der Synthese halber vorzugsweise die gleichen Atome sind. Stärker bevorzugt sind sowohl X^1 als auch X^2 Sauerstoffatome, wobei in diesem Fall beispielsweise die folgenden Wirkungen erhalten werden: Die Synthese ist einfach, Licht mit einer kürzeren Wellenlänge kann aufgrund eines hohen Singulett-Anregungsniveaus emittiert werden und eine hohe Emissionsquantenausbeute kann erhalten werden. Es sei angemerkt, dass dann, wenn die Anzahl von Sauerstoffatomen in X^1 und X^2 größer ist, Licht mit einer kürzeren Wellenlänge emittiert wird, während dann, wenn die Anzahl von Schwefelatomen in X^1 und X^2 größer ist, Licht mit einer längeren Wellenlänge emittiert wird. Daher können X^1 und X^2 je nach dem Ziel-Singulett-Anregungsniveau und der Ziel-Emissionswellenlänge in geeigneter Weise bestimmt werden. In der Formel R^1 bis R^{12} stellen unabhängig voneinander Wasserstoff oder einen Substituenten dar.

[0086] Vorzugsweise weisen die Substituenten unabhängig voneinander 1 bis 100 Kohlenstoffatomen auf. Beispiele für den Substituenten umfassen eine substituierte oder nicht-substituierte aliphatische Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 1 bis 100 Kohlenstoffatomen, eine substituierte oder nicht-substituierte alicyclische Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 3 bis 100 Kohlenstoffatomen, eine substituierte oder nicht-substituierte aromatische Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 6 bis 100 Kohlenstoffatomen, eine substituierte oder nicht-substituierte heterocyclische Gruppe mit 1 bis 100 Kohlenstoffatomen und eine substituierte oder nicht-substituierte Diarylaminogruppe mit 12 bis 100 Kohlenstoffatomen.

[0087] Vorzugsweise stellt mindestens eines von R^1 bis R^{12} einen Substituenten mit 6 bis 100 Kohlenstoffatomen dar, wobei in diesem Fall das andere oder die anderen unabhängig voneinander Wasserstoff oder einen Substituenten mit 1 bis 25 Kohlenstoffatomen darstellt/darstellen. Die Anzahl von Substituenten mit 6 bis 100 Kohlenstoffatomen in R^1 bis R^{12} ist zur einfachen Synthese und leichten Verdampfung vorzugsweise 1 oder 2, vorzugsweise 1 für einfache Verdampfung, wobei in diesem Fall das Molekulargewicht klein ist. Hingegen ist das Molekulargewicht für hohe Wärmebeständigkeit vorzugsweise groß, wobei in diesem Fall die Anzahl von Substituenten vorzugsweise groß ist, weil das Molekulargewicht ohne zu große Ausdehnung der Konjugation leicht erhöht werden kann.

[0088] In dem Fall, in dem die durch die allgemeine Formel (G1) dargestellte organische Verbindung einen Substituenten mit 6 bis 100 Kohlenstoffatomen aufweist, sind/ist R^2 und/oder R^9 oder R^3 und/oder R^8 der Einfachheit der Synthese halber vorzugsweise der Substituent. Besonders bevorzugt sind/ist R^2 und/oder R^9 ein Substituent mit 6 bis 100 Kohlenstoffatomen, wobei in diesem Fall die Emissionsquantenausbeute hoch ist.

[0089] In dem Fall, in dem die durch die allgemeine Formel (G1) dargestellte organische Verbindung einen Substituenten mit 6 bis 100 Kohlenstoffatomen aufweist, ist einer von Substituenten in den meta-Positionen (z. B. R^1 oder R^2 und R^5 oder R^6) der Einfachheit der Synthese halber vorzugsweise Wasserstoff, weil die sterische Hinderung der Substituenten klein sein kann. Das heißt, dass Wasserstoff vorzugsweise an Kohlenstoff gebunden ist, der dem Kohlenstoff benachbart ist, an den der Substituent mit 6 bis 100 Kohlenstoffatomen gebunden ist.

[0090] In dem Fall, in dem die durch die allgemeine Formel (G1) dargestellte organische Verbindung einen Substituenten mit 6 bis 100 Kohlenstoffatomen aufweist, ist/sind der Einfachheit der Synthese halber eines oder mehrere von R^1 bis R^3 und R^8 bis R^{12} vorzugsweise der Substituent, weil die sterische Hinderung der Substituenten klein sein kann.

[0091] Es sei angemerkt, dass Beispiele für den Substituenten mit 6 bis 100 Kohlenstoffatomen wird eine substituierte oder nicht-substituierte aliphatische Kohlenwasserstoff-Gruppe, eine substituierte oder nicht-substituierte alicyclische Kohlenwasserstoff-Gruppe, eine substituierte oder nicht-substituierte aromatische Kohlenwasserstoff-Gruppe, eine substituierte oder nicht-substituierte heterocyclische Gruppe und eine substituierte

oder nicht-substituierte Diarylamino-Gruppe umfassen. Es sei angemerkt, dass Beispiele für eine Aryl-Gruppe, die in der Diarylamino-Gruppe enthalten ist, eine Heteroaryl-Gruppe umfassen. Die Diarylamino-Gruppe wird vorzugsweise ausgewählt, um die Emissionsquantenausbeute zu erhöhen.

[0092] In dem Fall, in dem die durch die allgemeine Formel (G1) dargestellte organische Verbindung eine substituierte oder nicht-substituierte Diarylamino-Gruppe mit 12 bis 100 Kohlenstoffatomen als Substituenten mit 6 bis 100 Kohlenstoffatomen aufweist, sind/ist R² und/oder R⁹ vorzugsweise die Diarylamino-Gruppe, wobei in diesem Fall die Zuverlässigkeit der organischen Verbindung als Licht emittierendes Material hoch ist. Die organische Verbindung, bei der sowohl R² als auch R⁹ eine substituierte oder nicht-substituierte Diarylamino-Gruppe mit 12 bis 100 Kohlenstoffatomen sind, wird aufgrund ihrer hohen Quantenausbeute stärker bevorzugt. Des Weiteren weist die organische Verbindung, bei der sowohl R² als auch R⁹ eine substituierte oder nicht-substituierte Diarylamino-Gruppe mit 12 bis 100 Kohlenstoffatomen sind, eine kurze Emissionswellenlänge und ein scharfes Spektrum auf; daher wird die organische Verbindung vorzugsweise für Displays und dergleichen verwendet, bei denen monochromatisches Licht erhalten werden soll.

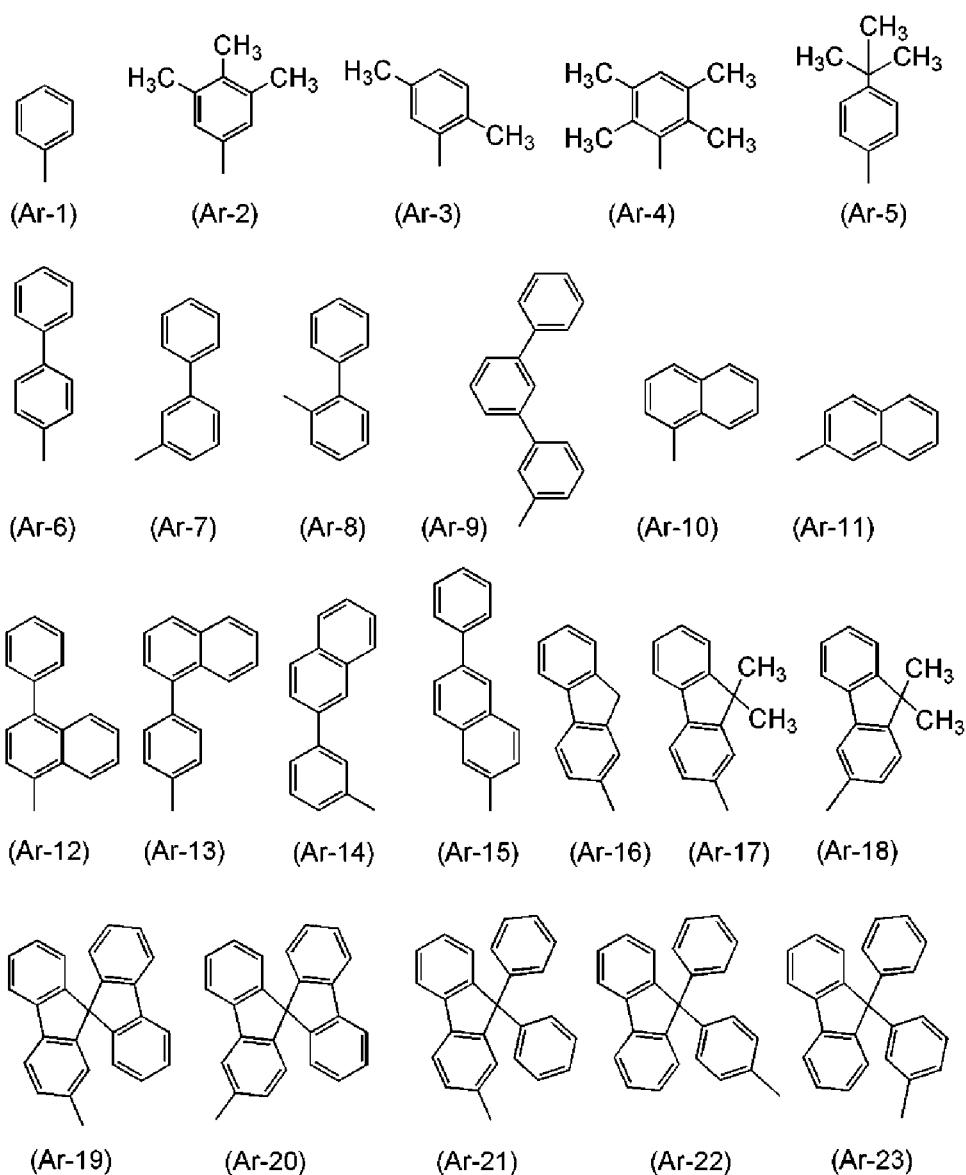
[0093] In dem Fall, in dem der Substituent mit 6 bis 100 Kohlenstoffatomen eine substituierte oder nicht-substituierte Diarylamino-Gruppe mit 12 bis 100 Kohlenstoffatomen ist, sind/ist R³ und/oder R⁸ vorzugsweise die Diarylamino-Gruppe, wobei in diesem Fall die Lochtransporteigenschaft gut ist; stärker bevorzugt sind sowohl R³ als auch R⁸ die Diarylamino-Gruppe, wobei in diesem Fall die Lochtransporteigenschaft besser ist. Die organische Verbindung, bei der R³ und/oder R⁸ die Diarylamino-Gruppe sind/ist, weist eine längere Emissionswellenlänge und ein geringfügig breiteres Spektrum als eine organische Verbindung auf, bei der R² und/oder R⁹ der Substituent sind/ist.

[0094] Spezifische Beispiele für den Substituenten mit 6 bis 100 Kohlenstoffatomen umfassen aromatische Kohlenwasserstoff-Gruppen, wie z. B. eine Phenyl-Gruppe, eine Biphenyl-Gruppe, eine Terphenyl-Gruppe, eine Naphthyl-Gruppe, eine Fluorenyl-Gruppe, eine Spirofluorenyl-Gruppe, eine Phenanthryl-Gruppe, eine Anthryl-Gruppe, eine Dihydroanthryl-Gruppe, eine Triphenylenyl-Gruppe und eine Pyrenyl-Gruppe, und heterocyclische Gruppen, wie z. B. eine Pyridyl-Gruppe, eine Bipyridyl-Gruppe, eine Pyrimidyl-Gruppe, eine Bipyrimidyl-Gruppe, eine Pyrazyl-Gruppe, eine Bipyrazyl-Gruppe, eine Triazyl-Gruppe, eine Chinolyl-Gruppe, eine Isochinolyl-Gruppe, eine Phenanthryl-Gruppe, eine Chinoxalinyl-Gruppe, eine Azofluorenyl-Gruppe, eine Diazofluorenyl-Gruppe, eine Carbazolyl-Gruppe, eine Benzocarbazolyl-Gruppe, eine Dibenzocarbazolyl-Gruppe, eine Dibenzofuranyl-Gruppe, eine Benzonaphthofuranyl-Gruppe, eine Dinaphthofuranyl-Gruppe, eine Dibenzothiophenyl-Gruppe, eine Benzonaphthothiophenyl-Gruppe, eine Dinaphthothiophenyl-Gruppe, eine Benzofuropyridyl-Gruppe, eine Benzofuropyrimidyl-Gruppe, eine Benzothiopyridyl-Gruppe, eine Benzothiopyrimidyl-Gruppe, eine Naphthofuropyridyl-Gruppe, eine Naphthofuropyrimidyl-Gruppe, eine Naphthothiopyridyl-Gruppe, eine Naphthothiopyrimidyl-Gruppe, eine Dibenzochinoxalinyl-Gruppe, eine Acridinyl-Gruppe, eine Xanthenyl-Gruppe, eine Phenothiazinyl-Gruppe, eine Phenoazinyl-Gruppe und eine Phenazyl-Gruppe. Ein weiteres Beispiel ist eine Diarylamino-Gruppe. Die Diarylamino-Gruppe weist eine Struktur auf, bei der als Aryl-Gruppe eine Phenyl-Gruppe, eine Biphenyl-Gruppe, eine Terphenyl-Gruppe, eine Naphthyl-Gruppe, eine Fluorenyl-Gruppe, eine Spirofluorenyl-Gruppe, eine Phenanthryl-Gruppe, eine Anthryl-Gruppe, eine Triphenylenyl-Gruppe oder eine Pyrenyl-Gruppe an Stickstoff eines Amins gebunden ist. Der Substituent mit 6 bis 100 Kohlenstoffatomen ist vorzugsweise die Diarylamino-Gruppe.

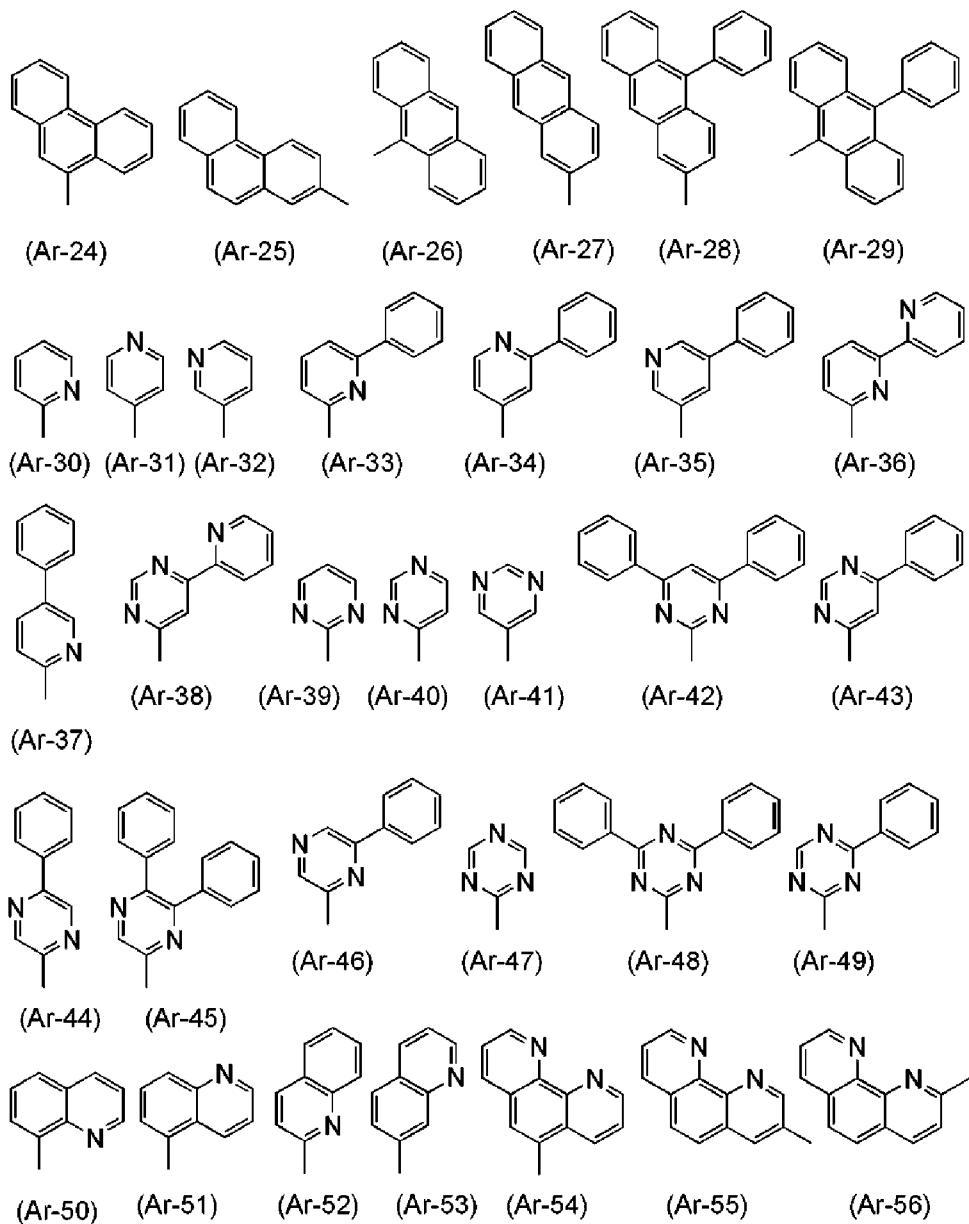
[0095] Es sei angemerkt, dass jeder dieser Substituenten als Substituenten ferner eine aliphatische Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 1 bis 6 Kohlenstoffatomen, eine alicyclische Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 3 bis 6 Kohlenstoffatomen oder dergleichen aufweisen kann. Diese Struktur wird dahingehend bevorzugt, dass die Lösbarkeit in einem organischen Lösungsmittel hoch ist.

[0096] Die Strukturformeln von Beispielen für den Substituenten mit 6 bis 100 Kohlenstoffatomen werden nachstehend gezeigt. Wie vorstehend beschrieben, kann jeder der Substituenten beispielsweise als Substituenten ferner eine aliphatische Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 1 bis 6 Kohlenstoffatomen oder eine alicyclische Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 3 bis 6 Kohlenstoffatomen aufweisen.

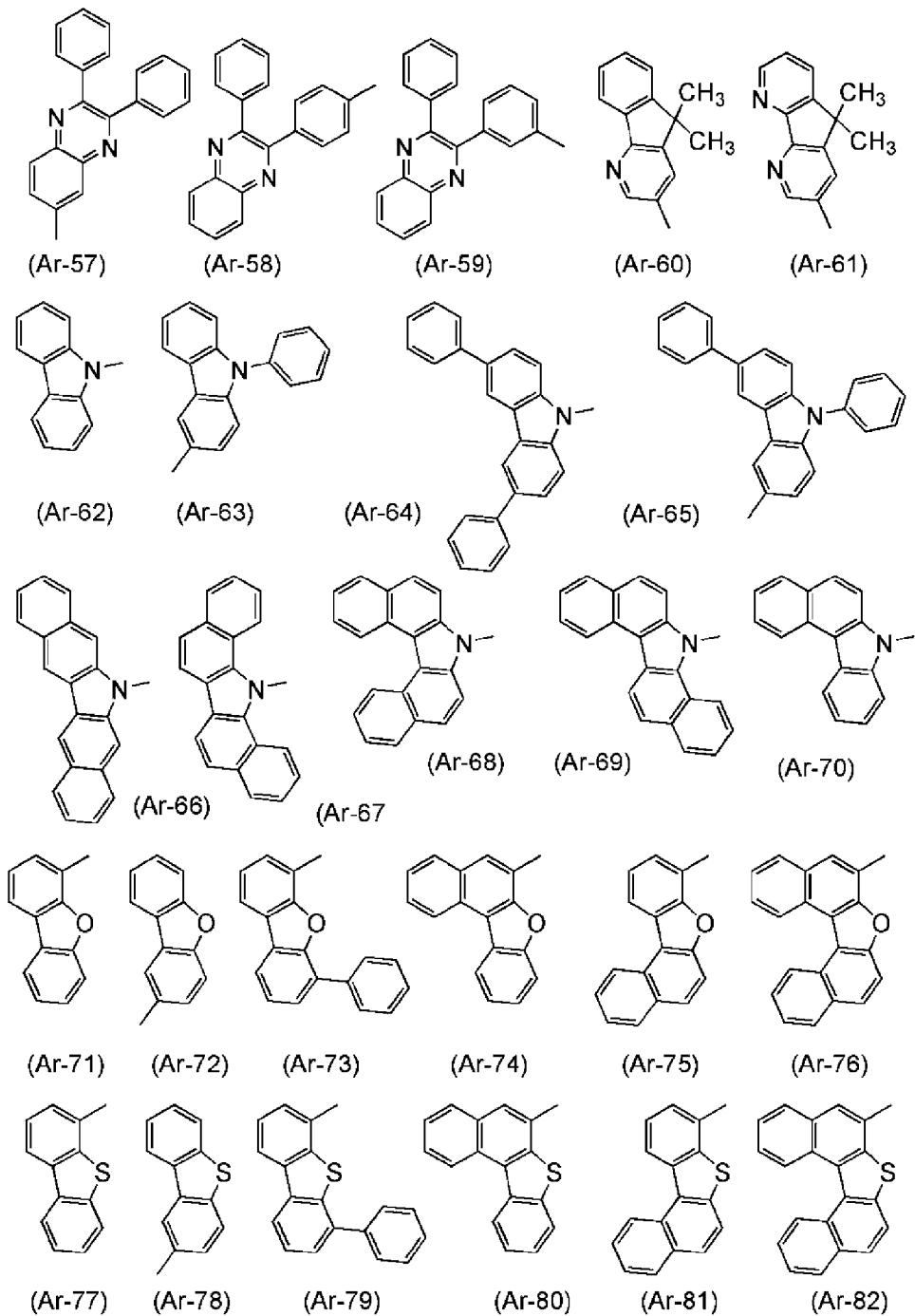
[Chemische Formel 27]



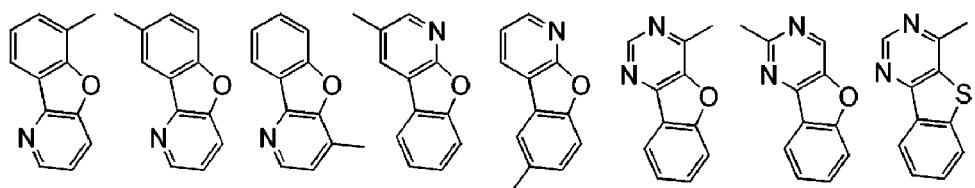
[Chemische Formel 28]



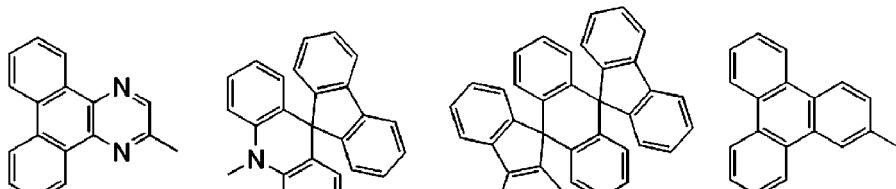
[Chemische Formel 29]



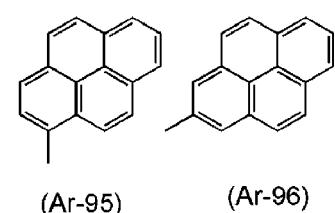
[Chemische Formel 30]



(Ar-83) (Ar-84) (Ar-85) (Ar-86) (Ar-87) (Ar-88) (Ar-89) (Ar-90)

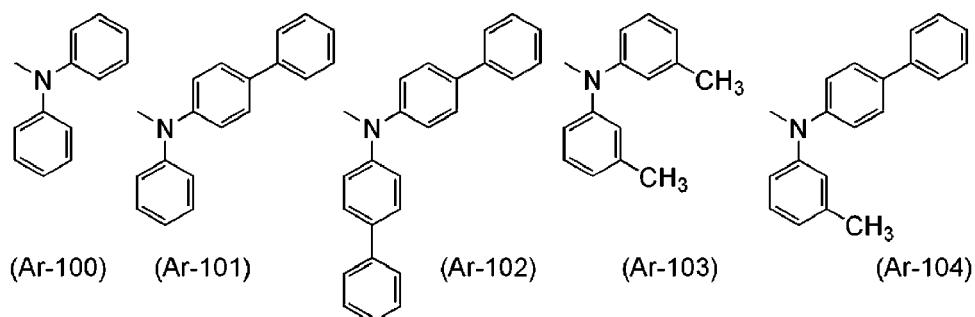


(Ar-91) (Ar-92) (Ar-93) (Ar-94)

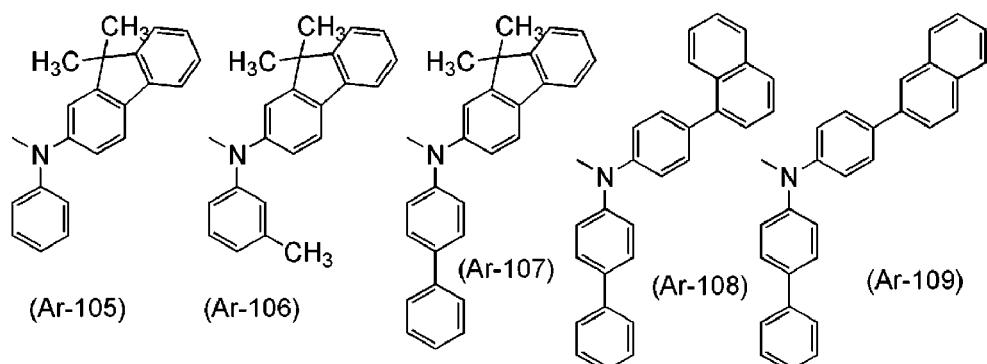


(Ar-95) (Ar-96)

[Chemische Formel 31]

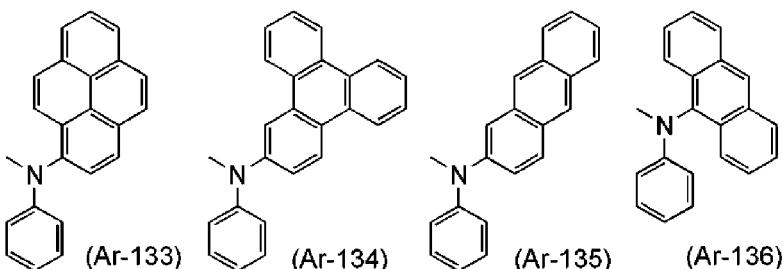
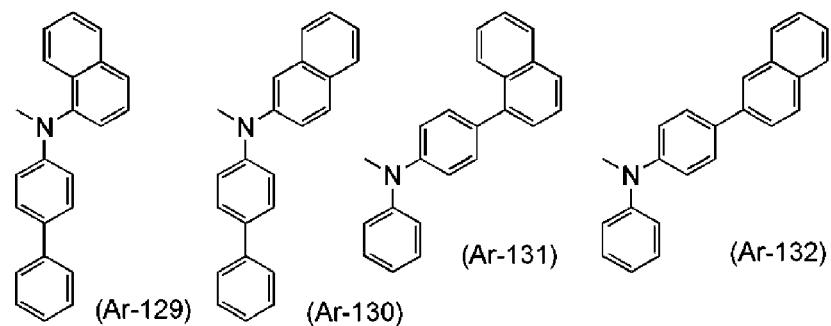
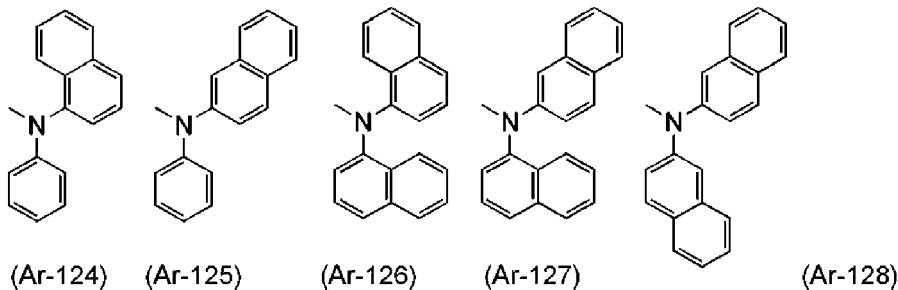
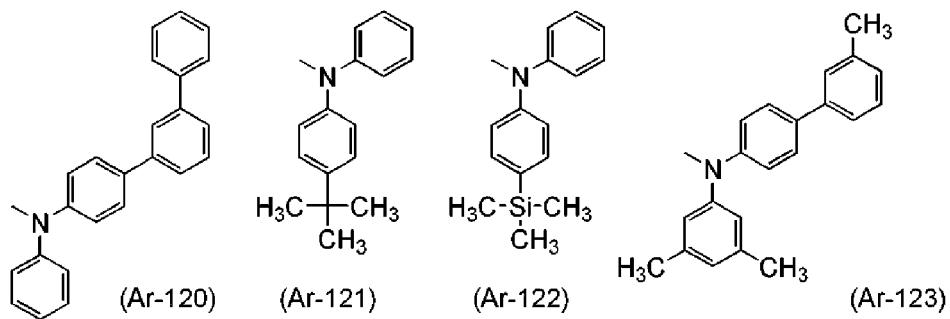


(Ar-100) (Ar-101) (Ar-102) (Ar-103) (Ar-104)

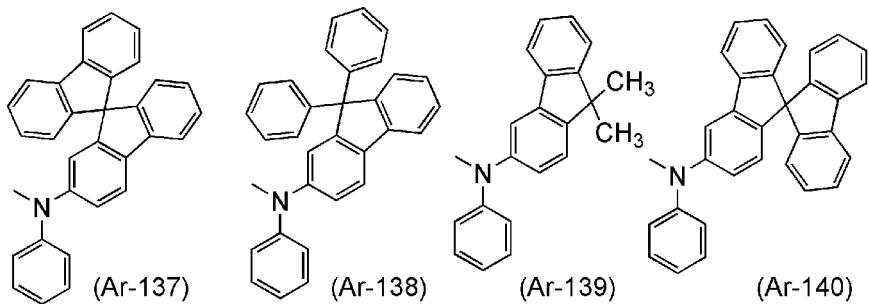


(Ar-105) (Ar-106) (Ar-107) (Ar-108) (Ar-109)

[Chemische Formel 32]



[Chemische Formel 33]



[0097] Es sei angemerkt, dass die Struktur eines Substituenten, bei dem zwei oder mehr Substituenten aneinander gebunden sind, wie z. B. (Ar-2) bis (Ar-9), (Ar-12) bis (Ar-15), (Ar-17) bis (Ar-23), (Ar-28), (Ar-29), (Ar-33) bis (Ar-38), (Ar-42) bis (Ar-46), (Ar-48), (Ar-49), (Ar-57) bis (Ar-61), (Ar-63) bis (Ar-65), (Ar-79), (Ar-92)

und (Ar-93), sterisch ist; daher wird ein Film, der eine organische Verbindung mit einem solchen Substituenten enthält, nicht leicht kristallisiert, und eine stabile Filmqualität wird erhalten.

[0098] Wenn, wie bei den Strukturen von (Ar-13), (Ar-14), (Ar-22) und (Ar-23) ein Substituent über eine Phenyl-Gruppe an einen anderen Substituenten gebunden ist, dehnt sich die Konjugation nicht leicht bis zu dem Substituenten aus, und daher kann das Singulett-Anregungsniveau hoch gehalten werden. Eine Struktur, bei der ein Substituent über eine Metaphenyl-Gruppe an einen anderen Substituenten gebunden ist, weist eine beachtliche Wirkung auf und wird daher besonders bevorzugt. Eine Struktur, bei der ein Substituent über eine Paraphenyl-Gruppe an einen anderen Substituenten gebunden ist, weist eine hohe Zuverlässigkeit auf und wird daher bevorzugt.

[0099] Des Weiteren werden ein Substituent mit zwei oder mehr kondensierten Ringen, wie z. B. (Ar-10) bis (Ar-96), und eine heterocyclische Verbindung aufgrund ihrer ausgezeichneten Ladungsträgertransporteigenschaften bevorzugt. Die Anthryl-Gruppen von (Ar-26) bis (Ar-29) werden aufgrund ihrer ausgezeichneten Loch- und Elektronentransporteigenschaften bevorzugt.

[0100] Die Substituenten von (Ar-100) bis (Ar-140) sind Beispiele für Arylamino-Gruppen. Wenn, wie (Ar-101), (Ar-102), (Ar-104), (Ar-107) bis (Ar-120), (Ar-123) und (Ar-129) bis (Ar-132), eine Arylamino-Gruppe eine Struktur aufweist, bei der zwei oder mehr Substituenten, die aneinander gebunden sind, an Stickstoff gebunden sind, ist die Struktur sterisch; daher wird ein Film, der eine organische Verbindung mit einer solchen Arylamino-Gruppe enthält, nicht leicht kristallisiert, und eine stabile Filmqualität wird erhalten. Es sei angemerkt, dass eine solche Arylamino-Gruppe vorzugsweise als Substituent mit 6 bis 100 Kohlenstoffatomen ausgewählt wird, wobei sich in diesem Fall die Emissionsquantenausbeute einer organischen Verbindung erhöht.

[0101] Die Strukturen von (Ar-108), (Ar-109), (Ar-129) und (Ar-132), in denen eine Aryl-Gruppe über eine Phenyl-Gruppe an Stickstoff eines Amins gebunden ist, werden dahingehend bevorzugt, dass sich die Konjugation nicht leicht bis zu der Aryl-Gruppe ausdehnt und daher das Singulett-Anregungsniveau hoch gehalten werden kann. Die Struktur, bei der ein unterschiedlicher Substituent über eine Phenyl-Gruppe an ein Amin gebunden ist, wird dahingehend bevorzugt, dass sich die Konjugation nicht leicht ausdehnt und daher das Singulett-Anregungsniveau hoch gehalten werden kann. Besonders bevorzugt ist die Phenyl-Gruppe eine Metaphenyl-Gruppe, wobei in diesem Fall eine deutliche Wirkung erhalten werden kann.

[0102] Die Substituenten, wie z. B. (Ar-101) bis (Ar-120), (Ar-123), (Ar-129) bis (Ar-132), (Ar-137) und (Ar-138), in denen eine Parabiphenyl-Struktur an ein Amin gebunden ist, werden dahingehend bevorzugt, dass die Zuverlässigkeit eines Licht emittierenden Materials erhöht wird.

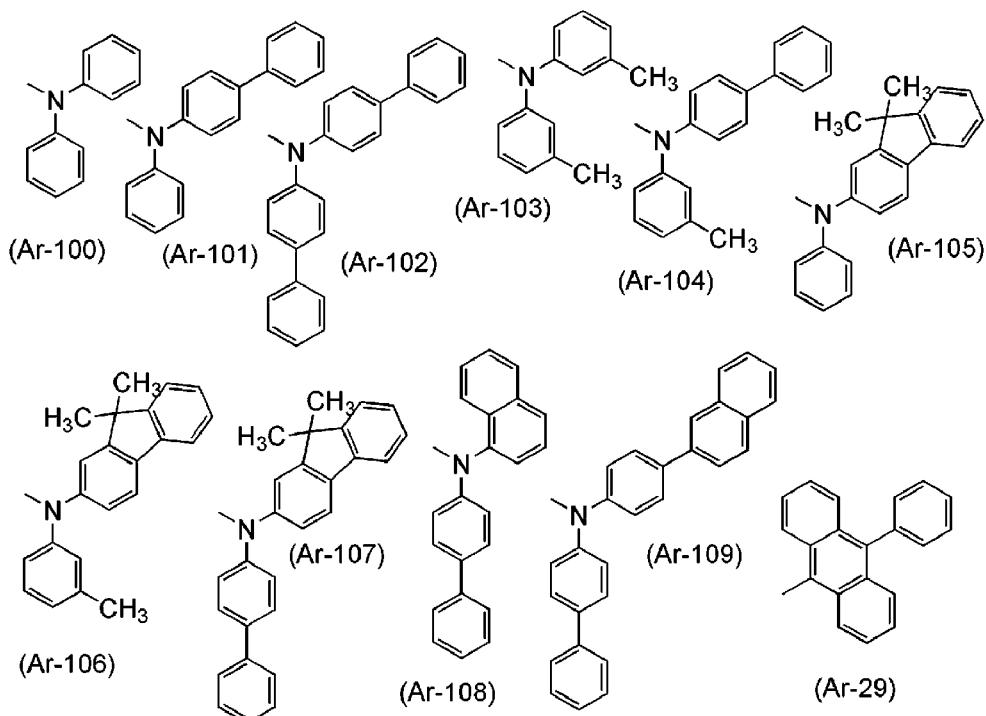
[0103] Die Strukturen von (Ar-103) bis (Ar-107), (Ar-121) bis (Ar-123) und (Ar-139), die eine Alkyl-Gruppe oder eine Alkylsilyl-Gruppe aufweisen, werden dahingehend bevorzugt, dass die Lösbarkeit in einem organischen Lösungsmittel hoch ist. Des Weiteren kann das Verhindern der Wechselwirkung zwischen Molekülen dazu beitragen, die Sublimationstemperatur zu senken, und daher ist eine Alkyl-Gruppe oder eine Alkylsilyl-Gruppe, wie bei den Strukturen von (Ar-103) und (Ar-123), vorzugsweise an eine Vielzahl von Substituenten gebunden.

[0104] Es sei angemerkt, dass dann, wenn die organische Verbindung zwei oder mehr Diarylamino-Gruppen als Substituenten aufweist, ein Emissionszentrum-Gerüst in der organischen Verbindung ein Naphtho[2,3-b;7,6-b']bisbenzofuran-Gerüst oder ein Naphtho[2,3-b;7,6-b']bisbenzothiophen-Gerüst sein kann, was eine hohe Quantenausbeute zur Folge hat.

[0105] Die Strukturen von (Ar-19) bis (Ar-23), (Ar-92), (Ar-93) und (Ar-137) bis (Ar-140), in denen Substituenten über Kohlenstoff mit einer Sigma-Bindung beispielsweise an der 9-Position von Fluor aneinander gebunden sind, werden dahingehend bevorzugt, dass sich die Konjugation nicht leicht ausdehnt, dass das S1-Niveau hoch ist und dass die Emissionswellenlänge kürzer ist.

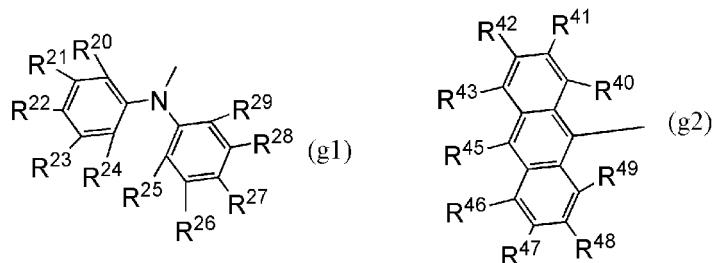
[0106] Es sei angemerkt, dass die Gruppen, die durch die nachstehend gezeigten Strukturformeln dargestellt werden, unter den vorstehend gezeigten Gruppen besonders bevorzugt werden.

[Chemische Formel 34]



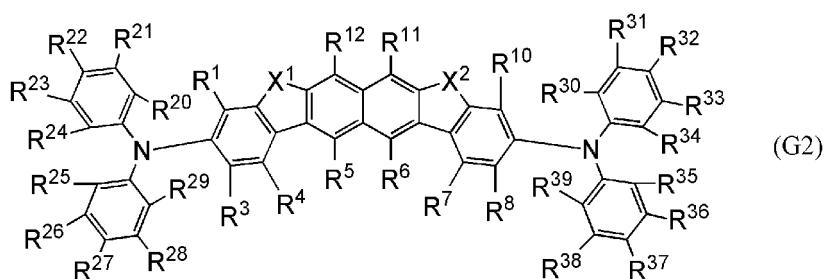
[0107] Die Gruppen, die durch die nachstehend gezeigten allgemeinen Formeln (g1) und (g2) dargestellt werden, werden auch als Substituent mit 6 bis 100 Kohlenstoffatomen bevorzugt.

[Chemische Formel 35]

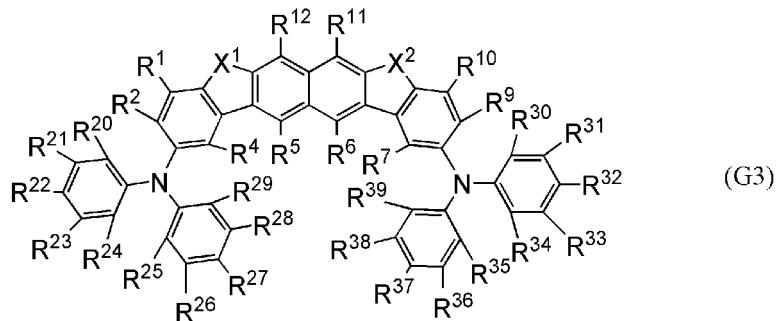


[0108] Die durch die allgemeine Formel (G1) dargestellte organische Verbindung, die die durch die allgemeine Formel (g1) unter den vorstehenden Substituenten dargestellte Gruppe aufweist, wird aufgrund ihrer hohen Emissionseffizienz bevorzugt. Die durch die allgemeine Formel (G1) dargestellte organische Verbindung, die die durch die allgemeine Formel (g2) dargestellte Gruppe aufweist, wird unter den vorstehenden Substituenten aufgrund ihrer ausgezeichneten Lochtransporteigenschaft bevorzugt. Das heißt, dass organische Verbindungen, die durch die nachstehend gezeigten allgemeinen Formeln (G2) bis (G4) dargestellt werden, bevorzugt werden.

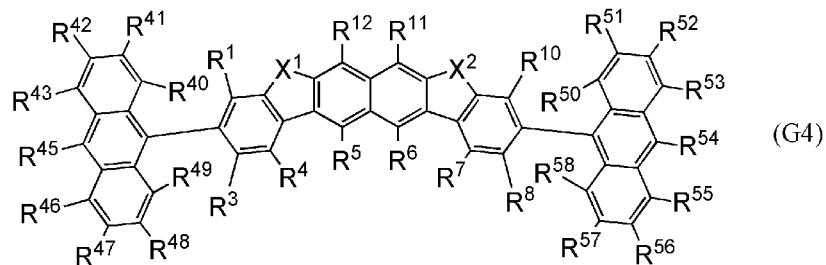
[Chemische Formel 36]



[Chemische Formel 37]



[Chemische Formel 38]



[0109] In den allgemeinen Formeln (G2) bis (G4) stellen X^1 und X^2 unabhängig voneinander ein Sauerstoffatom oder ein Schwefelatom dar. Außerdem stellen R^1 , R^3 bis R^8 , R^{10} bis R^{12} , R^{20} bis R^{29} und R^{30} bis R^{39} in der allgemeinen Formel (G2), R^1 , R^2 , R^4 bis R^7 , R^9 bis R^{12} , R^{20} bis R^{29} und R^{30} bis R^{39} in der allgemeinen Formel (G3) sowie R^1 , R^3 bis R^8 , R^{10} bis R^{12} , R^{40} bis R^{49} und R^{50} bis R^{59} in der allgemeinen Formel (G4) unabhängig voneinander Wasserstoff oder einen Substituenten mit 1 bis 25 Kohlenstoffatomen dar.

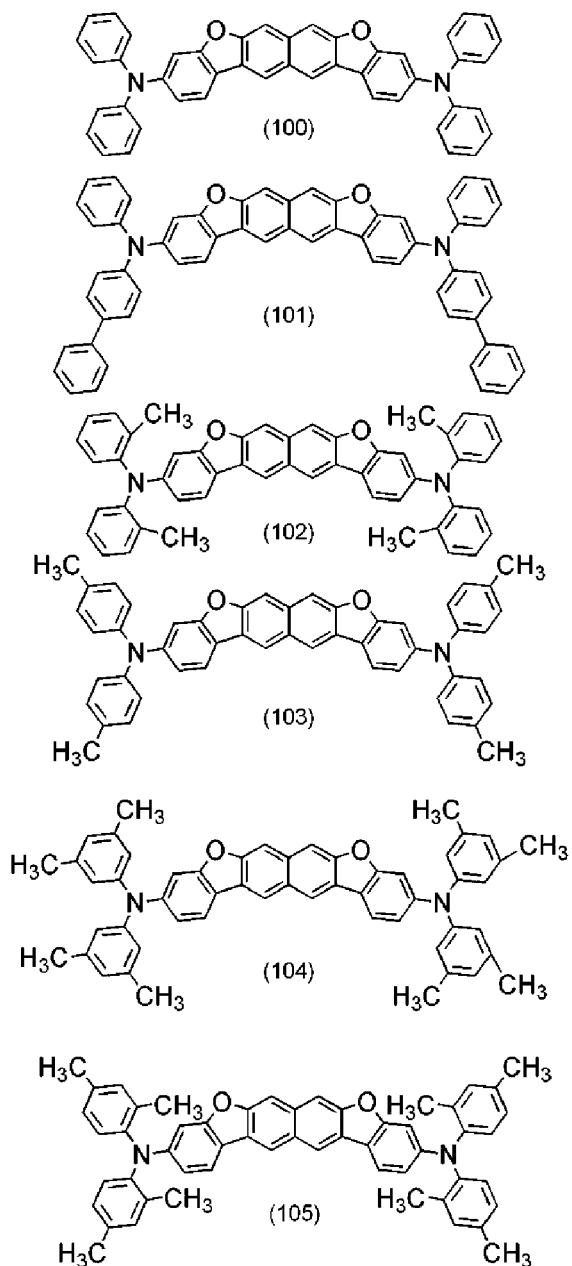
[0110] Beispiele für den Substituenten mit 1 bis 25 Kohlenstoffatomen umfassen eine aliphatische Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 1 bis 10 Kohlenstoffatomen, eine alicyclische Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 3 bis 20 Kohlenstoffatomen, eine aromatische Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 6 bis 25 Kohlenstoffatomen, eine heterocyclische Gruppe mit 1 bis 25 Kohlenstoffatomen und eine Alkylsilyl-Gruppe.

[0111] Beispiele für die aliphatische Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 1 bis 10 Kohlenstoffatomen umfassen eine Methyl-Gruppe, eine Ethyl-Gruppe, eine Propyl-Gruppe, eine Isopropyl-Gruppe, eine Butyl-Gruppe, eine tert-Butyl-Gruppe, eine Pentyl-Gruppe, eine Hexyl-Gruppe, eine Heptyl-Gruppe, eine Octyl-Gruppe, eine Nonyl-Gruppe, eine Decyl-Gruppe und eine Icosyl-Gruppe. Beispiele für die alicyclische Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 3 bis 20 Kohlenstoffatomen umfassen eine Cyclopropyl-Gruppe, eine Cyclohexyl-Gruppe, eine Adamantyl-Gruppe und eine Norbornyl-Gruppe. Beispiele für die aromatische Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 6 bis 25 Kohlenstoffatomen umfassen eine Phenyl-Gruppe, eine Biphenyl-Gruppe, eine Naphthyl-Gruppe, eine Phenanthryl-Gruppe, eine Anthryl-Gruppe, eine Fluorenyl-Gruppe, eine Fluorenyl-Gruppe, deren 9-Position durch zwei Alkyl-Gruppen substituiert ist, eine Spirofluorenyl-Gruppe, eine Pyrenyl-Gruppe und eine Triphenylenyl-Gruppe. Beispiele für die heterocyclische Gruppe mit 1 bis 25 Kohlenstoffatomen umfassen eine Carbazolyl-Gruppe, eine Dibenzofuranyl-Gruppe und eine Dibenzothiophenyl-Gruppe.

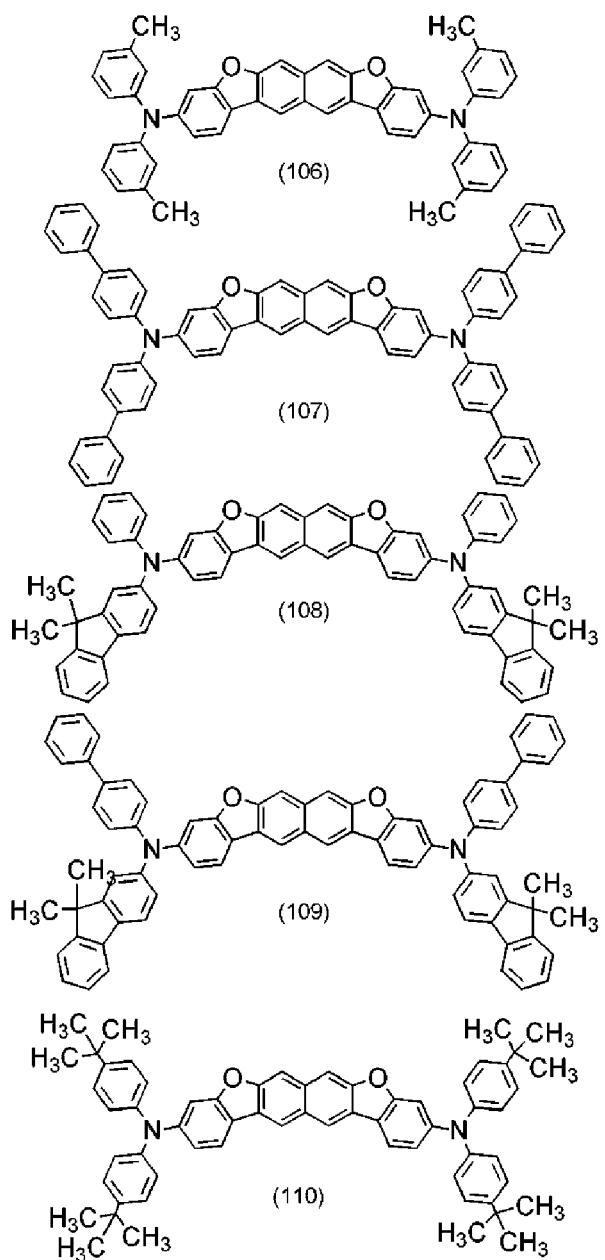
[0112] Jeder dieser Substituenten kann als Substituenten ferner eine aliphatische Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 1 bis 6 Kohlenstoffatomen, eine alicyclische Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 3 bis 6 Kohlenstoffatomen oder dergleichen aufweisen.

[0113] Nachstehend werden Beispiele für die organischen Verbindungen der Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung gezeigt, die die vorstehend beschriebene Struktur aufweisen.

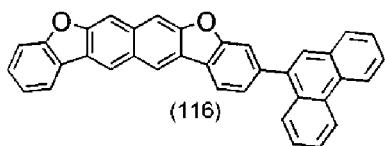
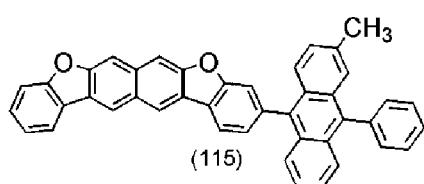
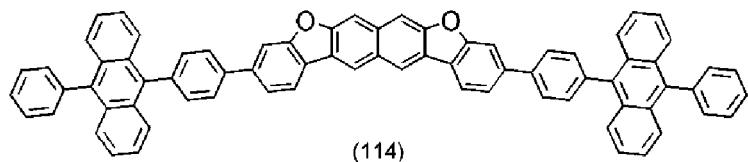
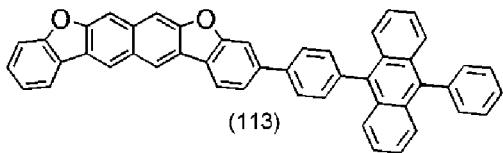
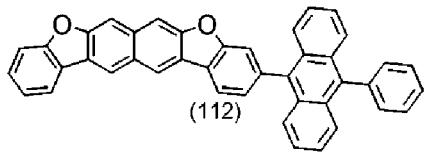
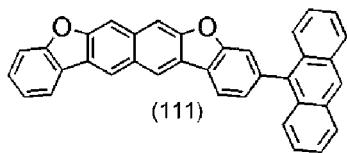
[Chemische Formel 39]



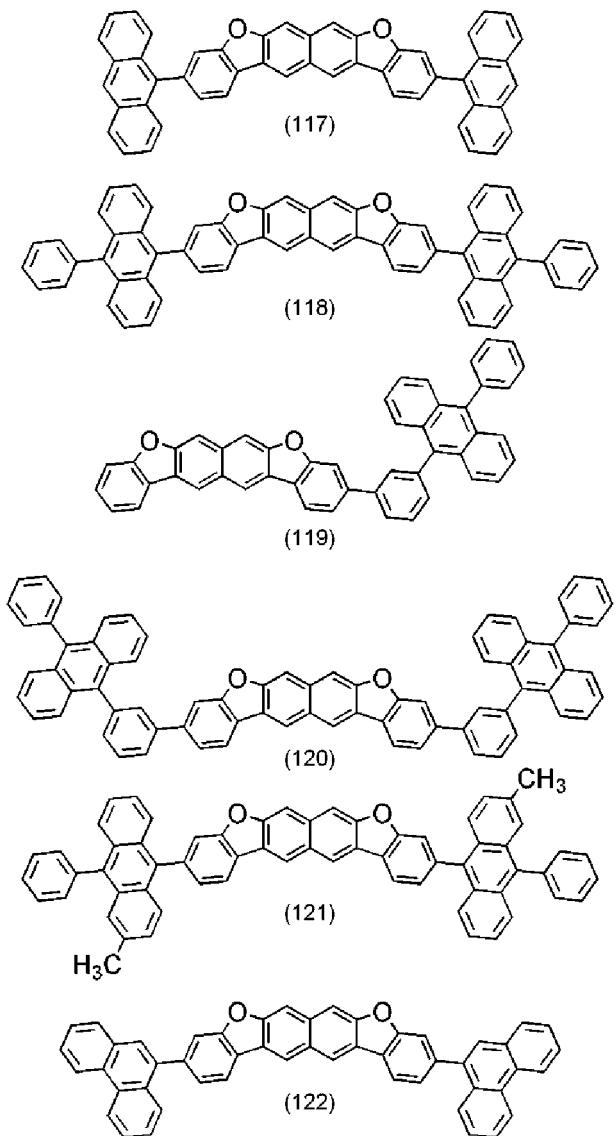
[Chemische Formel 40]



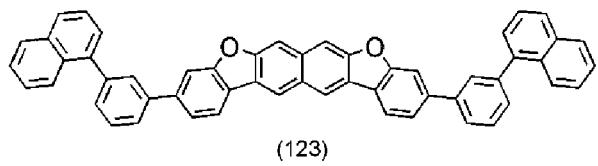
[Chemische Formel 41]



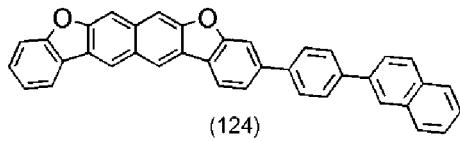
[Chemische Formel 42]



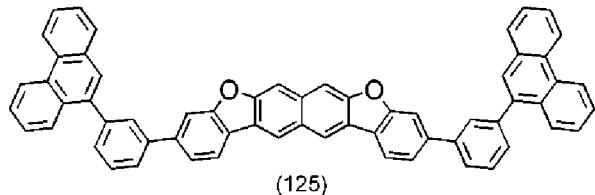
[Chemische Formel 43]



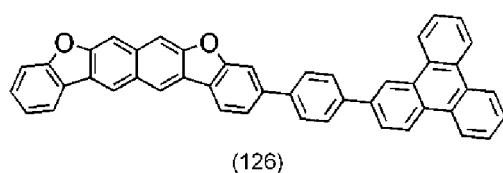
(123)



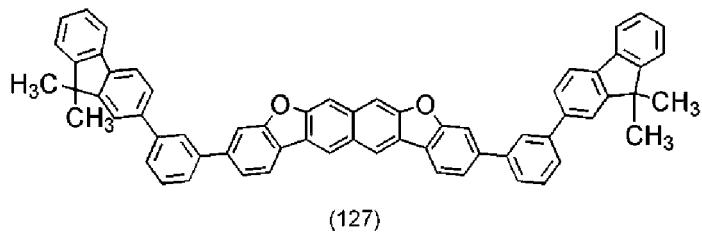
(124)



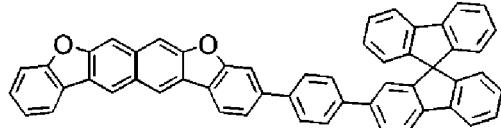
(125)



(126)

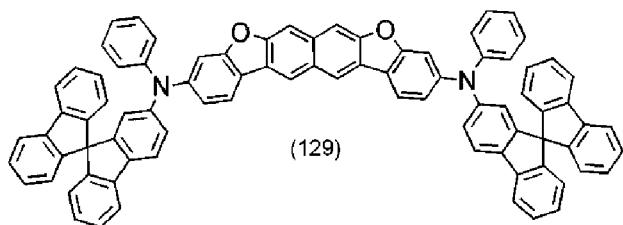


(127)

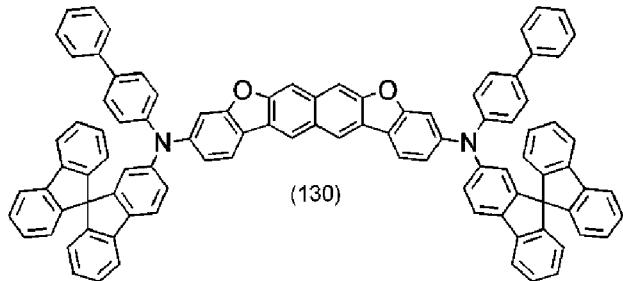


(128)

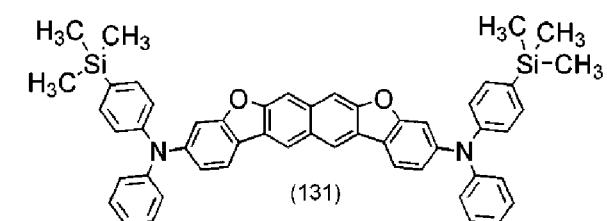
[Chemische Formel 44]



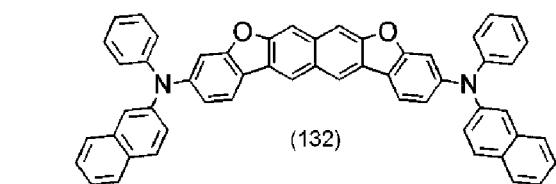
(129)



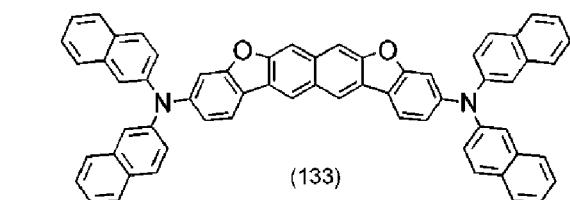
(130)



(131)

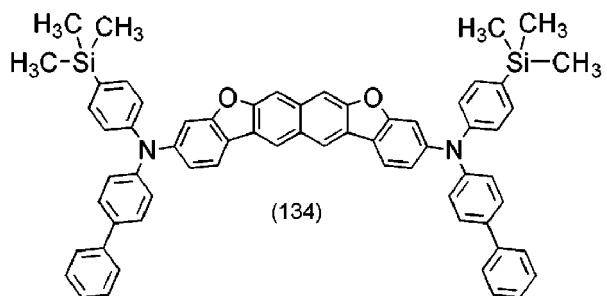


(132)

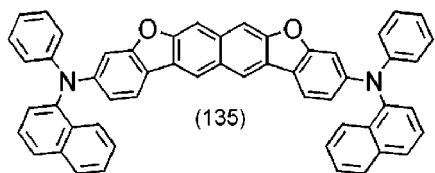


(133)

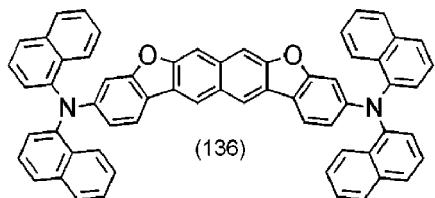
[Chemische Formel 45]



(134)

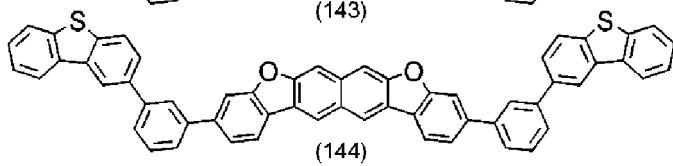
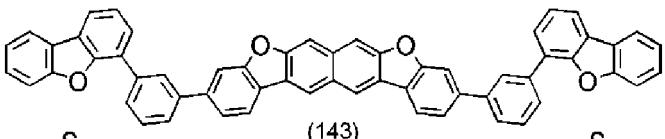
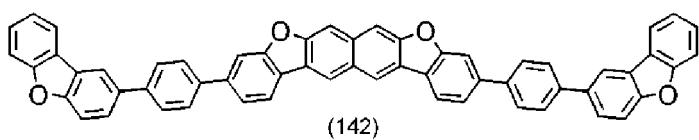
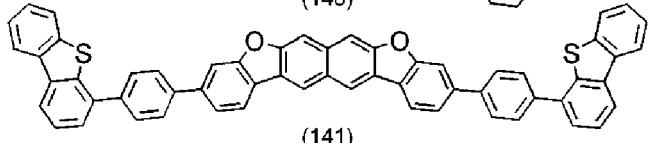
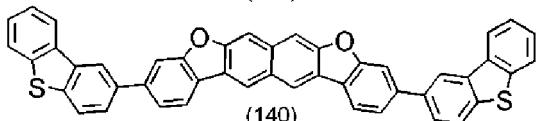
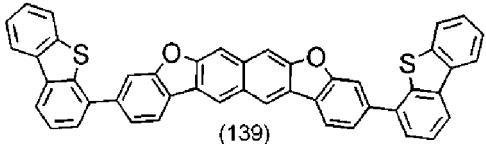
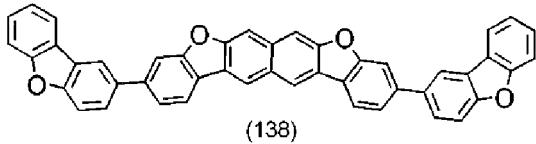
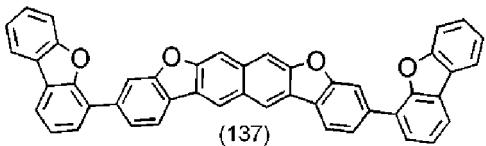


(135)

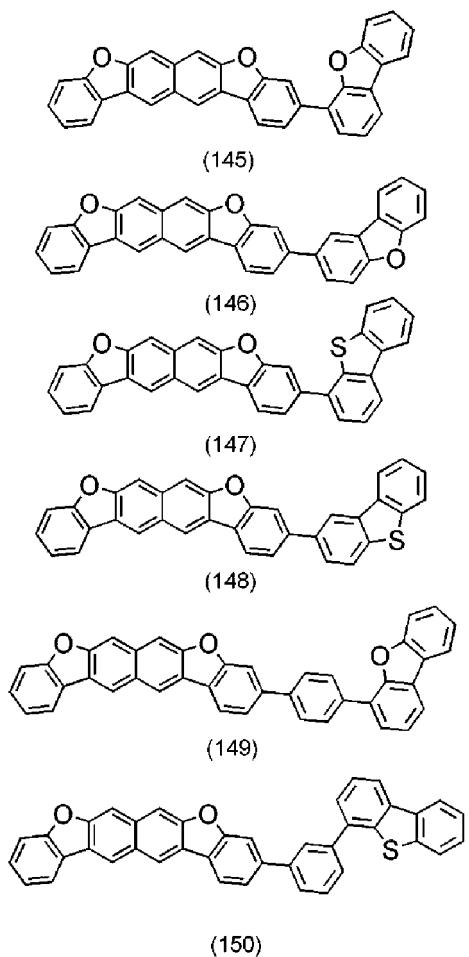


(136)

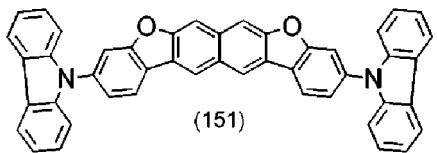
[Chemische Formel 46]



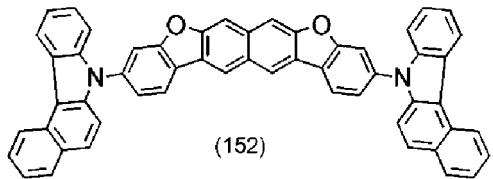
[Chemische Formel 47]



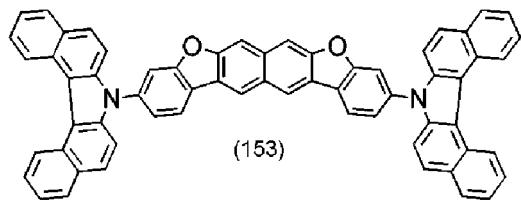
[Chemische Formel 48]



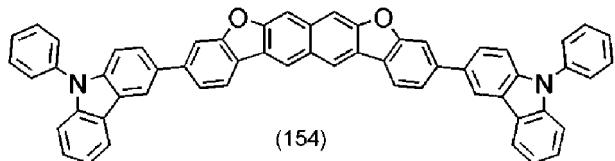
(151)



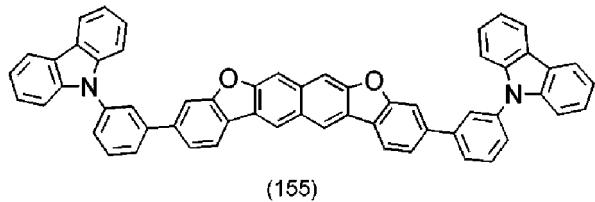
(152)



(153)

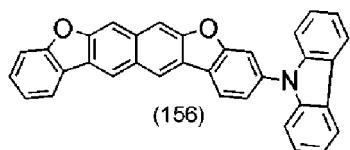


(154)

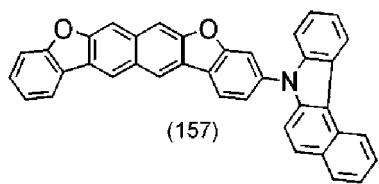


(155)

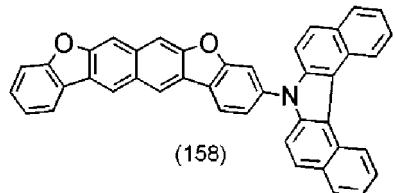
[Chemische Formel 49]



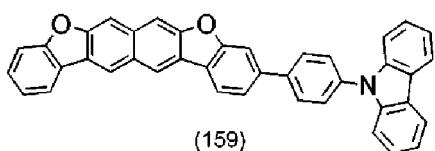
(156)



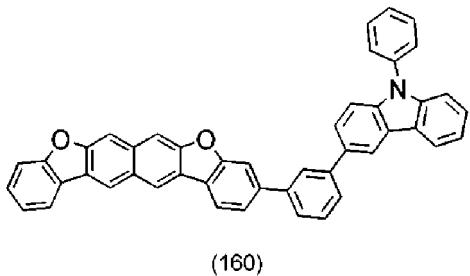
(157)



(158)

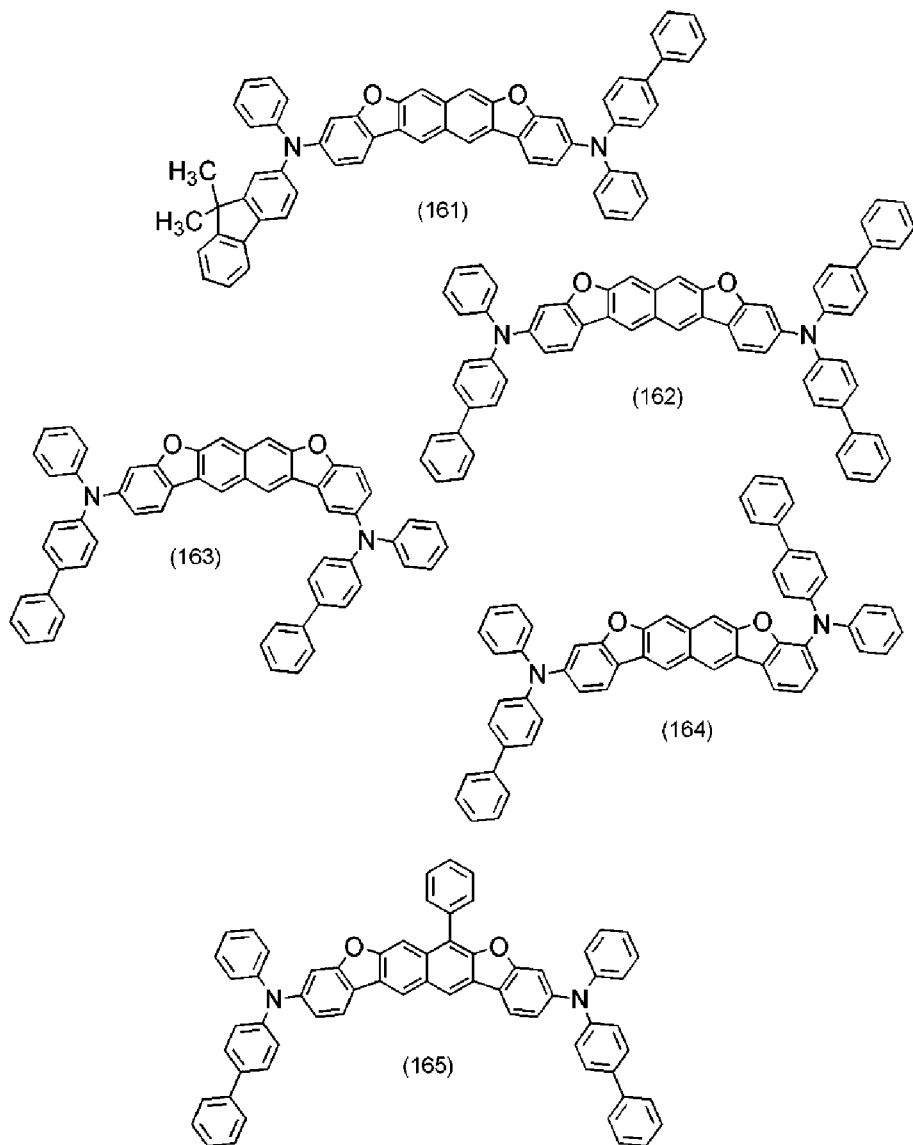


(159)

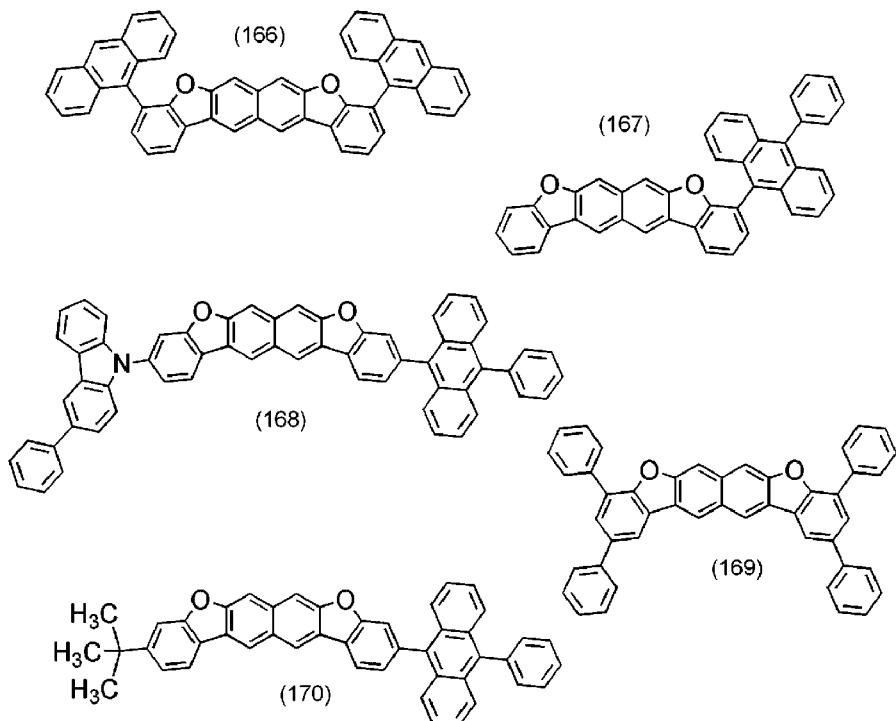


(160)

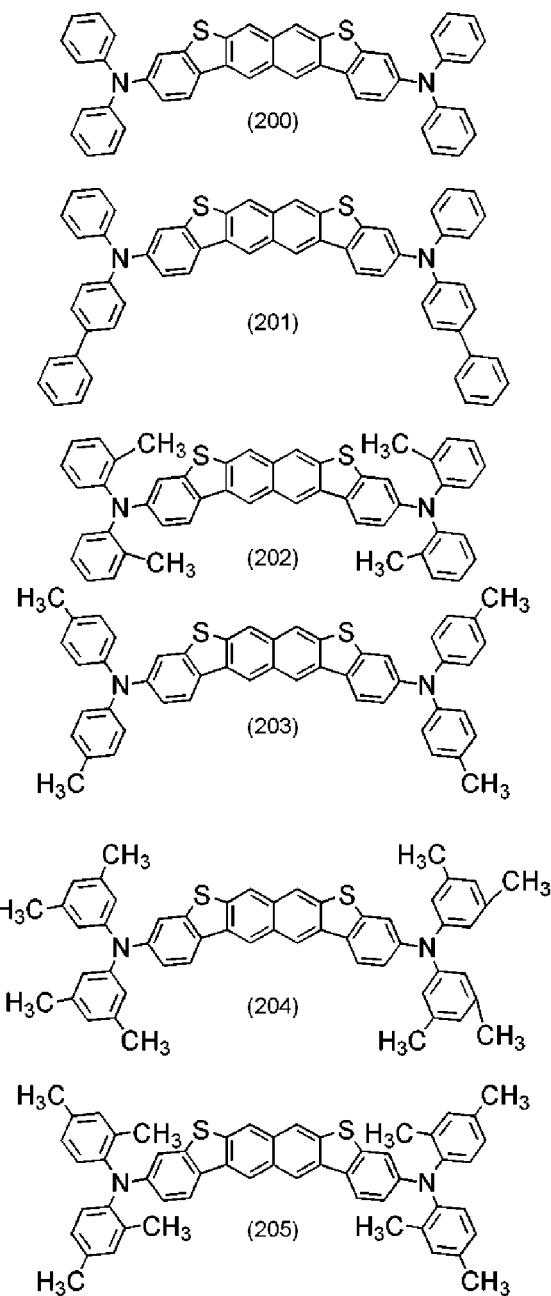
[Chemische Formel 50]



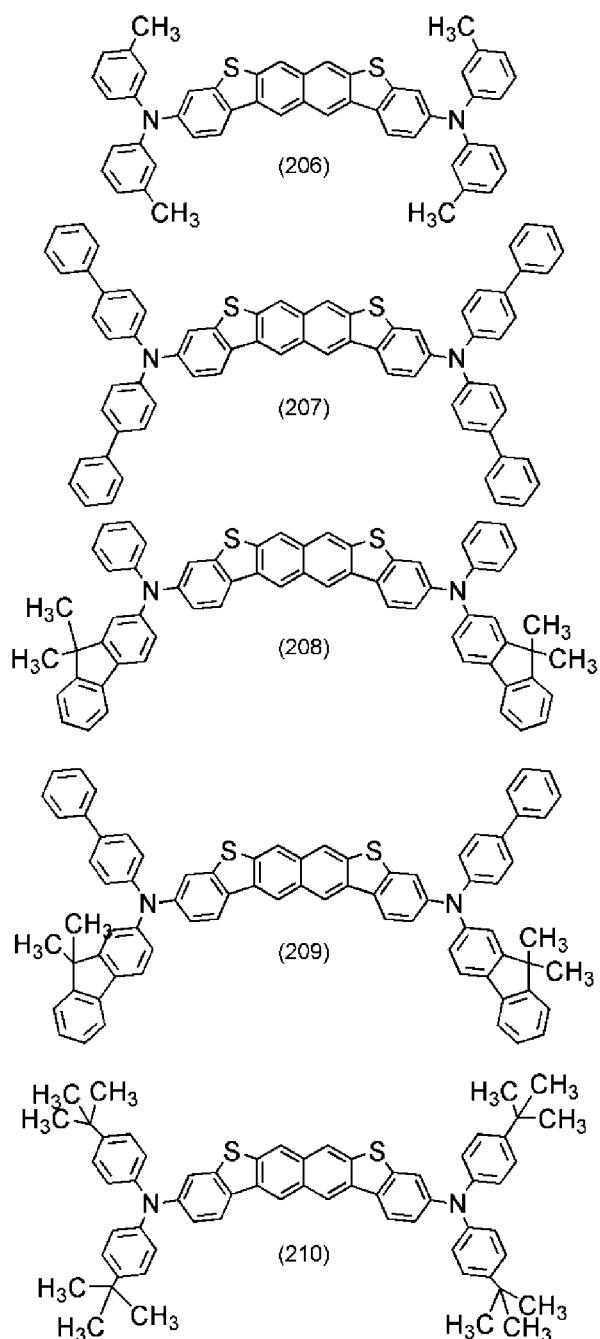
[Chemische Formel 51]



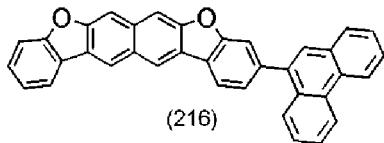
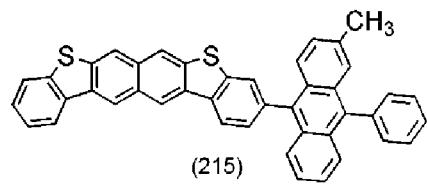
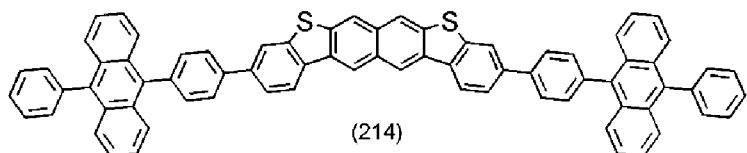
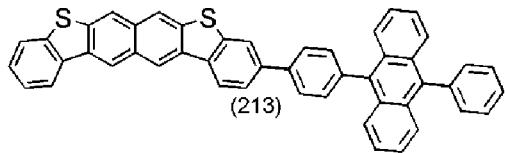
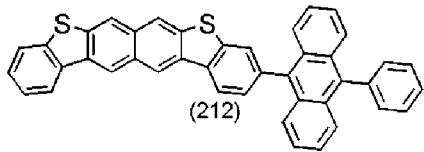
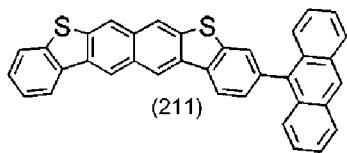
[Chemische Formel 52]



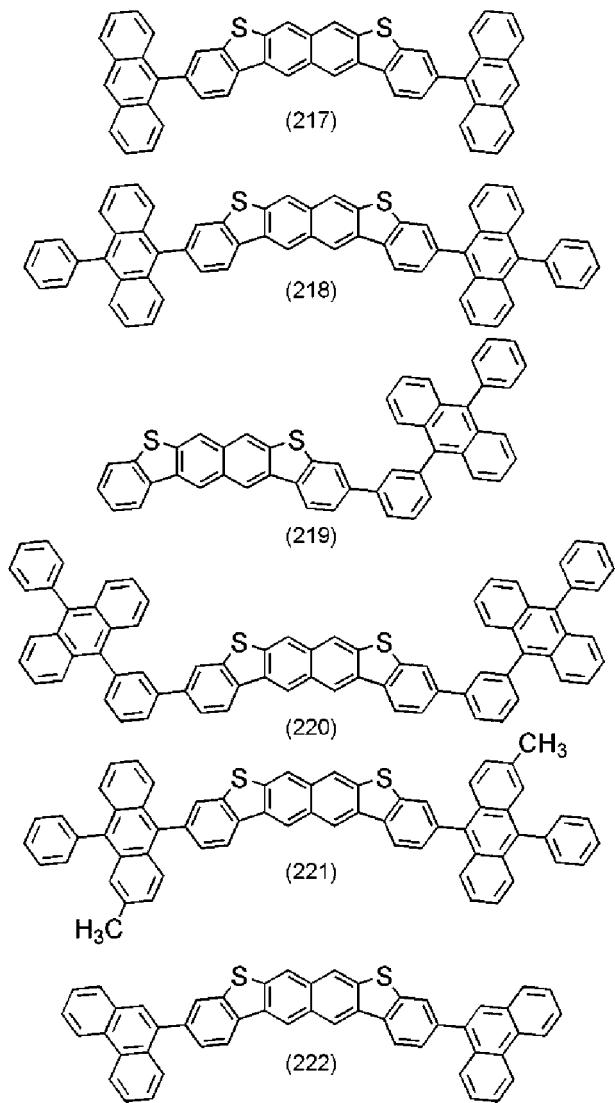
[Chemische Formel 53]



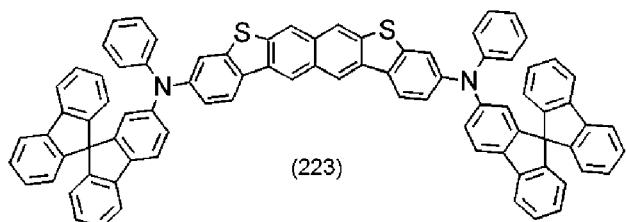
[Chemische Formel 54]



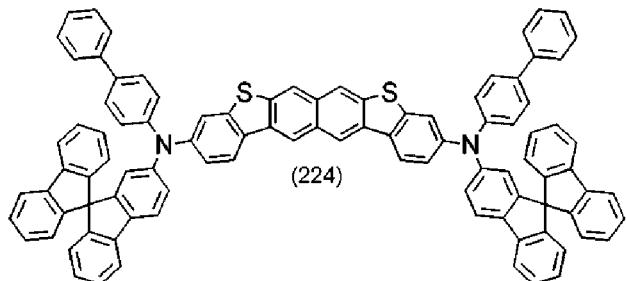
[Chemische Formel 55]



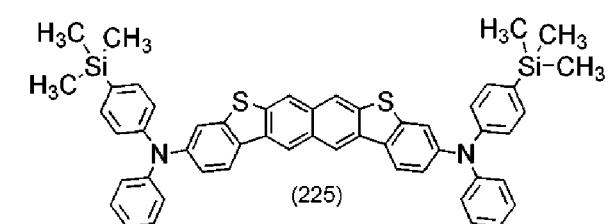
[Chemische Formel 56]



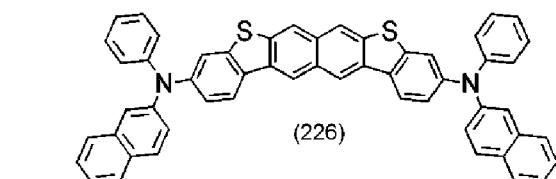
(223)



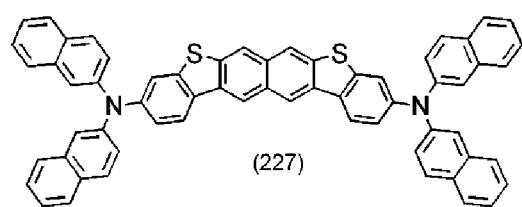
(224)



(225)

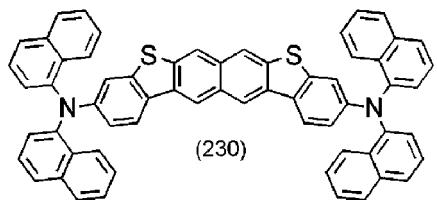
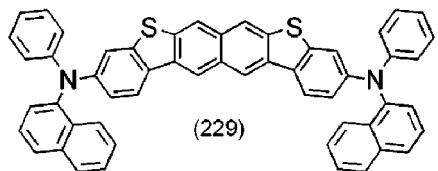
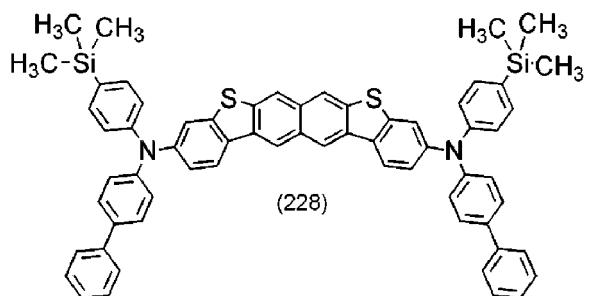


(226)

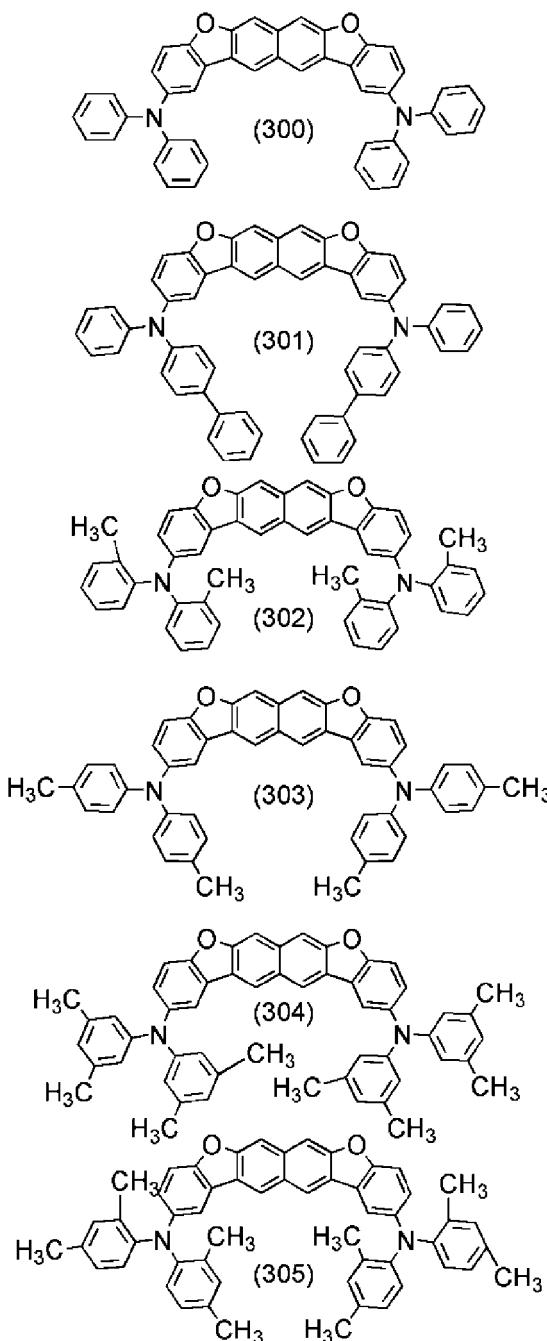


(227)

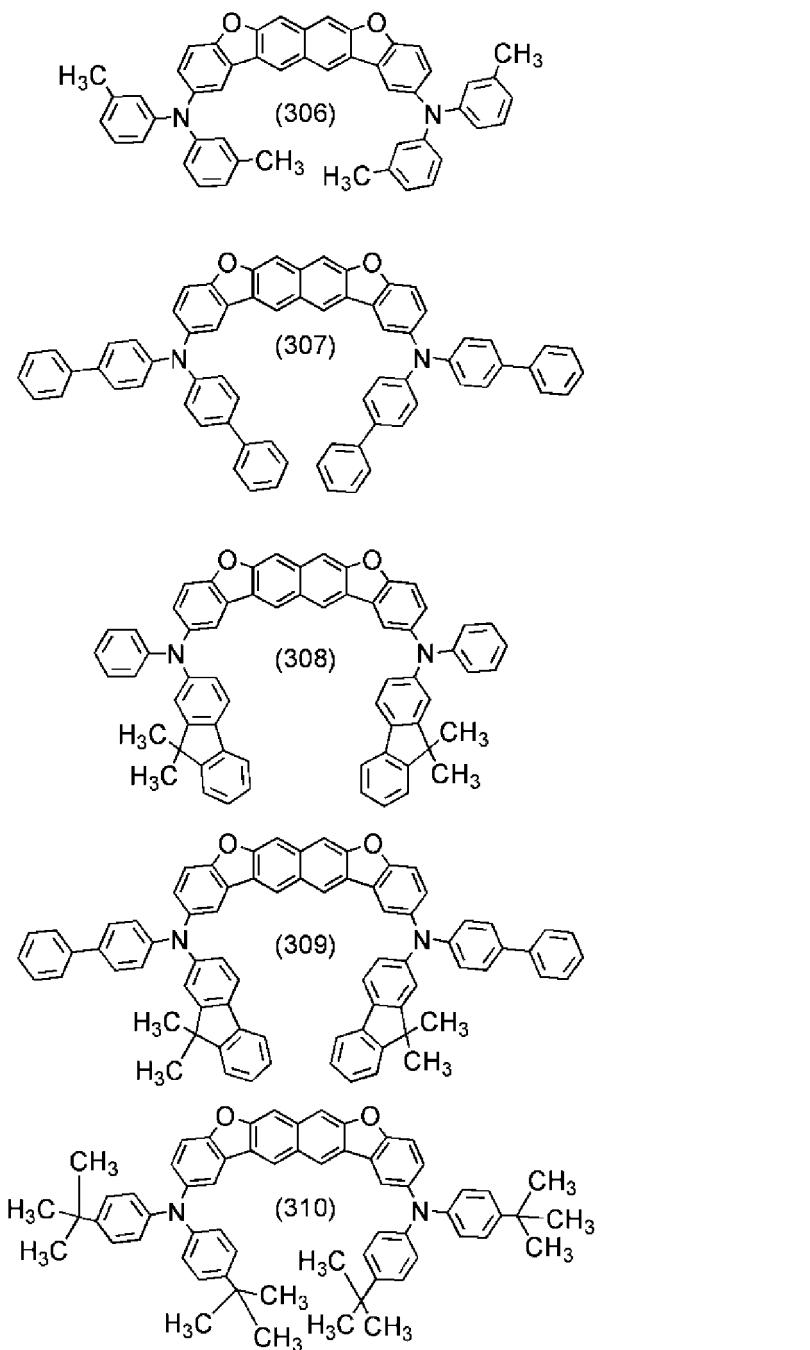
[Chemische Formel 57]



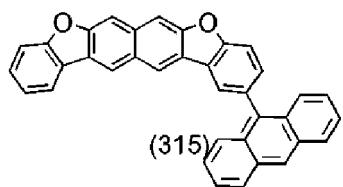
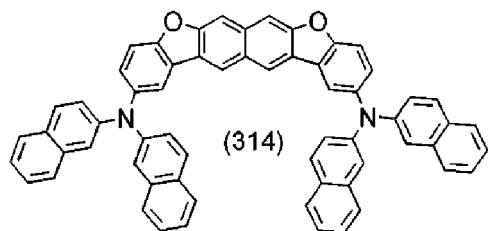
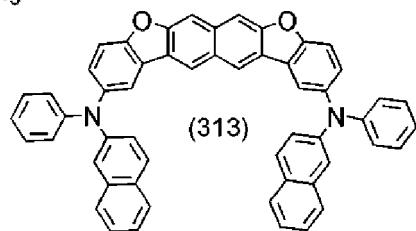
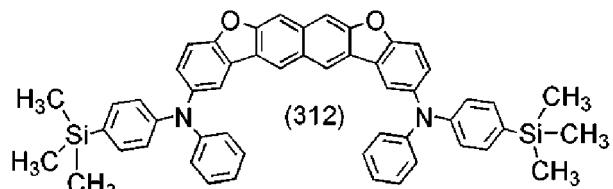
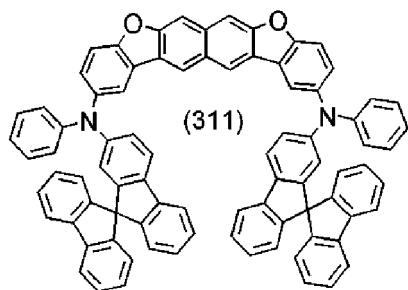
[Chemische Formel 58]



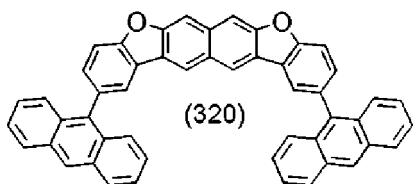
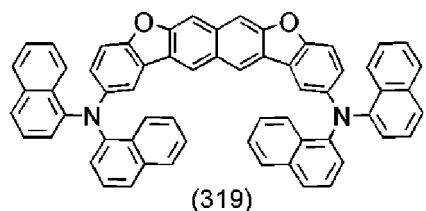
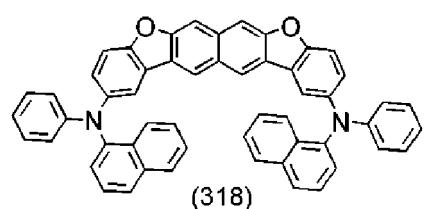
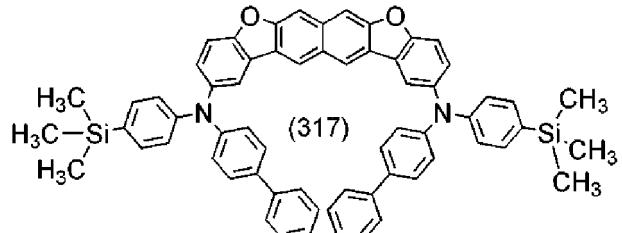
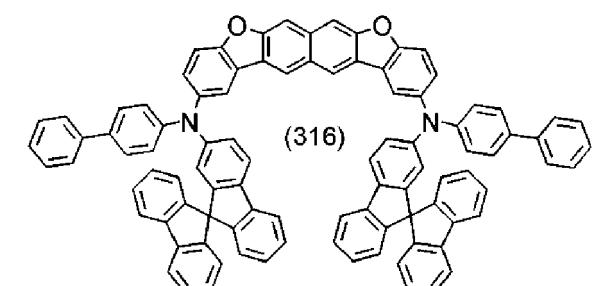
[Chemische Formel 59]



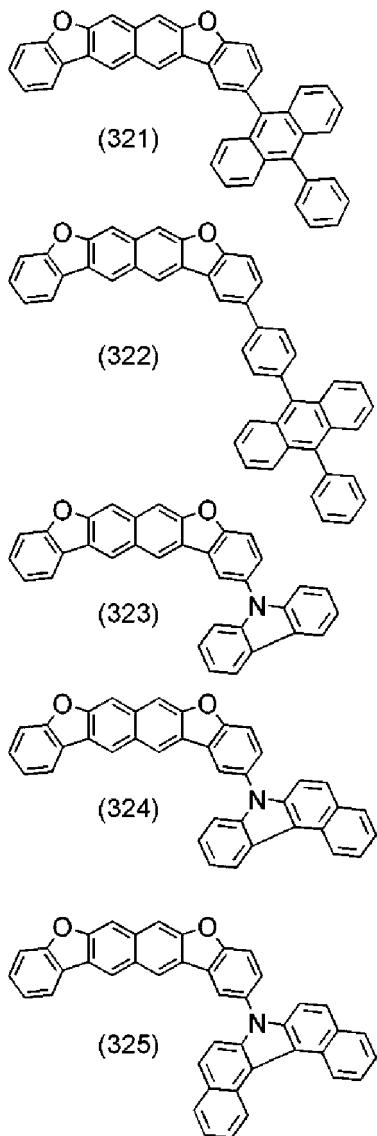
[Chemische Formel 60]



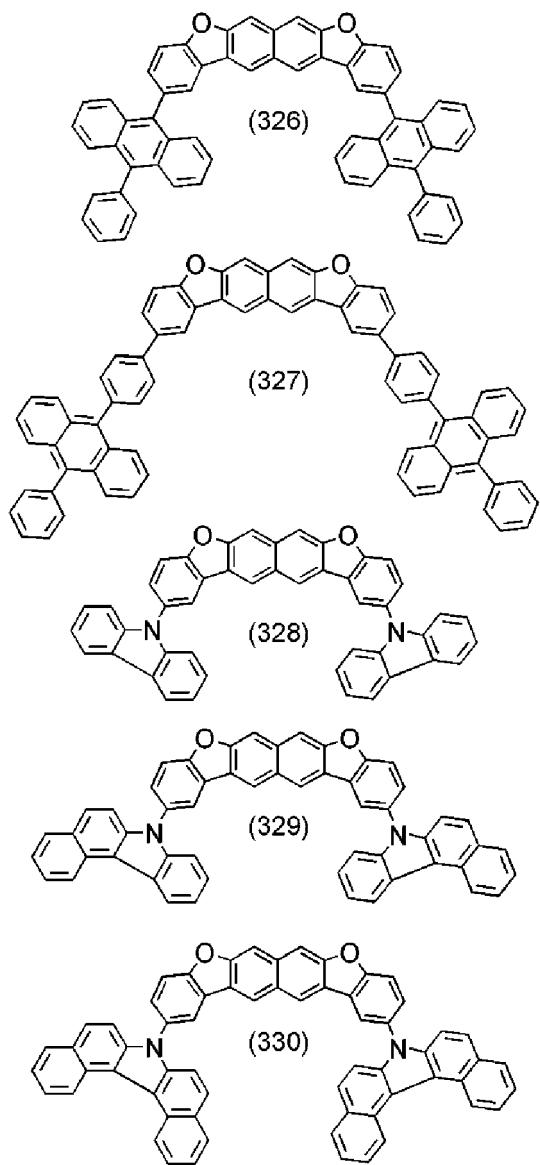
[Chemische Formel 61]



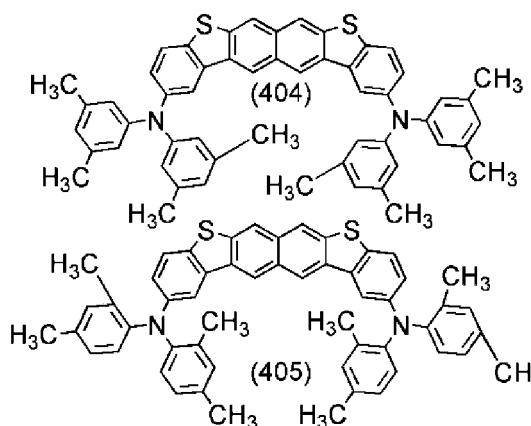
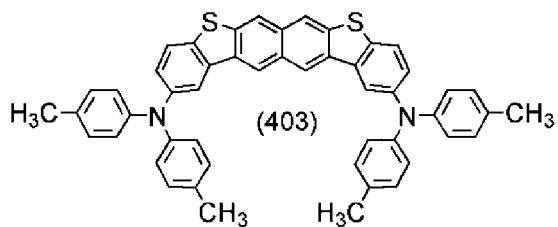
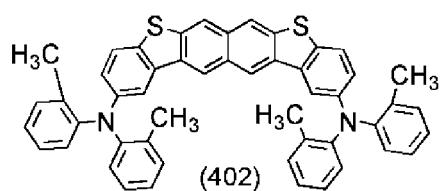
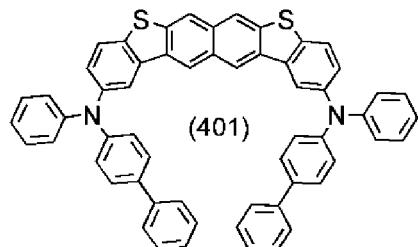
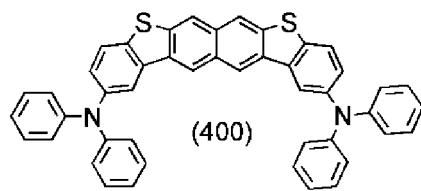
[Chemische Formel 62]



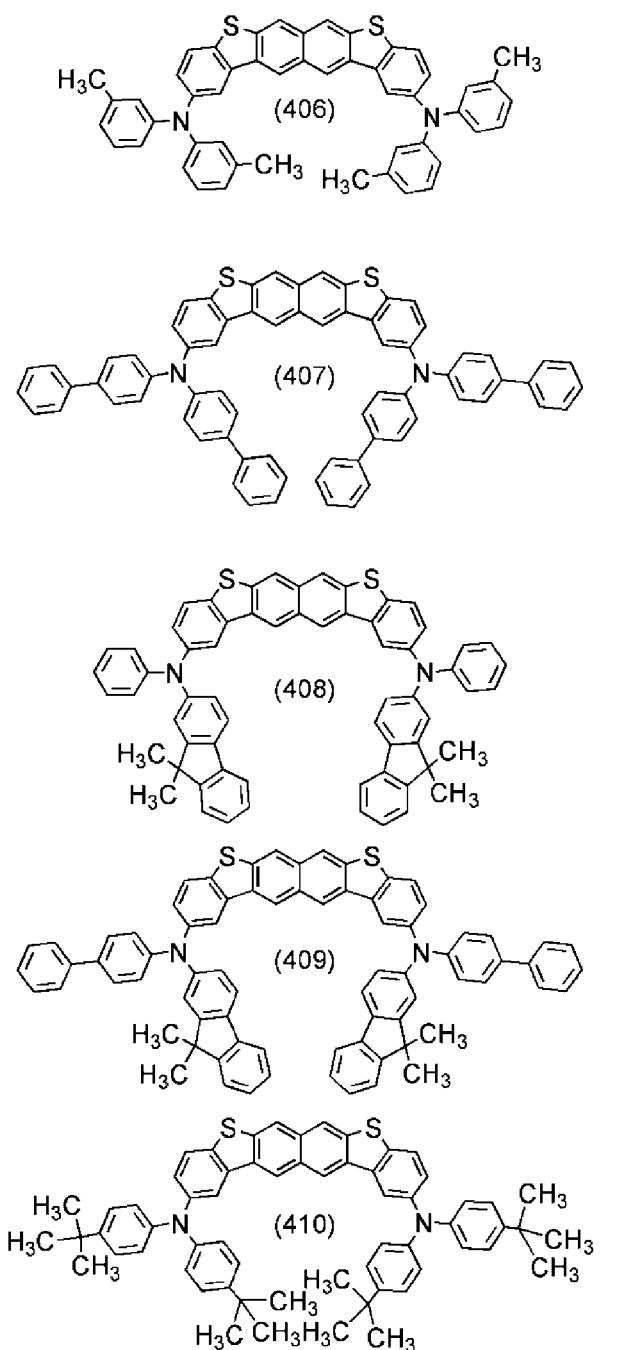
[Chemische Formel 63]



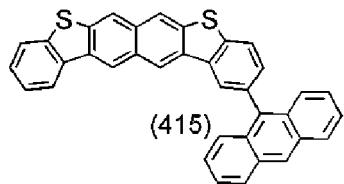
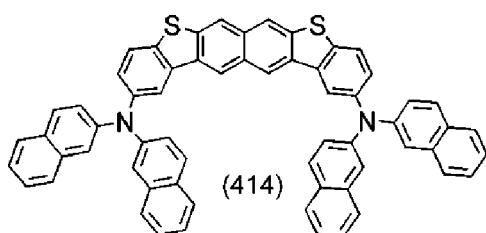
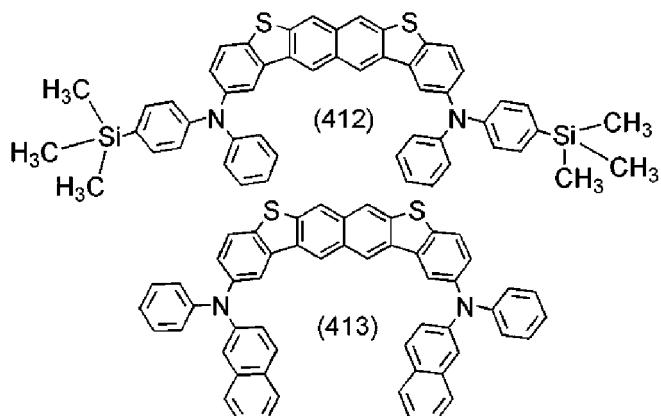
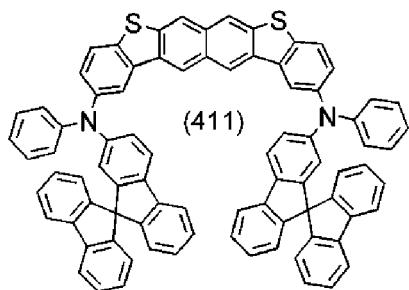
[Chemische Formel 64]



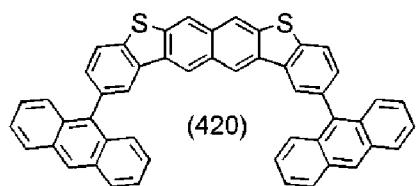
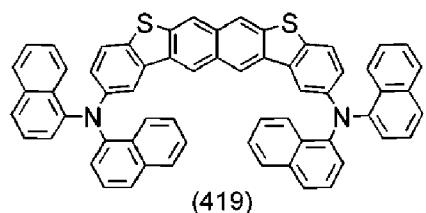
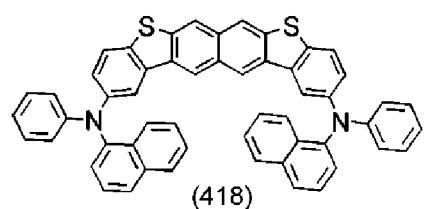
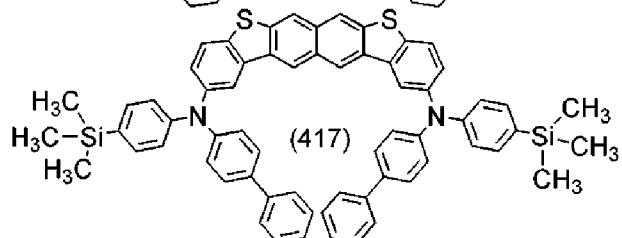
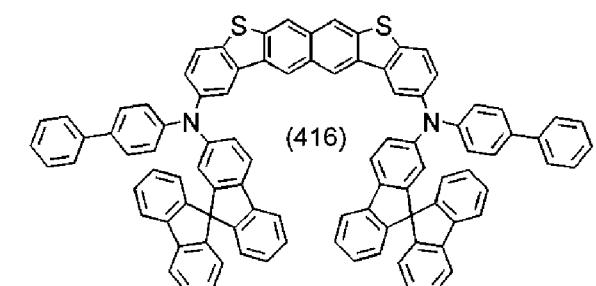
[Chemische Formel 65]



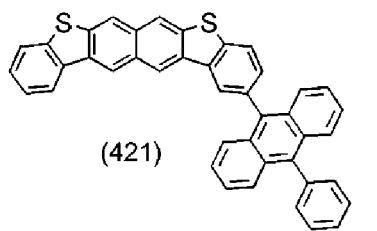
[Chemische Formel 66]



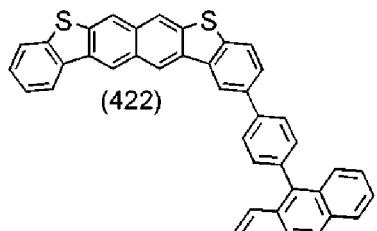
[Chemische Formel 67]



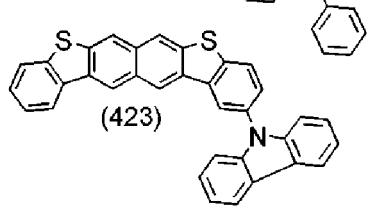
[Chemische Formel 68]



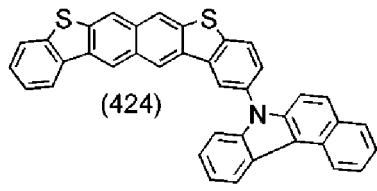
(421)



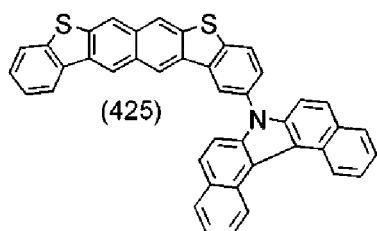
(422)



(423)

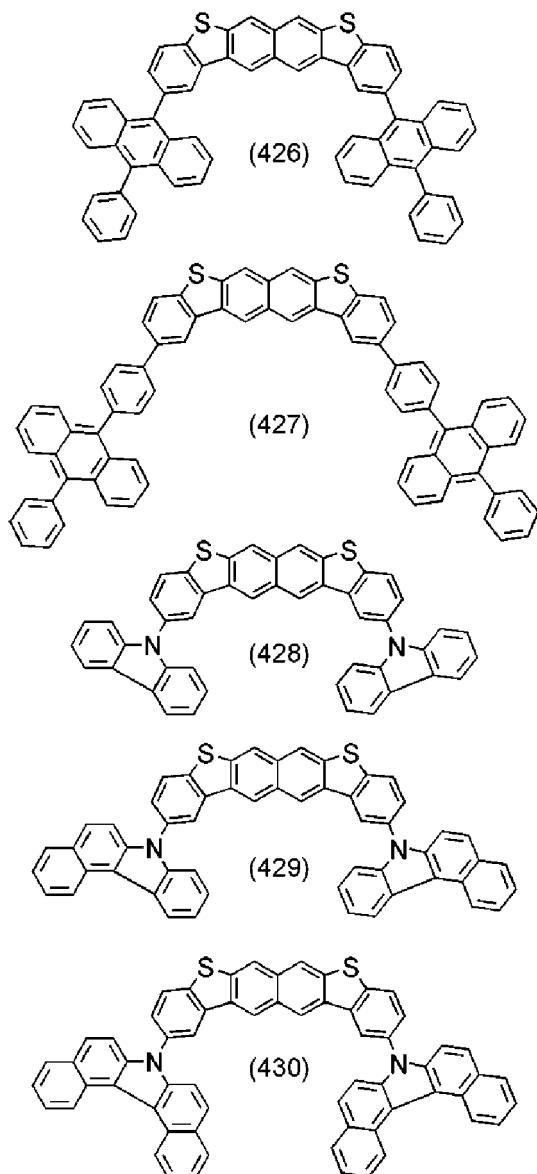


(424)



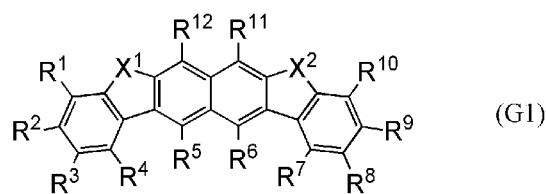
(425)

[Chemische Formel 69]



[0114] Als Nächstes wird ein Verfahren zur Synthese der durch die allgemeine Formel (G1) dargestellten organischen Verbindung als Beispiel für ein Syntheseverfahren der vorstehend beschriebenen organischen Verbindung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung beschrieben. Die durch die allgemeine Formel (G1) dargestellte organische Verbindung wird nachstehend gezeigt.

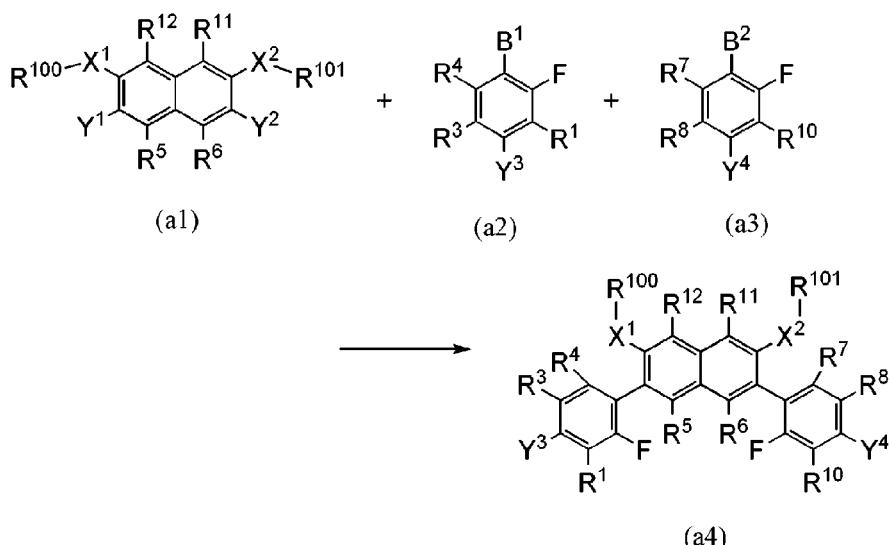
[Chemische Formel 70]



[0115] Es sei angemerkt, dass die durch die allgemeine Formel (G1) dargestellte organische Verbindung ein Molekulargewicht von weniger als oder gleich 5000 aufweist. In der Formel stellen X¹ und X² unabhängig voneinander ein Sauerstoffatom oder ein Schwefelatom dar und R¹ bis R¹² stellen unabhängig voneinander Wasserstoff oder einen Substituenten dar. Es sei angemerkt, dass mindestens eines von R¹ bis R¹² vorzugsweise ein Substituent ist; daher wird nachstehend ein Syntheseverfahren einer organischen Verbindung mit einem Substituenten beschrieben.

[0116] Zuerst wird ein Syntheseverfahren eines Naphthobisbenzofuran-Gerüsts oder ein Naphthobisbenzot-hiophen-Gerüst beschrieben. Wie in einem nachstehend gezeigten Schema gezeigt, wird eine Kreuzkupplungsreaktion einer Naphthalinverbindung (a1), einer Arylverbindung (a2) und einer Arylverbindung (a3) verursacht, wodurch eine durch (a4) dargestellte Naphthalinverbindung erhalten werden kann. In dem Schema stellen R^{100} und R^{101} jeweils eine Alkyl-Gruppe, wie z. B. eine Methyl-Gruppe, dar und B^1 und B^2 stellen jeweils beispielsweise Boronsäure oder Dialkoxyboronsäure dar. Y^3 und/oder Y^4 stellen/stellt beispielsweise eine Halogen-Gruppe, wie z. B. Chlor oder Brom, oder eine Sulfonyl-Gruppe dar, und Substituenten können später in die Stelle(n) von Y^3 und/oder Y^4 eingeführt werden. Es sei angemerkt, dass die Stellen von Y^3 und Y^4 nur ein Beispiel sind und die Stellen geändert werden können; daher können Substituenten in verschiedene Stellen eingeführt werden. In dem Fall, in dem Y^3 oder Y^4 eine Halogen-Gruppe, wie z. B. Chlor oder Brom, oder eine Sulfonyl-Gruppe darstellt, kann das andere Wasserstoff oder einen anderen Substituenten darstellen. In dem Schema stellen Y^1 und Y^2 jeweils eine Halogen-Gruppe, wie z. B. Brom oder Jod, oder eine Sulfonyl-Gruppe dar. Es sei angemerkt, dass Y^1 und Y^2 jeweils vorzugsweise eine Abgangsgruppe darstellen, die eine hohe Reaktivität im Vergleich zu Y^3 und Y^4 aufweist.

[Chemische Formel 71]

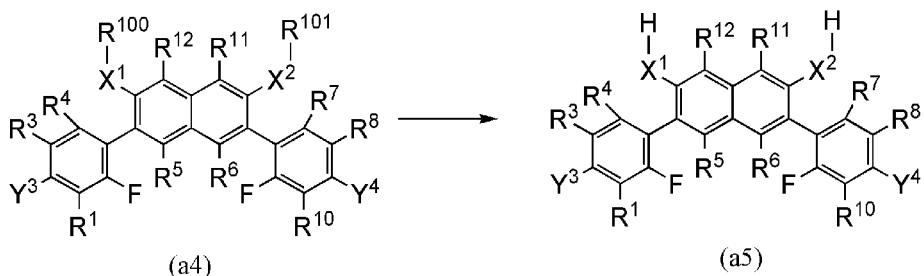


[0117] Verschiedene Bedingungen können zum Einsatz kommen, um die in dem vorstehenden Schema gezeigte Reaktion zu verursachen. Zum Beispiel kann ein Syntheseverfahren unter Verwendung eines Metallkatalysators in Gegenwart einer Basis, wie z. B. eine Suzuki-Miyaura-Reaktion, zum Einsatz kommen.

[0118] Hier werden die Verbindung (a2) und die Verbindung (a3) gleichzeitig zur Reaktion mit der Verbindung (a1) gebracht; jedoch wird in dem Fall, in dem die Verbindung (a2) und die Verbindung (a3) unterschiedliche Substituenten aufweisen, die Reaktion vorzugsweise auf eine Weise verursacht, dass die Verbindung (a2) und die Verbindung (a1) miteinander reagieren und dann das Produkt mit der Verbindung (a3) reagiert. In diesem Fall können eine hohe Ausbeute und eine hohe Reinheit einer Zielsubstanz erhalten werden.

[0119] Dann wird, wie in einem nachstehenden Schema gezeigt, eine Dealkylierungsreaktion der Naphthalinverbindung (a4) verursacht, wodurch eine durch (a5) dargestellte Naphthalinverbindung erhalten werden kann.

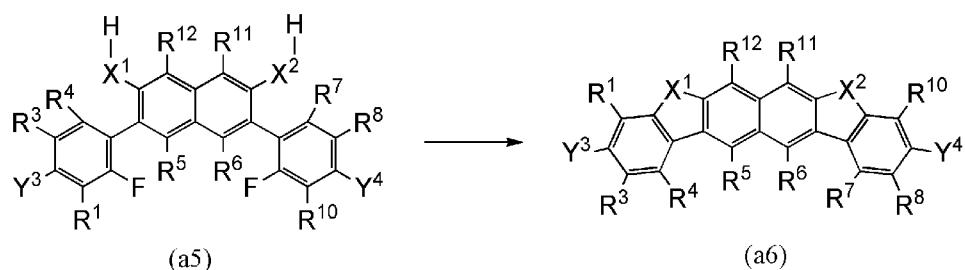
[Chemische Formel 72]



[0120] Verschiedene Bedingungen können zum Einsatz kommen, um diese Reaktion zu verursachen; beispielsweise wird eine Lewis-Säure, wie z. B. Bortribromid, in einem Lösungsmittel, wie z. B. Dichlormethan, verwendet.

[0121] Danach kann, wie in dem folgenden Schema gezeigt, eine halogenierte Naphtho[2,3-b;7,6-b']bisbenzofuran-Verbindung oder eine halogenierte Naphtho[2,3-b;7,6-b']bisbenzothiophen-Verbindung, die durch (a6) dargestellt werden, aus der Naphthalinverbindung (a5) erhalten werden.

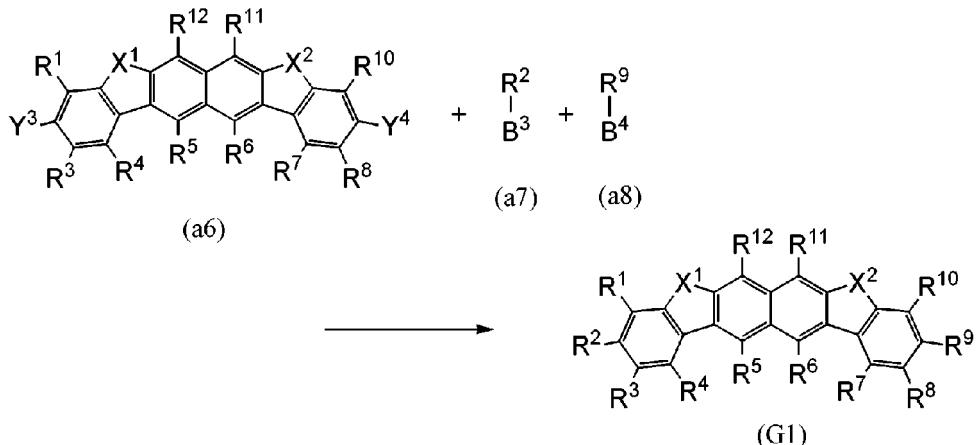
[Chemische Formel 73]



[0122] Verschiedene Bedingungen können zum Einsatz kommen, um diese Reaktion zu verursachen; beispielsweise wird die Verbindung (a5) in N-Methylpyrrolidon (Abkürzung: NMP), Dimethylsulfoxid (Abkürzung: DMSO) oder dergleichen aufgelöst, dieser Lösung wird Kaliumcarbonat oder Cäsiumcarbonat zugesetzt, und eine Erwärmung wird durchgeführt.

[0123] Anschließend wird, wie in dem folgenden Schema gezeigt, eine Kreuzkupplungsreaktion der halogenierten Naphtho[2,3-b;7,6-b']bisbenzofuran-Verbindung oder der halogenierten Naphtho[2,3-b;7,6-b']bisbenzothiophen-Verbindung (a6), einer Arylverbindung (a7) und einer Arylverbindung (a8) verursacht, wodurch eine Naphtho[2,3-b;7,6-b']bisbenzofuran-Verbindung oder eine Naphtho[2,3-b;7,6-b']bisbenzothiophen-Verbindung, die durch die allgemeine Formel (G1) dargestellt werden, erhalten werden kann. Es sei angemerkt, dass B³ und B⁴ unabhängig voneinander beispielsweise Boronsäure, Dialkoxyboronsäure, Aluminium, Zirconium, Zink oder Zinn sein können. Wenn die Arylverbindung (a7) und die Arylverbindung (a8) sekundäre Amine sind, stellen B³ und B⁴ Wasserstoff dar.

[Chemische Formel 74]



[0124] Verschiedene Bedingungen können zum Einsatz kommen, um diese Reaktion zu verursachen. Zum Beispiel kann ein Syntheseverfahren unter Verwendung eines Metallkatalysators in Gegenwart einer Basis, wie z. B. eine Suzuki-Miyaura-Reaktion, zum Einsatz kommen. Wenn die Arylverbindung (a7) und die Arylverbindung (a8) sekundäre Amine sind, kann die Ullmann-Kupplung oder die Buchwald-Hartwig-Reaktion zum Einsatz kommen.

[0125] Hier werden die Verbindung (a7) und die Verbindung (a8) gleichzeitig zur Reaktion mit der Verbindung (a6) gebracht; jedoch wird in dem Fall, in dem die Verbindung (a7) und die Verbindung (a8) unterschiedliche Substituenten aufweisen, das heißt, dass R² und R⁹ unterschiedliche Substituenten sind, die Reaktion vorzugsweise in den folgenden zwei Schritten verursacht: Die Verbindung (a7) und die Verbindung (a6) reagieren miteinander und dann das Produkt reagiert mit der Verbindung (a8). Daher können eine hohe Ausbeute und eine hohe Reinheit einer Zielsubstanz erhalten werden.

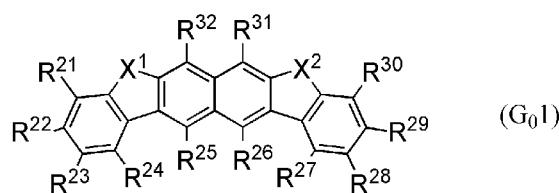
[0126] Hier wird die Reaktion gezeigt, bei der Y³ und Y⁴ der Verbindung (a6) durch R² der Verbindung (a7) bzw. R⁹ der Verbindung (a8) substituiert werden. Um die Stellen oder die Anzahl von einzuführenden Substituenten zu ändern, werden Rohstoffe verwendet, in denen eine Halogen-Gruppe oder eine Sulfonyl-Gruppe in eine Substitutionsstelle (Substitutionsstellen) der Verbindung (a2) und/oder der Verbindung (a3) eingeführt ist.

[0127] Daher ist die Verbindung (a6) ein Rohstoff, der zur Synthese der durch die allgemeine Formel (G1) dargestellten organischen Verbindung nützlich ist. Auf ähnliche Weise sind auch die Verbindung (a5) und die Verbindung (a4) nützliche Rohstoffe.

[0128] Y³ und/oder Y⁴ der Verbindung (a6) stellen/stellt eine Halogen-Gruppe, wie z. B. Chlor oder Brom, oder eine Sulfonyl-Gruppe dar, und ein Substituent kann später in die Stelle(n) von Y³ und/oder Y⁴ eingeführt werden. Es sei angemerkt, dass die Stellen von Y³ und Y⁴ nur ein Beispiel sind und die Stellen zu einem von R¹, R³ bis R⁸ und R¹⁰ bis R¹² geändert werden können; daher können Substituenten in verschiedene Stellen eingeführt werden. In dem Fall, in dem Y³ oder Y⁴ eine Halogen-Gruppe, wie z. B. Chlor oder Brom, oder eine Sulfonyl-Gruppe darstellt, kann das andere Wasserstoff oder einen anderen Substituenten darstellen.

[0129] Das heißt, dass die Verbindung (a6) durch die allgemeine Formel (G₀1) dargestellt werden kann.

[Chemische Formel 75]

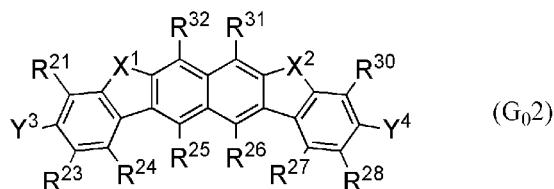


[0130] In der allgemeinen Formel (G₀1) stellen X¹ und X² unabhängig voneinander ein Sauerstoffatom oder ein Schwefelatom dar. In der Formel stellt/stellen eines oder zwei von R²¹ bis R³² eine Halogen-Gruppe oder ei-

ne Sulfonyl-Gruppe dar und stellen die anderen unabhängig voneinander Wasserstoff, eine aliphatische Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 1 bis 10 Kohlenstoffatomen, eine alicyclische Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 3 bis 20 Kohlenstoffatomen, eine aromatische Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 6 bis 25 Kohlenstoffatomen oder eine heterocyclische Gruppe mit 1 bis 25 Kohlenstoffatomen dar.

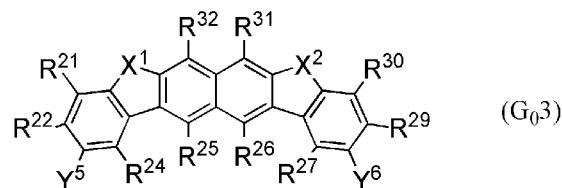
[0131] Die durch die allgemeine Formel (G1) dargestellte organische Verbindung weist vorzugsweise Substituenten an R² und R⁹ auf. Das heißt, dass die durch die allgemeine Formel (G₀1) dargestellte organische Verbindung vorzugsweise eine Halogen-Gruppe und eine Sulfonyl-Gruppe an R²² und R²⁹ aufweist, und die durch die nachstehend gezeigte allgemeine Formel (G₀2) dargestellte organische Verbindung ist nützlicher.

[Chemische Formel 76]



[0132] Die durch die allgemeine Formel (G1) dargestellte organische Verbindung weist vorzugsweise Substituenten an R³ und R⁸ auf. Das heißt, dass die durch die allgemeine Formel (G₀1) dargestellte organische Verbindung vorzugsweise eine Halogen-Gruppe und eine Sulfonyl-Gruppe an R²³ und R²⁸ aufweist, und die durch die nachstehend gezeigte allgemeine Formel (G₀3) dargestellte organische Verbindung ist nützlicher.

[Chemische Formel 77]



(Ausführungsform 2)

[0133] Ein Beispiel für ein Licht emittierendes Element, das eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist, wird nachstehend anhand von **Fig. 1A** ausführlich beschrieben.

[0134] Bei dieser Ausführungsform beinhaltet das Licht emittierende Element ein Paar von Elektroden (eine Anode **101** und eine Kathode **102**) und eine EL-Schicht **103**, die zwischen der Anode **101** und der Kathode **102** bereitgestellt ist.

[0135] Die Anode **101** wird vorzugsweise unter Verwendung eines Metalls, einer Legierung oder einer leitenden Verbindung, die jeweils eine hohe Austrittsarbeit (insbesondere eine Austrittsarbeit von 4,0 eV oder mehr) aufweisen, eines Gemisches davon oder dergleichen ausgebildet. Spezifische Beispiele sind Indiumoxid-Zinnoxid (indium tin oxide: ITO), Indiumoxid-Zinnoxid enthaltend Silizium oder Siliziumoxid, Indiumoxid-Zinkoxid, Indiumoxid enthaltend Wolframoxid und Zinkoxid (IWZO) und dergleichen. Filme aus diesen leitenden Metall-oxiden werden gewöhnlich durch ein Sputterverfahren ausgebildet, aber sie können auch unter Anwendung eines Sol-Gel-Verfahrens oder dergleichen ausgebildet werden. In einem Beispiel für das Ausbildungsverfahren kann Indiumoxid-Zinkoxid durch ein Sputterverfahren unter Verwendung eines Targets, in dem Zinkoxid zu Indiumoxid mit größer als oder gleich 1 Gew.-% und kleiner als oder gleich 20 Gew.-% zugesetzt ist, abgeschieden werden. Des Weiteren kann Indiumoxid, das Wolframoxid und Zinkoxid enthält (IWZO), abgeschieden werden durch ein Sputterverfahren unter Verwendung eines Targets, in dem Wolframoxid zu Indiumoxid mit größer als oder gleich 0,5 Gew.-% und kleiner als oder gleich 5 Gew.-% zugesetzt ist und Zinkoxid mit größer als oder gleich 0,1 Gew.-% und kleiner als oder gleich 1 Gew.-% zugesetzt. Weitere Beispiele umfassen Gold (Au), Platin (Pt), Nickel (Ni), Wolfram (W), Chrom (Cr), Molybdän (Mo), Eisen (Fe), Kobalt (Co), Kupfer (Cu), Palladium (Pd), Aluminium (Al) und Nitride von Metallmaterialien (z. B. Titanitrid). Graphen kann auch verwendet werden. In dem Fall, in dem die Lochinjektionsschicht **111** ein Verbundmaterial enthält, das eine

erste Substanz und eine zweite Substanz enthält, kann unabhängig von der Austrittsarbeit ein anderes Elektrodenmaterial als vorstehende ausgewählt werden.

[0136] Die Lochinjektionsschicht **111** wird unter Verwendung der ersten Substanz mit einer relativ ausgezeichneten Akzeptoreigenschaft ausgebildet. Vorzugsweise wird die Lochinjektionsschicht **111** unter Verwendung eines Verbundmaterials der ersten Substanz mit einer Akzeptoreigenschaft und der zweiten Substanz mit einer Lochtransporteigenschaft ausgebildet. In dem Fall, in dem das Verbundmaterial als Material der Lochinjektionsschicht **111** verwendet wird, wird als erste Substanz eine Substanz mit einer Akzeptoreigenschaft in Bezug auf die zweite Substanz verwendet. Die erste Substanz extrahiert Elektronen von der zweiten Substanz, so dass Elektronen in der ersten Substanz erzeugt werden. In der zweiten Substanz, von der Elektronen extrahiert werden, werden Löcher erzeugt. Durch ein elektrisches Feld fließen die extrahierten Elektronen in die Anode **101** und die erzeugten Löcher werden über eine Lochtransportschicht **112** in eine Licht emittierende Schicht **113** injiziert. Daher kann ein Licht emittierendes Element mit einer niedrigen Betriebsspannung bereitgestellt werden.

[0137] Die erste Substanz ist vorzugsweise ein Übergangsmetallocid, ein Oxid eines Metalls, das zu einer der Gruppen 4 bis 8 des Periodensystems gehört, eine organische Verbindung mit einer elektronenziehenden Gruppe (einer Halogen-Gruppe oder einer Cyano-Gruppe) oder dergleichen.

[0138] Als Übergangsmetalloxid oder Oxid eines Metalls, das zu einer der Gruppen 4 bis 8 des Periodensystems gehört, wird Vanadiumoxid, Nioboxid, Tantaloxid, Chromoxid, Molybdänoxid, Wolframoxid, Manganoxid, Rheniumoxid, Titanoxid, Rutheniumoxid, Zirconiumoxid, Hafniumoxid oder Silberoxid aufgrund seiner hohen Akzeptoreigenschaft bevorzugt. Molybdänoxid wird aufgrund seiner hohen Stabilität in der Luft, niedrigen hygrokopischen Eigenschaft und leichten Handhabung besonders bevorzugt.

[0139] Beispiele für die organische Verbindung mit einer elektronenziehenden Gruppe (einer Halogen-Gruppe oder einer Cyano-Gruppe) umfassen 7,7,8,8-Tetracyano-2,3,5,6-tetrafluorochinodimethan (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). Eine Verbindung, in der elektronenziehende Gruppen an einen kondensierten aromatischen Ring mit einer Vielzahl von Heteroatomen gebunden sind, wie z. B. HAT-CN, wird besonders bevorzugt, da sie thermisch stabil ist.

[0140] Die zweite Substanz weist eine Lochtransporteigenschaft auf und weist vorzugsweise eine hohe Löcherbeweglichkeit von 10^{-6} cm 2 /Vs oder höher auf. Beispiele für ein Material, das als zweite Substanz verwendet werden kann, umfassen aromatische Amine, wie z. B. N,N'-Di(p-tolyl)-N,N'-diphenyl-p-phenylen diamin (Abkürzung: DTDPPA), 4,4'-Bis[N-(4-diphenylaminophenyl)-N-phenylamino]biphenyl (Abkürzung: DPAB), N,N'-Bis{4-[bis(3-methylphenyl)amino]phenyl}-N,N'-diphenyl-(1,1'-biphenyl)-4,4'-diamin (Abkürzung: DNTPD) und 1,3,5-Tris[N-(4-diphenylaminophenyl)-N-phenylamino]benzol (Abkürzung: DPA3B); Carbazol-Derivate, wie z. B. 3-[N-(9-Phenylcarbazol-3-yl)-N-phenylamino]-9-phenylcarbazol (Abkürzung: PCzPCA1), 3,6-Bis[N-(9-phenylcarbazol-3-yl)-N-phenylamino]-9-phenylcarbazol (Abkürzung: PCzPCA2), 3-[N-(1-Naphthyl)-N-(9-phenylcarbazol-3-yl)amino]-9-phenylcarbazol (Abkürzung: PCzPCN1), 4,4'-Di(N-carbazolyl)biphenyl (Abkürzung: CBP), 1,3,5-Tris[4-(N-carbazolyl)phenyl]benzol (Abkürzung: TCPB), 9-[4-(10-Phenyl-9-anthryl)phenyl]-9H-carbazol (Abkürzung: CzPA) und 1,4-Bis[4-(N-carbazolyl)phenyl]-2,3,5,6-tetraphenylbenzol; und aromatische Kohlenwasserstoffe, wie z. B. 2-tert-Butyl-9,10-di(2-naphthyl)anthracen (Abkürzung: t-BuDNA), 2-tert-Butyl-9,10-di(1-naphthyl)anthracen, 9,10-Bis(3,5-diphenylphenyl)anthracen (Abkürzung: DPPA), 2-tert-Butyl-9,10-bis(4-phenylphenyl)anthracen (Abkürzung: t-BuDBA), 9,10-Di(2-naphthyl)anthracen (Abkürzung: DNA), 9,10-Diphenylanthracen (Abkürzung: DPAnth), 2-tert-Butylanthracen (Abkürzung: t-BuAnth), 9,10-Bis(4-methyl-1-naphthyl)anthracen (Abkürzung: DMNA), 2-tert-Butyl-9,10-bis[2-(1-naphthyl)phenyl]anthracen, 9,10-Bis[2-(1-naphthyl)phenyl]anthracen, 2,3,6,7-Tetramethyl-9,10-di(1-naphthyl)anthracen, 2,3,6,7-Tetramethyl-9,10-di(2-naphthyl)anthracen, 9,9'-Bianthryl, 10,10'-Diphenyl-9,9'-bianthryl, 10,10'-Bis(2-phenylphenyl)-9,9'-bianthryl, 10,10'-Bis[(2,3,4,5,6-pentaphenyl)phenyl]-9,9'-bianthryl, Anthracen, Tetracen, Pentacen, Coronen, Rubren, Perylen und 2,5,8,11-Tetra(tert-butyl)perylene. Der aromatische Kohlenwasserstoff kann ein Vinyl-Gerüst umfassen. Beispiele für den aromatischen Kohlenwasserstoff mit einer Vinyl-Gruppe sind 4,4'-Bis(2,2-diphenylvinyl)biphenyl (Abkürzung: DPVBi) und 9,10-Bis[4-(2,2-diphenylvinyl)phenyl]anthracen (Abkürzung: DPVPA). Alternativ kann die folgende Verbindung verwendet werden: eine Verbindung mit einem aromatischen Amin-Gerüst, wie z. B. 4,4'-Bis[N-(1-naphthyl)-N-phenylamino]biphenyl (Abkürzung: NPB), N,N'-Bis(3-methylphenyl)-N,N'-diphenyl-[1,1'-biphenyl]-4,4'-diamin (Abkürzung: TPD), 4,4'-Bis[N-(spiro-9,9'-bifluoren-2-yl)-N-phenylamino]biphenyl (Abkürzung: BSPB), 4-Phenyl-4'-(9-phenylfluoren-9-yl)triphenylamin (Abkürzung: BPAFLP), 4-Phenyl-3'-(9-phenylfluoren-9-yl)triphenylamin (Abkürzung: mBPAFLP), 4-Phenyl-4'-(9-phenyl-9H-carbazol-3-yl)triphenylamin (Abkürzung: PCBA1BP), 4,4'-Diphenyl-4"-(9-phenyl-9H-carbazol-3-yl)triphenylamin (Abkürzung: PCBA2BP).

zung: PCBBi1BP), 4-(1-Naphthyl)-4'-(9-phenyl-9H-carbazol-3-yl)triphenylamin (Abkürzung: PCBANB), 4,4'-Di(1-naphthyl)-4"-(9-phenyl-9H-carbazol-3-yl)triphenylamin (Abkürzung: PCBNBB), 9,9-Dimethyl-N-phenyl-N-[4-(9-phenyl-9H-carbazol-3-yl)phenyl]fluoren-2-amin (Abkürzung: PCBAF) oder N-Phenyl-N-[4-(9-phenyl-9H-carbazol-3-yl)phenyl]spiro-9,9'-bifluoren-2-amin (Abkürzung: PCBASF); eine Verbindung mit einem Carbazol-Gerüst, wie z. B. 1,3-Bis(N-carbazolyl)benzol (Abkürzung: mCP), 4,4'-Di(N-carbazolyl)biphenyl (Abkürzung: CBP), 3,6-Bis(3,5-diphenylphenyl)-9-phenylcarbazol (Abkürzung: CzTP) oder 3,3'-Bis(9-phenyl-9H-carbazol) (Abkürzung: CCP); 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); oder eine Verbindung mit einem Furan-Gerüst, wie z. B. 4,4',4"- (Benzol-1,3,5-triyl)tri(dibenzofuran) (Abkürzung: DBF3P-II) oder 4-{3-[3-(9-Phenyl-9H-fluoren-9-yl)phenyl]phenyl}dibenzofuran (Abkürzung: mmDBFFLBi-II). Unter den vorstehenden Materialien werden die Verbindung mit einem aromatischen Amin-Gerüst und die Verbindung mit einem Carbazol-Gerüst bevorzugt, da diese Verbindungen in hohem Maße zuverlässig sind, hohe Lochtransporteigenschaften aufweisen und zu einer Verringerung der Ansteuerspannung beitragen.

[0141] Die organische Verbindung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist auch eine Substanz mit einer Lochtransporteigenschaft und kann daher als zweite Substanz verwendet werden. Insbesondere wird die organische Verbindung bevorzugt, die als Substituenten eine Diarylamino-Gruppe, eine elektronenreiche heterocyclische Gruppe oder eine aromatische Kohlenwasserstoff-Gruppe aufweist.

[0142] Ein Nassprozess kann verwendet werden, um die Lochinjektionsschicht **111** auszubilden. In diesem Fall kann beispielsweise eine leitende hochmolekulare Verbindung verwendet werden, zu der eine Säure gegeben ist, wie z. B. eine wässrige Poly(ethylendioxythiophen)/Poly(styrolsulfonsäure)-Lösung (PEDOT/PSS), eine wässrige Polyanilin/Camphersulfonsäure-Lösung (PANI/CSA), PTPDES, Et-PTPDEK, PPBA oder Polyanilin/Poly(styrolsulfonsäure) (PANI/PSS).

[0143] Die Lochtransportschicht **112** ist eine Schicht, die ein Material mit einer Lochtransporteigenschaft enthält. Eines der Materialien für die zweite Substanz, die eine in der Lochinjektionsschicht **111** enthaltene Substanz ist, kann als Material mit einer Lochtransporteigenschaft verwendet werden. Die Lochtransportschicht **112** kann aus einer Einzelschicht oder einer Vielzahl von Schichten ausgebildet sein. In dem Fall, in dem die Lochtransportschicht **112** aus einer Vielzahl von Schichten ausgebildet ist, wird für eine leichte Lochinjektion das HOMO-Niveau der Lochtransportschicht **112** vorzugsweise tiefer stufenweise von einer Schicht auf der Seite der Lochinjektionsschicht **111** in Richtung einer Schicht auf der Seite der Licht emittierenden Schicht **113**. Eine derartige Struktur ist für ein blaue Fluoreszenz emittierendes Element in hohem Maße geeignet, bei dem ein Wirtsmaterial in der Licht emittierenden Schicht **113** ein tiefes HOMO-Niveau aufweist.

[0144] Die Struktur der Lochtransportschicht **112**, die eine Vielzahl von Schichten umfasst, um ein HOMO-Niveau aufzuweisen, das in Richtung der Licht emittierenden Schicht **113** schrittweise tiefer wird, ist für ein Element besonders geeignet, bei dem die Lochinjektionsschicht **111** unter Verwendung eines organischen Akzeptors (einer organischen Verbindung mit der vorstehend erwähnten elektronenziehenden Gruppe (einer Halogen-Gruppe oder einer Cyano-Gruppe)) ausgebildet wird. Der Einsatz einer solchen Struktur ermöglicht, ein sehr vorteilhaftes Element mit einer ausgezeichneten Ladungsträgerinjektionseigenschaft auszubilden, und eine niedrige Ansteuerspannung kann erhalten werden.

[0145] Die organische Verbindung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist auch eine Substanz mit einer Lochtransporteigenschaft und kann daher als Material mit einer Lochtransporteigenschaft verwendet werden. Insbesondere wird die organische Verbindung bevorzugt, die als Substituenten eine Diarylamino-Gruppe, eine elektronenreiche heterocyclische Gruppe oder eine aromatische Kohlenwasserstoff-Gruppe aufweist.

[0146] Es sei angemerkt, dass ein Nassprozess verwendet werden kann, um die Lochtransportschicht **112** auszubilden. In dem Fall, in dem die Lochtransportschicht **112** durch einen Nassprozess ausgebildet wird, kann eine hochmolekulare Verbindung, wie z. B. Poly(N-vinylcarbazol) (Abkürzung: PVK), Poly(4-vinyltriphenylamin) (Abkürzung: PVTPA), Poly[N-(4-{N'-(4-(4-diphenylamino)phenyl)phenyl}-N'-phenylamino)phenyl]methacrylamid] (Abkürzung: PTPDMA) oder Poly[N,N'-bis(4-butylphenyl)-N,N'-bis(phenyl)benzidin] (Abkürzung: Poly-TPD), verwendet werden.

[0147] The Licht emittierende Schicht **113** kann eine beliebige Licht emittierende Substanz, wie z. B. eine fluoreszierende Substanz, eine phosphoreszierende Substanz, eine Substanz, die thermisch aktivierte verzö-

gerte Fluoreszenz (TADF) emittiert, Quantenpunkte oder einen Metall-Halogenid-Perowskit, enthalten; jedoch enthält die Licht emittierende Schicht **113** vorzugsweise die bei der Ausführungsform **1** beschriebene organische Verbindung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung als Licht emittierende Substanz. Indem die organische Verbindung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung als Licht emittierende Substanz verwendet wird, wird eine Ausbildung eines Licht emittierenden Elements mit hoher Effizienz und deutlich hoher Chromatizität erleichtert.

[0148] Des Weiteren kann die Licht emittierende Schicht **113** eine einzelne Schicht sein oder eine Vielzahl von Schichten aufweisen. In dem Fall, in dem eine Licht emittierende Schicht, die eine Vielzahl von Schichten aufweist, ausgebildet wird, können eine eine phosphoreszierende Substanz enthaltende Schicht und eine eine fluoreszierende Substanz enthaltende Schicht übereinander angeordnet werden. In diesem Fall wird vorzugsweise ein nachstehend beschriebener Exciplex in der eine phosphoreszierende Substanz enthaltenden Schicht verwendet.

[0149] Die organische Verbindung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist eine Substanz mit einer vorteilhaften Quantenausbeute und kann daher als Licht emittierende Substanz verwendet werden. Insbesondere ist es einfach, eine Substanz mit einem Naphtho[2,3-b;7,6-b']bisbenzofuran-Gerüst oder einem Naphtho[2,3-b;7,6-b']bisbenzothiophen-Gerüst als Material zu schaffen, das Licht mit einer kurzen Wellenlänge, wie z. B. blaues Licht, emittiert. Des Weiteren weist die organische Verbindung ein hohes Singulett-Anregungsniveau auf und ist auch für ein fluoreszierendes Wirtsmaterial geeignet.

[0150] Beispiele für eine fluoreszierende Substanz, die verwendet werden kann, umfassen, ohne jedoch darauf beschränkt zu sein, die folgenden Substanzen: 5,6-Bis[4-(10-phenyl-9-anthryl)phenyl]-2,2'-bipyridin (Abkürzung: PAP2BPy), 5,6-Bis[4'-(10-phenyl-9-anthryl)biphenyl-4-yl]-2,2'-bipyridin (Abkürzung: PAPP2BPy), N,N'-Diphenyl-N,N'-bis[4-(9-phenyl-9H-fluoren-9-yl)phenyl]pyren-1,6-diamin, N,N'-Bis(3-methylphenyl)-N,N'-bis[3-(9-phenyl-9H-fluoren-9-yl)phenyl]pyren-1,6-diamin (Abkürzung: 1,6mMemFLPAPrn), N,N'-Bis[4-(9H-Carbazol-9-yl)phenyl]-N,N'-diphenylstilben-4,4'-diamin (Abkürzung: YGA2S), 4-(9H-Carbazol-9-yl)-4'-(10-phenyl-9-anthryl)triphenylamin (Abkürzung: YGAPA), 4-(9H-Carbazol-9-yl)-4'-(9,10-diphenyl-2-anthryl)triphenylamin (Abkürzung: 2YGAPPA), N,9-Diphenyl-N-[4-(10-phenyl-9-anthryl)phenyl]-9H-carbazol-3-amin (Abkürzung: PCAPA), Perylen, 2,5,8,11-Tetra(tert-butyl)perylene (Abkürzung: TBP), 4-(10-Phenyl-9-anthryl)-4'-(9-phenyl-9H-carbazol-3-yl)triphenylamin (Abkürzung: PCBAPA), N,N'-(2-tert-Butylanthracen-9,10-diyldi-4,1-phenylen)bis[N,N',N'-triphenyl-1,4-phenylen diamin] (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-phenylen diamin (Abkürzung: 2DPAPPA), N,N,N',N",N",N'''-Octaphenylidibenzog,p]chrysen-2,7,10,15-tetraamin (Abkürzung: DBC1), Cumarin 30, N-(9,10-Diphenyl-2-anthryl)-N,9-diphenyl-9H-carbazol-3-amin (Abkürzung: 2PCAPA), N-[9,10-Bis(1,1'-biphenyl-2-yl)-2-anthryl]-N,9-diphenyl-9H-carbazol-3-amin (Abkürzung: 2PCABPhA), N-(9,10-Diphenyl-2-anthryl)-N,N',N'-triphenyl-1,4-phenylen diamin (Abkürzung: 2DPAPPA), N-[9,10-Bis(1,1'-biphenyl-2-yl)-2-anthryl]-N,N',N'-triphenyl-1,4-phenylen diamin (Abkürzung: 2DPABPhA), 9,10-Bis(1,1'-biphenyl-2-yl)-N-[4-(9H-carbazol-9-yl)phenyl]-N-phenylanthracen-2-amin (Abkürzung: 2YGABPhA), N,N,9-Triphenylanthracen-9-amin (Abkürzung: DPhAPhA), Cumarin 545T, N,N'-Diphenylchinacridon (Abkürzung: DPQd), Rubren, 5,12-Bis(1,1'-biphenyl-4-yl)-6,11-diphenyltetracen (Abkürzung: BPT), 2-(2-[2-[4-(Dimethylamino)phenyl]ethenyl]-6-methyl-4H-pyran-4-yliden)propandinitril (Abkürzung: DCM1), 2-[2-Methyl-6-[2-(2,3,6,7-tetrahydro-1H,5H-benzo[ij]chinolizin-9-yl)ethenyl]-4H-pyran-4-yliden]propandinitril (Abkürzung: DCM2), N,N,N',N'-Tetrakis(4-methylphenyl)tetracen-5,11-diamin (Abkürzung: p-mPhTD), 7,14-Diphenyl-N,N,N',N'-tetrakis(4-methylphenyl)acenaphtho[1,2-a]fluoranthene-3,10-diamin (Abkürzung: p-mPhAFD), 2-[2-Isopropyl-6-[2-(1,1,7,7-tetramethyl-2,3,6,7-tetrahydro-1H,5H-benzo[ij]chinolizin-9-yl)ethenyl]-4H-pyran-4-yliden]propandinitril (Abkürzung: DCJTI), 2-[2-tert-Butyl-6-[2-(1,1,7,7-tetramethyl-2,3,6,7-tetrahydro-1H,5H-benzo[ij]chinolizin-9-yl)ethenyl]-4H-pyran-4-yliden]propandinitril (Abkürzung: DCJTb), 2-(2,6-Bis{2-[4-(dimethylamino)phenyl]ethenyl}-4H-pyran-4-yliden)propandinitril (Abkürzung: Bis-DCM) und 2-[2,6-Bis[2-(8-methoxy-1,1,7,7-tetramethyl-2,3,6,7-tetrahydro-1H,5H-benzo[ij]chinolizin-9-yl)ethenyl]-4H-pyran-4-yliden]propandinitril (Abkürzung: BisDCJTM). Insbesondere werden kondensierte aromatische Diamin-Verbindungen, wie typischerweise Pyrendiamin-Verbindungen, wie z. B. 1,6FLPAPrn und 1,6mMemFLPAPrn, aufgrund ihrer hohen Locheinfangeigenschaften, hohen Emissionseffizienz und hohen Zuverlässigkeit bevorzugt.

[0151] Beispiele für ein Material, das als phosphoreszierende Substanz in der Licht emittierenden Schicht **113** verwendet werden kann, sind wie folgt: ein metallorganischer Iridiumkomplex mit einem 4H-Triazol-Gerüst, wie z. B. Tris{2-[5-(2-methylphenyl)-4-(2,6-dimethylphenyl)-4H-1,2,4-triazol-3-yl- κ C}iridium(III) (Abkürzung: [Ir(mpptz-dmp)₃]), Tris(5-methyl-3,4-diphenyl-4H-1,2,4-triazolato)iridium(III) (Abkürzung: [Ir(Mptz)₃]) und Tris[4-(3-biphenyl)-5-isopropyl-3-phenyl-4H-1,2,4-triazolato]iridium(III) (Abkürzung: [Ir(iPrptz-3b)₃]); ein metall-

organischer Iridiumkomplex mit einem 1H-Triazol-Gerüst, wie z. B. Tris[3-methyl-1-(2-methylphenyl)-5-phenyl-1H-1,2,4-triazolato]iridium(III) (Abkürzung: [Ir(Mptz1-mp)₃]) und Tris(1-methyl-5-phenyl-3-propyl-1H-1,2,4-triazolato)iridium(III) (Abkürzung: [Ir(Prptz1-Me)₃]); ein metallorganischer Iridiumkomplex 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 ein metallorganischer Iridiumkomplex, in dem 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)). Diese Verbindungen emittieren blaue Phosphoreszenz mit einem Emissionspeak bei 440 nm bis 520 nm.

[0152] Weitere Beispiele umfassen einen metallorganischen Iridiumkomplex mit einem Pyrimidin-Gerüst, wie z. B. Tris(4-methyl-6-phenylpyrimidinato)iridium(III) (Abkürzung: [Ir(mppm)₃]), Tris(4-t-butyl-6-phenylpyrimidinato)iridium(III) (Abkürzung: [Ir(tBuppm)₃]), (Acetylacetonato)bis(6-methyl-4-phenylpyrimidinato)iridium(III) (Abkürzung: [Ir(mppm)₂(acac)]), (Acetylacetonato)bis(6-tert-butyl-4-phenylpyrimidinato)iridium(III) (Abkürzung: [Ir(tBuppm)₂(acac)]), (Acetylacetonato)bis[6-(2-norbornyl)-4-phenylpyrimidinato]iridium(III) (Abkürzung: [Ir(nbppm)₂(acac)]), (Acetylacetonato)bis[5-methyl-6-(2-methylphenyl)-4-phenylpyrimidinato]iridium(III) (Abkürzung: [Ir(mpmpmm)₂(acac)]) und (Acetylacetonato)bis(4,6-diphenylpyrimidinato)iridium(III) (Abkürzung: [Ir(dppm)₂(acac)]); einen metallorganischen Iridiumkomplex mit einem Pyrazin-Gerüst, wie z. B. (Acetylacetonato)bis(3,5-dimethyl-2-phenylpyrazinato)iridium(III) (Abkürzung: [Ir(mprr-Me)₂(acac)]) und (Acetylacetonato)bis(5-isopropyl-3-methyl-2-phenylpyrazinato)iridium(III) (Abkürzung: [Ir(mprr-iPr)₂(acac)]); einen metallorganischen Iridiumkomplex mit einem Pyridin-Gerüst, wie z. B. Tris(2-phenylpyridinato-N,C²)iridium(III) (Abkürzung: [Ir(ppy)₃]), Bis(2-phenylpyridinato-N,C²)iridium(III)acetylacetonat (Abkürzung: [Ir(ppy)₂(acac)]), Bis(benzo[h]chinolinato)iridium(III)acetylacetonat (Abkürzung: [Ir(bzq)₂(acac)]), Tris(benzo[h]chinolinato)iridium(III) (Abkürzung: [Ir(bzq)₃]), Tris(2-phenylchinolinato-N, C²)iridium(III) (Abkürzung: [Ir(pq)₃]) und Bis(2-phenylchinolinato-N,C²)iridium(III)acetylacetonat (Abkürzung: [Ir(pq)₂(acac)]); und einen Seltenerdmetallkomplex, wie z. B. Tris(acetylacetonato)(monophenanthrolin)terbium(III) (Abkürzung: [Tb(acac)₃(Phen)]). Diese Verbindungen emittieren hauptsächlich grüne Phosphoreszenz mit einem Emissionspeak bei 500 nm bis 600 nm. Es sei angemerkt, dass ein metallorganischer Iridiumkomplex mit einem Pyrimidin-Gerüst eine deutlich hohe Zuverlässigkeit und eine deutlich hohe Emissionseffizienz aufweist, und somit wird er besonders bevorzugt.

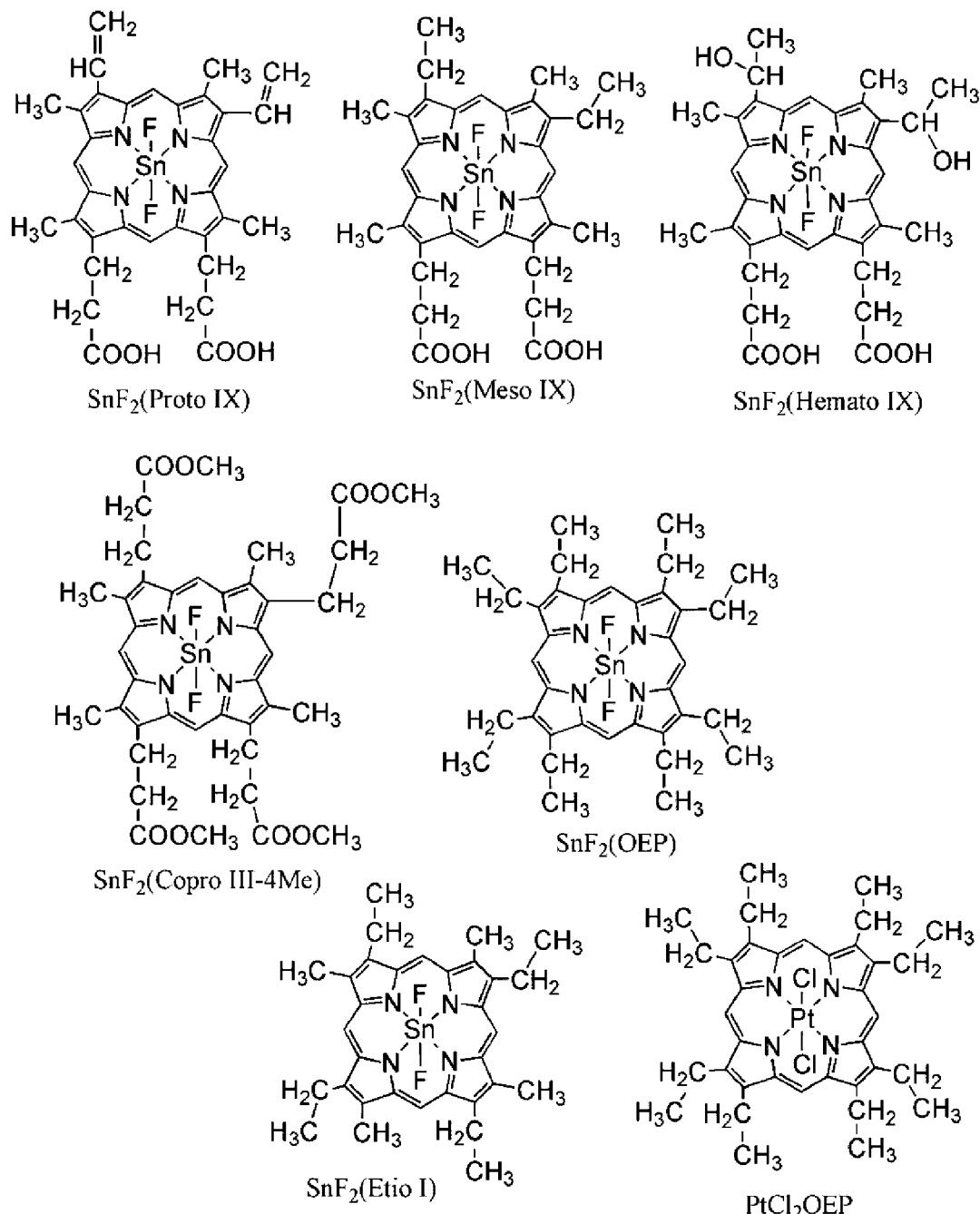
[0153] Weitere Beispiele umfassen einen metallorganischen Iridiumkomplex mit einem Pyrimidin-Gerüst, wie z. B. (Diisobutyrylmethanato)bis[4,6-bis(3-methylphenyl)pyrimidinato]iridium(III) (Abkürzung: [Ir(5mdppm)₂(dibm)]), Bis[4,6-bis(3-methylphenyl)pyrimidinato](dipivaloylmethanato)iridium(III) (Abkürzung: [Ir(5mdppm)₂(dpm)]) und Bis[4,6-di(naphthalin-1-yl)pyrimidinato](dipivaloylmethanato)iridium(III) (Abkürzung: [Ir(d1npm)₂(dpm)]); einen metallorganischen Iridiumkomplex mit einem Pyrazin-Gerüst, wie z. B. (Acetylacetonato)bis(2,3,5-triphenylpyrazinato)iridium(III) (Abkürzung: [Ir(tppr)₂(acac)]), Bis(2,3,5-triphenylpyrazinato)(dipivaloylmethanato)iridium(III) (Abkürzung: [Ir(tppr)₂(dpm)]) und (Acetylacetonato)bis[2,3-bis(4-fluorophenyl)chinoxalinato]iridium(III) (Abkürzung: [Ir(Fdpq)₂(acac)]); einen metallorganischen Iridiumkomplex mit einem Pyridin-Gerüst, wie z. B. Tris(1-phenylisochinolinato-N,C²)iridium(III) (Abkürzung: [Ir(piq)₃]) und Bis(1-phenylisochinolinato-N, C²)iridium(III)acetylacetonat (Abkürzung: [Ir(piq)₂(acac)]); einen Platinkomplex, wie z. B. 2,3,7, 8,12,13,17,18-Octaethyl-21H,23H-porphyrinplatin(II) (Abkürzung: PtOEP); und Seltenerdmetallkomplexe, wie z. B. Tris(1,3-diphenyl-1,3-propandionato)(monophenanthrolin)europium(III) (Abkürzung: [Eu(DBM)₃(Phen)]) und Tris[1-(2-thenoyl)-3,3,3-trifluoracetonato](monophenanthrolin)europium(III) (Abkürzung: [Eu(TTA)₃(Phen)]). Diese Verbindungen emittieren rote Phosphoreszenz mit einem Emissionspeak bei 600 nm bis 700 nm. Des Weiteren kann ein metallorganischer Iridiumkomplex mit einem Pyrazin-Gerüst rotes Licht mit einer hohen Chromatizität (Farbart) emittieren.

[0154] Außer den vorstehenden phosphoreszierenden Verbindungen können verschiedene phosphoreszierende Materialien ausgewählt und verwendet werden.

[0155] Beispiele für das TADF-Material umfassen ein Fuller, ein Derivat davon, ein Acridin, ein Derivat davon und ein Eosin-Derivat. Des Weiteren kann ein Porphyrin, das ein Metall, wie z. B. Magnesium (Mg), Zink (Zn), Cadmium (Cd), Zinn (Sn), Platin (Pt), Indium (In) oder Palladium (Pd), enthält, verwendet werden. Beispiele für das Metall enthaltende Porphyrin umfassen einen Protoporphyrin-Zinnfluorid-Komplex (SnF₂(Proto IX)), einen Mesoporphyrin-Zinnfluorid-Komplex (SnF₂(Meso IX)), einen Hämatoporphyrin-Zinnfluorid-Komplex (SnF₂(Hämato IX)), einen Coproporphyrin-Tetramethylester-Zinnfluorid-Komplex (SnF₂(Copro III-4Me)), einen Octaethylporphyrin-Zinnfluorid-Komplex (SnF₂(OEP)), einen Etioporphyrin-Zinnfluorid-Komplex (SnF₂(Etiol I)

) und einen Octaethylporphyrin-Platinchlorid-Komplex ($\text{PtCl}_2(\text{OEP})$), die durch die folgenden Strukturformeln dargestellt werden.

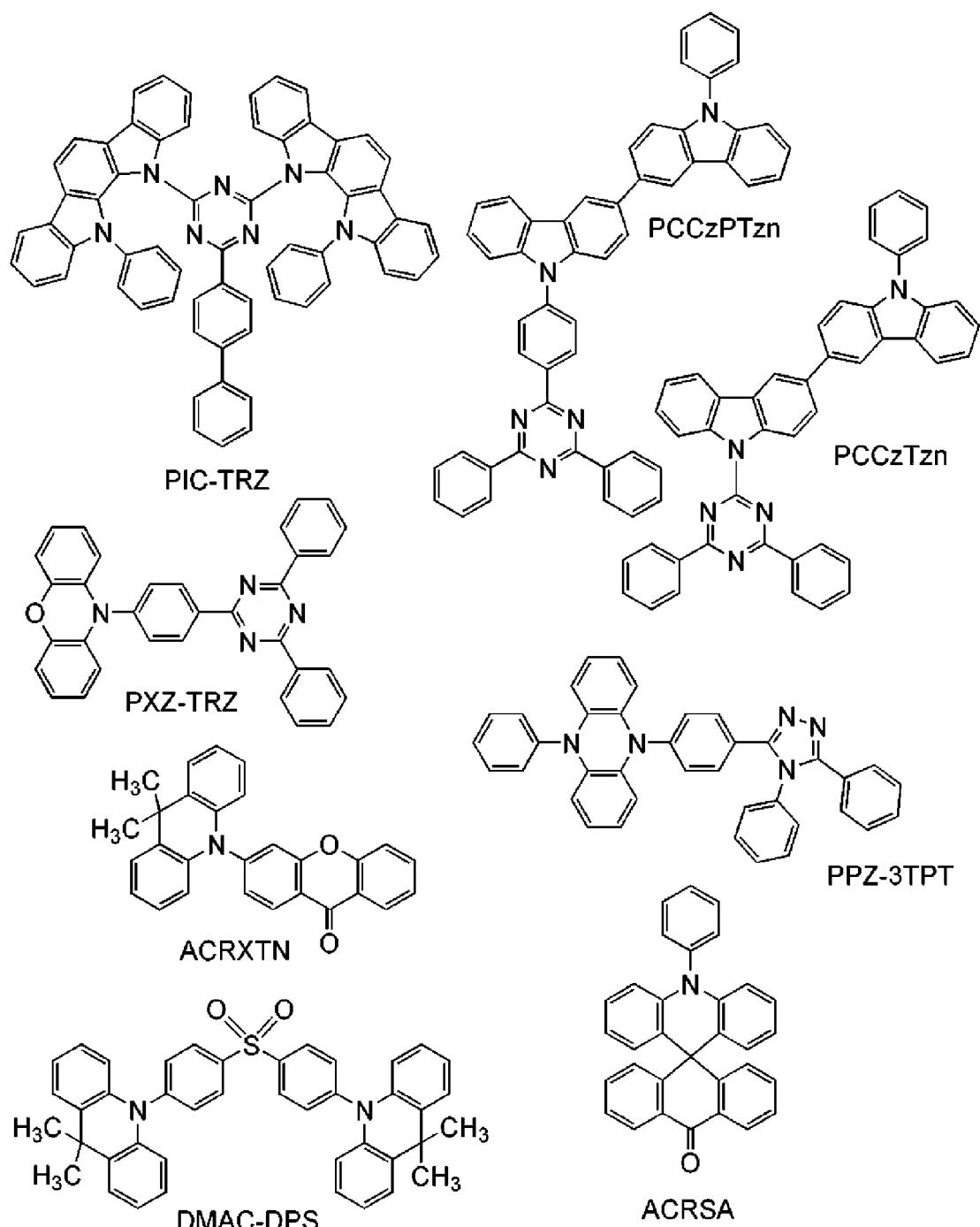
[Chemische Formel 78]



[0156] Alternativ kann eine heterocyclische Verbindung, die sowohl einen π -elektronenreichen heteroaromatischen Ring als auch einen π -elektronenarmen heteroaromatischen Ring aufweist, wie z. B. 2-(Biphenyl-4-yl)-4,6-bis(12-phenylindolo[2,3-a]carbazol-11-yl)-1,3,5-triazin (Abkürzung: PIC-TRZ), 9-(4,6-Diphenyl-1,3,5-triazin-2-yl)-9'-phenyl-9H,9'H-3,3'-bicarbazol (Abkürzung: PCCzTzn), 2-[4-[3-(N-Phenyl-9H-carbazol-3-yl)-9H-carbazol-9-yl]phenyl]-4,6-diphenyl-1,3,5-triazin (Abkürzung: PCCzPTzn), 2-[4-(10H-Phenoxyazin-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), die durch die folgenden Strukturformeln dargestellt werden, verwendet werden. Eine solche heterocyclische Verbindung wird aufgrund der ausgezeichneten Elektronentransport- und Lochtransporteigenschaften bevorzugt, da sie einen π -elektronenreichen he-

teroaromatischen Ring und einen π -elektronenarmen heteroaromatischen Ring umfasst. Es sei angemerkt, dass eine Substanz, in der der π -elektronenreiche heteroaromatische Ring direkt an den π -elektronenarmen heteroaromatischen Ring gebunden ist, besonders bevorzugt wird, da sowohl die Donatoreigenschaft des π -elektronenreichen heteroaromatischen Rings als auch die Akzeptoreigenschaft des π -elektronenarmen heteroaromatischen Rings verbessert werden und die Energiedifferenz zwischen dem S_1 -Niveau und dem T_1 -Niveau klein wird, so dass thermisch aktivierte verzögerte Fluoreszenz mit einer hohen Effizienz erhalten werden kann. Es sei angemerkt, dass ein aromatischer Ring, an den eine elektronenziehende Gruppe, wie z. B. eine Cyano-Gruppe, gebunden ist, anstelle des π -elektronenarmen heteroaromatischen Rings verwendet werden kann.

[Chemische Formel 79]



[0157] Beispiele für den Quantenpunkt umfassen nanometergroße Teilchen eines Elements der Gruppe 14, eines Elements der Gruppe 15, eines Elements der Gruppe 16, einer Verbindung aus einer Vielzahl von Ele-

menten der Gruppe 14, einer Verbindung aus einem Element, das zu einer der Gruppen 4 bis 14 gehört, und einem Element der Gruppe 16, einer Verbindung aus einem Element der Gruppe 2 und einem Element der Gruppe 16, einer Verbindung aus einem Element der Gruppe 13 und einem Element der Gruppe 15, einer Verbindung aus einem Element der Gruppe 13 und einem Element der Gruppe 17, einer Verbindung aus einem Element der Gruppe 14 und einem Element der Gruppe 15, einer Verbindung aus einem Element der Gruppe 11 und einem Element der Gruppe 17 sowie nanometergroße Teilchen von Eisenoxiden, Titanoxiden, Spinellchalcogeniden, Halbleiterclustern, Metallhalogenid-Perowskiten und dergleichen.

[0158] Spezifische Beispiele umfassen, ohne jedoch darauf beschränkt zu sein, Cadmiumselenid (CdSe), Cadmiumsulfid (CdS), Cadmiumtellurid (CdTe), Zinkselenid (ZnSe), Zinkoxid (ZnO), Zinksulfid (ZnS), Zinktellurid (ZnTe), Quecksilbersulfid (HgS), Quecksilberselenid (HgSe), Quecksilbertellurid (HgTe), Indiumarsenid (InAs), Indiumphosphid (InP), Galliumarsenid (GaAs), Galliumphosphid (GaP), Indiumnitrid (InN), Galliumnitrid (GaN), Indiumantimonid (InSb), Galliumantimonid (GaSb), Aluminiumphosphid (AlP), Aluminiumarsenid (AlAs), Aluminiumantimonid (AlSb), Blei(II)selenid (PbSe), Blei(II)tellurid (PbTe), Blei(II)sulfid (PbS), Indiumselenid (In_2Se_3), Indiumtellurid (In_2Te_3), Indiumsulfid (In_2S_3), Galliumselenid (Ga_2Se_3), Arsen(III)sulfid (As_2S_3), Arsen(III)selenid (As_2Se_3), Arsen(III)tellurid (As_2Te_3), Antimon(III)sulfid (Sb_2S_3), Antimon(III)selenid (Sb_2Se_3), Antimon(III)tellurid (Sb_2Te_3), Bismut(III)sulfid (Bi_2S_3), Bismut(III)selenid (Bi_2Se_3), Bismut(III)tellurid (Bi_2Te_3), Silizium (Si), Siliziumcarbid (SiC), Germanium (Ge), Zinn (Sn), Selen (Se), Tellur (Te), Bor (B), Kohlenstoff (C), Phosphor (P), Bornitrid (BN), Borphosphid (BP), Borarsenid (BAs), Aluminiumnitrid (AlN), Aluminiumsulfid (Al_2S_3), Bariumsulfid (BaS), Bariumselenid (BaSe), Bariumtellurid (BaTe), Calciumsulfid (CaS), Calciumselenid (CaSe), Calciumtellurid (CaTe), Berylliumsulfid (BeS), Berylliumselenid (BeSe), Berylliumtellurid (BeTe), Magnesiumsulfid (MgS), Magnesiumselenid (MgSe), Germaniumsulfid (GeS), Germaniumselenid (GeSe), Germaniumtellurid (GeTe), Zinn(IV)sulfid (SnS_2), Zinn(II)sulfid (SnS), Zinn(II)selenid ($SnSe$), Zinn(II)tellurid ($SnTe$), Blei(II)Oxid (PbO), Kupfer(I)fluorid (CuF), Kupfer(I)chlorid (CuCl), Kupfer(I)bromid (CuBr), Kupfer(I)iodid (CuI), Kupfer(I)Oxid (Cu₂O), Kupfer(I)selenid (Cu₂Se), Nickel(II)Oxid (NiO), Kobalt(II)Oxid (CoO), Kobalt(II)sulfid (CoS), Triacetonaat (Fe₃O₄), Eisen(II)sulfid (FeS), Mangan(II)Oxid (MnO), Molybdän(IV)sulfid (MoS₂), Vanadium(II)Oxid (VO), Vanadium(IV)Oxid (VO₂), Wolfram(IV)Oxid (WO₂), Tantal(V)Oxid (Ta₂O₅), Titanoxid (z. B. TiO₂, Ti₂O₅, Ti₂O₃ und Ti₅O₉), Zirconiumoxid (ZrO₂), Siliziumnitrid (Si₃N₄), Germaniumnitrid (Ge₃N₄), Aluminiumoxid (Al₂O₃), Bariumtitanat (BaTiO₃), eine Verbindung aus Selen, Zink und Cadmium (CdZnSe), eine Verbindung aus Indium, Arsen und Phosphor (InAsP), eine Verbindung aus Cadmium, Selen und Schwefel (CdSeS), eine Verbindung aus Cadmium, Selen und Tellur (CdSeTe), eine Verbindung aus Indium, Gallium und Arsen (InGaAs), eine Verbindung aus Indium, Gallium und Selen (InGaSe), eine Verbindung aus Indium, Selen und Schwefel (InSeS), eine Verbindung aus Kupfer, Indium und Schwefel (z. B. CuInS₂) und Kombinationen davon. Ein sogenannter legierter Quantenpunkt, dessen Zusammensetzung durch ein gegebenes Verhältnis dargestellt wird, kann verwendet werden. Beispielsweise ist ein legierter Quantenpunkt, der durch CdS_xSe_{1-x} (x ist eine gegebene Zahl zwischen 0 und 1 einschließlich) dargestellt wird, ein effektives Mittel zum Erhalten einer blauen Lichtemission, da die Emissionswellenlänge durch eine Änderung von x geändert werden kann.

[0159] Als Quantenpunkt kann ein Kern-Quantenpunkt, ein Kern-Schale-Quantenpunkt, ein Kern-Multischalen-Quantenpunkt oder dergleichen verwendet werden. Wenn ein Kern mit einer Schale bedeckt ist, die aus einem anderen anorganischen Material mit einer breiteren Bandlücke ausgebildet ist, kann der Einfluss eines Defekts oder einer freien Bindung, der/die an der Oberfläche eines Nanokristalls existiert, verringert werden. Da eine solche Struktur die Quanteneffizienz einer Lichtemission in hohem Maße verbessern kann, wird vorzugsweise ein Kern-Schale- oder ein Kern-Multischalen-Quantenpunkt verwendet. Beispiele für das Material einer Schale umfassen Zinksulfid (ZnS) und Zinkoxid (ZnO).

[0160] Quantenpunkte weisen einen hohen Anteil an Oberflächenatomen auf, und somit weisen sie ein hohes Reaktionsvermögen auf und sie kohärieren leicht miteinander. Aus diesem Grund wird vorzugsweise auf den Oberflächen der Quantenpunkte ein Schutzmittel angebracht oder eine Schutzgruppe bereitgestellt. Das Anbringen des Schutzmittels oder das Bereitstellen der Schutzgruppe kann eine Kohäsion verhindern und die Lösbarkeit in einem Lösungsmittel erhöhen. Es kann ebenfalls das Reaktionsvermögen verringern und die elektrische Stabilität verbessern. Beispiele für das Schutzmittel (oder die Schutzgruppe) umfassen Polyoxyethylenalkylether, wie z. B. Polyoxyethylenlaurylether, Polyoxyethylenstearylether und Polyoxyethylenoleylether; Trialkylphosphine, wie z. B. Tripropylphosphin, Tributylphosphin, Trihexylphosphin und Trioctylphosphin; Polyoxyethylenalkylphenylether, wie z. B. Polyoxyethylen-n-octylphenylether und Polyoxyethylen-n-nonylphenylether; tertiäre Amine, wie z. B. Tri(n-hexyl)amin, Tri(n-octyl)amin und Tri(n-decyl)amin; phosphororganische Verbindungen, wie z. B. Tripropylphosphinoxid, Tributylphosphinoxid, Trihexylphosphinoxid, Trioctylphosphinoxid und Tridecylphosphinoxid; Polyethylenglycoldiester, wie z. B. Polyethylenglycoldilaurat und Polyethylenglycoldistearat; organische Stickstoff-Verbindungen, wie z. B. stickstoffhaltige aromatische Verbindungen, so beispielsweise Pyridine, Lutidine, Collidine und Chinoline; Aminoalkane, wie z. B. Hexylamin, Octylamin,

Decylamin, Dodecylamin, Tetradecylamin, Hexadecylamin und Octadecylamin; Dialkylsulfide, wie z. B. Dibutylsulfid; Dialkylsulfoxide, wie z. B. Dimethylsulfoxid und Dibutylsulfoxid; organische Schwefel-Verbindungen, wie z. B. schwefelhaltige aromatische Verbindungen, so beispielsweise Thiophen; höhere Fettsäuren, wie z. B. Palmitinsäure, Stearinsäure und Oleinsäure; Alkohole; Sorbitanfettsäureester; durch Fettsäure modifizierte Polyester; durch tertiäres Amin modifizierte Polyurethane; und Polyethylenimine.

[0161] Die Quantenpunkte können stabförmige Quantenstäbe sein. Ein Quantenstab emittiert direktionales Licht, das in Richtung der c-Achse polarisiert wird; demzufolge können Quantenstäbe als Licht emittierendes Material verwendet werden, um ein Licht emittierendes Element mit einer höheren externen Quanteneffizienz zu erhalten.

[0162] Eine Licht emittierende Schicht, in der die Quantenpunkte als Licht emittierendes Material in einem Wirtsmaterial dispergiert sind, kann wie folgt ausgebildet werden: Die Quantenpunkte werden in dem Wirtsmaterial dispergiert oder das Wirtsmaterial und die Quantenpunkte werden in einem geeigneten Flüssigkeitsmedium aufgelöst oder dispergiert, ein Nassprozess (z. B. ein Rotationsbeschichtungsverfahren, ein Gießverfahren, ein Düsenbeschichtungsverfahren, ein Klingenbeschichtungsverfahren, ein Walzenbeschichtungsverfahren, ein Tintenstrahlverfahren, ein Druckverfahren, ein Sprühbeschichtungsverfahren, ein Vorhangbeschichtungsverfahren und ein Langmuir-Blodgett-Verfahren) wird durchgeführt, um eine Schicht auszubilden, und dann wird das Lösungsmittel entfernt oder ein Backen durchgeführt.

[0163] Beispiele für das Flüssigkeitsmedium, das für den Nassprozess verwendet wird, umfassen die folgenden organischen Lösungsmittel: Ketone, wie z. B. Methylethylketon und Cyclohexanon; Fettsäureester, wie z. B. Ethylacetat; halogenierte Kohlenwasserstoffe, wie z. B. Dichlorbenzol; aromatische Kohlenwasserstoffe, wie z. B. Toluol, Xylool, Mesitylen und Cyclohexylbenzol; aliphatische Kohlenwasserstoffe, wie z. B. Cyclohexan, Decalin und Dodecan; Dimethylformamid (DMF); und Dimethylsulfoxid (DMSO).

[0164] In dem Fall, in dem eine fluoreszierende Substanz verwendet wird, ist ein Wirtsmaterial, das zu der Licht emittierenden Schicht geeignet ist, ein Material mit einem Anthracen-Gerüst, wie z. B. 9-Phenyl-3-[4-(10-phenyl-9-anthryl)phenyl]-9H-carbazol (Abkürzung: PCzPA), 3-[4-(1-Naphthyl)-phenyl]-9-phenyl-9H-carbazol (Abkürzung: PCPN), 9-[4-(10-Phenyl-9-anthryl)phenyl]-9H-carbazol (Abkürzung: CzPA), 7-[4-(10-Phenyl-9-anthryl)phenyl]-7H-dibenzo[c,g]carbazol (Abkürzung: cgDBCzPA), 6-[3-(9,10-Diphenyl-2-anthryl)phenyl]-benzo[b]naphtho[1,2-d]furan (Abkürzung: 2mBnfPPA) und 9-Phenyl-10-{ 4-(9-phenyl-9H-fluoren-9-yl)biphenyl-4'-yl}anthracen (Abkürzung: FLPPA). Die Verwendung einer Substanz mit einem Anthracen-Gerüst als Wirtsmaterial für eine fluoreszierende Substanz ermöglicht, dass eine Licht emittierende Schicht, die eine hohe Emissionseffizienz und eine hohe Beständigkeit aufweist, erhalten wird. Es sei angemerkt, dass CzPA, cgDBCzPA, 2mBnfPPA und PCzPA ausgezeichnete Eigenschaften aufweisen und daher besonders vorzugsweise ausgewählt werden.

[0165] In dem Fall, in dem ein anderes Material als die vorstehenden Materialien als Wirtsmaterial verwendet wird, können verschiedene Ladungsträgertransportmaterialien verwendet werden, wie z. B. ein Material mit einer Elektronentransporteigenschaft und ein Material mit einer Lochtransporteigenschaft.

[0166] Beispiele für das Material mit einer Elektronentransporteigenschaft sind ein Metallkomplex, wie z. B. Bis(10-hydroxybenzo[h]-chinolinato)beryllium(II) (Abkürzung: BeBq₂), Bis(2-methyl-8-chinolinolato)(4-phenyl-phenolato)aluminium(III) (Abkürzung: BAlq), Bis(8-chinolinolato)zink(II) (Abkürzung: Znq), Bis[2-(2-benzoxazol-olyl)phenolato]zink(II) (Abkürzung: ZnPBO) und Bis[2-(2-benzothiazol-olyl)phenolato]zink(II) (Abkürzung: ZnBTZ); eine heterocyclische Verbindung mit einem Polyazol-Gerüst, wie z. B. 2-(4-Biphenyl)-5-(4-tert-butylphenyl)-1,3,4-oxadiazol (Abkürzung: PBD), 3-(4-Biphenyl)-4-phenyl-5-(4-tert-butylphenyl)-1,2,4-triazol (Abkürzung: TAZ), 1,3-Bis[5-(p-tert-butylphenyl)-1,3,4-oxadiazol-2-yl]benzol (Abkürzung: OXD-7), 9-[4-(5-Phenyl-1,3,4-oxadiazol-2-yl)phenyl]-9H-carbazol (Abkürzung: CO11), 2,2',2"-(1,3,5-Benzoltriy)-tris(1-phenyl-1H-benzimidazol) (Abkürzung: TPBI) und 2-[3-(Dibenzothiophen-4-yl)phenyl]-1-phenyl-1H-benzimidazol (Abkürzung: mDBTBI-III); eine heterocyclische Verbindung mit einem Diazin-Gerüst, wie z. B. 2-[3-(Dibenzothiophen-4-yl)phenyl]dibenzo[f,h]chinoxalin (Abkürzung: 2mDBTPDBq-III), 2-[3'-(Dibenzothiophen-4-yl)biphenyl-3-yl]dibenzo[f,h]chinoxalin (Abkürzung: 2mDBTPDBq-III), 2-[3'-(9H-Carbazol-9-yl)biphenyl-3-yl]dibenzo[f,h]chinoxalin (Abkürzung: 2mCzBPDBq), 4,6-Bis[3-(phenanthren-9-yl)phenyl]pyrimidin (Abkürzung: 4,6mPnP2Pm) und 4,6-Bis[3-(4-dibenzothienyl)phenyl]pyrimidin (Abkürzung: 4,6mDBTP2Pm-III); und eine heterocyclische Verbindung mit einem Pyridin-Gerüst, wie z. B. 3,5-Bis[3-(9H-carbazol-9-yl)phenyl]pyridin (Abkürzung: 35DCzPPy) und 1,3,5-Tri[3-(3-pyridyl)phenyl]benzol (Abkürzung: TmPyPB). Unter den vorstehenden Materialien weisen die heterocyclische Verbindung mit einem Diazin-Gerüst und die heterocyclische Verbindung mit einem Pyridin-Gerüst eine hohe Zuverlässigkeit auf, und somit werden sie bevorzugt. Insbesondere weist die hetero-

cyclische Verbindung mit einem Diazin-Gerüst (Pyrimidin-Gerüst oder Pyrazin-Gerüst) eine ausgezeichnete Elektronentransporteigenschaft auf und trägt zu einer Verringerung der Ansteuerspannung bei.

[0167] Beispiele für ein Material mit einer Lochtransporteigenschaft umfassen eine Verbindung mit einem aromatischen Amin-Gerüst, wie z. B. 4,4'-Bis[N-(1-naphthyl)-N-phenylamino]biphenyl (Abkürzung: NPB), N,N'-Bis(3-methylphenyl)-N,N'-diphenyl-[1,1'-biphenyl]-4,4'-diamin (Abkürzung: TPD), 4,4'-Bis[N-(spiro-9,9'-bifluoren-2-yl)-N-phenylamino]biphenyl (Abkürzung: BSPB), 4-Phenyl-4'-(9-phenylfluoren-9-yl)triphenylamin (Abkürzung: BPAFLP), 4-Phenyl-3'-(9-phenylfluoren-9-yl)triphenylamin (Abkürzung: mBPAFLP), 4-Phenyl-4'-(9-phenyl-9H-carbazol-3-yl)triphenylamin (Abkürzung: PCBA1BP), 4,4'-Diphenyl-4"-(9-phenyl-9H-carbazol-3-yl)triphenylamin (Abkürzung: PCBANB), 4,4'-Di(1-naphthyl)-4"-(9-phenyl-9H-carbazol-3-yl)triphenylamin (Abkürzung: PCBNBB), 9,9-Dimethyl-N-phenyl-N-[4-(9-phenyl-9H-carbazol-3-yl)phenyl]fluoren-2-amin (Abkürzung: PCBAF) und N-Phenyl-N-[4-(9-phenyl-9H-carbazol-3-yl)phenyl]spiro-9,9'-bifluoren-2-amin (Abkürzung: PCBASF); eine Verbindung mit einem Carbazol-Gerüst, wie z. B. 1,3-Bis(N-carbazolyl)benzol (Abkürzung: mCP), 4,4'-Di(N-carbazolyl)biphenyl (Abkürzung: CBP), 3,6-Bis(3,5-diphenylphenyl)-9-phenylcarbazol (Abkürzung: CzTP) und 3,3'-Bis(9-phenyl-9H-carbazol) (Abkürzung: PCCP); eine Verbindung mit einem Thiophen-Gerüst, wie z. B. 4,4',4"-(Benzol-1,3,5-triyl)tri(dibenzothiophen) (Abkürzung: DBT3P-II), 2,8-Diphenyl-4-[4-(9-phenyl-9H-fluoren-9-yl)phenyl]dibenzothiophen (Abkürzung: DBTFLP-III) und 4-[4-(9-Phenyl-9H-fluoren-9-yl)phenyl]-6-phenyl-dibenzothiophen (Abkürzung: DBTFLP-IV); und eine Verbindung mit einem Furan-Gerüst, wie z. B. 4,4',4"-(Benzol-1,3,5-triyl)tri(dibenzofuran) (Abkürzung: DBF3P-II) und 4-[3-[3-(9-Phenyl-9H-fluoren-9-yl)phenyl]phenyl]dibenzofuran (Abkürzung: mmDBFFLBi-II). Unter den vorstehenden Materialien werden die Verbindung mit einem aromatischen Amin-Gerüst und die Verbindung mit einem Carbazol-Gerüst bevorzugt, da diese Verbindungen in hohem Maße zuverlässig sind, hohe Lochtransporteigenschaften aufweisen und zu einer Verringerung der Ansteuerspannung beitragen. Das Lochtransportmaterial kann sowohl aus verschiedenen Substanzen als auch aus den vorstehend angegebenen Lochtransportmaterialien ausgewählt werden.

[0168] In dem Fall, in dem eine fluoreszierende Substanz als Licht emittierende Substanz verwendet wird, wird vorzugsweise ein Material mit einem Anthracen-Gerüst, wie z. B. 9-Phenyl-3-[4-(10-phenyl-9-anthryl)phenyl]-9H-carbazol (Abkürzung: PCzPA), 3-[4-(1-Naphthyl)-phenyl]-9-phenyl-9H-carbazol (Abkürzung: PCPN), 9-[4-(10-Phenyl-9-anthracenyl)phenyl]-9H-carbazol (Abkürzung: CzPA), 7-[4-(10-Phenyl-9-anthryl)phenyl]-7H-dibenzo[c,g]carbazol (Abkürzung: cgDBCzPA), 6-[3-(9,10-Diphenyl-2-anthryl)phenyl]-benzo[b]naphtho[1,2-d]furan (Abkürzung: 2mBnfPPA) und 9-Phenyl-10-[4-(9-phenyl-9H-fluoren-9-yl)-biphenyl-4'-yl]anthracen (Abkürzung: FLPPA), verwendet. Die Verwendung einer Substanz mit einem Anthracen-Gerüst als Wirtsmaterial für eine fluoreszierende Substanz ermöglicht, dass eine Licht emittierende Schicht, die eine hohe Emissionseffizienz und eine hohe Beständigkeit aufweist, erhalten wird. Es sei angemerkt, dass CzPA, cgDBCzPA, 2mBnfPPA und PCzPA ausgezeichnete Eigenschaften aufweisen und daher besonders vorzugsweise ausgewählt werden.

[0169] Es sei angemerkt, dass ein Wirtsmaterial eine Mischung einer Vielzahl von Arten von Substanzen sein kann; im Falle der Verwendung eines gemischten Wirtsmaterials wird vorzugsweise ein eine Elektronentransporteigenschaft aufweisendes Material mit einem eine Lochtransporteigenschaft aufweisenden Material gemischt. Indem das eine Elektronentransporteigenschaft aufweisende Material mit dem eine Lochtransporteigenschaft aufweisenden Material gemischt wird, kann die Transporteigenschaft der Licht emittierenden Schicht **113** leicht reguliert werden, und ein Rekombinationsbereich kann leicht gesteuert werden. Das Verhältnis des Gehalts des eine Lochtransporteigenschaft aufweisenden Materials zu dem Gehalt des eine Elektronentransporteigenschaft aufweisenden Materials kann 1:9 bis 9:1 sein.

[0170] Substanzen in einem solchen gemischten Wirtsmaterial können einen Exciplex bilden. Wenn eine Kombination von Materialien derart ausgewählt wird, dass sie einen Exciplex bilden, der Licht emittiert, dessen Wellenlänge die Wellenlänge eines Absorptionsbandes auf der Seite der niedrigsten Energie einer fluoreszierenden Substanz, einer phosphoreszierenden Substanz oder eines TADF-Materials überlappt, kann Energie leicht übertragen werden und kann eine Lichtemission effizient erhalten werden. Eine solche Struktur wird bevorzugt, um die Ansteuerspannung zu verringern.

[0171] Die Licht emittierende Schicht **113** mit der vorstehend beschriebenen Struktur kann durch Co-Verdampfung mittels eines Vakuumverdampfungsverfahrens oder durch ein Tiefdruckverfahren, ein Offsetdruckverfahren, ein Tintenstrahlverfahren, ein Rotationsbeschichtungsverfahren, ein Tauchbeschichtungsverfahren oder dergleichen, bei dem eine gemischte Lösung verwendet wird, ausgebildet werden.

[0172] Eine Elektronentransportschicht **114** enthält eine Substanz mit einer Elektronentransporteigenschaft. Als Substanz mit einer Elektronentransporteigenschaft kann ein beliebiges der Materialien mit Elektronentransporteigenschaften und der Materialien mit Anthracen-Gerüsten verwendet werden, die als Wirtsmaterial verwendet werden können.

[0173] Die organische Verbindung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist auch eine Substanz mit einer Lochtransporteigenschaft und kann daher als Material mit einer Lochtransporteigenschaft verwendet werden. Die organische Verbindung wird besonders bevorzugt, die als Substituenten eine elektronenarme heterocyclische Gruppe oder eine aromatische Kohlenwasserstoff-Gruppe aufweist.

[0174] Zwischen der Elektronentransportschicht und der Licht emittierenden Schicht kann eine Schicht, die den Transport von Elektronenladungsträgern steuert, bereitgestellt werden. Diese Schicht wird durch Zusatz einer kleinen Menge einer Substanz mit einer ausgezeichneten Elektroneneinfangeigenschaft zu dem vorstehend beschriebenen Material mit einer ausgezeichneten Elektronentransporteigenschaft ausgebildet und kann das Ladungsträgergleichgewicht durch Verzögern des Transports von Elektronenladungsträgern regulieren. Eine solche Struktur ist sehr effektiv zum Verhindern eines Problems (wie z. B. einer Verkürzung der Lebensdauer des Elements), das auftritt, wenn Elektronen die Licht emittierende Schicht passieren.

[0175] Eine Elektroneninjektionsschicht **115** kann zwischen der Elektronentransportschicht **114** und der Kathode **102** bereitgestellt werden und kann in Kontakt mit der Kathode **102** sein. Für die Elektroneninjektionsschicht **115** kann ein Alkalimetall, ein Erdalkalimetall oder eine Verbindung davon, wie z. B. Lithiumfluorid (LiF), Cäsiumfluorid (CsF) oder Calciumfluorid (CaF₂), verwendet werden. Beispielsweise kann eine Schicht, die unter Verwendung einer Substanz mit einer Elektronentransporteigenschaft ausgebildet wird und ein Alkalimetall, ein Erdalkalimetall oder eine Verbindung davon enthält, verwendet werden. Außerdem kann ein Elektrid ebenfalls für die Elektroneninjektionsschicht **115** verwendet werden. Beispiele für das Elektrid umfassen eine Substanz, in der Elektronen bei einer hohen Konzentration zu Calciumoxid-Aluminiumoxid gegeben sind. Es sei angemerkt, dass eine Schicht, die unter Verwendung einer Substanz mit einer Elektronentransporteigenschaft ausgebildet wird und ein Alkalimetall oder ein Erdalkalimetall enthält, vorzugsweise als Elektroneninjektionsschicht **115** verwendet wird, wobei in diesem Fall eine Elektroneninjektion aus der Kathode **102** effizient durchgeführt wird.

[0176] Anstelle der Elektroneninjektionsschicht **115** kann eine Ladungserzeugungsschicht **116** bereitgestellt werden (**Fig. 1B**). Die Ladungserzeugungsschicht **116** bezeichnet eine Schicht, die beim Anlegen eines Potentials zum Injizieren von Löchern in eine Schicht in Kontakt mit der Kathodenseite der Ladungserzeugungsschicht **116** und Elektronen in eine Schicht in Kontakt mit der Anodenseite derselben geeignet ist. Die Ladungserzeugungsschicht **116** weist mindestens eine p-Typ-Schicht **117** auf. Die p-Typ-Schicht **117** wird vorzugsweise unter Verwendung eines beliebigen der Verbundmaterialien ausgebildet, die vorstehend als Beispiele für das Material, das für die Lochinjektionsschicht **111** verwendet werden kann, angegeben worden sind. Die p-Typ-Schicht **117** kann ausgebildet werden, indem ein Film, der als in dem Verbundmaterial enthaltenes Material das vorstehende Akzeptormaterial enthält, und ein Film, der das vorstehende Lochtransportmaterial enthält, übereinander angeordnet werden. Wenn ein Potential an die p-Typ-Schicht **117** angelegt wird, werden Elektronen in die Elektronentransportschicht **114** injiziert und Löcher in die Kathode **102** injiziert; auf diese Weise arbeitet das Licht emittierende Element. Wenn in der Elektronentransportschicht **114** eine Schicht, die die organische Verbindung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung enthält, derart existiert, dass sie in Kontakt mit der Ladungserzeugungsschicht **116** ist, kann eine Verringerung der Leuchtdichte im Laufe der Betriebszeit des Licht emittierenden Elements unterdrückt werden, und daher kann das Licht emittierende Element eine lange Lebensdauer aufweisen.

[0177] Es sei angemerkt, dass die Ladungserzeugungsschicht **116** vorzugsweise zusätzlich zu der p-Typ-Schicht **117** eine Elektronenweiterleitungsschicht **118** und/oder eine Elektroneninjektionspufferschicht **119** aufweist.

[0178] Die Elektronenweiterleitungsschicht **118** enthält mindestens eine Substanz mit einer Elektronentransporteigenschaft und weist eine Funktion zum Verhindern einer Wechselwirkung zwischen der Elektroneninjektionspufferschicht **119** und der p-Typ-Schicht **117** auf, um die Elektronen leicht zu übertragen. Das LUMO-Niveau der in der Elektronenweiterleitungsschicht **118** enthaltenen Substanz mit einer Elektronentransporteigenschaft liegt vorzugsweise zwischen dem LUMO-Niveau einer Akzeptorsubstanz in der p-Typ-Schicht **117** und dem LUMO-Niveau einer Substanz in einer Schicht der Elektronentransportschicht **114**, die in Kontakt mit der Ladungserzeugungsschicht **116** ist. Insbesondere ist das LUMO-Energieniveau der Substanz mit einer Elektronentransporteigenschaft, die für die Elektronenweiterleitungsschicht **118** verwendet wird, bevorzugt

höher als oder gleich -5,0 eV, stärker bevorzugt höher als oder gleich -5,0 eV und niedriger als oder gleich -3,0 eV. Als Substanz mit einer Elektronentransporteigenschaft, die für die Elektronenweiterleitungsschicht **118** verwendet wird, wird vorzugsweise ein auf Phthalocyanin basierendes Material oder ein Metallkomplex, der eine Metall-Sauerstoff-Bindung und einen aromatischen Liganden aufweist, verwendet.

[0179] Eine Substanz mit einer ausgezeichneten Elektroneninjektionseigenschaft kann für die Elektroneninjektionspufferschicht **119** verwendet werden. Beispielsweise kann ein Alkalimetall, ein Erdalkalimetall, ein Seltenerdmetall oder eine Verbindung davon (z. B. eine Alkalimetall-Verbindung (einschließlich eines Oxids wie Lithiumoxid, eines Halogenids und eines Carbonats, wie z. B. Lithiumcarbonat und Cäsiumcarbonat), eine Erdalkalimetall-Verbindung (einschließlich eines Oxids, eines Halogenids und eines Carbonats) oder eine Seltenerdmetall-Verbindung (einschließlich eines Oxids, eines Halogenids und eines Carbonats)) verwendet werden.

[0180] In dem Fall, in dem die Elektroneninjektionspufferschicht **119** die Substanz mit einer Elektronentransporteigenschaft und eine Donatorsubstanz enthält, kann eine organische Verbindung, wie z. B. Tetrathianaphthacen (Abkürzung: TTN), Nickelocen oder Decamethylnickelocen, als Donatorsubstanz verwendet werden, ebenso wie ein Alkalimetall, ein Erdalkalimetall, ein Seltenerdmetall und eine Verbindung davon (z. B. eine Alkalimetall-Verbindung (einschließlich eines Oxids, wie z. B. Lithiumoxid, eines Halogenids und eines Carbonats, wie z. B. Lithiumcarbonat und Cäsiumcarbonat), eine Erdalkalimetall-Verbindung (einschließlich eines Oxids, eines Halogenids und eines Carbonats) oder eine Seltenerdmetall-Verbindung (einschließlich eines Oxids, eines Halogenids und eines Carbonats)). Als Substanz mit einer Elektronentransporteigenschaft kann ein Material, das dem vorstehend beschriebenen Material für die Elektronentransportschicht **114** ähnlich ist, verwendet werden.

[0181] Für die Kathode **102** kann ein Metall, eine Legierung, eine elektrisch leitende Verbindung oder eine Mischung davon, die jeweils eine niedrige Austrittsarbeit (insbesondere 3,8 eV oder weniger) aufweisen, oder dergleichen verwendet werden. Spezifische Beispiele für ein solches Kathodenmaterial sind Elemente, die zu den Gruppen 1 und 2 des Periodensystems gehören, wie z. B. Alkalimetalle (z. B. Lithium (Li) und Cäsium (Cs)), Magnesium (Mg), Calcium (Ca) und Strontium (Sr), Legierungen, die diese Elemente enthalten (z. B. MgAg und AlLi), Seltenerdmetalle, wie z. B. Europium (Eu) und Ytterbium (Yb), und Legierungen, die diese Seltenerdmetalle enthalten. Jedoch können dann, wenn die Elektroneninjektionsschicht zwischen der Kathode **102** und der Elektronentransportschicht bereitgestellt ist, für die Kathode **102** verschiedene leitende Materialien, wie z. B. Al, Ag, ITO oder Indiumoxid-Zinnoxid, das Silizium oder Siliziumoxid enthält, unabhängig von der Austrittsarbeit verwendet werden. Filme aus diesen leitenden Materialien können durch einen Trockenprozess, wie z. B. ein Vakuumverdampfungsverfahren oder ein Sputterverfahren, ein Tintenstrahlverfahren, ein Rotationsbeschichtungsverfahren oder dergleichen ausgebildet werden. Alternativ kann ein Nassprozess unter Verwendung eines Sol-Gel-Verfahrens oder ein Nassprozess unter Verwendung einer Paste eines Metallmaterials verwendet werden.

[0182] Verschiedene Verfahren, entweder ein Trockenprozess oder ein Nassprozess, können verwendet werden, um die EL-Schicht **103** auszubilden. Zum Beispiel kann ein Vakuumverdampfungsverfahren oder ein Nassprozess (wie z. B. ein Rotationsbeschichtungsverfahren, ein Gießverfahren, ein Düsenbeschichtungsverfahren, ein Klingenbeschichtungsverfahren, ein Walzenbeschichtungsverfahren, ein Tintenstrahlverfahren, ein Druckverfahren (z. B. ein Tiefdruckverfahren, ein Offsetdruckverfahren und ein Siebdruckverfahren), ein Sprühbeschichtungsverfahren, ein Vorhangbeschichtungsverfahren und ein Langmuir-Blodgett-Verfahren) verwendet werden.

[0183] Unterschiedliche Verfahren können verwendet werden, um die vorstehend beschriebenen Elektroden oder Schichten auszubilden.

[0184] Hier wird ein Verfahren zum Ausbilden einer Schicht **786**, die eine Licht emittierende Substanz enthält, durch ein Tröpfchenausstoßverfahren anhand von **Fig. 2A** bis **Fig. 2D** beschrieben. **Fig. 2A** bis **Fig. 2D** sind Querschnittsansichten, die ein Verfahren zum Ausbilden der Schicht **786** darstellen, die eine Licht emittierende Substanz enthält.

[0185] Als Erstes wird ein leitender Film **772** über einem isolierenden Planarisierungsfilm **770** ausgebildet, und ein isolierender Film **730** wird ausgebildet, um einen Teil des leitenden Films **772** zu bedecken (siehe **Fig. 2A**).

[0186] Dann wird ein Tröpfchen **784** von einer Tröpfchenausstoßeinrichtung **783** auf den leitenden Film **772**, der in einer Öffnung des isolierenden Films **730** freiliegt, ausgestoßen, so dass eine Schicht **785**, die eine

Zusammensetzung enthält, ausgebildet wird. Das Tröpfchen **784** ist eine Zusammensetzung, die ein Lösungsmittel enthält, und wird an dem leitenden Film **772** angebracht (siehe **Fig. 2B**).

[0187] Es sei angemerkt, dass der Schritt zum Ausstoßen des Tröpfchens **784** unter verringertem Druck durchgeführt werden kann.

[0188] Als Nächstes wird das Lösungsmittel von der eine Zusammensetzung enthaltenden Schicht **785** entfernt, und die erhaltene Schicht wird verfestigt, um die eine Licht emittierende Substanz enthaltende Schicht **786** auszubilden (siehe **Fig. 2C**).

[0189] Das Lösungsmittel kann durch Trocknen oder Erwärmen entfernt werden.

[0190] Als Nächstes wird ein leitender Film **788** über der eine Licht emittierende Substanz enthaltenden Schicht **786** ausgebildet; auf diese Weise wird ein Licht emittierendes Element **782** ausgebildet (siehe **Fig. 2D**).

[0191] Wenn die eine Licht emittierende Substanz enthaltende Schicht **786** auf diese Weise durch ein Tröpfchenausstoßverfahren ausgebildet wird, kann die Zusammensetzung selektiv ausgestoßen werden; folglich kann der Verlust eines Materials verringert werden. Des Weiteren wird kein Lithographieprozess oder dergleichen zum Formen benötigt, und daher kann der Prozess vereinfacht werden und eine Verringerung der Kosten kann erzielt werden.

[0192] Das Tröpfchenausstoßverfahren, das vorstehend erwähnt worden ist, ist eine allgemeine Bezeichnung für ein Verfahren mit einem Tröpfchenausstoßmittel, wie z. B. einer Düse mit einer Zusammensetzung-Ausstoßöffnung oder einem Kopf mit einer Düse oder einer Vielzahl von Düsen.

[0193] Als Nächstes wird eine Tröpfchenausstoßeinrichtung, die für das Tröpfchenausstoßverfahren verwendet wird, anhand von **Fig. 3** beschrieben. **Fig. 3** ist eine konzeptuelle Darstellung, die eine Tröpfchenausstoßeinrichtung **1400** darstellt.

[0194] Die Tröpfchenausstoßeinrichtung **1400** beinhaltet ein Tröpfchenausstoßmittel **1403**. Das Tröpfchenausstoßmittel **1403** beinhaltet einen Kopf **1405**, einen Kopf **1412** und einen Kopf **1416**.

[0195] Die Köpfe **1405** und **1412** sind mit einem Steuermittel **1407** verbunden, das durch einen Computer **1410** gesteuert wird; auf diese Weise kann ein vorprogrammiertes Muster gezeichnet werden.

[0196] Die Zeichnung kann zu einem Zeitpunkt, beispielsweise auf Basis von einer Markierung **1411**, die über einem Substrat **1402** ausgebildet ist, durchgeführt werden. Alternativ kann der Bezugspunkt auf Basis von einer Außenkante des Substrats **1402** bestimmt werden. Hier wird die Markierung **1411** durch ein Abbildungsmittel **1404** entdeckt und durch ein Bildverarbeitungsmittel **1409** in ein digitales Signal umgewandelt. Der Computer **1410** erkennt das digitale Signal, erzeugt ein Steuersignal und überträgt es auf das Steuermittel **1407**.

[0197] Ein Bildsensor oder dergleichen, der ein ladungsgekoppeltes Bauelement (charge coupled device, CCD) oder einen komplementären Metalloxid-Halbleiter (complementary metal oxide semiconductor, CMOS) beinhaltet, kann als Abbildungsmittel **1404** verwendet werden. Es sei angemerkt, dass Informationen über ein Muster, das über dem Substrat **1402** auszubilden ist, in einem Speichermedium **1408** gespeichert werden und dass ein Steuersignal auf Basis von den Informationen auf das Steuermittel **1407** übertragen wird, so dass die Köpfe **1405**, **1412** und **1416** des Tröpfchenausstoßmittels **1403** separat gesteuert werden können. Materialien, die auszustoßen sind, werden den Köpfen **1405**, **1412** und **1416** von den Materialversorgungsquellen **1413**, **1414** bzw. **1415** durch Rohre zugeführt.

[0198] In jedem der Köpfe **1405**, **1412** und **1416** sind ein Raum, der durch eine gestrichelte Linie **1406** dargestellt und mit einem flüssigen Material gefüllt ist, und eine Düse bereitgestellt, die als Ausstoßöffnung dient. Obwohl nicht dargestellt, ist die Innenstruktur des Kopfs **1412** derjenigen des Kopfs **1405** ähnlich. Wenn die Düsengrößen der Köpfe **1405** und **1412** sich voneinander unterscheiden, können unterschiedliche Materialien mit unterschiedlichen Breiten gleichzeitig ausgestoßen werden. Jeder Kopf kann eine Vielzahl von Licht emittierenden Materialien oder dergleichen ausstoßen, um ein Muster zu zeichnen. Im Falle der Zeichnung eines Musters über einer großen Fläche kann das gleiche Material von einer Vielzahl von Düsen gleichzeitig ausgestoßen werden, um den Durchsatz zu verbessern. Wenn ein großes Substrat verwendet wird, können die Köpfe **1405**, **1412** und **1416** das Substrat in Richtungen der Pfeile **X**, **Y** und **Z** in **Fig. 3** frei abtasten, und

ein Bereich, in dem ein Muster gezeichnet wird, kann frei bestimmt werden. Daher können die gleichen Muster auf einem Substrat gezeichnet werden.

[0199] Außerdem kann der Schritt zum Ausstoßen der Zusammensetzung unter verringertem Druck durchgeführt werden. Das Substrat kann erwärmt werden, wenn die Zusammensetzung ausgestoßen wird. Das Ausstoßen der Zusammensetzung wird von dem Trocknen und/oder dem Backen gefolgt. Sowohl das Trocknen als auch das Backen sind Wärmebehandlungen; jedoch unterscheiden sie sich hinsichtlich des Zwecks, der Temperatur und der Zeitdauer. Das Trocknen und das Backen werden unter normalem Druck oder verringertem Druck durch eine Laserlichtbestrahlung, eine schnelle thermische Ausheilung, ein Erwärmen in einem Wärmeofen oder dergleichen durchgeführt. Es sei angemerkt, dass es keine besondere Beschränkung hinsichtlich des Zeitpunkts der Wärmebehandlung und der Häufigkeit der Wärmebehandlungen gibt. Die geeignete Temperatur beim Durchführen des Trocknens und des Backens hängt von dem Material des Substrats und den Eigenschaften der Zusammensetzung ab.

[0200] Auf die vorstehend beschriebene Weise kann die eine Licht emittierende Substanz enthaltende Schicht **786** mit der Tröpfchenausstoßeinrichtung ausgebildet werden.

[0201] Die eine Licht emittierende Substanz enthaltende Schicht **786** kann durch einen Nassprozess unter Verwendung einer Zusammensetzung, in der eines verschiedener organischer Materialien und organischer-anorganischer Halogenid-Perowskit-Materialien in einem Lösungsmittel aufgelöst oder dispergiert ist, mit der Tröpfchenausstoßeinrichtung ausgebildet werden. In diesem Fall können die folgenden verschiedenen organischen Lösungsmittel verwendet werden, um eine Beschichtungszusammensetzung auszubilden: Benzol, Toluol, Xylol, Mesitylen, Tetrahydrofuran, Dioxan, Ethanol, Methanol, n-Propanol, Isopropanol, n-Butanol, t-Butanol, Acetonitril, Dimethylsulfoxid, Dimethylformamid, Chloroform, Methylenchlorid, Tetrachlorkohlenstoff, Ethylacetat, Hexan und Cyclohexan. Insbesondere wird ein wenig polares Benzol-Derivat, wie z. B. Benzol, Toluol, Xylol oder Mesitylen, vorzugsweise verwendet, da eine Lösung mit einer geeigneten Konzentration erhalten werden kann und eine Verschlechterung eines Materials, das in der Tinte enthalten ist, infolge der Oxidation oder dergleichen verhindert werden kann. Um einen gleichmäßigen Film oder einen Film mit einer gleichmäßigen Dicke auszubilden, wird ferner ein Lösungsmittel mit einem Siedepunkt von 100 °C oder höher bevorzugt verwendet, und stärker bevorzugt wird Toluol, Xylol oder Mesitylen verwendet.

[0202] Es sei angemerkt, dass die vorstehend beschriebene Struktur mit einer beliebigen der Strukturen bei dieser Ausführungsform und den anderen Ausführungsformen kombiniert werden kann.

[0203] Als Nächstes wird eine Ausführungsform eines Licht emittierenden Elements, bei dem eine Vielzahl von Licht emittierenden Einheiten übereinander angeordnet ist (auch als mehrschichtiges Element bezeichnet), anhand von **Fig. 1C** beschrieben. Dieses Licht emittierende Element beinhaltet eine Vielzahl von Licht emittierenden Einheiten zwischen einer Anode und einer Kathode. Jede Licht emittierende Einheit weist eine Struktur auf, die derjenigen der EL-Schicht **103** in **Fig. 1A** ähnlich ist. Mit anderen Worten beinhaltet das Licht emittierende Element in **Fig. 1A** oder **Fig. 1B** eine einzelne Licht emittierende Einheit, und das Licht emittierende Element in **Fig. 1C** beinhaltet eine Vielzahl von Licht emittierenden Einheiten.

[0204] In **Fig. 1C** sind eine erste Licht emittierende Einheit **511** und eine zweite Licht emittierende Einheit **512** zwischen einer ersten Elektrode **501** und einer zweiten Elektrode **502** übereinander angeordnet, und eine Ladungserzeugungsschicht **513** ist zwischen der ersten Licht emittierenden Einheit **511** und der zweiten Licht emittierenden Einheit **512** bereitgestellt. Die erste Elektrode **501** und die zweite Elektrode **502** entsprechen der Anode **101** bzw. der Kathode **102** in **Fig. 1A**, und die Beschreibung der **Fig. 1A** kann darauf angewendet werden. Des Weiteren können die erste Licht emittierende Einheit **511** und die zweite Licht emittierende Einheit **512** die gleiche Struktur oder unterschiedliche Strukturen aufweisen.

[0205] Die Ladungserzeugungsschicht **513** weist eine Funktion zum Injizieren von Elektronen in eine der Licht emittierenden Einheiten und zum Injizieren von Löchern in die andere Licht emittierende Einheit auf, wenn eine Spannung zwischen der ersten Elektrode **501** und der zweiten Elektrode **502** angelegt wird. Das heißt, dass in **Fig. 1C** die Ladungserzeugungsschicht **513** Elektronen in die erste Licht emittierende Einheit **511** und Löcher in die zweite Licht emittierende Einheit **512** injiziert, wenn eine Spannung derart angelegt wird, dass das Potential der ersten Elektrode höher ist als das Potential der zweiten Elektrode.

[0206] Die Ladungserzeugungsschicht **513** weist vorzugsweise eine Struktur auf, die derjenigen der anhand von **Fig. 1B** beschriebenen Ladungserzeugungsschicht **116** ähnlich ist. Ein Verbundmaterial einer organischen Verbindung und eines Metalloxids weist eine ausgezeichnete Ladungsträgerinjektionseigenschaft und eine

ausgezeichnete Ladungsträgertransporteigenschaft auf; demzufolge können ein Betrieb mit einer niedrigen Spannung und ein Betrieb mit einem niedrigen Strom erzielt werden. In dem Fall, in dem eine Oberfläche einer Licht emittierenden Einheit auf der Anodenseite in Kontakt mit der Ladungserzeugungsschicht **513** ist, kann die Ladungserzeugungsschicht **513** auch als Lochinjektionsschicht der Licht emittierenden Einheit dienen; deshalb ist eine Lochinjektionsschicht nicht notwendigerweise in der Licht emittierenden Einheit bereitgestellt.

[0207] In dem Fall, in dem die Ladungserzeugungsschicht **513** die Elektroneninjektionspufferschicht **119** beinhaltet, dient die Elektroneninjektionspufferschicht **119** als Elektroneninjektionsschicht in der Licht emittierenden Einheit auf der Anodenseite; deshalb ist die Licht emittierende Einheit nicht notwendigerweise mit einer weiteren Elektroneninjektionsschicht bereitgestellt.

[0208] Das Licht emittierende Element, das zwei Licht emittierende Einheiten beinhaltet, ist anhand von **Fig. 1C** beschrieben worden; jedoch kann eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung auch auf ein Licht emittierendes Element angewendet werden, bei dem drei oder mehr Licht emittierende Einheiten übereinander angeordnet sind. Wenn eine Vielzahl von Licht emittierenden Einheiten, die durch die Ladungserzeugungsschicht **513** geteilt sind, zwischen einem Paar von Elektroden, wie bei dem Licht emittierenden Element dieser Ausführungsform, angeordnet ist, ist es möglich, ein Element mit einer langen Lebensdauer bereitzustellen, das Licht mit einer hohen Leuchtdichte bei einer niedrigen Stromdichte emittieren kann. Eine Licht emittierende Vorrichtung, die bei einer niedrigen Spannung betrieben werden kann und einen niedrigen Stromverbrauch aufweist, kann bereitgestellt werden.

[0209] Wenn sich ferner Emissionsfarben der Licht emittierenden Einheiten voneinander unterscheiden, kann eine Lichtemission mit einer gewünschten Farbe von dem Licht emittierenden Element als Ganzes erhalten werden.

(Ausführungsform 3)

[0210] Bei dieser Ausführungsform wird eine Licht emittierende Vorrichtung beschrieben, die das bei der Ausführungsform 1 beschriebene Licht emittierende Element beinhaltet.

[0211] Eine Licht emittierende Vorrichtung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird anhand von **Fig. 4A** und **Fig. 4B** beschrieben. **Fig. 4A** ist eine Draufsicht auf die Licht emittierende Vorrichtung, und **Fig. 4B** ist eine Querschnittsansicht entlang den Linien **A-B** und **C-D** in **Fig. 4A**. Die Licht emittierende Vorrichtung beinhaltet einen Treiberschaltungsabschnitt (Sourceleitungstreiberschaltung) **601**, einen Pixelabschnitt **602** und einen Treiberschaltungsabschnitt (Gateleitungstreiberschaltung) **603**, die eine Lichtemission eines Licht emittierenden Elements steuern und mit Punktlinien dargestellt sind. Ein Bezugszeichen **604** bezeichnet ein Dichtungsubstrat; **605**, ein Dichtungsmittel; und **607**, einen Raum, der von dem Dichtungsmittel **605** umschlossen ist.

[0212] Es sei angemerkt, dass eine Anschlussleitung **608** eine Leitung zum Übertragen von Signalen, die in die Sourceleitungstreiberschaltung **601** und die Gateleitungstreiberschaltung **603** eingegeben werden, und zum Empfangen eines Videosignals, eines Taktsignals, eines Startsignals, eines Rücksetzsignals und dergleichen aus einer flexiblen gedruckten Schaltung (flexible printed circuit, FPC) **609** ist, die als externer Eingangsanschluss dient. Obwohl hier nur die FPC dargestellt ist, kann eine gedruckte Leiterplatte (printed wiring board, PWB) an der FPC angebracht werden. Die Licht emittierende Vorrichtung in dieser Beschreibung umfasst in ihrer Kategorie nicht nur die Licht emittierende Vorrichtung selbst, sondern auch die Vorrichtung, die mit der FPC oder der PWB bereitgestellt ist.

[0213] Als Nächstes wird eine Querschnittsstruktur anhand von **Fig. 4B** beschrieben. Der Treiberschaltungsabschnitt und der Pixelabschnitt sind über einem Elementsubstrat **610** ausgebildet. Hier sind die Sourceleitungstreiberschaltung **601**, die der Treiberschaltungsabschnitt ist, und ein Pixel des Pixelabschnitts **602** dargestellt.

[0214] Als Sourceleitungstreiberschaltung **601** ist eine CMOS-Schaltung ausgebildet, bei der ein n-Kanal-FET **623** und ein p-Kanal-FET **624** kombiniert sind. Die Treiberschaltung kann unter Verwendung verschiedener Schaltungen, wie z. B. einer CMOS-Schaltung, einer PMOS-Schaltung und einer NMOS-Schaltung, ausgebildet werden. Obwohl bei dieser Ausführungsform ein treiberintegrierter Typ beschrieben wird, bei dem die Treiberschaltung über dem Substrat ausgebildet ist, ist die Treiberschaltung nicht notwendigerweise über dem Substrat ausgebildet, und sie kann außerhalb des Substrats ausgebildet sein.

[0215] Der Pixelabschnitt **602** beinhaltet eine Vielzahl von Pixeln, die jeweils einen Schalt-FET **611**, einen Stromsteuer-FET **612** und eine erste Elektrode **613**, die elektrisch mit einem Drain des Stromsteuer-FET **612** verbunden ist, beinhalten. Eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist nicht auf diese Struktur beschränkt. Jedes Pixel des Pixelabschnitts kann drei oder mehr FETs in Kombination mit einem Kondensator beinhalten.

[0216] Es gibt keine besondere Beschränkung hinsichtlich der Art und der Kristallinität eines Halbleiters, der für die FETs verwendet wird; ein amorpher Halbleiter oder ein kristalliner Halbleiter kann verwendet werden. Beispiele für den Halbleiter, der für die FETs verwendet wird, umfassen Halbleiter der Gruppe **13**, Halbleiter der Gruppe **14**, Verbundhalbleiter, Oxidhalbleiter und organische Halbleitermaterialien. Oxidhalbleiter werden besonders bevorzugt. Beispiele für den Oxidhalbleiter umfassen ein In-Ga-Oxid und ein In-M-Zn-Oxid (M ist Al, Ga, Y, Zr, La, Ce oder Nd). Es sei angemerkt, dass ein Oxidhalbleitermaterial, das eine Energielücke von 2 eV oder mehr, bevorzugt 2,5 eV oder mehr, stärker bevorzugt 3 eV oder mehr aufweist, vorzugsweise verwendet wird, wobei in diesem Fall der Sperrstrom der Transistoren verringert werden kann.

[0217] Es sei angemerkt, dass ein Isolator **614** ausgebildet ist, um einen Endabschnitt der ersten Elektrode **613** zu bedecken. Hier kann der Isolator **614** unter Verwendung eines positiven lichtempfindlichen Acrylharzfilms ausgebildet werden.

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

[0219] Eine EL-Schicht **616** und eine zweite Elektrode **617** sind über der ersten Elektrode **613** ausgebildet. Die erste Elektrode **613**, die EL-Schicht **616** und die zweite Elektrode **617** entsprechen der Anode **101**, der EL-Schicht **103** bzw. der Kathode **102** in **Fig. 1A** und **Fig. 1B**, oder entsprechen der ersten Elektrode **501**, der EL-Schicht **503** bzw. der zweiten Elektrode **502** in **Fig. 1C**.

[0220] Die EL-Schicht **616** enthält vorzugsweise einen metallorganischen Komplex. Der metallorganische Komplex wird vorzugsweise als Emissionszentrum-Substanz in der Licht emittierenden Schicht verwendet.

[0221] Das Dichtungssubstrat **604** wird unter Verwendung des Dichtungsmittels **605** an dem Elementsubstrat **610** angebracht; auf diese Weise wird ein Licht emittierendes Element **618** in dem Raum **607** bereitgestellt, der von dem Elementsubstrat **610**, dem Dichtungssubstrat **604** und dem Dichtungsmittel **605** umschlossen ist. Der Raum **607** ist mit einem Füllstoff gefüllt, und er kann mit einem Inertgas (wie z. B. Stickstoff oder Argon) oder mit dem Dichtungsmittel **605** gefüllt sein. Vorzugsweise weist das Dichtungssubstrat einen vertieften Teil auf, der mit einem Trocknungsmittel bereitgestellt ist, wobei in diesem Fall eine Verschlechterung aufgrund der Feuchtigkeit unterdrückt werden kann.

[0222] Ein Harz auf Epoxid-Basis oder eine Glasfritte wird vorzugsweise als Dichtungsmittel **605** verwendet. In diesem Fall wird es bevorzugt, ein Material zu verwenden, das möglichst wenig Feuchtigkeit oder Sauerstoff durchlässt. Als Elementsubstrat **610** und Dichtungssubstrat **604** kann ein Glassubstrat, ein Quarzsubstrat oder ein Kunststoffsubstrat, das aus faserverstärktem Kunststoff (fiber reinforced plastic, FRP), Polyvinylfluorid (PVF), Polyester, Acryl oder dergleichen ausgebildet wird, verwendet werden.

[0223] Beispielsweise kann in dieser Beschreibung und dergleichen ein Transistor oder ein Licht emittierendes Element unter Verwendung verschiedener Substrate ausgebildet werden. Der Typ des Substrats ist nicht auf einen bestimmten Typ beschränkt. Als Substrat kann ein Halbleitersubstrat (z. B. ein einkristallines Substrat oder ein Siliziumsubstrat), ein SOI-Substrat, ein Glassubstrat, ein Quarzsubstrat, ein Kunststoffsubstrat, ein Metallsubstrat, ein Edelstahlsubstrat, ein Substrat, das eine Edelstahlfolie enthält, ein Wolframsubstrat, ein Substrat, das eine Wolframfolie enthält, ein flexibles Substrat, ein Befestigungsfilm, Papier, das ein Fasermaterial enthält, ein Basismaterialfilm oder dergleichen verwendet werden. Für das Glassubstrat kann beispielsweise Bariumborosilikatglas, Aluminiumborosilikatglas oder Kalknatronglas verwendet werden. Beispiele für ein Material des flexiblen Substrats, des Befestigungsfilm, des Basismaterialfilms oder dergleichen sind wie folgt: Kunststoffe, wie typischerweise Polyethylenterephthalat (PET), Polyethylennaphthalat (PEN) und Polyethersulfon (PES). Ein weiteres Beispiel ist ein synthetisches Harz, wie z. B. Acryl. Alternativ kann Polytetrafluorethylen (PTFE), Polypropylen, Polyester, Polyvinylfluorid, Polyvinylchlorid oder dergleichen verwendet werden.

det werden. Alternativ kann Polyamid, Polyimid, Aramid, Epoxid, ein durch Verdampfung ausgebildeter anorganischer Film, Papier oder dergleichen verwendet werden. Insbesondere ermöglicht die Verwendung eines Halbleitersubstrats, eines einkristallinen Substrats, eines SOI-Substrats oder dergleichen die Herstellung von kleinen Transistoren mit einer hohen Stromfähigkeit und mit geringen Schwankungen der Eigenschaften, der Größe, der Form oder dergleichen. Eine Schaltung, die solche Transistoren beinhaltet, erzielt einen niedrigeren Stromverbrauch oder eine höhere Integration der Schaltung.

[0224] Alternativ kann ein flexibles Substrat als Substrat verwendet werden, und der Transistor oder das Licht emittierende Element kann direkt über dem flexiblen Substrat ausgebildet werden. Alternativ kann eine Trennschicht zwischen einem Substrat und dem Transistor oder zwischen dem Substrat und dem Licht emittierenden Element bereitgestellt werden. Die Trennschicht kann verwendet werden, wenn ein Teil einer Halbleitervorrichtung oder die gesamte Halbleitervorrichtung, die über der Trennschicht ausgebildet ist, von dem Substrat getrennt und auf ein anderes Substrat übertragen wird. In diesem Fall kann der Transistor auch auf ein Substrat mit einer niedrigen Wärmebeständigkeit oder auf ein flexibles Substrat übertragen werden. Als Trennschicht kann beispielsweise eine Schichtanordnung aus anorganischen Filmen, nämlich einem Wolframfilm und einem Siliziumoxidfilm, oder ein organischer Harzfilm aus Polyimid oder dergleichen, der über einem Substrat ausgebildet ist, verwendet werden.

[0225] Mit anderen Worten: Der Transistor oder das Licht emittierende Element kann unter Verwendung eines Substrats ausgebildet und dann auf ein anderes Substrat übertragen werden. Beispiele für das Substrat, auf das der Transistor oder das Licht emittierende Element übertragen wird, umfassen, zusätzlich zu den vorstehend beschriebenen Substraten, über denen der Transistor ausgebildet werden kann, ein Papiersubstrat, ein Zellglassubstrat, ein Aramidfilm-Substrat, ein Polyimidfilm-Substrat, ein Steinsubstrat, ein Holzsubstrat, ein Stoffsubstrat (darunter auch eine Naturfaser (z. B. Seide, Baumwolle und Hanf), eine Kunstfaser (z. B. Nylon, Polyurethan und Polyester), eine Regeneratfaser (z. B. Acetat, Cupro, Viskose oder regenerierten Polyester) und dergleichen), ein Ledersubstrat und ein Gummisubstrat. Wenn ein solches Substrat verwendet wird, kann ein Transistor mit ausgezeichneten Eigenschaften oder ein Transistor mit einem niedrigen Stromverbrauch ausgebildet werden, kann eine Vorrichtung mit einer hohen Beständigkeit und einer hohen Wärmebeständigkeit bereitgestellt werden und/oder kann eine Verringerung des Gewichts oder der Dicke erzielt werden.

[0226] **Fig. 5A** und **Fig. 5B** stellen jeweils ein Beispiel für eine Licht emittierende Vorrichtung dar, die ein Licht emittierendes Element, das eine weiße Lichtemission aufweist, und Farbschichten (Farbfilter) und dergleichen beinhaltet, um ein Vollfarbbild anzuzeigen. **Fig. 5A** stellt ein Substrat **1001**, einen isolierenden Basis-Isolierfilm **1002**, einen Gate-Isolierfilm **1003**, Gate-Elektroden **1006**, **1007** und **1008**, einen ersten Zwischenschicht-Isolierfilm **1020**, einen zweiten Zwischenschicht-Isolierfilm **1021**, einen Peripherieabschnitt **1042**, einen Pixelabschnitt **1040**, einen Treiberschaltungsabschnitt **1041**, erste Elektroden **1024W**, **1024R**, **1024G** und **1024B** von Licht emittierenden Elementen, eine Trennwand **1025**, eine EL-Schicht **1028**, eine Kathode **1029** der Licht emittierenden Elemente, ein Dichtungssubstrat **1031**, ein Dichtungsmittel **1032** und dergleichen dar.

[0227] In **Fig. 5A** sind Farbschichten (eine rote Farbschicht **1034R**, eine grüne Farbschicht **1034G** und eine blaue Farbschicht **1034B**) an einem durchsichtigen Basismaterial **1033** bereitgestellt. Eine schwarze Schicht (eine Schwarzmatrix) **1035** kann zusätzlich bereitgestellt sein. Das durchsichtige Basismaterial **1033**, das mit den Farbschichten und der schwarzen Schicht bereitgestellt ist, ist an dem Substrat **1001** positioniert und befestigt. Es sei angemerkt, dass die Farbschichten und die schwarze Schicht mit einer Bedeckungsschicht **1036** bedeckt sind. In **Fig. 5A** passiert Licht, das von einigen Licht emittierenden Schichten emittiert wird, nicht die Farbschichten, während Licht, das von den anderen Licht emittierenden Schichten emittiert wird, die jeweiligen Farbschichten passiert. Da Licht, das nicht die Farbschichten passiert, weiß ist und Licht, das eine der Farbschichten passiert, rot, blau oder grün ist, kann ein Bild unter Verwendung von Pixeln der vier Farben angezeigt werden.

[0228] **Fig. 5B** stellt ein Beispiel dar, in dem die Farbschichten (die rote Farbschicht **1034R**, die grüne Farbschicht **1034G** und die blaue Farbschicht **1034B**) zwischen dem Gate-Isolierfilm **1003** und dem ersten Zwischenschicht-Isolierfilm **1020** ausgebildet sind. Wie bei dieser Struktur können die Farbschichten zwischen dem Substrat **1001** und dem Dichtungssubstrat **1031** bereitgestellt sein.

[0229] Die vorstehend beschriebene Licht emittierende Vorrichtung weist eine Struktur auf, bei der Licht von der Seite des Substrats **1001** extrahiert wird, über dem die FETs ausgebildet sind (eine Bottom-Emission-Struktur), aber sie kann auch eine Struktur aufweisen, bei der Licht von der Seite des Dichtungssubstrats **1031** extrahiert wird (eine Top-Emission-Struktur). **Fig. 6** ist eine Querschnittsansicht einer Licht emittierenden Vorrichtung mit einer Top-Emission-Struktur. In diesem Fall kann ein Substrat, das kein Licht durchlässt, als

Substrat **1001** verwendet werden. Der Prozess bis zum Schritt zum Ausbilden einer Verbindungselektrode, die den FET und die Anode des Licht emittierenden Elements verbindet, wird auf ähnliche Weise wie derjenige der Licht emittierenden Vorrichtung mit einer Bottom-Emission-Struktur durchgeführt. Dann wird ein dritter Zwischenschicht-Isolierfilm **1037** ausgebildet, um eine Elektrode **1022** zu bedecken. Dieser isolierende Film kann eine Ebnungsfunktion aufweisen. Der dritte Zwischenschicht-Isolierfilm **1037** kann unter Verwendung eines Materials, das demjenigen des zweiten Zwischenschicht-Isolierfilms ähnlich ist, ausgebildet werden, oder er kann unter Verwendung eines von anderen verschiedenen Materialien ausgebildet werden.

[0230] Die ersten Elektroden **1024W**, **1024R**, **1024G** und **1024B** der Licht emittierenden Elemente dienen hier zwar jeweils als Anode, aber sie können auch jeweils als Kathode dienen. Im Falle der in **Fig. 6** dargestellten Licht emittierenden Vorrichtung mit einer Top-Emission-Struktur sind ferner die ersten Elektroden vorzugsweise reflektierende Elektroden. Die EL-Schicht **1028** weist eine Struktur auf, die der Struktur der EL-Schicht **103** in **Fig. 1A** oder **Fig. 1B** oder der EL-Schicht **503** in **Fig. 1C** ähnlich ist, bei der eine weiße Lichtemission erhalten werden kann.

[0231] Im Falle einer Top-Emission-Struktur wie in **Fig. 6** kann das Abdichten mit dem Dichtungsubstrat **1031** durchgeführt werden, auf dem die Farbschichten (die rote Farbschicht **1034R**, die grüne Farbschicht **1034G** und die blaue Farbschicht **1034B**) bereitgestellt sind. Das Dichtungsubstrat **1031** kann mit der schwarzen Schicht (der Schwarzmatrix) **1035** bereitgestellt sein, die zwischen Pixeln positioniert ist. Die Farbschichten (die rote Farbschicht **1034R**, die grüne Farbschicht **1034G** und die blaue Farbschicht **1034B**) und die schwarze Schicht können mit einer Bedeckungsschicht bedeckt sein. Es sei angemerkt, dass ein lichtdurchlässiges Substrat als Dichtungsubstrat **1031** verwendet wird.

[0232] Eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist nicht besonders auf das hier gezeigte Beispiel beschränkt, in dem ein Vollfarbbild unter Verwendung von vier Farben, nämlich Rot, Grün, Blau und Weiß, angezeigt wird; ein Vollfarbbild kann unter Verwendung von drei Farben, nämlich Rot, Grün und Blau, oder unter Verwendung von vier Farben, nämlich Rot, Grün, Blau und Gelb, angezeigt werden.

[0233] **Fig. 7A** und **Fig. 7B** stellen eine Licht emittierende Passivmatrix-Vorrichtung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung dar. **Fig. 7A** ist eine perspektivische Ansicht der Licht emittierenden Vorrichtung, und **Fig. 7B** ist eine Querschnittsansicht entlang der Linie X-Y in **Fig. 7A**. In **Fig. 7A** und **Fig. 7B** ist über einem Substrat **951** eine EL-Schicht **955** zwischen einer Elektrode **952** und einer Elektrode **956** bereitgestellt. Ein Endabschnitt der Elektrode **952** ist mit einer isolierenden Schicht **953** bedeckt. Eine Trennwandschicht **954** ist über der isolierenden Schicht **953** bereitgestellt. Die Seitenwände der Trennwandschicht **954** sind derart schräg, dass der Abstand zwischen den Seitenwänden in Richtung der Oberfläche des Substrats allmählich abnimmt. Das heißt, dass ein Querschnitt in Richtung der kurzen Seite der Trennwandschicht **954** trapezförmig ist und dass die untere Seite (die Seite, die im Wesentlichen parallel zu der Flächenrichtung der isolierenden Schicht **953** ist und in Kontakt mit der isolierenden Schicht **953** ist) kürzer ist als die obere Seite (die Seite, die im Wesentlichen parallel zu der Flächenrichtung der isolierenden Schicht **953** ist und nicht in Kontakt mit der isolierenden Schicht **953** ist). Die auf diese Weise bereitgestellte Trennwandschicht **954** kann Fehler des Licht emittierenden Elements aufgrund der statischen Elektrizität oder dergleichen verhindern.

[0234] Da viele in einer Matrix angeordnete sehr kleine Licht emittierende Elemente unabhängig durch die in dem Pixelabschnitt ausgebildeten FETs gesteuert werden können, kann die vorstehend beschriebene Licht emittierende Vorrichtung in geeigneter Weise als Bildanzeigevorrichtung verwendet werden.

<<Beleuchtungsvorrichtung>>

[0235] Eine Beleuchtungsvorrichtung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird anhand von **Fig. 8A** und **Fig. 8B** beschrieben. **Fig. 8B** ist eine Draufsicht auf die Beleuchtungsvorrichtung, und **Fig. 8A** ist eine Querschnittsansicht entlang der Linie e-f in **Fig. 8B**.

[0236] Bei der Beleuchtungsvorrichtung ist eine erste Elektrode **401** über einem Substrat **400** ausgebildet, das ein Träger ist und eine lichtdurchlässige Eigenschaft aufweist. Die erste Elektrode **401** entspricht der Anode **101** in **Fig. 1A** und **Fig. 1B**. Wenn Licht von der Seite der ersten Elektrode **401** extrahiert wird, wird die erste Elektrode **401** unter Verwendung eines Materials mit einer lichtdurchlässigen Eigenschaft ausgebildet.

[0237] Ein Pad **412** zum Anlegen einer Spannung an eine zweite Elektrode **404** ist über dem Substrat **400** ausgebildet.

[0238] Eine EL-Schicht **403** ist über der ersten Elektrode **401** ausgebildet. Die EL-Schicht **403** entspricht beispielsweise der EL-Schicht **103** in **Fig. 1A** und **Fig. 1B**. Bezüglich dieser Strukturen kann auf die entsprechende Beschreibung Bezug genommen werden.

[0239] Die zweite Elektrode **404** ist ausgebildet, um die EL-Schicht **403** zu bedecken. Die zweite Elektrode **404** entspricht der Kathode **102** in **Fig. 1A**. Die zweite Elektrode **404** enthält ein Material mit einem hohen Reflexionsvermögen, wenn Licht von der Seite der ersten Elektrode **401** extrahiert wird. Die zweite Elektrode **404** ist mit dem Pad **412** verbunden, wodurch eine Spannung daran angelegt wird.

[0240] Ein Licht emittierendes Element ist von der ersten Elektrode **401**, der EL-Schicht **403** und der zweiten Elektrode **404** gebildet. Das Licht emittierende Element wird abgedichtet, indem es mit Dichtungsmitteln **405** und **406** an einem Dichtungssubstrat **407** befestigt wird, wodurch die Beleuchtungsvorrichtung fertiggestellt wird. Es ist möglich, entweder das Dichtungsmittel **405** oder das Dichtungsmittel **406** wegzulassen. Zusätzlich kann das innere Dichtungsmittel **406** mit einem Trocknungsmittel gemischt werden, das die Feuchtigkeit adsorbieren kann, was eine Zuverlässigkeit erhöht.

[0241] Wenn sich ein Teil des Pads **412** und ein Teil der ersten Elektrode **401** bis zu der Außenseite der Dichtungsmittel **405** und **406** erstrecken, können die erstreckten Teile als externe Eingangsanschlüsse dienen. Ein IC-Chip **420**, der mit einem Wandler oder dergleichen montiert ist, kann über den externen Eingangsanschlüssen bereitgestellt sein.

«Elektronische Vorrichtung»

[0242] Es werden Beispiele für eine elektronische Vorrichtung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung beschrieben. Beispiele für die elektronische Vorrichtung umfassen ein Fernsehgerät (auch als Fernseher oder Fernsehempfänger bezeichnet), einen Monitor eines Computers oder dergleichen, eine Digitalkamera, eine digitale Videokamera, einen Digitalfotorahmen, ein Mobiltelefon (auch als Handy oder Mobiltelefongerät bezeichnet), eine tragbare Spielkonsole, ein tragbares Informationsendergerät, eine Audiowiedergabevorrichtung und einen großen Spielautomaten, wie z. B. einen Pachinko-Automaten. Spezifische Beispiele für diese elektronischen Vorrichtungen werden nachstehend gezeigt.

[0243] **Fig. 9A** stellt ein Beispiel für ein Fernsehgerät dar. Bei dem Fernsehgerät ist ein Anzeigeabschnitt **7103** in einem Gehäuse **7101** eingebaut. Hier wird das Gehäuse **7101** von einem Fuß **7105** getragen. Bilder können auf dem Anzeigeabschnitt **7103** angezeigt werden, in dem Licht emittierende Elemente in einer Matrix angeordnet sind.

[0244] Das Fernsehgerät kann mittels eines Bedienungsschalters des Gehäuses **7101** oder einer separaten Fernbedienung **7110** bedient werden. Durch Bedienungstasten **7109** der Fernbedienung **7110** können die Fernsehsender und die Lautstärke gesteuert werden, und Bilder, die auf dem Anzeigeabschnitt **7103** angezeigt werden, können gesteuert werden. Des Weiteren kann die Fernbedienung **7110** mit einem Anzeigeabschnitt **7107** zum Anzeigen von Daten bereitgestellt sein, die von der Fernbedienung **7110** ausgegeben werden.

[0245] Es sei angemerkt, dass das Fernsehgerät mit einem Empfänger, einem Modem und dergleichen bereitgestellt ist. Unter Verwendung des Empfängers kann allgemeiner Fernsehrundfunk empfangen werden. Des Weiteren kann dann, wenn das Fernsehgerät über das Modem drahtlos oder nicht drahtlos mit einem Kommunikationsnetzwerk verbunden ist, eine unidirektionale (von einem Sender zu einem Empfänger) oder eine bidirektionale (zwischen einem Sender und einem Empfänger oder zwischen Empfängern) Datenkommunikation durchgeführt werden.

[0246] **Fig. 9B1** stellt einen Computer dar, der einen Hauptkörper **7201**, ein Gehäuse **7202**, einen Anzeigeabschnitt **7203**, eine Tastatur **7204**, einen externen Verbindungsanschluss **7205**, eine Zeigevorrichtung **7206** und dergleichen beinhaltet. Es sei angemerkt, dass dieser Computer hergestellt wird, indem Licht emittierende Elemente in einer Matrix in dem Anzeigeabschnitt **7203** angeordnet werden. Der Computer in **Fig. 9B1** kann eine Struktur in **Fig. 9B2** aufweisen. Der Computer in **Fig. 9B2** ist mit einem zweiten Anzeigeabschnitt **7210** anstelle der Tastatur **7204** und der Zeigevorrichtung **7206** bereitgestellt. Der zweite Anzeigeabschnitt **7210** ist ein Touchscreen, und ein Eingabevorgang kann durchgeführt werden, indem die Anzeige zum Eingeben auf dem zweiten Anzeigeabschnitt **7210** mit einem Finger oder einem zugehörigen Stift berührt wird. Der zweite Anzeigeabschnitt **7210** kann auch andere Bilder als die Anzeige zum Eingeben anzeigen. Der Anzeigeabschnitt **7203** kann auch ein Touchscreen sein. Durch Verbinden der zwei Bildschirme mittels eines Gelenks

können Probleme verhindert werden; beispielsweise kann verhindert werden, dass die Bildschirme gerissen oder beschädigt werden, während der Computer gelagert ist oder man ihn mitführt.

[0247] **Fig. 9C** und **Fig. 9D** stellen jeweils ein Beispiel für ein tragbares Informationsendgerät dar. Das tragbare Informationsendgerät ist mit einem Anzeigeabschnitt **7402**, der in einem Gehäuse **7401** eingebaut ist, Bedienungsknöpfen **7403**, einem externen Verbindungsanschluss **7404**, einem Lautsprecher **7405**, einem Mikrofon **7406** und dergleichen bereitgestellt. Es sei angemerkt, dass das tragbare Informationsendgerät den Anzeigeabschnitt **7402** beinhaltet, in dem die Licht emittierenden Elemente in einer Matrix angeordnet sind.

[0248] Informationen können durch Berühren des Anzeigeabschnitts **7402** mit einem Finger oder dergleichen in jedes der tragbaren Informationsendgeräte in **Fig. 9C** und **Fig. 9D** eingegeben werden. In diesem Fall können Bedienungen, wie z. B. Anrufen und Schreiben einer E-Mail, durch Berühren des Anzeigeabschnitts **7402** mit einem Finger oder dergleichen durchgeführt werden.

[0249] Der Anzeigeabschnitt **7402** weist hauptsächlich drei Bildschirmmodi auf. Der erste Modus ist ein Anzeigemodus hauptsächlich zum Anzeigen von Bildern. Der zweite Modus ist ein Eingabemodus hauptsächlich zum Eingeben von Informationen, wie z. B. einem Text. Der dritte Modus ist ein Anzeige- und Eingabemodus, bei dem die zwei Modi, nämlich der Anzeigemodus und der Eingabemodus, kombiniert sind.

[0250] Beispielsweise wird im Falle von Anrufen oder Schreiben einer E-Mail ein Texteingabemodus hauptsächlich zum Eingeben eines Texts für den Anzeigeabschnitt **7402** ausgewählt, so dass der Text, der auf dem Bildschirm angezeigt wird, eingegeben werden kann. In diesem Fall wird es bevorzugt, dass eine Tastatur oder Zahlentasten fast auf dem gesamten Bildschirm des Anzeigeabschnitts **7402** angezeigt wird/werden.

[0251] Wenn eine Erfassungsvorrichtung, die einen Sensor zum Erfassen der Neigung, wie z. B. einen Gyroskopsensor oder einen Beschleunigungssensor, beinhaltet, innerhalb des tragbaren Informationsendgeräts bereitgestellt ist, kann eine Anzeige auf dem Bildschirm des Anzeigeabschnitts **7402** automatisch durch Bestimmen der Orientierung des tragbaren Informationsendgeräts geändert werden (je nachdem, ob das tragbare Informationsendgerät horizontal oder vertikal gestellt ist).

[0252] Die Bildschirmmodi werden durch Berühren des Anzeigeabschnitts **7402** oder durch Bedienen der Bedienungsknöpfe **7403** des Gehäuses **7401** umgeschaltet. Alternativ können die Bildschirmmodi je nach der Art der auf dem Anzeigeabschnitt **7402** angezeigten Bilder umgeschaltet werden. Wenn beispielsweise ein Signal eines auf dem Anzeigeabschnitt angezeigten Bildes ein Signal von Daten eines bewegten Bildes ist, wird der Bildschirmmodus in den Anzeigemodus umgeschaltet. Wenn das Signal ein Signal von Daten eines Texts ist, wird der Bildschirmmodus in den Eingabemodus umgeschaltet.

[0253] Des Weiteren kann dann, wenn bei dem Eingabemodus eine Eingabe durch Berühren des Anzeigeabschnitts **7402** für eine bestimmte Dauer nicht durchgeführt wird, während ein von einem optischen Sensor in dem Anzeigeabschnitt **7402** erfasstes Signal erfasst wird, der Bildschirmmodus derart gesteuert werden, dass er vom Eingabemodus in den Anzeigemodus umgeschaltet wird.

[0254] Der Anzeigeabschnitt **7402** kann auch als Bildsensor dienen. Zum Beispiel wird ein Bild eines Handabdrucks, eines Fingerabdrucks oder dergleichen aufgenommen, wenn der Anzeigeabschnitt **7402** mit der Handfläche oder dem Finger berührt wird, wodurch eine persönliche Authentifizierung durchgeführt werden kann. Des Weiteren kann ein Bild einer Fingervene, einer Handflächenvene oder dergleichen aufgenommen werden, indem eine Hintergrundbeleuchtung oder eine Abtast-Lichtquelle, die Licht im nahen Infrarotbereich emittiert, in dem Anzeigeabschnitt bereitgestellt wird.

[0255] Es sei angemerkt, dass bei den vorstehenden elektronischen Vorrichtungen beliebige der in dieser Beschreibung beschriebenen Strukturen nach Bedarf kombiniert werden können.

[0256] Der Anzeigeabschnitt beinhaltet vorzugsweise das Licht emittierende Element einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Das Licht emittierende Element kann eine hohe Emissionseffizienz aufweisen. Zusätzlich kann das Licht emittierende Element bei einer niedrigen Spannung betrieben werden. Daher kann die elektronische Vorrichtung, die das Licht emittierende Element einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung beinhaltet, einen niedrigen Stromverbrauch aufweisen.

[0257] **Fig. 10** stellt ein Beispiel für eine Flüssigkristallanzeigevorrichtung dar, bei der ein Licht emittierendes Element für eine Hintergrundbeleuchtung verwendet wird. Die in **Fig. 10** dargestellte Flüssigkristallanzeige-

vorrichtung beinhaltet ein Gehäuse **901**, eine Flüssigkristallschicht **902**, eine Hintergrundbeleuchtungseinheit **903** und ein Gehäuse **904**. Die Flüssigkristallschicht **902** ist mit einer Treiber-IC **905** verbunden. Das Licht emittierende Element wird für die Hintergrundbeleuchtungseinheit **903** verwendet, der über einen Anschluss **906** ein Strom zugeführt wird.

[0258] Als Licht emittierendes Element wird vorzugsweise das Licht emittierende Element einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung verwendet. Indem das Licht emittierende Element enthalten ist, kann die Hintergrundbeleuchtung der Flüssigkristallanzeigevorrichtung einen niedrigen Stromverbrauch aufweisen.

[0259] **Fig. 11** stellt ein Beispiel für eine Tischlampe einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung dar. Die in **Fig. 11** dargestellte Tischlampe beinhaltet ein Gehäuse **2001** und eine Lichtquelle **2002**, und eine Beleuchtungsvorrichtung, die ein Licht emittierendes Element beinhaltet, wird als Lichtquelle **2002** verwendet.

[0260] **Fig. 12** stellt ein Beispiel für eine Innenraumbeleuchtungsvorrichtung **3001** dar. Das Licht emittierende Element einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird vorzugsweise für die Beleuchtungsvorrichtung **3001** verwendet.

[0261] Ein Auto einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist in **Fig. 13** dargestellt. In dem Auto werden Licht emittierende Elemente für eine Windschutzscheibe und ein Armaturenbrett verwendet. Anzeigebereiche **5000** bis **5005** werden unter Verwendung von Licht emittierenden Elementen, bevorzugt der Licht emittierenden Elemente einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, ausgebildet. Dies unterdrückt den Stromverbrauch der Anzeigebereiche **5000** bis **5005**, was auf die Eignung zur Verwendung in einem Auto hindeutet.

[0262] Die Anzeigebereiche **5000** und **5001** sind Anzeigevorrichtungen, die in der Autowindschutzscheibe bereitgestellt sind und die Licht emittierenden Elemente beinhalten. Wenn Elektroden mit lichtdurchlässigen Eigenschaften als erste Elektroden und zweite Elektroden dieser Licht emittierenden Elemente verwendet werden, können so genannte durchsichtige Anzeigevorrichtungen, durch die die Gegenseite gesehen werden kann, erhalten werden. Solche durchsichtigen Anzeigevorrichtungen können selbst in der Autowindschutzscheibe bereitgestellt sein, ohne die Sicht zu behindern. In dem Fall, in dem ein Treibertransistor oder der gleichen bereitgestellt wird, wird vorzugsweise ein Transistor mit einer lichtdurchlässigen Eigenschaft, wie z. B. ein organischer Transistor, der ein organisches Halbleitermaterial enthält, oder ein Transistor, der einen Oxidhalbleiter enthält, verwendet.

[0263] Der Anzeigebereich **5002** ist eine Anzeigevorrichtung, die in einem Säulenabschnitt bereitgestellt ist und das Licht emittierende Element beinhaltet. Der Anzeigebereich **5002** kann die von der Säule behinderte Sicht kompensieren, indem ein Bild, das von einer Abbildungseinheit in der Karosserie aufgenommen wird, angezeigt wird. Der Anzeigebereich **5003** in dem Armaturenbrett kann desgleichen die von der Karosserie behinderte Sicht kompensieren, indem ein Bild, das von einer Abbildungseinheit außerhalb des Autos aufgenommen wird, angezeigt wird. Daher können tote Winkel beseitigt werden, um die Sicherheit zu erhöhen. Bilder, die die Bereiche kompensieren, die ein Fahrer nicht sehen kann, ermöglichen, dass der Fahrer einfach und komfortabel die Sicherheit bestätigt.

[0264] Die Anzeigebereiche **5004** und **5005** können verschiedene Arten von Informationen bereitstellen, wie z. B. Navigationsinformationen, einen Geschwindigkeitsmesser, einen Tachometer, einen Kilometerstand, eine Tankanzeige, eine Schaltanzeige und eine Einstellung der Klimaanlagen. Der Inhalt oder das Layout der Anzeige kann von einem Benutzer nach Bedarf frei verändert werden. Es sei angemerkt, dass solche Informationen auch auf den Anzeigebereichen **5000** bis **5003** angezeigt werden können. Die Anzeigebereiche **5000** bis **5005** können auch als Beleuchtungsvorrichtungen verwendet werden.

[0265] **Fig. 14A** und **Fig. 14B** stellen ein Beispiel für einen klappbaren Tablet-Computer dar. In **Fig. 14A** ist der Tablet-Computer aufgeklappt und beinhaltet ein Gehäuse **9630**, einen Anzeigabschnitt **9631a**, einen Anzeigabschnitt **9631b**, einen Schalter **9034** zum Schalten der Anzeigemodi, einen Netzschalter **9035**, einen Schalter **9036** zum Schalten in einen Stromsparmodus und eine Spange **9033**. Bei dem Tablet-Computer wird eine Licht emittierende Vorrichtung, die das Licht emittierende Element einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung beinhaltet, für den Anzeigabschnitt **9631a** und/oder den Anzeigabschnitt **9631b** verwendet.

[0266] Ein Teil des Anzeigabschnitts **9631a** kann ein Touchscreen-Bereich **9632a** sein, und Daten können eingegeben werden, wenn eine angezeigte Bedienungstaste **9637** berührt wird. Die Struktur des Anzeigabschnitts **9631a** ist nicht auf die dargestellte Struktur beschränkt, bei der ein halber Bereich nur eine Anzeige-

funktion aufweist und der andere halbe Bereich eine Touchscreen-Funktion aufweist. Der gesamte Bereich des Anzeigeabschnitts **9631a** kann eine Touchscreen-Funktion aufweisen. Beispielsweise kann die gesamte Fläche des Anzeigeabschnitts **9631a** Tastaturknöpfe anzeigen, um als Touchscreen zu dienen, und der Anzeigeabschnitt **9631b** kann als Anzeigebildschirm verwendet werden.

[0267] Wie bei dem Anzeigeabschnitt **9631a** kann ein Teil des Anzeigeabschnitts **9631b** ein Touchscreen-Bereich **9632b** sein. Wenn ein Schaltknopf **9639** zum Anzeigen/Verbergen einer Tastatur auf dem Touchscreen mit einem Finger, einem Stift oder dergleichen berührt wird, können Tastaturknöpfe auf dem Anzeigeabschnitt **9631b** angezeigt werden.

[0268] Eine Berührungseingabe kann bei dem Touchscreen-Bereich **9632a** und dem Touchscreen-Bereich **9632b** gleichzeitig durchgeführt werden.

[0269] Der Schalter **9034** zum Schalten der Anzeigemodi kann beispielsweise die Anzeige zwischen einem Hochformat, einem Querformat und dergleichen sowie zwischen monochromer Anzeige und Farbanzeige umschalten. Mit dem Schalter **9036** zum Schalten in einen Stromsparmodus kann die Leuchtdichte der Anzeige entsprechend der Menge an Außenlicht bei der Verwendung optimiert werden, das durch einen optischen Sensor in dem Tablet-Computer erfasst wird. Zusätzlich zu dem optischen Sensor kann eine weitere Erfassungsvorrichtung, wie z. B. ein Sensor zum Erfassen der Neigung, wie z. B. ein Gyroskopsensor oder ein Beschleunigungssensor, in dem Tablet-Computer eingebaut sein.

[0270] Eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist nicht besonders auf das in **Fig. 14A** dargestellte Beispiel beschränkt, in dem der Anzeigeabschnitt **9631a** und der Anzeigeabschnitt **9631b** die gleiche Anzeigefläche aufweisen. Der Anzeigeabschnitt **9631a** und der Anzeigeabschnitt **9631b** können unterschiedliche Flächen oder unterschiedliche Anzeigeequalitäten aufweisen. Beispielsweise kann einer der Anzeigeabschnitte **9631a** und **9631b** Bilder mit einer höheren Auflösung als der andere anzeigen.

[0271] Der Tablet-Computer ist in **Fig. 14B** zugeklappt. Der Tablet-Computer dieser Ausführungsform beinhaltet das Gehäuse **9630**, eine Solarzelle **9633**, eine Lade-/Entladesteuerschaltung **9634**, eine Batterie **9635** und einen Gleichspannungswandler **9636**. Es sei angemerkt, dass **Fig. 14B** ein Beispiel darstellt, in dem die Lade-/Entladesteuerschaltung **9634** die Batterie **9635** und den Gleichspannungswandler **9636** beinhaltet.

[0272] Da der Tablet-Computer zusammengeklappt werden kann, kann das Gehäuse **9630** zugeklappt werden, wenn der Tablet-Computer nicht verwendet wird. Daher können der Anzeigeabschnitt **9631a** und der Anzeigeabschnitt **9631b** geschützt werden; folglich kann ein Tablet-Computer, der eine hohe Beständigkeit und eine hohe Zuverlässigkeit hinsichtlich der Langzeitverwendung aufweist, bereitgestellt werden.

[0273] Zusätzlich kann der in **Fig. 14A** und **Fig. 14B** dargestellte Tablet-Computer eine Funktion zum Anzeigen verschiedener Arten von Informationen (z. B. eines Standbildes, eines bewegten Bildes und eines Textbildes), eine Funktion zum Anzeigen eines Kalenders, eines Datums, der Zeit und/oder dergleichen auf dem Anzeigeabschnitt, eine Berührungseingabefunktion zum Bedienen oder Bearbeiten von Informationen, die auf dem Anzeigeabschnitt angezeigt werden, durch eine Berührungseingabe, eine Funktion zum Steuern der Verarbeitung durch verschiedene Arten von Software (Programmen) und dergleichen aufweisen.

[0274] Die Solarzelle **9633**, die an einer Oberfläche des Tablet-Computers bereitgestellt ist, kann dem Touchscreen, dem Anzeigeabschnitt, einem Videosignalverarbeitungsabschnitt oder dergleichen die Energie zuführen. Es sei angemerkt, dass die Solarzelle **9633** vorzugsweise an einer Oberfläche oder zwei Oberflächen des Gehäuses **9630** bereitgestellt ist, wobei in diesem Fall die Batterie **9635** effizient aufgeladen werden kann.

[0275] Die Struktur und die Bedienung der Lade-/Entladesteuerschaltung **9634**, die in **Fig. 14B** dargestellt wird, werden anhand eines Blockschemas in **Fig. 14C** beschrieben. **Fig. 14C** stellt die Solarzelle **9633**, die Batterie **9635**, den Gleichspannungswandler **9636**, einen Wandler **9638**, Schalter **SW1** bis **SW3** und den Anzeigeabschnitt **9631** dar. Die Batterie **9635**, der Gleichspannungswandler **9636**, der Wandler **9638** und die Schalter **SW1** bis **SW3** entsprechen der in **Fig. 14B** dargestellten Lade-/Entladesteuerschaltung **9634**.

[0276] Zuerst wird ein Beispiel für die Bedienung in dem Fall beschrieben, in dem die Energie von der Solarzelle **9633** unter Verwendung von Außenlicht erzeugt wird. Die Spannung der von der Solarzelle erzeugten Energie wird durch den Gleichspannungswandler **9636** erhöht oder verringert, um zu einer Spannung zum Aufladen der Batterie **9635** zu werden. Anschließend wird, wenn die Energie, die durch die Solarzelle **9633** gespeichert wird, für die Bedienung des Anzeigeabschnitts **9631** verwendet wird, der Schalter **SW1** eingeschaltet

und wird die Spannung der Energie durch den Wandler **9638** erhöht oder verringert, um zu einer Spannung, die für den Anzeigeabschnitt **9631** benötigt wird, zu werden. Wenn keine Anzeige auf dem Anzeigeabschnitt **9631** durchgeführt wird, wird der Schalter SW1 ausgeschaltet und wird der Schalter SW2 eingeschaltet, so dass die Batterie **9635** aufgeladen wird.

[0277] Obwohl die Solarzelle **9633** als Beispiel für ein Energieerzeugungsmittel beschrieben wird, gibt es keine besondere Beschränkung hinsichtlich des Energieerzeugungsmittels, und die Batterie **9635** kann durch ein anderes Energieerzeugungsmittel, wie z. B. ein piezoelektrisches Element oder ein thermoelektrisches Wandlerelement (Peltier-Element), aufgeladen werden. Die Batterie **9635** kann durch ein kontaktfreies Energieübertragungsmodul aufgeladen werden, das durch drahtloses (kontaktloses) Übertragen und Empfangen von Energie ein Aufladen durchführen kann, oder ein weiteres Lademittel kann in Kombination verwendet werden; das Energieerzeugungsmittel ist nicht notwendigerweise bereitgestellt.

[0278] Eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist nicht auf den Tablet-Computer mit der in **Fig. 14A** bis **Fig. 14C** dargestellten Form beschränkt, solange der Anzeigeabschnitt **9631** bereitgestellt ist.

[0279] **Fig. 15A** bis **Fig. 15C** stellen ein klappbares, tragbares Informationsendgerät **9310** dar. **Fig. 15A** stellt das tragbare Informationsendgerät **9310** dar, das aufgeklappt ist. **Fig. 15B** stellt das tragbare Informationsendgerät **9310** beim Aufklappen oder Zusammenklappen dar. **Fig. 15C** stellt das tragbare Informationsendgerät **9310** dar, das zusammengeklappt ist. Das tragbare Informationsendgerät **9310** ist sehr gut tragbar, wenn es zusammengeklappt ist. Das tragbare Informationsendgerät **9310** ist aufgrund eines übergangslosen großen Anzegebereichs sehr gut durchsuchbar, wenn es aufgeklappt ist.

[0280] Ein Anzegebildschirm **9311** ist von drei Gehäusen **9315** getragen, die durch Gelenke **9313** miteinander verbunden sind. Es sei angemerkt, dass der Anzegebildschirm **9311** ein Touchscreen (eine Eingabe-/Ausgabevorrichtung) sein kann, der einen Berührungssensor (eine Eingabevorrichtung) beinhaltet. Das tragbare Informationsendgerät **9310** kann bezüglich seiner Form reversibel von dem aufgeklappten Zustand in den zugeklappten Zustand geändert werden, indem der Anzegebildschirm **9311** an den Gelenken **9313** zwischen zwei Gehäusen **9315** zusammengeklappt wird. Die Licht emittierende Vorrichtung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann für den Anzegebildschirm **9311** verwendet werden. Ein Anzegebereich **9312** des Anzegebildschirms **9311** ist an einer Seitenfläche des zusammengeklappten tragbaren Informationsendgeräts **9310** positioniert. Auf dem Anzegebereich **9312** können Informations-Icons, Verknüpfungen von häufig verwendeten Applikationen oder Programmen und dergleichen angezeigt werden; daher können Informationen leicht bestätigt und eine Applikation ruckelfrei gestartet werden.

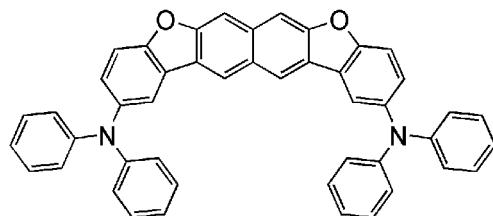
[0281] Die organische Verbindung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann für eine elektronische Vorrichtung, wie z. B. eine organische Dünnfilm-Solarzelle, verwendet werden. Insbesondere kann die organische Verbindung in einer Ladungsträgertransportschicht oder einer Ladungsträgerinjektionsschicht verwendet werden, da sie eine Ladungsträgertransporteigenschaft aufweist. Außerdem kann eine Mischschicht aus der organischen Verbindung und einer Akzeptorsubstanz als Ladungserzeugungsschicht verwendet werden. Die organische Verbindung kann durch Licht angeregt werden und deshalb kann für eine Energieerzeugungsschicht verwendet werden.

[Beispiel 1]

(Synthesebeispiel 1)

[0282] In diesem nachstehend gezeigten Beispiel wird ein Synthesebeispiel von 2,11-Bis(diphenylamino)naphtho[2,3-b;7,6-b']bisbenzofuran (Abkürzung: 2,11DPhA2Nbf(II)), das durch die Strukturformel (300) der Ausführungsform 1 dargestellt wird, ausführlich beschrieben. Die Strukturformel von 2,11DPhA2Nbf(II) wird nachstehend gezeigt.

[Chemische Formel 80]

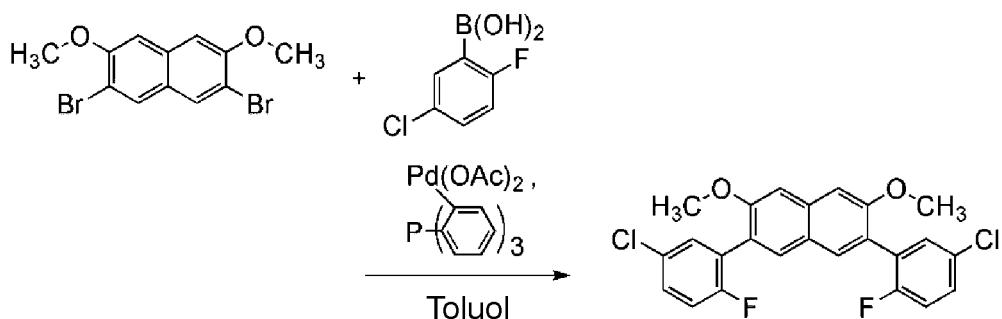


<Schritt 1: Synthese von 3,6-Bis(5-chlor-2-fluorophenyl)-2,7-dimethoxynaphthalin>

[0283] In einen 200 ml Dreihalskolben wurden 3,8 g (11 mmol) 3,6-Dibrom-2,7-dimethoxynaphthalin, 4,2 g (24 mmol) 5-Chlor-2-fluorophenylboronsäure, 6,7 g (48 mmol) Kaliumcarbonat und 0,34 g (1,1 mmol) Tris(2-methylphenyl)phosphin gegeben. Dieser Mischung wurden 60 ml Toluol zugesetzt. Die gewonnene Mischung wurde durch Röhren entgast, während der Druck reduziert wurde. Der Mischung wurden 49 mg (0,22 mmol) Palladium(II)acetat zugesetzt, und ein Röhren wurde unter einem Stickstoffstrom 14 Stunden lang bei 80 °C durchgeführt. Danach wurden der gewonnenen Mischung 1,9 g (11 mmol) 5-Chlor-2-fluorophenylboronsäure und 3,0 g (22 mmol) Kaliumcarbonat zugesetzt, und ein Röhren wurde unter einem Stickstoffstrom 8 Stunden lang bei 120 °C durchgeführt. Nach dem Röhren wurde der Mischung Toluol zugesetzt und die gewonnene Mischung durch Florisil (hergestellt von Wako Pure Chemical Industries, Ltd., Katalognummer 540-00135), Celite (hergestellt von Wako Pure Chemical Industries, Ltd., Katalognummer 531-16855) und Aluminiumoxid saugfiltriert, um ein Filtrat zu erhalten. Das Filtrat wurde konzentriert, um eine ölige Substanz zu erhalten.

[0284] Die erhaltene ölige Substanz wurde durch Kieselgel-Säulenchromatographie gereinigt (als Laufmittel wurden Toluol und Hexan in einem Verhältnis von 1:2 verwendet), so dass 3,9 g der Zielsubstanz in einer Ausbeute von 79 % erhalten wurden. Ein Syntheseschema von Schritt 1 wird nachstehend gezeigt.

[Chemische Formel 81]



[0285] **Fig. 16A** und **Fig. 16B** zeigen ¹H-NMR-Diagramme des gewonnenen Feststoffs, deren numerische Daten nachstehend gezeigt werden. Diese deuten darauf hin, dass 3,6-Bis(5-chlor-2-fluorophenyl)-2,7-dimethoxynaphthalin in diesem Synthesebeispiel erhalten wurde.

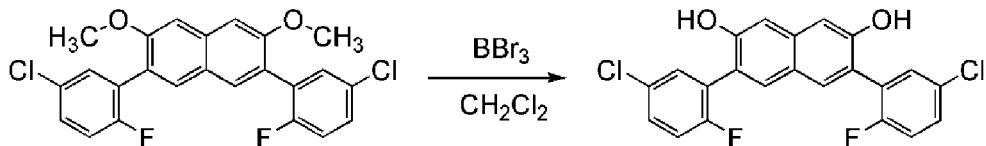
¹H-NMR (CDCl₃, 300 MHz): δ = 3,93 (s, 6H), 7,06 (t, J1 = 9,0 Hz, 2H), 7,19 (s, 2H), 7,28-7,34 (m, 2H), 7,40 (dd, J1 = 2,4 Hz, J2 = 5,7 Hz, 2H), 7,65 (s, 2H).

<Schritt 2: Synthese von 3,6-Bis(5-chlor-2-fluorophenyl)-2,7-dihydroxynaphthalin>

[0286] In einen 200 ml Dreihalskolben wurden 5,0 g (11 mmol) 3,6-Bis(5-chlor-2-fluorophenyl)-2,7-dimethoxynaphthalin gegeben. In den Kolben wurden zusätzlich 30 ml Dichlormethan unter einem Stickstoffstrom gegeben. In die Lösung wurden 25 ml Bortribromid (ungefähr 1,0 mol/l Dichlormethanlösung) und 20 ml Dichlormethan getropft. Nach dem Tropfen wurde die gewonnene Lösung bei Raumtemperatur gerührt. Danach wurden dieser Lösung ungefähr 20 ml Wasser unter Kühlung mit Eis zugesetzt, und die Lösung wurde gerührt. Dann wurde die wässrige Schicht dieser Mischung einer Extraktion mit Dichlormethan unterzogen, und die extrahierte Lösung und die organische Schicht wurden kombiniert und mit Wasser und einer gesättigten wässrigen Natriumhydrogencarbonat-Lösung gewaschen. Magnesiumsulfat wurde der erhaltenen organischen Schicht

zugesetzt, um Feuchtigkeit zu adsorbieren, und die gewonnene Mischung wurde einer Schwerkraftfiltration unterzogen. Das erhaltene Filtrat wurde konzentriert, um 4,8 g eines weißen Feststoffs zu erhalten. Ein Syntheseschema von Schritt 2 wird nachstehend gezeigt.

[Chemische Formel 82]



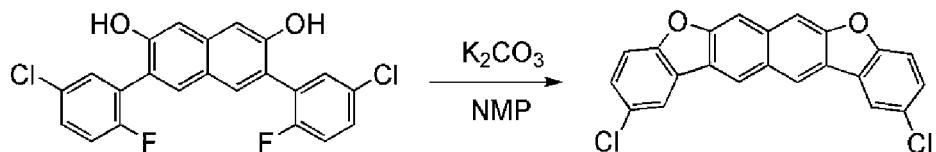
[0287] **Fig. 17A** und **Fig. 17B** zeigen ^1H -NMR-Diagramme des gewonnenen Feststoffs, deren numerische Daten nachstehend gezeigt werden. Diese deuten darauf hin, dass 3,6-Bis(5-chlor-2-fluorophenyl)-2,7-dihydroxynaphthalin in diesem Synthesebeispiel erhalten wurde.

^1H -NMR (CDCl_3 , 300 MHz): δ =5,11 (s, 2H), 7,16 (t, J_1 = 9,0 Hz, 2H), 7,18 (s, 2H), 7,35-7,40 (m, 2H), 7,45 (dd, J_1 = 2,4 Hz, J_2 = 6,3 Hz, 2H), 7,68 (s, 2H).

<Schritt 3: Synthese von 2,11-Dichlornaphtho[2,3-b;7,6-b']bisbenzofuran>

[0288] In einen 200 ml Dreihalskolben wurden 4,8 g (12 mmol) von 3,6-Bis(5-chlor-2-fluorophenyl)-2,7-dihydroxynaphthalin und 6,3 g (46 mmol) Kaliumcarbonat gegeben. Dieser Mischung wurden 115 ml N-Methyl-2-pyrrolidon zugesetzt. Die gewonnene Mischung wurde durch Rühren entgast, während der Druck reduziert wurde. Dann wurde diese Mischung unter einem Stickstoffstrom 6,5 Stunden lang bei 120 °C gerührt. Danach wurde der Mischung Wasser zugesetzt und der ausgefällte Feststoff wurde durch Filtration gesammelt. Der erhaltene Feststoff wurde mit Wasser und Ethanol gewaschen. Ethanol wurde dem gewonnenen Feststoff zugesetzt, ein Erwärmen und ein Rühren wurden durchgeführt und dann die gewonnene Mischung wurde gefiltert, um einen Feststoff zu erhalten. Toluol wurde dem gewonnenen Feststoff zugesetzt, ein Erwärmen und ein Rühren wurden durchgeführt und dann die gewonnene Mischung wurde gefiltert, um 3,4 g eines weißen bis hellbraunen Feststoffs in einer Ausbeute von 79 % zu erhalten. Ein Syntheseschema von Schritt 3 wird nachstehend gezeigt.

[Chemische Formel 83]



[0289] **Fig. 18A** und **Fig. 18B** zeigen ^1H -NMR-Diagramme des gewonnenen Feststoffs, deren numerische Daten nachstehend gezeigt werden. Diese deuten darauf hin, dass 2,11-Dichlornaphtho[2,3-b;7,6-b']bisbenzofuran in diesem Synthesebeispiel erhalten wurde.

^1H -NMR (1,1,2,2-Tetrachlorethan-D2, 300 MHz): δ = 7,53-7,54 (m, 4H), 8,06 (s, 2H), 8,10 (dd, J_1 = 0,9 Hz, J_1 = 2,1 Hz, 2H), 8,58 (s, 2H).

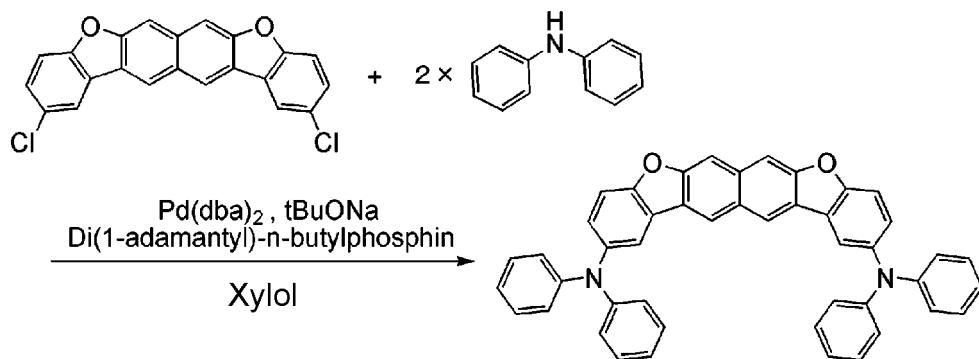
<Schritt 4: Synthese von 2,11-Bis(diphenylamino)naphtho[2,3-b;7,6-b']bisbenzofuran (Abkürzung: 2,11DPhA2Nbf(II))>

[0290] In einen 200 ml Dreihalskolben wurden 1,5 g (3,9 mmol) 2,11-Dichlornaphtho[2,3-b;7,6-b']bisbenzofuran, 2,0 g (12 mmol) Diphenylamin, 0,14 g (0,39 mmol) Di(1-adamantyl)-n-butylphosphin und 2,2 g (23 mmol) Natrium-tert-butoxid gegeben. Der Mischung wurden 40 ml Xylool zugesetzt. Die gewonnene Mischung wurde durch Rühren entgast, während der Druck reduziert wurde. Dieser Mischung wurden 45 mg (77 μmol) Bis(dibenzylidenaceton)palladium(0) zugesetzt und ein Rühren wurde unter einem Stickstoffstrom 14 Stunden lang bei 150 °C durchgeführt. Nach dem Rühren wurde der Mischung Toluol zugesetzt und die gewonnene Mischung wurde durch Florisil, Celite und Aluminiumoxid saugfiltriert, um ein Filtrat zu erhalten. Das erhaltene Filtrat wurde konzentriert, um einen Feststoff zu erhalten.

[0291] Dieser Feststoff wurde durch Kieselgel-Säulenchromatographie gereinigt (als Laufmittel wurden zuerst Toluol und Hexan in einem Verhältnis von 1:3 verwendet, und dann wurden Toluol und Hexan in einem Verhältnis von 1:2 verwendet), um einen Feststoff zu erhalten.

[0292] Der gewonnene Feststoff wurde mit einem Lösungsmittelgemisch aus Toluol und Ethanol umkristallisiert, um 1,7 g eines blassgelben Feststoffs in einer Ausbeute von 68 % zu erhalten. Ein Syntheseschema von Schritt 4 wird nachstehend gezeigt.

[Chemische Formel 84]



[0293] **Fig. 19A** und **Fig. 19B** zeigen ^1H -NMR-Diagramme des gewonnenen Feststoffs, deren numerische Daten nachstehend gezeigt werden. Diese deuten darauf hin, dass 2,11DPhA2Nbf(II), das eine organische Verbindung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist, in diesem Synthesebeispiel erhalten wurde. ^1H -NMR (DMSO-d_6 , 300 MHz): δ = 6,99-7,06 (m, 12H), 7,27-7,33 (m, 10H), 7,70 (d, J_1 = 8,4 Hz, 2H), 8,05 (d, J_1 = 2,4 Hz, 2H), 8,27 (s, 2H), 8,77 (s, 2H).

[0294] Dann wurden 1,6 g des gewonnenen Feststoffs durch ein Train-Sublimationsverfahren unter einem Druck von 3,9 Pa mit einer Argondurchflussrate von 15 ml/min bei 295 °C gereinigt. Nach der Sublimationsreinigung wurden 1,3 g eines blassgelben Feststoffs bei einer Sammelquote von 78 % erhalten.

[0295] Als Nächstes zeigt **Fig. 20** die Messergebnisse der Absorptions- und Emissionsspektren von 2,11 DPhA2Nbf(II) in einer Toluollösung. **Fig. 21** zeigt die Absorptions- und Emissionsspektren eines Dünnfilms aus 2,11DPhA2Nbf(II). Der feste Dünnfilm wurde durch ein Vakuumverdampfungsverfahren über einem Quarzsubstrat ausgebildet. Das Absorptionsspektrum der Toluollösung wurde mit einem UV-VIS-Spektrophotometer (V550, hergestellt von JASCO Corporation) gemessen, und **Fig. 20** zeigt ein Spektrum, das erhalten wurde, indem das Spektrum von Toluol von dem Spektrum von 2,11DPhA2Nbf(II) in der Toluollösung subtrahiert wurde. Das Absorptionsspektrum des Dünnfilms wurde mit einem Spektrophotometer (U-4100 Spektrophotometer, hergestellt von Hitachi High-Technologies Corporation) gemessen. Die Emissionsspektren wurden unter Verwendung eines Fluoreszenz-Spektrophotometers (FS920, hergestellt von Hamamatsu Photonics K.K.) gemessen. Quantenausbeuten wurden unter Verwendung eines absoluten PL-Quantenausbeute-Messsystems (Quantaurus-QY, hergestellt von Hamamatsu Photonics K. K.) gemessen.

[0296] Wie in **Fig. 20** gezeigt, weist 2,11DPhA2Nbf(II) in der Toluollösung Absorptionspeaks bei etwa 389 nm, 367 nm, 326 nm, 313 nm und 282 nm und einen Emissionswellenlängenpeak bei 445 nm (Anregungswellenlänge: 368 nm) auf. Wie in **Fig. 21** gezeigt, weist der Dünnfilm aus 2,11DPhA2Nbf(II) Absorptionspeaks bei etwa 390 nm, 373 nm, 333 nm, 313 nm, 272 nm und 237 nm und einen Emissionswellenlängenpeak bei etwa 468 nm (Anregungswellenlänge: 400 nm) auf. Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass 2,11DPhA2Nbf(II) blaues Licht emittiert und als Wirt für eine Licht emittierende Substanz oder eine Substanz verwendet werden kann, die Fluoreszenz im sichtbaren Bereich emittiert.

[0297] Die gemessene Quantenausbeute von 2,11DPhA2Nbf(II) in der Toluollösung war 29 %, d. h. relativ hoch. Dies deutet darauf hin, dass 2,11DPhA2Nbf(II) für ein Licht emittierendes Material geeignet ist.

[0298] Den vorstehenden Ergebnissen zufolge wurde herausgefunden, dass das Emissionsspektrum der Verbindung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, bei der Diarylamin an die 2-Position und die 9-Position eines Naphtho[2,3-b;7,6-b']bisbenzofuran-Gerüsts oder eines Naphtho[2,3-b;7,6-b']bisbenzothiophen-

Gerüsts gebunden ist, relativ breit ist. Daher ist die Verbindung für ein Licht emittierendes Material zur Beleuchtung geeignet.

[0299] Als Nächstes wurde 2,11DPhA2Nbf(II), das in diesem Beispiel erhalten wurde, durch eine Flüssigchromatographie mit Massenspektrometrie-Kopplung (LC-MS) analysiert.

[0300] Bei der Analyse durch LC-MS wurde Flüssigchromatographie- (liquid chromatography: LC-) Trennung mit UltiMate 3000, hergestellt von Thermo Fisher Scientific K.K., durchgeführt, und die MS-Analyse wurde mit Q-Exactive, hergestellt von Thermo Fisher Scientific K.K., durchgeführt.

[0301] Bei der LC-Trennung wurde eine gegebene Säule bei einer Säulentemperatur von 40 °C verwendet, und die Lösung wurde auf die folgende Weise eingeleitet: Ein geeignetes Lösungsmittel wurde ausgewählt, die Probe wurde hergestellt, indem 2,11DPhA2Nbf(II) in einem organischen Lösungsmittel in einer gegebenen Konzentration aufgelöst wurde, und die Injektionsmenge betrug 5,0 µl.

[0302] Eine Komponente mit m/z von 642,23, die ein Ion ist, das aus 2,11DPhA2Nbf(II) stammt, wurde der MS²-Analyse durch ein Targeted-MS²-Verfahren unterzogen. Als Einstellung der Targeted-MS² wurde der Massenbereich eines Targetions auf m/z = 642,23 ± 2,0 (Isolationsfenster = 4) eingestellt und die Erfassung wurde in einem positiven Modus durchgeführt. Die Analyse wurde durchgeführt, wobei die Energie (normalized collision energy: NCE) zum Beschleunigen des Targetions in einer Kollisionszelle auf 60 eingestellt wurde. Das erhaltene MS-Spektrum wird in **Fig. 22** gezeigt.

[0303] **Fig. 22** zeigt, dass Produktionen von 2,11 DPhA2Nbf(II) hauptsächlich bei m/z von etwa 566, 473 und 397 erfasst werden. Es sei angemerkt, dass die Ergebnisse in **Fig. 22** Eigenschaften zeigen, die aus 2,11 DPhA2Nbf(II) stammen, und daher als wichtige Daten zur Identifikation von in der Mischung enthaltenem 2,11DPhA2Nbf(II) angesehen werden können.

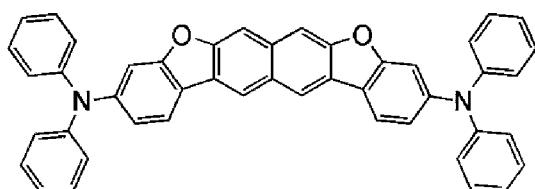
[0304] Es kann angenommen werden, dass das Produktion bei etwa m/z = 566 ein Kation in einem Zustand ist, in dem eine Phenyl-Gruppe aus 2,11DPhA2Nbf(II) eliminiert ist. Dies deutet darauf hin, dass 2,11DPhA2Nbf(II) eine Phenyl-Gruppe enthält. Es kann auch angenommen werden, dass das Produktion bei etwa m/z = 473 ein Kation in einem Zustand ist, in dem eine Diphenylamino-Gruppe aus 2,11DPhA2Nbf(II) eliminiert ist. Dies deutet darauf hin, dass 2,11DPhA2Nbf(II) eine Diphenylamino-Gruppe enthält.

[Beispiel 2]

(Synthesebeispiel 2)

[0305] In diesem Beispiel wird ein Synthesebeispiel von 3,10-Bis(diphenylamino)naphtho[2,3-b;7,6-b']bisbenzofuran (Abkürzung: 3,10DPhA2Nbf(II)), das durch die Strukturformel (100) der Ausführungsform 1 dargestellt wird, ausführlich beschrieben. Die Strukturformel von 3,10DPhA2Nbf(II) wird nachstehend gezeigt.

[Chemische Formel 85]

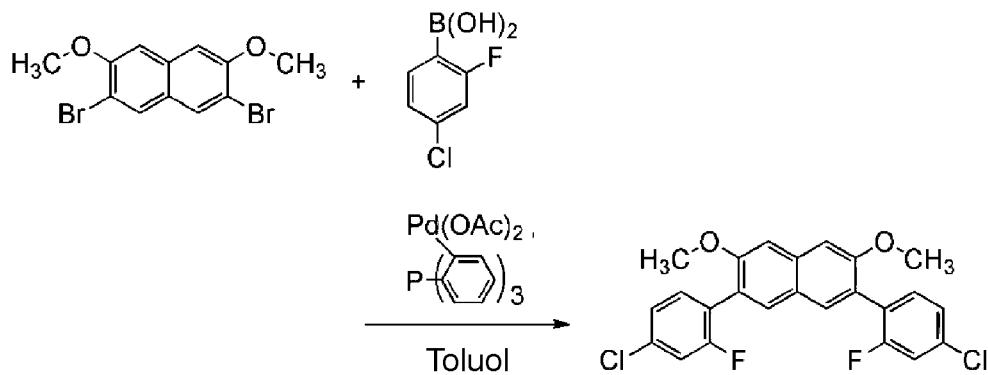


<Schritt 1: Synthese von 3,6-Bis(4-chlor-2-fluorphenyl)-2,7-dimethoxynaphthalin>

[0306] In einen 200 ml Dreihalskolben wurden 3,0 g (8,7 mmol) 3,6-Dibrom-2,7-dimethoxynaphthalin, 3,3 g (19 mmol) 4-Chlor-2-fluorphenylboronsäure, 5,8 g (42 mmol) Kaliumcarbonat und 0,13 g (0,43 mmol) Tris(2-methylphenyl)phosphin gegeben. Dieser Mischung wurden 85 ml Toluol zugesetzt. Die gewonnene Mischung wurde durch Rühren ent gast, während der Druck reduziert wurde. Der Mischung wurden 19 mg (87 µmol) Palladium(II)acetat zugesetzt, und ein Rühren wurde unter einem Stickstoffstrom 14 Stunden lang bei 60 °C durchgeführt, und danach 11,5 Stunden lang bei 120 °C. Inmitten des Rührens wurden der gewonnenen Mischung 3,0 g (17 mmol) 4-Chlor-2-fluorphenylboronsäure und 4,8 g (35 mmol) Kaliumcarbonat zugesetzt.

[0307] Nach dem Rühren wurde der Mischung Toluol zugesetzt und die gewonnene Mischung durch Florisil (hergestellt von Wako Pure Chemical Industries, Ltd., Katalognummer 540-00135), Celite (hergestellt von Wako Pure Chemical Industries, Ltd., Katalognummer 531-16855) und Aluminiumoxid saugfiltriert, um ein Filtrat zu erhalten. Das Filtrat wurde konzentriert, um eine ölige Substanz zu erhalten. Die erhaltene ölige Substanz wurde durch Kieselgel-Säulenchromatographie gereinigt (als Laufmittel wurden Toluol und Hexan in einem Verhältnis von 1:2 verwendet). Der gewonnene Feststoff wurde durch eine Hochleistungs-Flüssigkeits-Säulenchromatographie gereinigt. Die Hochleistungs-Flüssigkeits-Säulenchromatographie wurde unter Verwendung von Chloroform als Laufmittel durchgeführt. Die erhaltenen Fraktionen wurden konzentriert, um 5,8 g eines weißen Feststoffs, der eine Zielsubstanz war, in einer Ausbeute von 76 % zu erhalten. Ein Syntheseschema von Schritt 1 wird nachstehend gezeigt.

[Chemische Formel 86]



[0308] **Fig. 23A** und **Fig. 23B** zeigen ^1H -NMR-Diagramme des gewonnenen Feststoffs, deren numerische Daten nachstehend gezeigt werden. Diese deuten darauf hin, dass 3,6-Bis(4-chlor-2-fluorphenyl)-2,7-dimethoxynaphthalin in diesem Synthesebeispiel erhalten wurde.

^1H -NMR (CDCl_3 , 300 MHz): δ = 3,92 (s, 6H), 7,16-7,22 (m, 6H), 7,35 (t, J_1 = 7,8 Hz, 2H), 7,63 (s, 2H).

<Schritt 2: Synthese von 3,6-Bis(4-chlor-2-fluorphenyl)-2,7-dihydroxynaphthalin>

[0309] In einen 200 ml Dreihalskolben wurden 5,8 g (13 mmol) 3,6-Bis(4-chlor-2-fluorphenyl)-2,7-dimethoxynaphthalin gegeben. Die Luft in dem Kolben wurde durch Stickstoff ersetzt. In den Kolben wurden zusätzlich 33 ml Dichlormethan gegeben. In die Lösung wurden 29 ml Bortribromid (ungefähr 1,0 mol/l Dichlormethanlösung) und 40 ml Dichlormethan getropft. Nach dem Tropfen wurde die gewonnene Lösung bei Raumtemperatur gerührt. Danach wurden dieser Lösung ungefähr 20 ml Wasser unter Kühlung mit Eis zugesetzt, und die Lösung wurde gerührt. Dann wurde die wässrige Schicht dieser Mischung einer Extraktion mit Dichlormethan unterzogen, und die extrahierte Lösung und die organische Schicht wurden kombiniert und mit Wasser und einer gesättigten wässrigen Natriumhydrogencarbonat-Lösung gewaschen. Dann wurde der erhaltenen organischen Schicht Magnesiumsulfat zugesetzt, um Feuchtigkeit zu adsorbieren, und die gewonnene Mischung wurde einer Schwerkraftfiltration unterzogen. Das erhaltene Filtrat wurde konzentriert, um 5,7 g eines weißen Feststoffs zu erhalten. Ein Syntheseschema von Schritt 2 wird nachstehend gezeigt.

[Chemische Formel 87]

[0310] **Fig. 24A** und **Fig. 24B** zeigen ^1H -NMR-Diagramme des erhaltenen Feststoffs, deren numerische Daten nachstehend gezeigt werden. Diese deuten darauf hin, dass 3,6-Bis(4-chlor-2-fluorphenyl)-2,7-dihydroxynaphthalin in diesem Synthesebeispiel erhalten wurde.

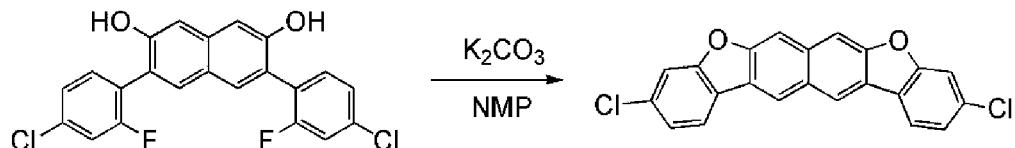
^1H -NMR (DMSO-d_6 , 300 MHz): δ = 7,04 (s, 2H), 7,34 (dd, J_1 = 8,4 Hz, J_2 = 2,1 Hz, 2H), 7,42-7,49 (m, 4H), 7,65 (s, 2H), 9,95 (s, 2H).

<Schritt 3: Synthese von 3,10-Dichlornaphtho[2,3-b;7,6-b']bisbenzofuran>

[0311] In einen 200 ml Dreihalskolben wurden 2,5 g (5,7 mmol) von 3,6-Bis(4-chlor-2-fluorphenyl)-2,7-dihydroxynaphthalin und 7,6 g (55 mmol) Kaliumcarbonat gegeben. Dieser Mischung wurden 137 ml N-Methyl-2-pyrrolidon zugesetzt. Die gewonnene Mischung wurde durch Rühren entgast, während der Druck reduziert wurde. Danach wurde diese Mischung unter einem Stickstoffstrom 6 Stunden lang bei 120 °C gerührt. Danach wurde der Mischung Wasser zugesetzt und ein ausgefällter Feststoff wurde durch Filtration gesammelt. Der

erhaltene Feststoff wurde mit Wasser und Ethanol gewaschen. Ethanol wurde dem gewonnenen Feststoff zugesetzt, ein Erwärmen und ein Rühren wurden durchgeführt und dann die gewonnene Mischung wurde gefiltert, um einen Feststoff zu erhalten. Der erhaltene Feststoff wurde mit Toluol umkristallisiert, um 4,4 g eines weißen Feststoffs in einer Ausbeute von 86 % zu erhalten. Ein Syntheseschema von Schritt 3 wird nachstehend gezeigt.

[Chemische Formel 88]



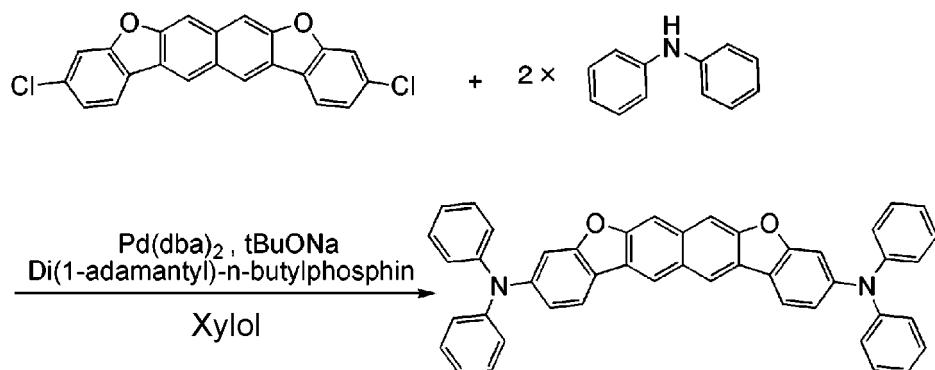
[0312] **Fig. 25A** und **Fig. 25B** zeigen ^1H -NMR-Diagramme des gewonnenen Feststoffs, deren numerische Daten nachstehend gezeigt werden. Diese deuten darauf hin, dass 3,10-Dichlornaphtho[2,3-b;7,6-b']bisbenzofuran in diesem Synthesebeispiel erhalten wurde.

^1H -NMR (1,1,2,2-Tetrachlorethan-D2, 300 MHz): $\delta = 7,44$ (d, $J_1 = 7,8$ Hz, 2H), 7,65 (s, 2H), 8,04 (d, $J_1 = 8,4$ Hz, 2H), 8,07 (s, 2H), 8,59 (s, 2H).

<Schritt 4: Synthese von 3,10-Bis(diphenylamino)naphtho[2,3-b;7,6-b']bisbenzofuran (Abkürzung: 3,10DPhA2Nbf(II))>

[0313] In einen 200 ml Dreihalskolben wurden 1,5 g (3,9 mmol) 3,10-Dichlornaphtho[2,3-b;7,6-b']bisbenzofuran, 2,0 g (12 mmol) Diphenylamin, 0,14 g (0,39 mmol) Di(1-adamantyl)-n-butylphosphin und 2,2 g (23 mmol) Natrium-tert-butoxid gegeben. Der Mischung wurden 40 ml Xylool zugesetzt. Die gewonnene Mischung wurde durch Rühren entgast, während der Druck reduziert wurde. Dieser Mischung wurden 45 mg (78 μmol) Bis(dibenzylidenaceton)palladium(0) zugesetzt und ein Rühren wurde unter einem Stickstoffstrom 14 Stunden lang bei 150 °C durchgeführt. Nach dem Rühren wurde der Mischung Toluol zugesetzt und die gewonnene Mischung wurde durch Florisil (hergestellt von Wako Pure Chemical Industries, Ltd., Katalognummer 540-00135), Celite (hergestellt von Wako Pure Chemical Industries, Ltd., Katalognummer 531-16855) und Aluminiumoxid saugfiltriert, um ein Filtrat zu erhalten. Das erhaltene Filtrat wurde konzentriert, um einen Feststoff zu erhalten. Dieser Feststoff wurde durch Kieselgel-Säulenchromatographie gereinigt (als Laufmittel wurde gemischtes Lösungsmittel aus Toluol und Hexan in einem Verhältnis von 1:3 verwendet), um einen Feststoff zu erhalten. Der gewonnene Feststoff wurde mit einem Lösungsmittelgemisch aus Toluol und Ethanol umkristallisiert, um 2,0 g eines blassgelben Feststoffs in einer Ausbeute von 81 % zu erhalten. Ein Syntheseschema von Schritt 4 wird nachstehend gezeigt.

[Chemische Formel 89]



[0314] **Fig. 26A** und **Fig. 26B** zeigen ^1H -NMR-Diagramme des gewonnenen Feststoffs, deren numerische Daten nachstehend gezeigt werden. Diese deuten darauf hin, dass 3,10DPhA2Nbf(II), das eine organische Verbindung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist, in diesem Synthesebeispiel erhalten wurde. ^1H -NMR (CDCl_3 , 300 MHz): $\delta = 7,05-7,11$ (m, 6H), 7,17-7,20 (m, 8H), 7,22 (d, $J_1 = 2,1$ Hz, 2H), 7,27-7,33 (m, 8H), 7,87 (d, $J_1 = 8,4$ Hz, 2H), 7,90 (s, 2H), 8,40 (s, 2H).

[0315] Dann wurden 2,0 g des gewonnenen Feststoffs durch ein Train-Sublimationsverfahren unter einem Druck von 4,1 Pa mit einer Argondurchflussrate von 15 ml/min bei 300 °C gereinigt. Nach der Sublimationsreinigung wurden 1,7 g eines gelben Feststoffs bei einer Sammelquote von 86 % erhalten.

[0316] Als Nächstes zeigt **Fig. 27** die Messergebnisse der Absorptions- und Emissionsspektren von 3,10 DPhA2Nbf(II) in einer Toluollösung. **Fig. 28** zeigt die Absorptions- und Emissionsspektren eines Dünnfilms aus 3,10DPhA2Nbf(II). Der feste Dünnfilm wurde durch ein Vakuumverdampfungsverfahren über einem Quarzsubstrat ausgebildet. Das Absorptionsspektrum der Toluollösung wurde mit einem UV-VIS-Spektrophotometer (V550, hergestellt von JASCO Corporation) gemessen, und **Fig. 27** zeigt ein Spektrum, das erhalten wurde, indem das Spektrum von Toluol von dem Spektrum von 3,10DPhA2Nbf(II) in der Toluollösung subtrahiert wurde. Das Absorptionsspektrum des Dünnfilms wurde mit einem Spektrophotometer (U-4100 Spektrophotometer, hergestellt von Hitachi High-Technologies Corporation) gemessen. Die Emissionsspektren wurden unter Verwendung eines Fluoreszenz-Spektrophotometers (FS920, hergestellt von Hamamatsu Photonics K.K.) gemessen. Quantenausbeuten wurden unter Verwendung eines absoluten PL-Quantenausbeute-Messsystems (Quantaurus-QY, hergestellt von Hamamatsu Photonics K. K.) gemessen.

[0317] Wie in **Fig. 27** gezeigt, weist 3,10DPhA2Nbf(II) in der Toluollösung Absorptionspeaks bei etwa 403 nm, 383 nm, 357 nm, 322 nm und 296 nm und Emissionswellenlängenpeaks bei 419 nm und 442 nm (Anregungswellenlänge: 383 nm) auf. Wie in **Fig. 28** gezeigt, weist der Dünnfilm aus 3,10DPhA2Nbf(II) Absorptionspeaks bei etwa 411 nm, 389 nm, 359 nm, 325 nm, 298 nm, 261 nm und 225 nm und Emissionswellenlängenpeaks bei etwa 430 nm und 447 nm (Anregungswellenlänge: 400 nm) auf. Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass 3,10DPhA2Nbf(II) blaues Licht emittiert und als Wirt für eine Licht emittierende Substanz oder eine Substanz verwendet werden kann, die Fluoreszenz im sichtbaren Bereich emittiert.

[0318] Die gemessene Quantenausbeute von 3,10DPhA2Nbf(II) in der Toluollösung war hoch, nämlich 87 %, was darauf hindeutet, dass 3,10DPhA2Nbf(II) für ein Licht emittierendes Material geeignet ist.

[0319] Den vorstehenden Ergebnissen zufolge wurde herausgefunden, dass die Quantenausbeute der Verbindung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, bei der Diarylamin an die 3-Position und die 10-Position eines Naphtho[2,3-b;7,6-b']bisbenzofuran-Gerüsts gebunden ist, deutlich hoch ist. Die Verbindung wies auch ein scharfes Emissionsspektrum auf, was bedeutet, dass sie eine hohe Farbreinheit aufweist. Daher ist die Verbindung für ein Licht emittierendes Material für Displays geeignet.

[0320] Als Nächstes wurde 3,10DPhA2Nbf(II), das in diesem Beispiel erhalten wurde, durch eine Flüssigchromatographie mit Massenspektrometrie-Kopplung (LC-MS) analysiert.

[0321] Bei der Analyse durch LC-MS wurde Flüssigchromatographie- (liquid chromatography: LC-) Trennung mit UltiMate 3000, hergestellt von Thermo Fisher Scientific K.K., durchgeführt, und die MS-Analyse wurde mit Q-Exactive, hergestellt von Thermo Fisher Scientific K.K., durchgeführt.

[0322] Bei der LC-Trennung wurde eine gegebene Säule bei einer Säulentemperatur von 40 °C verwendet, und die Lösung wurde auf die folgende Weise eingeleitet: Ein geeignetes Lösungsmittel wurde ausgewählt, die Probe wurde hergestellt, indem 3,10DPhA2Nbf(II) in einem organischen Lösungsmittel in einer gegebenen Konzentration aufgelöst wurde, und die Injektionsmenge betrug 5,0 µl.

[0323] Eine Komponente mit m/z von 642,23, die ein Ion ist, das aus 3,10DPhA2Nbf(II) stammt, wurde der MS²-Analyse durch ein Targeted-MS²-Verfahren unterzogen. Als Einstellung der Targeted-MS² wurde der Massenbereich eines Targetions auf m/z = 642,23 ± 2,0 (Isolationsfenster = 4) eingestellt und die Erfassung wurde in einem positiven Modus durchgeführt. Die Analyse wurde durchgeführt, wobei die Energie (normalized collision energy: NCE) zum Beschleunigen des Targetions in einer Kollisionszelle auf 60 eingestellt wurde. Das erhaltene MS-Spektrum wird in **Fig. 29** gezeigt.

[0324] **Fig. 29** zeigt, dass Produktionen von 3,10DPhA2Nbf(II) hauptsächlich bei m/z von etwa 566, 473 und 397 erfasst werden. Es sei angemerkt, dass die Ergebnisse in **Fig. 29** Eigenschaften zeigen, die aus 3,10 DPhA2Nbf(II) stammen, und daher als wichtige Daten zur Identifikation von in der Mischung enthaltenem 3,10DPhA2Nbf(II) angesehen werden können.

[0325] Es kann angenommen werden, dass das Produktion bei etwa m/z = 566 ein Kation in einem Zustand ist, in dem eine Phenyl-Gruppe aus 3,10DPhA2Nbf(II) eliminiert ist. Dies deutet darauf hin, dass 3,10DPhA2Nbf(II) eine Phenyl-Gruppe enthält. Es kann auch angenommen werden, dass das Produktion bei etwa m/z = 473

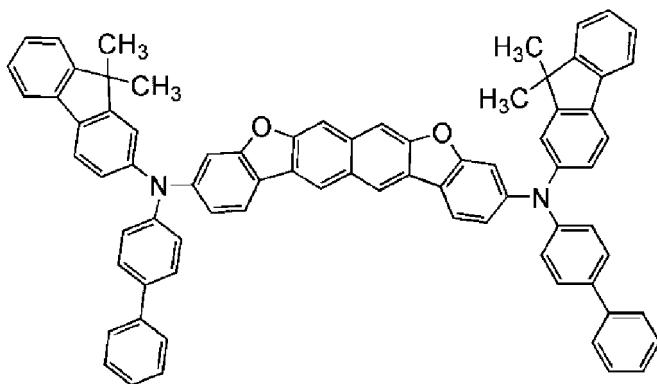
ein Kation in einem Zustand ist, in dem eine Diphenylamino-Gruppe aus 3,10DPhA2Nbf(II) eliminiert ist. Dies deutet darauf hin, dass 3,10DPhA2Nbf(II) eine Diphenylamino-Gruppe enthält.

[Beispiel 3]

(Synthesebeispiel 3)

[0326] In diesem Beispiel wird ein Synthesebeispiel von 3,10-Bis[N-(4-biphenyl)-N-(9,9-dimethyl-9H-fluoren-2-yl)amino]naphtho[2,3-b;7,6-b']bisbenzofuran (Abkürzung: 3,10FBi2Nbf(II)) beschrieben, das die durch die Strukturformel (109) der Ausführungsform 1 dargestellte organische Verbindung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist. Die Strukturformel von 3,10FBi2Nbf(II) wird nachstehend gezeigt.

[Chemische Formel 90]



<Schritt 1: Synthese von 3,6-Bis(4-chlor-2-fluorphenyl)-2,7-dimethoxynaphthalin>

[0327] Wie in dem Schritt 1 in dem Synthesebeispiel 2 wurde 3,6-Bis(4-chlor-2-fluorphenyl)-2,7-dimethoxynaphthalin hergestellt.

<Schritt 2: Synthese von 3,6-Bis(4-chlor-2-fluorphenyl)-2,7-dihydroxynaphthalin>

[0328] Wie in dem Schritt 2 in dem Synthesebeispiel 2 wurde 3,6-Bis(4-chlor-2-fluorphenyl)-2,7-dihydroxynaphthalin hergestellt.

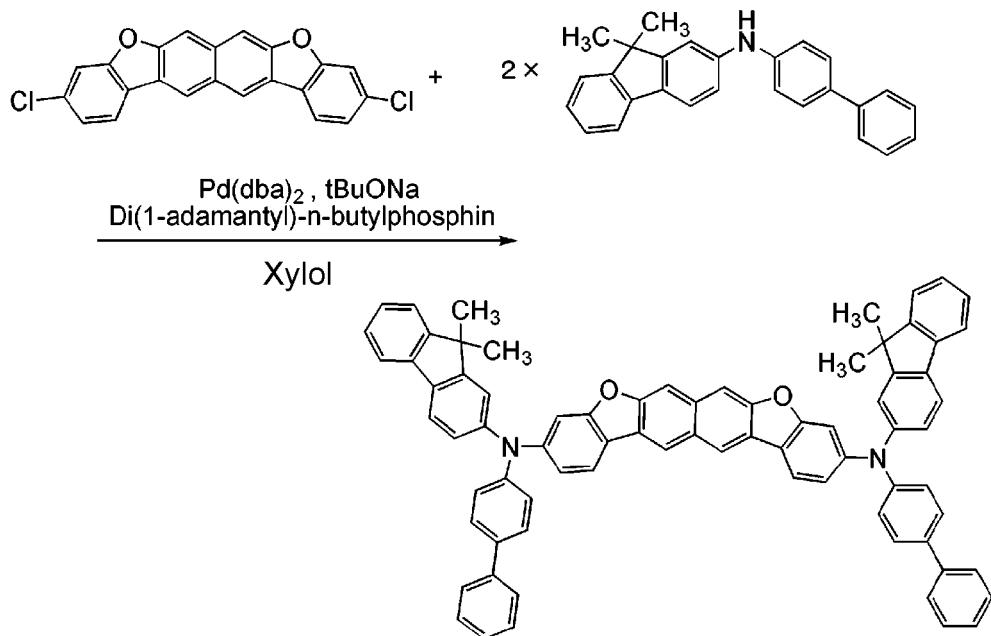
<Schritt 3: Synthese von 3,10-Dichlornaphtho[2,3-b;7,6-b']bisbenzofuran>

[0329] Wie in dem Schritt 3 in dem Synthesebeispiel 2 wurde 3,10-Dichlornaphtho[2,3-b;7,6-b']bisbenzofuran hergestellt.

<Schritt 4: Synthese von 3,10-Bis[N-(4-biphenyl)-N-(9,9-dimethyl-9H-fluoren-2-yl)amino]naphtho[2,3-b;7,6-b']bisbenzofuran (Abkürzung: 3,10FBi2Nbf(II))>

[0330] In einen 200 ml Dreihalskolben wurden 0,73 g (2,0 mmol) 3,10-Dichlornaphtho[2,3-b;7,6-b']bisbenzofuran, 2,1 g (5,9 mmol) N-(4-Biphenyl)-(9,9-dimethylfluoren-2-yl)amin, 70 mg (0,20 mmol) Di(1-adamantyl)-n-butylphosphin und 1,1 g (12 mmol) Natrium-tert-butoxid gegeben. Der Mischung wurden 20 ml Xylol zugesetzt. Die gewonnene Mischung wurde durch Rühren entgast, während der Druck reduziert wurde. Dieser Mischung wurden 22 mg (39 µmol) Bis(dibenzylidenaceton)palladium(0) zugesetzt und ein Rühren wurde unter einem Stickstoffstrom 15 Stunden lang bei 150 °C durchgeführt. Nach dem Rühren wurde der Mischung Toluol zugesetzt, und die gewonnene Mischung wurde durch Florisil, Celite und Aluminiumoxid saugfiltriert, um ein Filtrat zu erhalten. Das erhaltene Filtrat wurde konzentriert, um einen Feststoff zu erhalten. Dieser Feststoff wurde durch Kieselgel-Säulenchromatographie gereinigt (als Laufmittel wurden zuerst Toluol und Hexan in einem Verhältnis von 1:3 verwendet, und dann wurden Toluol und Hexan in einem Verhältnis von 1:1 verwendet), um einen Feststoff zu erhalten. Der gewonnene Feststoff wurde mit einem gemischten Lösungsmittel aus Toluol und Ethanol umkristallisiert, um 1,7 g eines blassgelben Feststoffs in einer Ausbeute von 86 % zu erhalten. Ein Syntheseschema von Schritt 4 wird nachstehend gezeigt.

[Chemische Formel 91]



[0331] **Fig. 30A** und **Fig. 30B** zeigen ^1H -NMR-Diagramme des gewonnenen Feststoffs, deren numerische Daten nachstehend gezeigt werden. Diese deuten darauf hin, dass 3,10FBi2Nbf(II), das eine organische Verbindung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist, in diesem Synthesebeispiel erhalten wurde. ^1H -NMR (DMSO- d_6 , 300 MHz): δ = 1,41 (s, 12H), 7,11-7,16 (m, 4H), 7,23-7,37 (m, 12H), 7,43-7,49 (m, 6H), 7,54 (d, J_1 = 7,8 Hz, 2H), 7,68-7,70 (m, 8H), 7,79 (d, J_1 = 6,9 Hz, 2H), 7,83 (d, J_1 = 7,8 Hz, 2H), 8,16-8,19 (m, 4H), 8,71 (s, 2H).

[0332] Als Nächstes zeigt **Fig. 31** die Messergebnisse der Absorptions- und Emissionsspektren von 3,10FBi2Nbf(II) in einer Toluollösung. **Fig. 32** zeigt die Absorptions- und Emissionsspektren eines Dünnfilms aus 3,10FBi2Nbf(II). Der feste Dünnfilm wurde durch ein Vakuumverdampfungsverfahren über einem Quarzsubstrat ausgebildet. Das Absorptionsspektrum der Toluollösung wurde mit einem UV-VIS-Spektrophotometer (V550, hergestellt von JASCO Corporation) gemessen, und **Fig. 31** zeigt ein Spektrum, das erhalten wurde, indem das Spektrum von Toluol von dem Spektrum von 3,10FBi2Nbf(II) in der Toluollösung subtrahiert wurde. Das Absorptionsspektrum des Dünnfilms wurde mit einem Spektrophotometer (U-4100 Spektrophotometer, hergestellt von Hitachi High-Technologies Corporation) gemessen. Die Emissionsspektren wurden unter Verwendung eines Fluoreszenz-Spektrophotometers (FS920, hergestellt von Hamamatsu Photonics K.K.) gemessen. Quantenausbeuten wurden unter Verwendung eines absoluten PL-Quantenausbeute-Messsystems (Quantaurus-QY, hergestellt von Hamamatsu Photonics K. K.) gemessen.

[0333] Wie in **Fig. 31** gezeigt, weist 3,10FBi2Nbf(II) in der Toluollösung Absorptionspeaks bei etwa 417 nm, 395 nm, 360 nm, 307 nm und 282 nm und einen Emissionswellenlängenpeak bei 436 nm (Anregungswellenlänge: 400 nm) auf. Wie in **Fig. 32** gezeigt, weist der Dünnfilm aus 3,10FBi2Nbf(II) Absorptionspeaks bei etwa 420 nm, 398 nm, 358 nm, 348 nm, 308 nm, 263 nm, 248 nm und 207 nm und Emissionswellenlängenpeaks bei etwa 458 nm und 505 nm (Anregungswellenlänge: 390 nm) auf. Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass 3,10FBi2Nbf(II) blaues Licht emittiert und als Wirt für eine Licht emittierende Substanz oder eine Substanz verwendet werden kann, die Fluoreszenz im sichtbaren Bereich emittiert.

[0334] Die gemessene Quantenausbeute von 3,10FBi2Nbf(II) in der Toluollösung war hoch, nämlich 76 %. Dies deutet darauf hin, dass 3,10FBi2Nbf(II) für ein Licht emittierendes Material geeignet ist.

[0335] Als Nächstes wurde 3,10FBi2Nbf(II), das in diesem Beispiel erhalten wurde, durch eine Flüssigchromatographie mit Massenspektrometrie-Kopplung (LC-MS) analysiert.

[0336] Bei der Analyse durch LC-MS wurde Flüssigchromatographie- (liquid chromatography: LC-) Trennung mit UltiMate 3000, hergestellt von Thermo Fisher Scientific K.K., durchgeführt, und die MS-Analyse wurde mit Q-Exactive, hergestellt von Thermo Fisher Scientific K.K., durchgeführt.

[0337] Bei der LC-Trennung wurde eine gegebene Säule bei einer Säulentemperatur von 40 °C verwendet, und die Lösung wurde auf die folgende Weise eingeleitet: Ein geeignetes Lösungsmittel wurde ausgewählt, die Probe wurde hergestellt, indem 3,10FBi2Nbf(II) in einem organischen Lösungsmittel in einer gegebenen Konzentration aufgelöst wurde, und die Injektionsmenge betrug 5,0 µl.

[0338] Eine Komponente mit m/z von 1026,42, die ein Ion ist, das aus 3,10FBi2Nbf(II) stammt, wurde der MS²-Analyse durch ein Targeted-MS²-Verfahren unterzogen. Als Einstellung der Targeted-MS² wurde der Massenbereich eines Targetions auf m/z = 1026,42 ± 2,0 (Isolationsfenster = 4) eingestellt und die Erfassung wurde in einem positiven Modus durchgeführt. Die Analyse wurde durchgeführt, wobei die Energie (normalized collision energy: NCE) zum Beschleunigen des Targetions in einer Kollisionszelle auf 50 eingestellt wurde. Das erhaltene MS-Spektrum wird in **Fig. 33** gezeigt.

[0339] **Fig. 33** zeigt, dass Produktionen von 3,10FBi2Nbf(II) hauptsächlich bei m/z von etwa 1011, 995, 817, 667, 652, 636, 360, 344 und 330 erfasst werden. Es sei angemerkt, dass die Ergebnisse in **Fig. 33** Eigenschaften zeigen, die aus 3,10FBi2Nbf(II) stammen, und daher als wichtige Daten zur Identifikation von in der Mischung enthaltenem 3,10FBi2Nbf(II) angesehen werden können.

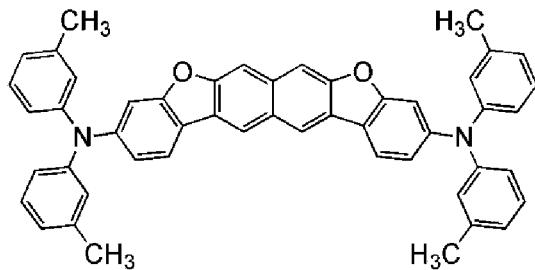
[0340] Es kann angenommen werden, dass das Produktion bei etwa m/z = 1011 ein Kation in einem Zustand ist, in dem eine Methyl-Gruppe aus 3,10FBi2Nbf(II) eliminiert ist. Dies deutet darauf hin, dass 3,10FBi2Nbf(II) eine Phenyl-Gruppe enthält. Es kann auch angenommen werden, dass das Produktion bei etwa m/z = 817 ein Kation in einem Zustand ist, in dem eine Methyl-Gruppe und eine 9,9-Dimethylfluorenyl-Gruppe aus 3,10FBi2Nbf(II) eliminiert sind. Dies deutet darauf hin, dass 3,10FBi2Nbf(II) eine Methyl-Gruppe und eine 9,9-Dimethylfluorenyl-Gruppe enthält. Es kann auch angenommen werden, dass das Produktion bei etwa m/z = 667 ein Kation in einem Zustand ist, in dem eine N-(4-Biphenyl)-(9,9-dimethylfluoren-2-yl)amino-Gruppe aus 3,10FBi2Nbf(II) eliminiert ist. Dies deutet darauf hin, dass 3,10FBi2Nbf(II) eine N-(4-Biphenyl)-(9,9-dimethylfluoren-2-yl)amino-Gruppe enthält.

[Beispiel 4]

(Synthesebeispiel 4)

[0341] In diesem Beispiel wird ein Synthesebeispiel von 3,10-Bis(3,3'-dimethyldiphenylamino)naphtho[2,3-b;7,6-b']bisbenzofuran (Abkürzung: 3,10mMeDPhA2Nbf(II)) beschrieben, das die durch die Strukturformel (102) der Ausführungsform 1 dargestellte organische Verbindung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist. Die Strukturformel von 3,10mMeDPhA2Nbf(II) wird nachstehend gezeigt.

[Chemische Formel 92]



<Schritt 1: Synthese von 3,6-Bis(4-chlor-2-fluorphenyl)-2,7-dimethoxynaphthalin>

[0342] Wie in dem Schritt 1 in dem Synthesebeispiel 2 wurde 3,6-Bis(4-chlor-2-fluorphenyl)-2,7-dimethoxynaphthalin hergestellt.

<Schritt 2: Synthese von 3,6-Bis(4-chlor-2-fluorphenyl)-2,7-dihydroxynaphthalin>

[0343] Wie in dem Schritt 2 in dem Synthesebeispiel 2 wurde 3,6-Bis(4-chlor-2-fluorphenyl)-2,7-dihydroxynaphthalin hergestellt.

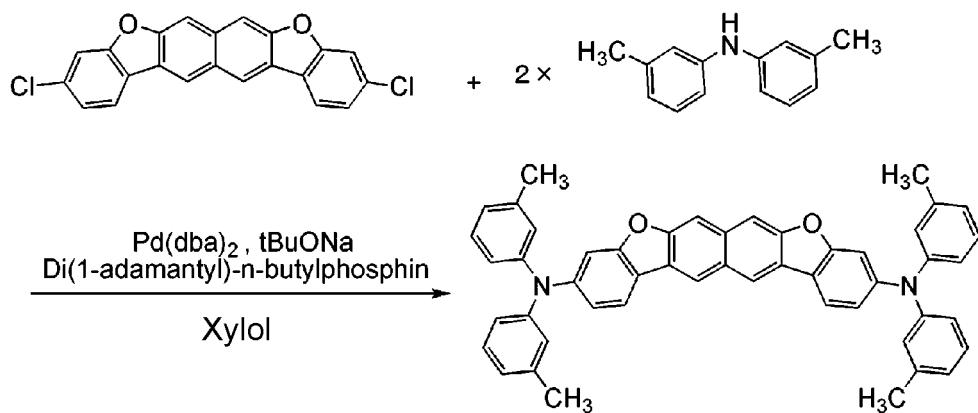
<Schritt 3: Synthese von 3,10-Dichlornaphtho[2,3-b;7,6-b']bisbenzofuran>

[0344] Wie in dem Schritt 3 in dem Synthesebeispiel 2 wurde 3,10-Dichlornaphtho[2,3-b;7,6-b']bisbenzofuran hergestellt.

<Schritt 4: Synthese von 3,10-Bis(3,3'-dimethyldiphenylamino)naphtho[2,3-b;7,6-b']bisbenzofuran (Abkürzung: 3,10mMeDPhA2Nbf(II))>

[0345] In einen 200 ml Dreihalskolben wurden 1,0 g (2,7 mmol) 3,10-Dichlornaphtho[2,3-b;7,6-b']bisbenzofuran, 1,7 g (8,6 mmol) m,m'-Ditolylamin, 0,10 g (0,29 mmol) Di(1-adamantyl)-n-butylphosphin und 1,7 g (17 mmol) Natrium-tert-butoxid gegeben. Der Mischung wurden 30 ml Xylool zugesetzt. Die gewonnene Mischung wurde durch Rühren entgast, während der Druck reduziert wurde. Dieser Mischung wurden 33 mg (57 μ mol) Bis(dibenzylidenaceton)palladium(0) zugesetzt und ein Rühren wurde unter einem Stickstoffstrom 6,5 Stunden lang bei 150 °C durchgeführt. Nach dem Rühren wurde der Mischung Toluol zugesetzt, und die gewonnene Mischung wurde durch Florisil, Celite und Aluminiumoxid saugfiltriert, um ein Filtrat zu erhalten. Das erhaltene Filtrat wurde konzentriert, um einen Feststoff zu erhalten. Dieser Feststoff wurde durch Kieselgel-Säulenchromatographie gereinigt (als Laufmittel wurden Toluol und Hexan in einem Verhältnis von 1:3 verwendet), um einen Feststoff zu erhalten. Der gewonnene Feststoff wurde mit einem gemischten Lösungsmittel aus Toluol und Ethylacetat umkristallisiert, um 1,3 g eines blassgelben Feststoffs in einer Ausbeute von 63 % zu erhalten. Ein Syntheseschema von Schritt 4 wird nachstehend gezeigt.

[Chemische Formel 93]



[0346] Dann wurden 1,3 g des gewonnenen Feststoffs durch ein Train-Sublimationsverfahren unter einem Druck von $7,0 \times 10^{-3}$ Pa mit einer Argondurchflussrate von 0 ml/min bei 300 °C gereinigt. Nach der Sublimationsreinigung wurden 1,0 g eines blassgelben Feststoffs bei einer Sammelquote von 82 % erhalten.

[0347] **Fig. 34A** und **Fig. 34B** zeigen ¹H-NMR-Diagramme des gewonnenen Feststoffs, deren numerische Daten nachstehend gezeigt werden. Diese deuten darauf hin, dass 3,10mMeDPhA2Nbf(II), das eine organische Verbindung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist, in diesem Synthesebeispiel erhalten wurde. ¹H-NMR (CDCl₃, 300MHz): δ = 2,23 (s, 12H), 6,90 (d, J₁ = 7,5 Hz, 4H), 6,96-6,99 (m, 8H), 7,06 (dd, J₁ = 2,1 Hz, J₂ = 8,7 Hz, 2H), 7,17-7,22 (m, 6H), 7,85 (d, J₁ = 8,4 Hz, 2H), 7,89 (s, 2H), 8,39 (s, 2H).

[0348] Als Nächstes zeigt **Fig. 35** die Messergebnisse der Absorptions- und Emissionsspektren von 3,10mMeDPhA2Nbf(II) in einer Toluollösung. **Fig. 36** zeigt die Absorptions- und Emissionsspektren eines Dünnfilms aus 3,10mMeDPhA2Nbf(II). Der feste Dünnfilm wurde durch ein Vakuumverdampfungsverfahren über einem Quarzsubstrat ausgebildet. Das Absorptionsspektrum der Toluollösung wurde mit einem UV-VIS-Spektrophotometer (V550, hergestellt von JASCO Corporation) gemessen, und **Fig. 35** zeigt ein Spektrum, das erhalten wurde, indem das Spektrum von Toluol von dem Spektrum von 3,10mMeDPhA2Nbf(II) in der Toluollösung subtrahiert wurde. Das Absorptionsspektrum des Dünnfilms wurde mit einem Spektrophotometer (U-4100 Spektrophotometer, hergestellt von Hitachi High-Technologies Corporation) gemessen. Die Emissionspektren wurden unter Verwendung eines Fluoreszenz-Spektrophotometers (FS920, hergestellt von Hamamatsu Photonics K.K.) gemessen. Quantenausbeuten wurden unter Verwendung eines absoluten PL-Quantenausbeute-Messsystems (Quantaurus-QY, hergestellt von Hamamatsu Photonics K. K.) gemessen.

[0349] Wie in **Fig. 35** gezeigt, weist 3,10mMeDPhA2Nbf(II) in der Toluollösung Absorptionspeaks bei etwa 407 nm, 386 nm, 358 nm, 319 nm und 296 nm und Emissionswellenlängenpeaks bei 420 nm und 445 nm (Anregungswellenlänge: 400 nm) auf. Wie in **Fig. 36** gezeigt, weist der Dünnfilm aus 3,10mMeDPhA2Nbf(II) Absorptionspeaks bei etwa 412 nm, 392 nm, 359 nm, 323 nm, 298 nm, 262 nm und 215 nm und einen Emissionswellenlängenpeak bei etwa 445 nm (Anregungswellenlänge: 400 nm) auf. Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass 3,10mMeDPhA2Nbf(II) blaues Licht emittiert und als Wirt für eine Licht emittierende Substanz oder eine Substanz verwendet werden kann, die Fluoreszenz im sichtbaren Bereich emittiert.

[0350] Die gemessene Quantenausbeute von 3,10mMeDPhA2Nbf(II) in der Toluollösung war hoch, nämlich 87 %. Dies deutet darauf hin, dass 3,10mMeDPhA2Nbf(II) für ein Licht emittierendes Material geeignet ist.

[0351] Als Nächstes wurde 3,10mMeDPhA2Nbf(II), das in diesem Beispiel erhalten wurde, durch eine Flüssigchromatographie mit Massenspektrometrie-Kopplung (LC-MS) analysiert.

[0352] Bei der Analyse durch LC-MS wurde Flüssigchromatographie- (liquid chromatography: LC-) Trennung mit UltiMate 3000, hergestellt von Thermo Fisher Scientific K.K., durchgeführt, und die MS-Analyse wurde mit Q-Exactive, hergestellt von Thermo Fisher Scientific K.K., durchgeführt.

[0353] Bei der LC-Trennung wurde eine gegebene Säule bei einer Säulentemperatur von 40 °C verwendet, und die Lösung wurde auf die folgende Weise eingeleitet: Ein geeignetes Lösungsmittel wurde ausgewählt, die Probe wurde hergestellt, indem 3,10mMeDPhA2Nbf(II) in einem organischen Lösungsmittel in einer gegebenen Konzentration aufgelöst wurde, und die Injektionsmenge betrug 5,0 µl.

[0354] Eine Komponente mit m/z von 698,29, die ein Ion ist, das aus 3,10mMeDPhA2Nbf(II) stammt, wurde der MS²-Analyse durch ein Targeted-MS²-Verfahren unterzogen. Als Einstellung der Targeted-MS² wurde der Massenbereich eines Targetions auf m/z = 698,29 ± 2,0 (Isolationsfenster = 4) eingestellt und die Erfassung wurde in einem positiven Modus durchgeführt. Die Analyse wurde durchgeführt, wobei die Energie (normalized collision energy: NCE) zum Beschleunigen des Targetions in einer Kollisionszelle auf 60 eingestellt wurde. Das erhaltene MS-Spektrum wird in **Fig. 37** gezeigt.

[0355] **Fig. 37** zeigt, dass Produktionen von 3,10mMeDPhA2Nbf(II) hauptsächlich bei m/z von etwa 682, 501, 487, 411, 196 und 181 erfasst werden. Es sei angemerkt, dass die Ergebnisse in **Fig. 37** Eigenschaften zeigen, die aus 3,10mMeDPhA2Nbf(II) stammen, und daher als wichtige Daten zur Identifikation von in der Mischung enthaltenem 3,10mMeDPhA2Nbf(II) angesehen werden können.

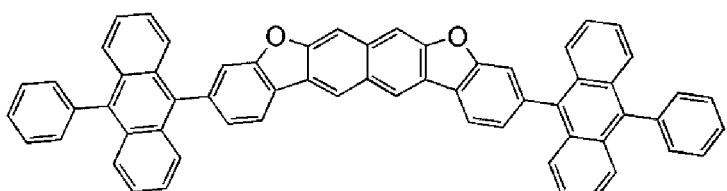
[0356] Es kann angenommen werden, dass das Produktion bei etwa m/z = 682 ein Kation in einem Zustand ist, in dem eine Methyl-Gruppe aus 3,10mMeDPhA2Nbf(II) eliminiert ist. Dies deutet darauf hin, dass 3,10mMeDPhA2Nbf(II) eine Methyl-Gruppe enthält. Es kann auch angenommen werden, dass das Produktion bei etwa m/z = 501 ein Kation in einem Zustand ist, in dem eine Bis(3-dimethylphenyl)amino-Gruppe aus 3,10mMeDPhA2Nbf(II) eliminiert ist. Dies deutet darauf hin, dass 3,10mMeDPhA2Nbf(II) eine Bis(3-dimethylphenyl)amino-Gruppe enthält.

[Beispiel 5]

(Synthesebeispiel 5)

[0357] In diesem Beispiel wird ein Synthesebeispiel von 3,10-Bis(10-phenyl-9-anthryl)naphtho[2,3-b;7,6-b']bisbenzofuran (Abkürzung: 3,10PhA2Nbf(II)) beschrieben, das die durch die Strukturformel (118) der Ausführungsform 1 dargestellte organische Verbindung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist. Die Strukturformel von 3,10PhA2Nbf(II) wird nachstehend gezeigt.

[Chemische Formel 94]



<Schritt 1: Synthese von 3,6-Bis(4-chlor-2-fluorphenyl)-2,7-dimethoxynaphthalin>

[0358] Wie in dem Schritt 1 in dem Synthesebeispiel 2 wurde 3,6-Bis(4-chlor-2-fluorphenyl)-2,7-dimethoxynaphthalin hergestellt.

<Schritt 2: Synthese von 3,6-Bis(4-chlor-2-fluorphenyl)-2,7-dihydroxynaphthalin>

[0359] Wie in dem Schritt 2 in dem Synthesebeispiel 2 wurde 3,6-Bis(4-chlor-2-fluorphenyl)-2,7-dihydroxynaphthalin hergestellt.

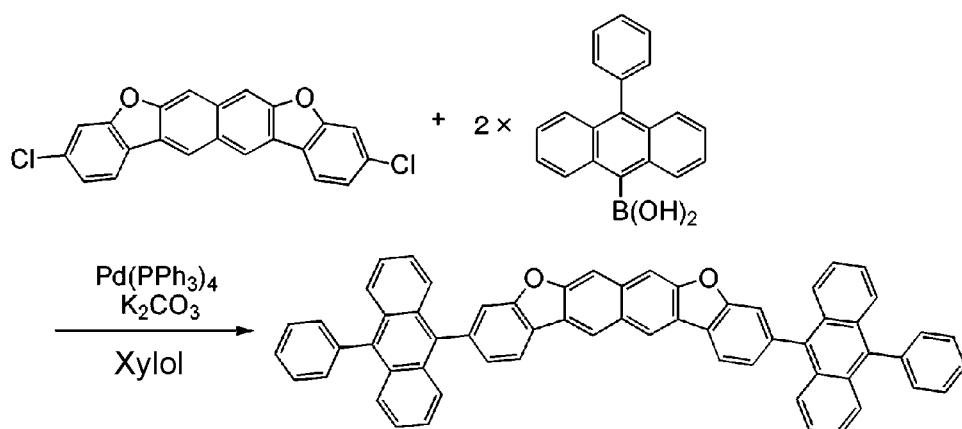
<Schritt 3: Synthese von 3,10-Dichlornaphtho[2,3-b;7,6-b']bisbenzofuran>

[0360] Wie in dem Schritt 3 in dem Synthesebeispiel 2 wurde 3,10-Dichlornaphtho[2,3-b;7,6-b']bisbenzofuran hergestellt.

<Schritt 4: Synthese von 3,10-Bis(10-phenyl-9-anthryl)naphtho[2,3-b;7,6-b']bisbenzofuran (Abkürzung: 3,10PhA2Nbf(II))>

[0361] In einen 200 ml Dreihalskolben wurden 1,2 g (3,1 mmol) 3,10-Dichlornaphtho[2,3-b;7,6-b']bisbenzofuran, 2,4 g (8,1 mmol) 10-Phenyl-9-anthracenboronsäure und 2,2 g (16 mmol) Kaliumcarbonat gegeben. Der Mischung wurden 30 ml Xylol zugesetzt. Die gewonnene Mischung wurden durch Rühren entgast, während der Druck reduziert wurde. Dieser Mischung wurden 71 mg (61 μ mol) Tetrakis(triphenylphosphin)palladium(0) zugesetzt, und ein Rühren wurde unter einem Stickstoffstrom 19 Stunden lang bei 150 °C durchgeführt. Nach dem Rühren wurden der gewonnenen Mischung 1,8 g (6,2 mmol) 10-Phenyl-9-anthracenboronsäure, 1,7 g (12 mmol) Kaliumcarbonat, 64 mg (0,18 mmol) Di(1-adamantyl)-n-butylphosphin, 8 mg (36 μ mol) Palladium(II) acetat und 30 ml Diethylenglycoldimethylether zugesetzt, und ein Rühren wurde unter einem Stickstoffstrom 28 Stunden lang bei 150 °C durchgeführt. Nach dem Rühren wurde der Mischung Ethanol zugesetzt, und die gewonnene Mischung wurde mit Ultraschallwellen bestrahlt und dann saugfiltriert, um einen Feststoff zu erhalten. Der erhaltene Feststoff wurde mit Wasser und Ethanol gewaschen. Ethylacetat wurde dem Feststoff zugesetzt und der gewonnene Feststoff wurde mit Ultraschallwellen bestrahlt und dann saugfiltriert, um einen Feststoff zu erhalten. Dieser Feststoff wurde durch eine Kieselgel-Säulenchromatographie gereinigt (als Laufmittel wurde Toluol verwendet), um einen Feststoff zu erhalten. Toluol wurde dem gewonnenen Feststoff zugesetzt, ein Erwärmen und ein Rühren wurden durchgeführt, und dann wurde der erhaltene Feststoff gesammelt. Dieser Prozess wurde zweimal durchgeführt, um 0,52 g eines blassgelben Feststoffs in einer Ausbeute von 21 % zu erhalten. Ein Syntheseschema von Schritt 4 wird nachstehend gezeigt.

[Chemische Formel 95]



[0362] Fig. 38A und Fig. 38B zeigen ¹H-NMR-Diagramme des gewonnenen Feststoffs, deren numerische Daten nachstehend gezeigt werden. Diese deuten darauf hin, dass 3,10PhA2Nbf(II), das eine organische Verbindung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist, in diesem Synthesebeispiel erhalten wurde. ¹H-NMR (1,1,2,2-Tetrachlorethan-D2, 300 MHz): δ = 7,39-7,43 (m, 8H), 7,58-7,71 (m, 12H), 7,79-7,87 (m, 10H), 8,21 (s, 2H), 8,40 (d, J1 = 7,8 Hz, 2H), 8,84 (s, 2H).

[0363] Dann wurden 0,52 g des gewonnenen Feststoffs durch ein Train-Sublimationsverfahren unter einem Druck von $1,2 \text{ k} \times 10^2 \text{ Pa}$ mit einer Argondurchflussrate von 0 ml/min bei $380 \text{ }^\circ\text{C}$ gereinigt. Nach der Sublimationsreinigung wurden 0,42 g eines gelben Feststoffs bei einer Sammelquote von 80 % erhalten.

[0364] Als Nächstes zeigt **Fig. 39** die Messergebnisse der Absorptions- und Emissionsspektren von 3,10PhA2Nbf(II) in einer Toluollösung. **Fig. 40** zeigt die Absorptions- und Emissionsspektren eines Dünnfilms aus 3,10PhA2Nbf(II). Der feste Dünnfilm wurde durch ein Vakuumverdampfungsverfahren über einem Quarzsubstrat ausgebildet. Das Absorptionsspektrum der Toluollösung wurde mit einem UV-VIS-Spektrophotometer (V550, hergestellt von JASCO Corporation) gemessen, und **Fig. 39** zeigt ein Spektrum, das erhalten wurde, indem das Spektrum von Toluol von dem Spektrum von 3,10PhA2Nbf(II) in der Toluollösung subtrahiert wurde. Das Absorptionsspektrum des Dünnfilms wurde mit einem Spektrophotometer (U-4100 Spektrophotometer, hergestellt von Hitachi High-Technologies Corporation) gemessen. Die Emissionsspektren wurden unter Verwendung eines Fluoreszenz-Spektrophotometers (FS920, hergestellt von Hamamatsu Photonics K.K.) gemessen.

[0365] Wie in **Fig. 39** gezeigt, weist 3,10PhA2Nbf(II) in der Toluollösung Absorptionspeaks bei etwa 397 nm, 377 nm, 358 nm, 338 nm, 312 nm und 289 nm und Emissionswellenlängenpeaks bei 427 nm und 450 nm (Anregungswellenlänge: 397 nm) auf. Wie in **Fig. 40** gezeigt, weist der Dünnfilm aus 3,10PhA2Nbf(II) Absorptionspeaks bei etwa 401 nm, 382 nm, 363 nm, 340 nm, 314 nm, 290 nm, 266 nm und 224 nm und Emissionswellenlängenpeaks bei etwa 455 nm, 545 nm und 590 nm (Anregungswellenlänge: 390 nm) auf. Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass 3,10PhA2Nbf(II) blaues Licht emittiert und als Wirt für eine Licht emittierende Substanz oder eine Substanz verwendet werden kann, die Fluoreszenz im sichtbaren Bereich emittiert.

[0366] Als Nächstes wurde 3,10PhA2Nbf(II), das in diesem Beispiel erhalten wurde, durch eine Flüssigchromatographie mit Massenspektrometrie-Kopplung (LC-MS) analysiert.

[0367] Bei der Analyse durch LC-MS wurde Flüssigchromatographie- (liquid chromatography: LC-) Trennung mit UltiMate 3000, hergestellt von Thermo Fisher Scientific K.K., durchgeführt, und die MS-Analyse wurde mit Q-Exactive, hergestellt von Thermo Fisher Scientific K.K., durchgeführt.

[0368] Bei der LC-Trennung wurde eine gegebene Säule bei einer Säulentemperatur von $40 \text{ }^\circ\text{C}$ verwendet, und die Lösung wurde auf die folgende Weise eingeleitet: Ein geeignetes Lösungsmittel wurde ausgewählt, die Probe wurde hergestellt, indem 3,10PhA2Nbf(II) in einem organischen Lösungsmittel in einer gegebenen Konzentration aufgelöst wurde, und die Injektionsmenge betrug 5,0 μl .

[0369] Eine Komponente mit m/z von 812,27, die ein Ion ist, das aus 3,10PhA2Nbf(II) stammt, wurde der MS²-Analyse durch ein Targeted-MS²-Verfahren unterzogen. Als Einstellung der Targeted-MS² wurde der Massenbereich eines Targetions auf $m/z = 812,27 \pm 2,0$ (Isolationsfenster = 4) eingestellt und die Erfassung wurde in einem positiven Modus durchgeführt. Die Analyse wurde durchgeführt, wobei die Energie (normalized collision energy: NCE) zum Beschleunigen des Targetions in einer Kollisionszelle auf 50 eingestellt wurde. Das erhaltene MS-Spektrum wird in **Fig. 41** gezeigt.

[0370] Eine Komponente mit m/z von 812,27, die ein Ion ist, das aus 3,10PhA2Nbf(II) stammt, wurde der MS²-Analyse durch ein Targeted-MS²-Verfahren unterzogen. Als Einstellung der Targeted-MS² wurde der Massenbereich eines Targetions auf $m/z = 812,27 \pm 2,0$ (Isolationsfenster = 4) eingestellt und die Erfassung wurde in einem positiven Modus durchgeführt. Die Analyse wurde durchgeführt, wobei die Energie (normalized collision energy: NCE) zum Beschleunigen des Targetions in einer Kollisionszelle auf 70 eingestellt wurde. Das erhaltene MS-Spektrum wird in **Fig. 42** gezeigt.

[0371] **Fig. 41** und **Fig. 42** zeigen, dass Produktionen von 3,10PhA2Nbf(II) hauptsächlich bei m/z von etwa 734, 656, 482 und 252 erfasst werden. Es sei angemerkt, dass die Ergebnisse in **Fig. 41** und **Fig. 42** Eigenschaften zeigen, die aus 3,10PhA2Nbf(II) stammen, und daher als wichtige Daten zur Identifikation von in der Mischung enthaltenem 3,10PhA2Nbf(II) angesehen werden können.

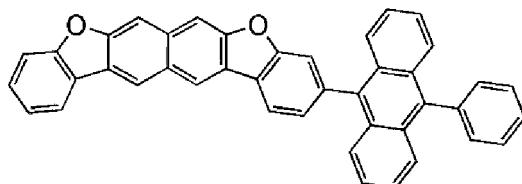
[0372] Es kann angenommen werden, dass das Produktion bei etwa $m/z = 734$ ein Kation in einem Zustand ist, in dem eine Phenyl-Gruppe aus 3,10PhA2Nbf(II) eliminiert ist. Dies deutet darauf hin, dass 3,10PhA2Nbf(II) eine Phenyl-Gruppe enthält. Es kann auch angenommen werden, dass das Produktion bei etwa $m/z = 482$ ein Kation in einem Zustand ist, in dem eine Phenyl-Gruppe und eine 9-Phenylanthryl-Gruppe aus 3,10PhA2Nbf(II) eliminiert sind. Dies deutet darauf hin, dass 3,10PhA2Nbf(II) eine Phenyl-Gruppe und eine 9-Phenylanthryl-Gruppe enthält.

[Beispiel 6]

(Synthesebeispiel 6)

[0373] In diesem Beispiel wird ein Synthesebeispiel von 3-(10-Phenyl-9-anthryl)naphtho[2,3-b;7,6-b']bisbenzofuran (Abkürzung: Nbf(II)PhA) beschrieben, das die durch die Strukturformel (112) der Ausführungsform 1 dargestellte organische Verbindung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist. Die Strukturformel von Nbf(II)PhA wird nachstehend gezeigt.

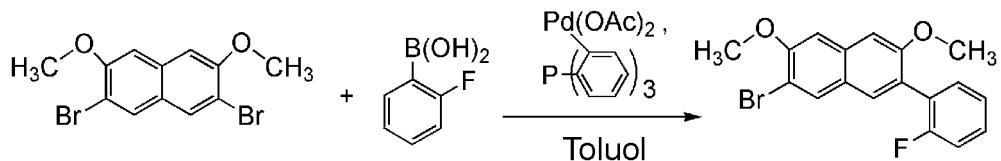
[Chemische Formel 96]



<Schritt 1: Synthese von 3-Brom-6-(2-fluorophenyl)-2,7-dimethoxynaphthalin>

[0374] In einen 200 ml Dreihalskolben wurden 3,0 g (8,7 mmol) 3,6-Dibrom-2,7-dimethoxynaphthalin, 1,2 g (8,7 mmol) 2-Fluorphenylboronsäure, 2,4 g (17 mmol) Kaliumcarbonat und 0,13 g (0,43 mmol) Tris(2-methylphenyl)phosphin gegeben. Dieser Mischung wurden 90 ml Toluol zugesetzt. Die gewonnene Mischung wurde durch Rühren entgast, während der Druck reduziert wurde. Der Mischung wurden 19 mg (87 μ mol) Palladium (II)acetat zugesetzt, und ein Rühren wurde unter einem Stickstoffstrom 7 Stunden lang bei 110 °C durchgeführt. Nach dem Rühren wurde der Mischung Toluol zugesetzt, und die gewonnene Mischung wurde durch Florisil (hergestellt von Wako Pure Chemical Industries, Ltd., Katalog Nr. 540-00135), Celite (hergestellt von Wako Pure Chemical Industries, Ltd., Katalog Nr. 531-16855) und Aluminiumoxid saugfiltriert, um ein Filtrat zu erhalten. Das Filtrat wurde konzentriert, um einen Feststoff zu erhalten. Dieser Feststoff wurde durch eine Kieselgel-Säulenchromatographie gereinigt (als Laufmittel wurden zuerst Toluol und Hexan in einem Verhältnis von 1:2 verwendet, und dann wurden Toluol und Hexan in einem Verhältnis von 1:1 verwendet), um 1,1 g eines weißen Feststoffs, der eine Zielsubstanz war, in einer Ausbeute von 34 % zu erhalten. Ein Syntheseschema von Schritt 1 wird nachstehend gezeigt.

[Chemische Formel 97]



[0375] **Fig. 43A** und **Fig. 43B** zeigen ^1H -NMR-Diagramme des gewonnenen Feststoffs, deren numerische Daten nachstehend gezeigt werden. Diese deuten darauf hin, dass 3-Brom-6-(2-fluorophenyl)-2,7-dimethoxynaphthalin in diesem Synthesebeispiel erhalten wurde.

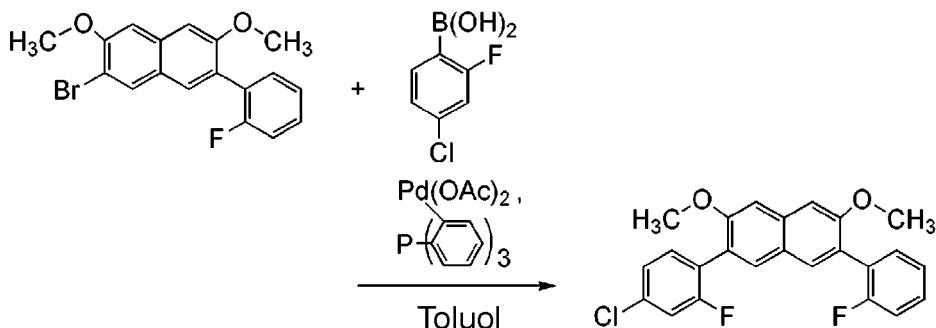
^1H -NMR (CDCl_3 , 300 MHz): δ = 3,90 (s, 3H), 4,02 (s, 3H), 7,12-7,18 (m, 3H), 7,21 (td, J_1 = 7,8 Hz, J_2 = 0,9 Hz, 1H), 7,33-7,42 (m, 2H), 7,57 (s, 1H), 7,97 (s, 1H).

<Schritt 2: Synthese von 3-(2-Fluorophenyl)-6-(2-fluorophenyl)-2,7-dimethoxynaphthalin>

[0376] In einen 200 ml Dreihalskolben wurden 2,2 g (6,0 mmol) 3-Brom-6-(2-fluorophenyl)-2,7-dimethoxynaphthalin, 1,3 g (7,2 mmol) 4-Chlor-2-fluorophenylboronsäure, 2,0 g (14 mmol) Kaliumcarbonat und 92 mg (0,30 mmol) Tris(2-methylphenyl)phosphin gegeben. Der Mischung wurden 30ml Toluol zugesetzt. Die gewonnene Mischung wurde durch Rühren entgast, während der Druck reduziert wurde. Der Mischung wurden 14 mg (60 μ mol) Palladium(II)acetat zugesetzt und ein Rühren wurde unter einem Stickstoffstrom 7 Stunden lang bei 110 °C durchgeführt. Nach dem Rühren wurde der Mischung Toluol zugesetzt, und die gewonnene Mischung wurde durch Florisil, Celite und Aluminiumoxid saugfiltriert, um ein Filtrat zu erhalten. Das Filtrat wurde konzentriert, um einen Feststoff zu erhalten. Dieser Feststoff wurde durch eine Kieselgel-Säulenchromatographie gereinigt

(als Laufmittel wurden Toluol und Hexan in einem Verhältnis von 1:1 verwendet), um 2,4 g einer Zielsubstanz in einer Ausbeute von 95 % zu erhalten. Ein Syntheseschema von Schritt 2 wird nachstehend gezeigt.

[Chemische Formel 98]



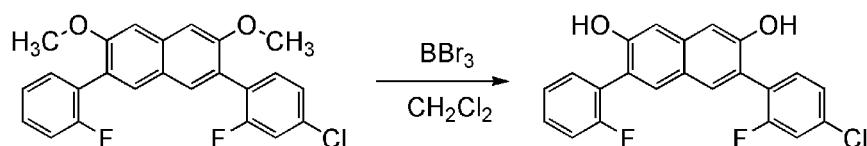
[0377] **Fig. 44A** und **Fig. 44B** zeigen ^1H -NMR-Diagramme des gewonnenen Feststoffs, deren numerische Daten nachstehend gezeigt werden. Diese deuten darauf hin, dass 3-(2-Fluorphenyl)-6-(2-fluor-4-chlorphenyl)-2,7-dimethoxynaphthalin in diesem Synthesebeispiel erhalten wurde.

^1H -NMR (CDCl_3 , 300 MHz): δ = 3,92-3,93 (m, 6H), 7,12-7,24 (m, 6H), 7,33-7,44 (m, 3H), 7,63 (s, 1H), 7,66 (s, 1H).

<Schritt 3: Synthese von 3-(2-Fluorphenyl)-6-(2-fluor-4-chlorphenyl)-2,7-dihydroxynaphthalin>

[0378] In einen 200 ml Dreihalskolben wurde 2,3 g (5,6 mmol) 3-(2-Fluorphenyl)-6-(2-fluor-4-chlorphenyl)-2,7-dimethoxynaphthalin gegeben. Die Luft in dem Kolben wurde durch Stickstoff ersetzt. In den Kolben wurden zusätzlich 15 ml Dichlormethan gegeben. In die Lösung wurden 12 ml (12 mmol) Bortribromid (ungefähr 1,0 mol/l Dichlormethanolösung) und 15 ml Dichlormethan getropft. Nach dem Tropfen wurde die erhaltene Lösung bei Raumtemperatur gerührt. Danach wurde dieser Lösung ungefähr 20 ml Wasser unter Kühlung mit Eis zugesetzt, und die Lösung wurde gerührt. Danach wurden eine wässrige Schicht und eine organische Schicht dieser Mischung getrennt, und die wässrige Schicht wurde einer Extraktion mit Dichlormethan unterzogen. Die extrahierte Lösung und die organische Schicht wurden kombiniert und mit Wasser und einer gesättigten wässrigen Natriumhydrogencarbonat-Lösung gewaschen. Die organische Schicht wurde mit Magnesiumsulfat getrocknet, und dann wurde diese Mischung schwerkraftgefiltert. Das erhaltene Filtrat wurde konzentriert, um 2,1 g eines weißen Feststoffs zu erhalten. Ein Syntheseschema von Schritt 3 wird nachstehend gezeigt.

[Chemische Formel 99]



[0379] **Fig. 45A** und **Fig. 45B** zeigen ^1H -NMR-Diagramme des gewonnenen Feststoffs, deren numerische Daten nachstehend gezeigt werden. Diese deuten darauf hin, dass 3-(2-Fluorphenyl)-6-(2-fluor-4-chlorphenyl)-2,7-dihydroxynaphthalin in diesem Synthesebeispiel erhalten wurde.

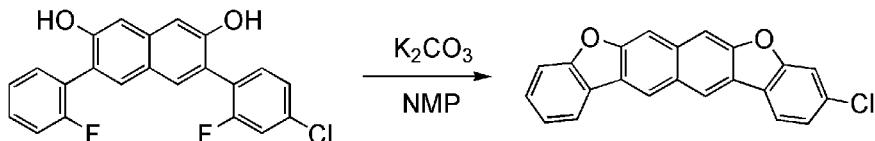
^1H -NMR (CDCl_3 , 300 MHz): δ = 5,07 (s, 1H), 5,11 (s, 1H), 7,19-7,31 (m, 6H), 7,38-7,48 (m, 3H), 7,66 (s, 1H), 7,69 (s, 1H).

<Schritt 4: Synthese von 2-Chlornaphtho[2,3-b;7,6-b']bisbenzofuran>

[0380] In einen 200 ml Dreihalskolben wurden 2,1 g (5,6 mmol) 3-(2-Fluorphenyl)-6-(2-fluor-4-chlorphenyl)-2,7-dihydroxynaphthalin und 3,1 g (22 mmol) Kaliumcarbonat gegeben. Dieser Mischung wurden 60 ml N-Methyl-2-pyrrolidon zugesetzt. Die gewonnene Mischung wurde durch Rühren entgast, während der Druck reduziert wurde. Danach wurde diese Mischung unter einem Stickstoffstrom 13,5 Stunden lang bei 120 °C gerührt. Danach wurde der Mischung Wasser zugesetzt, und ein ausgefällter Feststoff wurde durch Filtration gesammelt. Der erhaltene Feststoff wurde mit Wasser und Ethanol gewaschen. Ethanol wurde dem gewonnenen Feststoff

zugesetzt, ein Erwärmen und ein Rühren wurden durchgeführt, und dann wurde die gewonnene Mischung gefiltert, um einen Feststoff zu erhalten. Dieser Feststoff wurde durch eine Kieselgel-Säulenchromatographie gereinigt (als Laufmittel wurde Toluol verwendet). Der gewonnene Feststoff wurde mit Toluol umkristallisiert, um 1,6 g eines weißen Feststoffs in einer Ausbeute von 85 % zu erhalten. Ein Syntheseschema von Schritt 4 wird nachstehend gezeigt.

[Chemische Formel 100]

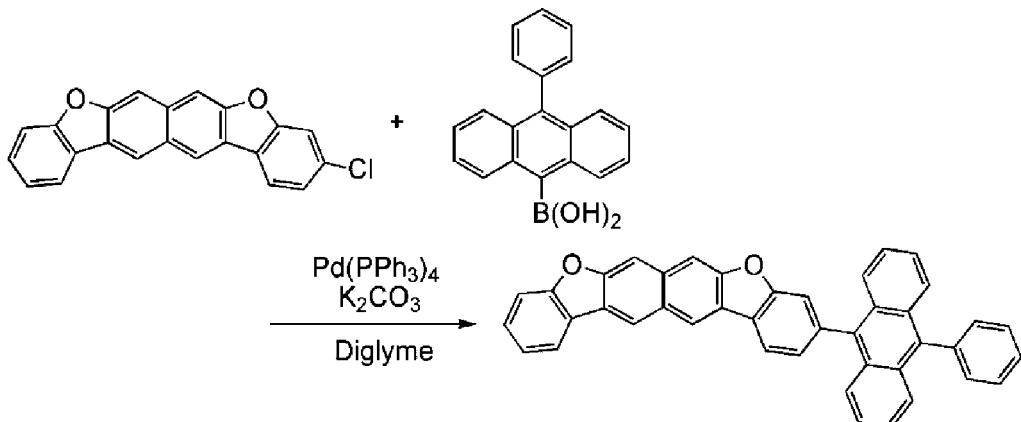


[0381] **Fig. 46A** und **Fig. 46B** zeigen ^1H -NMR-Diagramme des gewonnenen Feststoffs, deren numerische Daten nachstehend gezeigt werden. Diese deuten darauf hin, dass 3-Chlornaphtho[2,3-b;7,6-b']bisbenzofuran in diesem Synthesebeispiel erhalten wurde. ^1H -NMR (1,1,2,2-Tetrachlorethan-D2, 300 MHz): δ = 7,42-7,47 (m, 2H), 7,57-7,65 (m, 3H), 8,02-8,07 (m, 3H), 8,14 (d, J_1 = 6,9 Hz, 1H), 8,60 (s, 1H), 8,62 (s, 1H).

<Schritt 5: Synthese von 3-(10-Phenyl-9-anthryl)naphtho[2,3-b'7,6-b']bisbenzofuran (Abkürzung: Nbf(II)PhA)>

[0382] In einen 200 ml Dreihalskolben wurden 1,2 g (3,6 mmol) 3-Chlornaphtho[2,3-b;7,6-b']bisbenzofuran, 1,3 g (4,5 mmol) 10-Phenyl-9-anthracenboronsäure und 1,3 g (9,0 mmol) Kaliumcarbonat gegeben. Der Mischung wurde 20 ml Diethylenglycoldimethylether zugesetzt. Die gewonnene Mischung wurde durch Rühren entgast, während der Druck reduziert wurde. Dieser Mischung wurde 41 mg (36 μmol) Tetrakis(triphenylphosphin)palladium(0) zugesetzt und ein Rühren wurde unter einem Stickstoffstrom 18 Stunden lang bei 150 °C durchgeführt. Nach dem Rühren wurden der gewonnenen Mischung 20 ml Xylool, 1,3 g (4,5 mmol) 10-Phenyl-9-anthracenboronsäure, 1,3 g (9,0 mmol) Kaliumcarbonat, 64 mg (0,18 mmol) Di(1-adamantyl)-n-butylphosphin und 8 mg (36 μmol) Palladium(II)acetat zugesetzt und ein Rühren wurde unter einem Stickstoffstrom 42 Stunden lang bei 150 °C durchgeführt. Nach dem Rühren wurde der Mischung Toluol zugesetzt, und die gewonnene Mischung wurde durch Florisil, Celite und Aluminiumoxid saugfiltriert, um ein Filtrat zu erhalten. Das erhaltene Filtrat wurde konzentriert, um einen Feststoff zu erhalten. Dieser Feststoff wurde durch eine Kieselgel-Säulenchromatographie gereinigt (als Laufmittel wurde Toluol verwendet). Der gewonnene Feststoff wurde mit Toluol umkristallisiert, um 0,53 g eines blassgelben Feststoffs (unbearbeitet) zu erhalten. Ein Syntheseschema von Schritt 5 wird nachstehend gezeigt.

[Chemische Formel 101]



[0383] **Fig. 47A** und **Fig. 47B** zeigen ^1H -NMR-Diagramme des gewonnenen Feststoffs, deren numerische Daten nachstehend gezeigt werden. Diese deuten darauf hin, dass Nbf(II)PhA, das eine organische Verbindung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist, in diesem Synthesebeispiel erhalten wurde.

¹H-NMR (1,1,2,2-Tetrachlorethan-D2, 300 MHz): δ = 7,40 (dd, J1 = 3,3 Hz, J2 = 6,9 Hz, 4H), 7,47 (t, J1 = 7,8 Hz, 1H), 7,57-7,68 (m, 9H), 7,77-7,85 (m, 5H), 8,13-8,20 (m, 3H), 8,37 (d, J1 = 7,2 Hz, 1H), 8,71 (s, 1H), 8,76 (s, 1H).

[0384] Dann wurden 0,52 g des gewonnenen Feststoffs durch ein Train-Sublimationsverfahren unter einem Druck von $1,6 \text{ k} \times 10^{-2}$ Pa mit einer Argondurchflussrate von 0 ml/min bei 290 °C gereinigt. Nach der Sublimationsreinigung wurden 0,33 g eines blassgelben Feststoffs bei einer Sammelquote von 63 % erhalten.

[0385] Als Nächstes zeigt **Fig. 48** die Messergebnisse der Absorptions- und Emissionsspektren von Nbf(II)PhA in einer Toluollösung. **Fig. 49** zeigt die Absorptions- und Emissionsspektren eines Dünnfilms aus Nbf(II)PhA. Der feste Dünnfilm wurde durch ein Vakuumverdampfungsverfahren über einem Quarzsubstrat ausgebildet. Das Absorptionsspektrum der Toluollösung wurde mit einem UV-VIS-Spektrophotometer (V550, hergestellt von JASCO Corporation) gemessen, und **Fig. 48** zeigt ein Spektrum, das erhalten wurde, indem das Spektrum von Toluol von dem Spektrum von Nbf(II)PhA in der Toluollösung subtrahiert wurde. Das Absorptionsspektrum des Dünnfilms wurde mit einem Spektrophotometer (U-4100 Spektrophotometer, hergestellt von Hitachi High-Technologies Corporation) gemessen. Die Emissionsspektren wurden unter Verwendung eines Fluoreszenz-Spektrophotometers (FS920, hergestellt von Hamamatsu Photonics K.K.) gemessen.

[0386] Wie in **Fig. 48** gezeigt, weist Nbf(II)PhA in der Toluollösung Absorptionspeaks bei etwa 397 nm, 374 nm, 356 nm, 336 nm, 311 nm und 290 nm und Emissionswellenlängenpeaks bei 424 nm und 430 nm (Anregungswellenlänge: 374 nm) auf. Wie in **Fig. 49** gezeigt, weist der Dünnfilm aus Nbf(II)PhA Absorptionspeaks bei etwa 401 nm, 381 nm, 358 nm, 335 nm, 311 nm, 289 nm, 264 nm und 222 nm und Emissionswellenlängenpeaks bei etwa 451 nm, 552 nm und 585 nm (Anregungswellenlänge: 390 nm) auf. Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass Nbf(II)PhA blaues Licht emittiert und als Wirt für eine Licht emittierende Substanz oder eine Substanz verwendet werden kann, die Fluoreszenz im sichtbaren Bereich emittiert.

[0387] Als Nächstes wurde Nbf(II)PhA, das in diesem Beispiel erhalten wurde, durch eine Flüssigchromatographie mit Massenspektrometrie-Kopplung (LC-MS) analysiert.

[0388] Bei der Analyse durch LC-MS wurde Flüssigchromatographie- (liquid chromatography: LC-) Trennung mit UltiMate 3000, hergestellt von Thermo Fisher Scientific K.K., durchgeführt, und die MS-Analyse wurde mit Q-Exactive, hergestellt von Thermo Fisher Scientific K.K., durchgeführt.

[0389] Bei der LC-Trennung wurde eine gegebene Säule bei einer Säulentemperatur von 40 °C verwendet, und die Lösung wurde auf die folgende Weise eingeleitet: Ein geeignetes Lösungsmittel wurde ausgewählt, die Probe wurde hergestellt, indem Nbf(II)PhA in einem organischen Lösungsmittel in einer gegebenen Konzentration aufgelöst wurde, und die Injektionsmenge betrug 5,0 μl .

[0390] Eine Komponente mit m/z von 560,18, die ein Ion ist, das aus Nbf(II)PhA stammt, wurde der MS²-Analyse durch ein Targeted-MS²-Verfahren unterzogen. Als Einstellung der Targeted-MS² wurde der Massenbereich eines Targetions auf $m/z = 560,18 \pm 2,0$ (Isolationsfenster = 4) eingestellt und die Erfassung wurde in einem positiven Modus durchgeführt. Die Analyse wurde durchgeführt, wobei die Energie (normalized collision energy: NCE) zum Beschleunigen des Targetions in einer Kollisionszelle auf 50 eingestellt wurde. Das erhaltene MS-Spektrum wird in **Fig. 50** gezeigt.

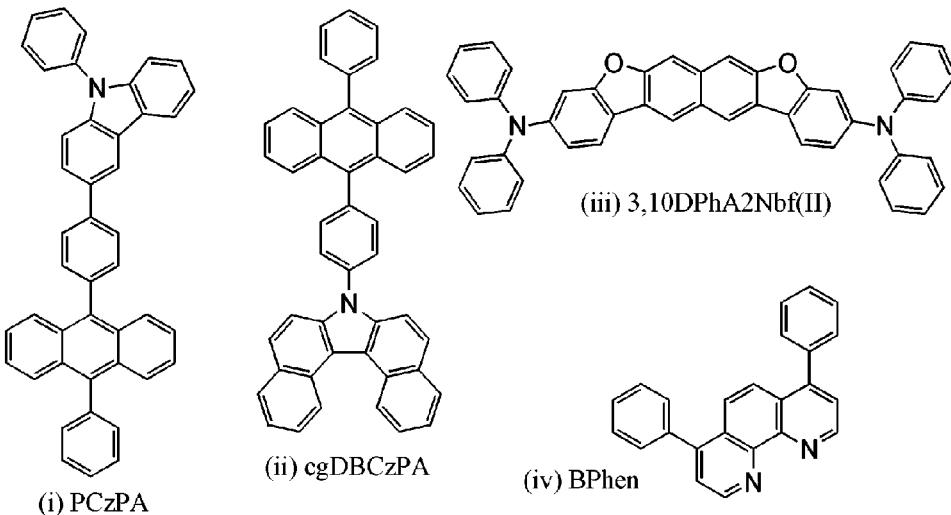
[0391] **Fig. 50** zeigt, dass Produktionen von Nbf(II)PhA hauptsächlich bei m/z von etwa 482, 308 und 252 erfasst werden. Es sei angemerkt, dass die Ergebnisse in **Fig. 50** Eigenschaften zeigen, die aus Nbf(II)PhA stammen, und daher als wichtige Daten zur Identifikation von in der Mischung enthaltenem Nbf(II)PhA angesehen werden können.

[0392] Es kann angenommen werden, dass das Produktion bei etwa $m/z = 482$ ein Kation in einem Zustand ist, in dem eine Phenyl-Gruppe aus Nbf(II)PhA eliminiert ist. Dies deutet darauf hin, dass Nbf(II)PhA eine Phenyl-Gruppe enthält. Es kann auch angenommen werden, dass das Produktion bei etwa $m/z = 308$ ein Kation in einem Zustand ist, in dem eine 9-Phenylanthryl-Gruppe aus Nbf(II)PhA eliminiert ist. Dies deutet darauf hin, dass Nbf(II)PhA eine 9-Phenylanthryl-Gruppe enthält. Es kann auch angenommen werden, dass das Produktion bei etwa $m/z = 252$ ein Kation in einem Zustand ist, in dem Naphtho[2,3-b;7,6-b']bisbenzofuran aus Nbf(II)PhA eliminiert ist. Dies deutet darauf hin, dass Nbf(II)PhA eine Naphtho[2,3-b;7,6-b']bisbenzofuran enthält.

[Beispiel 7]

[0393] In diesem Beispiel wird ein Licht emittierendes Element 1 ausführlich beschrieben, das dem Licht emittierenden Element einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung entspricht, das bei der vorstehenden Ausführungsform beschrieben worden ist. Nachstehend werden die Strukturformeln von organischen Verbindungen gezeigt, die für das Licht emittierende Element 1 verwendet werden.

[Chemische Formel 102]



(Verfahren zum Herstellen des Licht emittierenden Elements 1)

[0394] Zuerst wurde Indiumzinnoxid, das Siliziumoxid enthält (ITSO), durch ein Sputterverfahren auf einem Glassubstrat abgeschieden, um die Anode **101** auszubilden. Die Dicke der Anode **101** ist 70 nm, und die Elektrodenfläche ist 4 mm² (2 mm × 2 mm).

[0395] Als Nächstes wurde bei einer Vorbehandlung für die Ausbildung des Licht emittierenden Elements über einem Substrat eine Oberfläche des Substrats mit Wasser gewaschen und eine Stunde lang bei 200 °C gebacken, und dann wurde eine UV-OzonBehandlung 370 Sekunden lang durchgeführt.

[0396] Danach wurde das Substrat in eine Vakuumverdampfungseinrichtung überführt, in der der Druck auf ungefähr 10⁻⁴ Pa verringert wurde, Vakuumbacken wurde in einer Heizkammer der Vakuumverdampfungseinrichtung 30 Minuten lang bei 170 °C durchgeführt, und dann wurde das Substrat ungefähr 45 Minuten lang abgekühlt.

[0397] Als Nächstes wurde das Substrat, das mit der Anode **101** versehen war, an einem Substrathalter, der in der Vakuumverdampfungseinrichtung bereitgestellt war, derart bereitgestellt, dass die Seite, auf der die Anode **101** ausgebildet worden war, nach unten gerichtet war. Dann wurden auf der Anode **101** 9-Phenyl-3-[4-(10-phenyl-9-anthryl)phenyl]-9H-carbazol (Abkürzung: PCzPA), das durch die Strukturformel (i) dargestellt wird, und Molybdän(VI)-Oxid durch Co-Verdampfung mittels eines Verdampfungsverfahrens unter Verwendung von Widerstandserwärmung in einer Dicke von 10 nm derart abgeschieden, dass das Gewichtsverhältnis von PCzPA zu Molybdänoxid 4:2 war, wodurch die Lochinjektionsschicht **111** ausgebildet wurde.

[0398] Anschließend wurde PCzPA auf der Lochinjektionsschicht **111** durch Verdampfung in einer Dicke von 30 nm abgeschieden, um die Lochtransportschicht **112** auszubilden.

[0399] Dann wurde die Licht emittierende Schicht **113** durch Co-Verdampfung von 7-[4-(10-Phenyl-9-anthryl)phenyl]-7H-dibenzo[c,g]carbazol (Abkürzung: cgDBCzPA), das durch die Strukturformel (ii) dargestellt wird, und 3,10-Bis(diphenylamino)naphtho[2,3-b;7,6-b']bisbenzofuran (Abkürzung: 3,10DPhA2Nbf(II)), das durch die Strukturformel (iii) dargestellt wird, in einem Gewichtsverhältnis von 1:0,03 (= cgDBCzPA:3,10DPhA2Nbf(II)) in einer Dicke von 25 nm ausgebildet.

[0400] Danach wurde cgDBCzPA durch Verdampfung auf der Licht emittierenden Schicht **113** in einer Dicke von 10 nm abgeschieden, und dann wurde Bathophenanthrolin (Abkürzung: BPhen), das durch die Strukturformel (iv) dargestellt wird, durch Verdampfung in einer Dicke von 15 nm abgeschieden, wodurch die Elektronentransportschicht **114** ausgebildet wurde.

[0401] Nach dem Ausbilden der Elektronentransportschicht **114** wurde Lithiumfluorid (LiF) durch Verdampfung in einer Dicke von 1 nm abgeschieden, um die Elektroneninjektionsschicht **115** auszubilden. Dann wurde Aluminium durch Verdampfung in einer Dicke von 200 nm abgeschieden, um die Kathode **102** auszubilden. Auf diese Weise wurde das Licht emittierende Element 1 dieses Beispiels hergestellt.

[0402] Die Elementstruktur des Licht emittierenden Elements 1 wird in der folgenden Tabelle gezeigt.

[Tabelle 1]

	Lochinjektionsschicht	Lochtransportschicht	Licht emittierende Schicht	Elektronentransportschicht		Elektroneninjektionsschicht
	10 nm	30 nm	25 nm	10 nm	15 nm	1 nm
Licht emittierendes Element 1	PCzPA: MoO _x (4:2)	PCzPA	cgDBCzPA: 3, 10DPhA2Nbf (II) (1:0,03)	cgDBCzPA	BPhen	LiF

[0403] Das Licht emittierende Element 1 wurde unter Verwendung eines Glassubstrats in einem Stickstoffatmosphäre aufweisenden Handschuhkasten derart abgedichtet, dass es nicht der Luft ausgesetzt wurde (insbesondere wurde ein Dichtungsmittel aufgetragen, um das Element zu umschließen, und eine UV-Behandlung und eine einstündige Wärmebehandlung bei 80 °C wurden beim Abdichten durchgeführt). Dann wurden die Anfangseigenschaften des Licht emittierenden Elements gemessen. Es sei angemerkt, dass die Messung bei Raumtemperatur durchgeführt wurde.

[0404] **Fig. 51** zeigt die Leuchtdichte-Stromdichte-Eigenschaften des Licht emittierenden Elements 1. **Fig. 52** zeigt die Stromeffizienz-Leuchtdichte-Eigenschaften davon. **Fig. 53** zeigt die Leuchtdichte-Spannungs-Eigenschaften davon. **Fig. 54** zeigt die Strom-Spannungs-Eigenschaften davon. **Fig. 55** zeigt die externen Quanteneffizienz-Leuchtdichte-Eigenschaften davon. **Fig. 56** zeigt das Emissionsspektrum davon.

[Tabelle 2]

	Spannung (V)	Strom (mA)	Stromdichte (mA/cm ²)	Chromatizität x	Chromatizität y	Stromeffizienz (cd/A)	externe Quanteneffizienz (%)
Licht emittierendes Element 1	3,1	1,30	32,5	0,14	0,07	3,2	4,5

[0405] **Fig. 51** bis **Fig. 55** und der Tabelle 2 zufolge weist das Licht emittierende Element 1 eine hohe externe Quanteneffizienz von 4,5 % bei 1000 cd/m² auf.

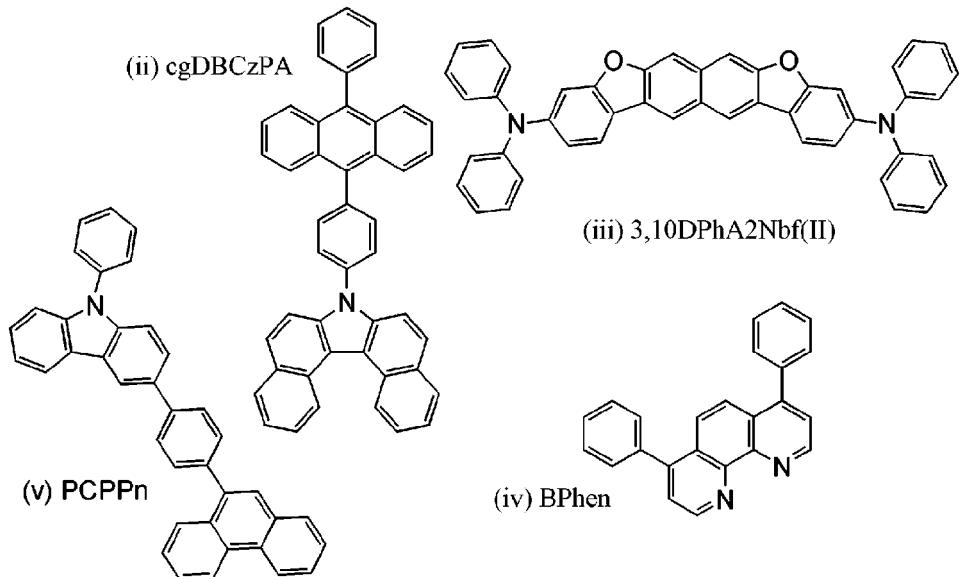
[0406] **Fig. 57** ist ein Diagramm, das eine von der Betriebsdauer abhängige Änderung der Leuchtdichte unter den folgenden Bedingungen zeigt: Der Stromwert ist 2 mA und die Stromdichte ist konstant. Wie in **Fig. 57** gezeigt, behielt das Licht emittierende Element 1 nach 100-stündigem Betrieb 75 % oder mehr der Anfangsleuchtdichte bei, und es wurde festgestellt, dass es sich bei ihm um ein Licht emittierendes Element mit einer langen Lebensdauer handelt.

[0407] Die vorstehenden Ergebnisse deuten darauf hin, dass, indem die organische Verbindung, in der ein Naphtho[2,3-b;7,6-b']bisbenzofuran-Gerüst oder ein Naphtho[2,3-b;7,6-b']bisbenzothiophen-Gerüst eine Diarylaminogruppe als Substituenten aufweist, als Licht emittierendes Material eines Licht emittierenden Elements verwendet wird, das Licht emittierende Element vorteilhafte Eigenschaften, wie z. B. eine hohe externe Quanteneffizienz, aufweisen kann. Insbesondere wurde herausgefunden, dass die Verbindung, in der Diarylaminogruppen an die 3-Position und die 10-Position von einem der Gerüste gebunden sind, eine hohe Zuverlässigkeit aufweist.

[Beispiel 8]

[0408] In diesem Beispiel wird ein Licht emittierendes Element 2 ausführlich beschrieben, das dem Licht emittierenden Element einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung entspricht, das bei der vorstehenden Ausführungsform beschrieben worden ist. Nachstehend werden die Strukturformeln von organischen Verbindungen gezeigt, die für das Licht emittierende Element 2 verwendet werden.

[Chemische Formel 103]



(Verfahren zum Herstellen des Licht emittierenden Elements 2)

[0409] Zuerst wurde Indiumzinnoxid, das Siliziumoxid enthält (ITSO), durch ein Sputterverfahren auf einem Glassubstrat abgeschieden, um die Anode **101** auszubilden. Die Dicke der Anode **101** ist 70 nm, und die Elektrodenfläche ist 4 mm² (2 mm x 2 mm).

[0410] Als Nächstes wurde bei einer Vorbehandlung für die Ausbildung des Licht emittierenden Elements über einem Substrat eine Oberfläche des Substrats mit Wasser gewaschen und eine Stunde lang bei 200 °C gebacken, und dann wurde eine UV-OzonBehandlung 370 Sekunden lang durchgeführt.

[0411] Danach wurde das Substrat in eine Vakuumverdampfungseinrichtung überführt, in der der Druck auf ungefähr 10⁻⁴ Pa verringert wurde, Vakuumbacken wurde in einer Heizkammer der Vakuumverdampfungseinrichtung 30 Minuten lang bei 170 °C durchgeführt, und dann wurde das Substrat ungefähr 30 Minuten lang abgekühlt.

[0412] Als Nächstes wurde das Substrat, das mit der Anode **101** versehen war, an einem Substrathalter, der in der Vakuumverdampfungseinrichtung bereitgestellt war, derart bereitgestellt, dass die Seite, auf der die Anode **101** ausgebildet worden war, nach unten gerichtet war. Dann wurden auf der Anode **101** 3-[4-(9-Phenanthryl)-phenyl]-9-phenyl-9H-carbazol (Abkürzung: PCPPn), das durch die Strukturformel (v) dargestellt wird, und Molybdän(VI)-Oxid durch Co-Verdampfung mittels eines Verdampfungsverfahrens unter Verwendung von Widerstandserwärmung in einer Dicke von 10 nm derart abgeschieden, dass das Gewichtsverhältnis von PCPPn zu Molybdänoxid 4:2 war, wodurch die Lochinjektionsschicht **111** ausgebildet wurde.

[0413] Anschließend wurde PCPPn auf der Lochinjektionsschicht **111** durch Verdampfung in einer Dicke von 30 nm abgeschieden, um die Lochtransportschicht **112** auszubilden.

[0414] Dann wurde die Licht emittierende Schicht **113** durch Co-Verdampfung von 7-[4-(10-Phenyl-9-anthryl)phenyl]-7H-dibenzo[c,g]carbazol (Abkürzung: cgDBCzPA), das durch die Strukturformel (ii) dargestellt wird, und 3,10-Bis(diphenylamino)naphtho[2,3-b;7,6-b']bisbenzofuran (Abkürzung: 3,10DPhA2Nbf(II)), das durch die Strukturformel (iii) dargestellt wird, in einem Gewichtsverhältnis von 1:0,03 (= cgDBCzPA:3,10DPhA2Nbf(II)) in einer Dicke von 25 nm ausgebildet.

[0415] Danach wurde cgDBCzPA durch Verdampfung auf der Licht emittierenden Schicht **113** in einer Dicke von 10 nm abgeschieden, und es wurde Bathophenanthrolin (Abkürzung: BPhen), das durch die Strukturformel (iv) dargestellt wird, durch Verdampfung in einer Dicke von 15 nm abgeschieden, wodurch die Elektronen-transportsschicht **114** ausgebildet wurde.

[0416] Nach dem Ausbilden der Elektronentransportsschicht **114** wurde Lithiumfluorid (LiF) durch Verdampfung in einer Dicke von 1 nm abgeschieden, um die Elektroneninjektionsschicht **115** auszubilden. Dann wurde Aluminium durch Verdampfung in einer Dicke von 200 nm abgeschieden, um die Kathode **102** auszubilden. Auf diese Weise wurde das Licht emittierende Element 2 dieses Beispiels hergestellt.

[0417] Die Elementstruktur des Licht emittierenden Elements 2 wird in der folgenden Tabelle gezeigt.

[Tabelle 3]

	Lochinjektionsschicht	Lochtransportschicht	Licht emittierende Schicht	Elektronentransportsschicht		Elektroneninjektionsschicht
	10 nm	30 nm	25 nm	10 nm	15 nm	1 nm
Licht emittierendes Element 2	PCPPn: MoO _x (4:2)	PCPPn	cgDBCzPA: 3, 10DPhA2Nbf (II) (1:0,03)	cgDBCzPA	BPhen	LiF

[0418] Das Licht emittierende Element 2 wurde unter Verwendung eines Glassubstrats in einem Stickstoffatmosphäre aufweisenden Handschuhkasten derart abgedichtet, dass es nicht der Luft ausgesetzt wurde (insbesondere wurde ein Dichtungsmittel aufgetragen, um das Element zu umschließen, und eine UV-Behandlung und eine einstündige Wärmebehandlung bei 80 °C wurden beim Abdichten durchgeführt). Dann wurden die Anfangseigenschaften des Licht emittierenden Elements gemessen. Es sei angemerkt, dass die Messung bei Raumtemperatur durchgeführt wurde.

[0419] **Fig. 58** zeigt die Leuchtdichte-Stromdichte-Eigenschaften des Licht emittierenden Elements 2. **Fig. 59** zeigt die Stromeffizienz-Leuchtdichte-Eigenschaften davon. **Fig. 60** zeigt die Leuchtdichte-Spannungs-Eigenschaften davon. **Fig. 61** zeigt die Strom-Spannungs-Eigenschaften davon. **Fig. 62** zeigt die externen Quanteneffizienz-Leuchtdichte-Eigenschaften davon. **Fig. 63** zeigt das Emissionsspektrum davon.

[Tabelle 4]

	Spannung (V)	Strom (mA)	Stromdichte (mA/cm ²)	Chromatizität x	Chromatizität y	Stromeffizienz (cd/A)	externe Quanteneffizienz (%)
Licht emittierendes Element 2	3,2	0,70	17,4	0,14	0,07	4,3	6,4

[0420] **Fig. 58** bis **Fig. 62** und der Tabelle 4 zufolge weist das Licht emittierende Element 2 eine hohe externe Quanteneffizienz von 6,4 % bei 1000 cd/m² auf.

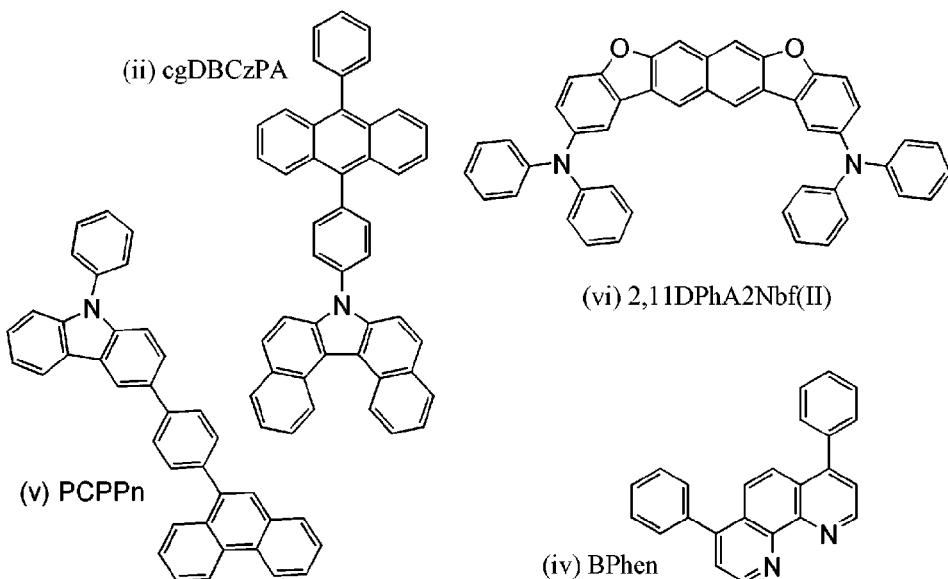
[0421] **Fig. 64** ist ein Diagramm, das eine von der Betriebsdauer abhängige Änderung der Leuchtdichte unter den folgenden Bedingungen zeigt: Der Stromwert ist 2 mA und die Stromdichte ist konstant. Wie in **Fig. 64** gezeigt, behält das Licht emittierende Element 2 nach 100-stündigem Betrieb 65 % oder mehr der Anfangsleuchtdichte bei, und es wurde festgestellt, dass es sich bei ihm um ein Licht emittierendes Element mit einer langen Lebensdauer handelt.

[0422] Die vorstehenden Ergebnisse deuten darauf hin, dass, indem die organische Verbindung, in der ein Naphtho[2,3-b;7,6-b']bisbenzofuran-Gerüst oder ein Naphtho[2,3-b;7,6-b']bisbenzothiophen-Gerüst eine Diarylaminogruppe als Substituenten aufweist, als Licht emittierendes Material eines Licht emittierenden Elements verwendet wird, das Licht emittierende Element vorteilhafte Eigenschaften, wie z. B. eine hohe externe Quanteneffizienz, aufweisen kann. Insbesondere scheint es, dass die Verwendung eines Materials mit einem hohen LUMO-Niveau für eine Lochtransportschicht zu einer hohen Effizienz führt.

[Beispiel 9]

[0423] In diesem Beispiel wird ein Licht emittierendes Element 3 beschrieben, das dem Licht emittierenden Element einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung entspricht, das bei der vorstehenden Ausführungsform beschriebenen worden ist. Nachstehend werden die Strukturformeln von organischen Verbindungen gezeigt, die für das Licht emittierende Element 3 verwendet werden.

[Chemische Formel 104]



(Verfahren zum Herstellen des Licht emittierenden Elements 3)

[0424] Zuerst wurde Indiumzinnoxid, das Siliziumoxid enthält (ITSO), durch ein Sputterverfahren auf einem Glassubstrat abgeschieden, um die Anode **101** auszubilden. Die Dicke der Anode **101** ist 70 nm, und die Elektrodenfläche ist 4 mm² (2 mm x 2 mm).

[0425] Als Nächstes wurde bei einer Vorbehandlung für die Ausbildung des Licht emittierenden Elements über einem Substrat eine Oberfläche des Substrats mit Wasser gewaschen und eine Stunde lang bei 200 °C gebacken, und dann wurde eine UV-OzonBehandlung 370 Sekunden lang durchgeführt.

[0426] Danach wurde das Substrat in eine Vakuumverdampfungseinrichtung überführt, in der der Druck auf ungefähr 10⁻⁴ Pa verringert wurde, Vakuumbacken wurde in einer Heizkammer der Vakuumverdampfungseinrichtung 30 Minuten lang bei 170 °C durchgeführt, und dann wurde das Substrat ungefähr 45 Minuten lang abgekühlt.

[0427] Als Nächstes wurde das Substrat, das mit der Anode **101** versehen war, an einem Substrathalter, der in der Vakuumverdampfungseinrichtung bereitgestellt war, derart bereitgestellt, dass die Seite, auf der die Anode **101** ausgebildet worden war, nach unten gerichtet war. Dann wurden auf der Anode **101** 3-[4-(9-Phenanthryl)phenyl]-9-phenyl-9H-carbazol (Abkürzung: PCPPn), das durch die Strukturformel (v) dargestellt wird, und Molybdän(VI)-Oxid durch Co-Verdampfung mittels eines Verdampfungsverfahrens unter Verwendung von Widerstandserwärmung in einer Dicke von 10 nm derart abgeschieden, dass das Gewichtsverhältnis von PCPPn zu Molybdänoxid 4:2 war, wodurch die Lochinjektionsschicht **111** ausgebildet wurde.

[0428] Anschließend wurde PCPPn auf der Lochinjektionsschicht **111** durch Verdampfung in einer Dicke von 30 nm abgeschieden, um die Lochtransportschicht **112** auszubilden.

[0429] Dann wurde die Licht emittierende Schicht **113** durch Co-Verdampfung von 7-[4-(10-Phenyl-9-anthryl)phenyl]-7H-dibenzo[c,g]carbazol (Abkürzung: cgDBCzPA), das durch die Strukturformel (ii) dargestellt wird, und 2,11-Bis(diphenylamino)naphtho[2,3-b;7,6-b']bisbenzofuran (Abkürzung: 2,11DPhA2Nbf(II)), das durch die Strukturformel (vi) dargestellt wird, in einem Gewichtsverhältnis von 1:0,03 (=cgDBCzPA:2,11DPhA2Nbf(II)) in einer Dicke von 25 nm ausgebildet.

[0430] Danach wurde cgDBCzPA durch Verdampfung auf der Licht emittierenden Schicht **113** in einer Dicke von 10 nm abgeschieden, und dann wurde Bathophenanthrolin (Abkürzung: BPhen), das durch die Strukturformel (iv) dargestellt wird, durch Verdampfung in einer Dicke von 15 nm abgeschieden, wodurch die Elektronentransportschicht **114** ausgebildet wurde.

[0431] Nach dem Ausbilden der Elektronentransportschicht **114** wurde Lithiumfluorid (LiF) durch Verdampfung in einer Dicke von 1 nm abgeschieden, um die Elektroneninjektionsschicht **115** auszubilden. Dann wurde Aluminium durch Verdampfung in einer Dicke von 200 nm abgeschieden, um die Kathode **102** auszubilden. Auf diese Weise wurde das Licht emittierende Element 3 dieses Beispiels hergestellt.

[0432] Die Elementstruktur des Licht emittierenden Elements 3 wird in der folgenden Tabelle gezeigt.

[Tabelle 5]

	Lochinjektionsschicht	Lochtransportschicht	Licht emittierende Schicht	Elektronentransportschicht		Elektroneninjektionsschicht
	10 nm	30 nm	25 nm	10 nm	15 nm	1 nm
Licht emittierendes Element 3	PCPPn: MoO _x (4:2)	PCPPn	cgDBCzPA: 2,11DPhA2Nbf(II) (1:0,03)	cgDBCzPA	BPhen	LiF

[0433] Das Licht emittierende Element 3 wurde unter Verwendung eines Glassubstrats in einem eine Stickstoffatmosphäre aufweisenden Handschuhkasten derart abgedichtet, dass es nicht der Luft ausgesetzt wurde (insbesondere wurde ein Dichtungsmittel aufgetragen, um das Element zu umschließen, und eine UV-Behandlung und eine einstündige Wärmebehandlung bei 80 °C wurden beim Abdichten durchgeführt). Dann wurden die Anfangseigenschaften des Licht emittierenden Elements gemessen. Es sei angemerkt, dass die Messung bei Raumtemperatur durchgeführt wurde.

[0434] **Fig. 65** zeigt die Leuchtdichte-Stromdichte-Eigenschaften des Licht emittierenden Elements 3. **Fig. 66** zeigt die Stromeffizienz-Leuchtdichte-Eigenschaften davon. **Fig. 67** zeigt die Leuchtdichte-Spannungs-Eigenschaften davon. **Fig. 68** zeigt die Strom-Spannungs-Eigenschaften davon. **Fig. 69** zeigt die externen Quanteneffizienz-Leuchtdichte-Eigenschaften davon. **Fig. 70** zeigt das Emissionsspektrum davon.

[Tabelle 6]

	Spannung (V)	Strom (mA)	Stromdichte (mA/cm ²)	Chromatizität x	Chromatizität y	Stromeffizienz (cd/A)	externe Quanteneffizienz (%)
Licht emittierendes Element 3	3,2	0,84	21,0	0,15	0,10	5,2	5,7

[0435] **Fig. 65** bis **Fig. 69** und der Tabelle 6 zufolge weist das Licht emittierende Element 3 eine sehr hohe externe Quanteneffizienz von 5,7 % bei 1000 cd/m² auf.

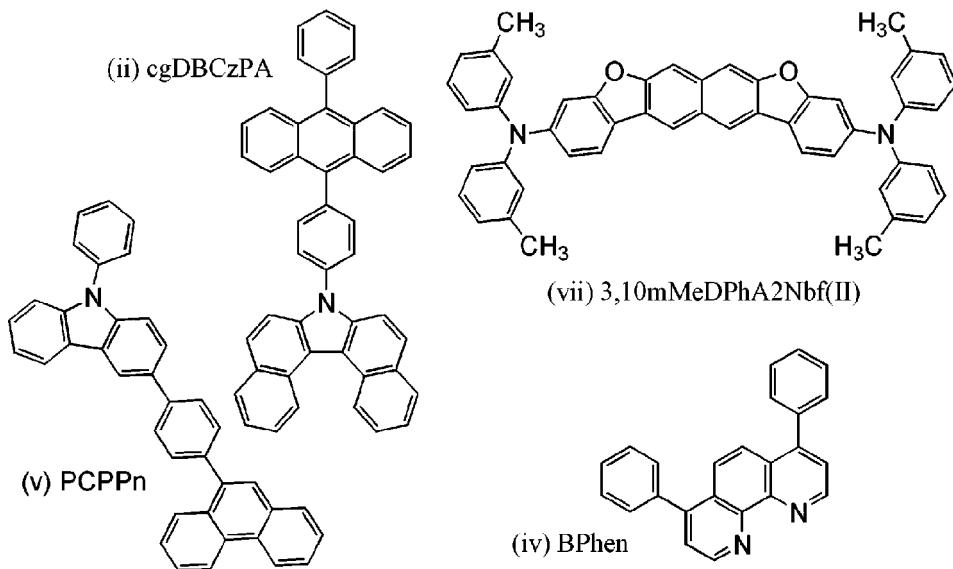
[0436] Die vorstehenden Ergebnisse deuten darauf hin, dass, indem die organische Verbindung, in der ein Naphtho[2,3-b;7,6-b']bisbenzofuran-Gerüst oder ein Naphtho[2,3-b;7,6-b']bisbenzothiophen-Gerüst eine Diarylaminogruppe als Substituenten aufweist, als Licht emittierendes Material eines Licht emittierenden Elements verwendet wird, das Licht emittierende Element vorteilhafte Eigenschaften, wie z. B. eine hohe externe Quanteneffizienz, aufweisen kann. Insbesondere scheint es, dass der Einsatz der Verbindung, bei der Diaryl-

amino-Gruppen an die 2-Position und die 11-Position von einem der Gerüste gebunden sind, zu einer hohen Stromeffizienz führt.

[Beispiel 10]

[0437] In diesem Beispiel wird ein Licht emittierendes Element 4 ausführlich beschrieben, das dem Licht emittierenden Element einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung entspricht, das bei der vorstehenden Ausführungsform beschriebenen worden ist. Nachstehend werden die Strukturformeln von organischen Verbindungen gezeigt, die für das Licht emittierende Element 4 verwendet werden.

[Chemische Formel 105]



(Verfahren zum Herstellen des Licht emittierenden Elements 4)

[0438] Zuerst wurde Indiumzinnoxid, das Siliziumoxid enthält (ITSO), durch ein Sputterverfahren auf einem Glassubstrat abgeschieden, um die Anode **101** auszubilden. Die Dicke der Anode **101** ist 70 nm, und die Elektrodenfläche ist 4 mm^2 (2 mm x 2 mm).

[0439] Als Nächstes wurde bei einer Vorbehandlung für die Ausbildung des Licht emittierenden Elements über einem Substrat eine Oberfläche des Substrats mit Wasser gewaschen und eine Stunde lang bei 200°C gebacken, und dann wurde eine UV-OzonBehandlung 370 Sekunden lang durchgeführt.

[0440] Danach wurde das Substrat in eine Vakuumverdampfungseinrichtung überführt, in der der Druck auf ungefähr 10^{-4} Pa verringert wurde, Vakuumbacken wurde in einer Heizkammer der Vakuumverdampfungseinrichtung 30 Minuten lang bei 170°C durchgeführt, und dann wurde das Substrat ungefähr 45 Minuten lang abgekühlt.

[0441] Als Nächstes wurde das Substrat, das mit der Anode **101** versehen war, an einem Substrathalter, der in der Vakuumverdampfungseinrichtung bereitgestellt war, derart bereitgestellt, dass die Seite, auf der die Anode **101** ausgebildet worden war, nach unten gerichtet war. Dann wurden auf der Anode **101** 3-[4-(9-Phenanthryl)-phenyl]-9-phenyl-9H-carbazol (Abkürzung: PCPPn), das durch die Strukturformel (v) dargestellt wird, und Molybdän(VI)-Oxid durch Co-Verdampfung mittels eines Verdampfungsverfahrens unter Verwendung von Widerstandserwärmung in einer Dicke von 10 nm derart abgeschieden, dass das Gewichtsverhältnis von PCPPn zu Molybdänoxid 4:2 war, wodurch die Lochinjektionsschicht **111** ausgebildet wurde.

[0442] Anschließend wurde PCPPn auf der Lochinjektionsschicht **111** durch Verdampfung in einer Dicke von 30 nm abgeschieden, um die Lochtransportschicht **112** auszubilden.

[0443] Dann wurde die Licht emittierende Schicht **113** durch Co-Verdampfung von 7-[4-(10-Phenyl-9-anthryl)phenyl]-7H-dibenzocarbazol (Abkürzung: cgDBCzPA), das durch die Strukturformel (ii) dar-

gestellt wird, und 3,10-Bis(3,3'-dimethyldiphenylamino)naphtho[2,3-b;7,6-b']bisbenzofuran (Abkürzung: 3,10 mMeDPhA2Nbf(II)), das durch die Strukturformel (vii) dargestellt wird, in einem Gewichtsverhältnis von 1:0,03 (= cgDBCzPA:3,10mMeDPhA2Nbf(II)) in einer Dicke von 25 nm ausgebildet.

[0444] Danach wurde cgDBCzPA durch Verdampfung auf der Licht emittierenden Schicht **113** in einer Dicke von 10 nm abgeschieden, und dann wurde Bathophenanthrolin (Abkürzung: BPhen), das durch die Strukturformel (iv) dargestellt wird, durch Verdampfung in einer Dicke von 15 nm abgeschieden, wodurch die Elektronentransportschicht **114** ausgebildet wurde.

[0445] Nach dem Ausbilden der Elektronentransportschicht **114** wurde Lithiumfluorid (LiF) durch Verdampfung in einer Dicke von 1 nm abgeschieden, um die Elektroneninjektionsschicht **115** auszubilden. Dann wurde Aluminium durch Verdampfung in einer Dicke von 200 nm abgeschieden, um die Kathode **102** auszubilden. Auf diese Weise wurde das Licht emittierende Element 4 dieses Beispiels hergestellt.

[0446] Die Elementstruktur des Licht emittierenden Elements 4 wird in der folgenden Tabelle gezeigt.

[Tabelle 7]

	Lochinjektionsschicht	Lochtransportschicht	Licht emittierende Schicht	Elektronentransportschicht		Elektroneninjektionsschicht
	10 nm	30 nm	25 nm	10 nm	15 nm	1 nm
Licht emittierendes Element 4	PCPPN: MoO _x (4:2)	PCPPN	cgDBCzPA: 3,10 mMeDPhA2Nbf(II)	cgDBCzPA	BPhen	LiF

[0447] Das Licht emittierende Element 4 wurde unter Verwendung eines Glassubstrats in einem eine Stickstoffatmosphäre aufweisenden Handschuhkasten derart abgedichtet, dass es nicht der Luft ausgesetzt wurde (insbesondere wurde ein Dichtungsmittel aufgetragen, um das Element zu umschließen, und eine UV-Behandlung und eine einstündige Wärmebehandlung bei 80 °C wurden beim Abdichten durchgeführt). Dann wurden die Anfangseigenschaften des Licht emittierenden Elements gemessen. Es sei angemerkt, dass die Messung bei Raumtemperatur durchgeführt wurde.

[0448] **Fig. 71** zeigt die Leuchtdichte-Stromdichte-Eigenschaften des Licht emittierenden Elements 4. **Fig. 72** zeigt die Stromeffizienz-Leuchtdichte-Eigenschaften davon. **Fig. 73** zeigt die Leuchtdichte-Spannungs-Eigenschaften davon. **Fig. 74** zeigt die Strom-Spannungs-Eigenschaften davon. **Fig. 75** zeigt die externen Quanteneffizienz-Leuchtdichte-Eigenschaften davon. **Fig. 76** zeigt das Emissionsspektrum davon.

[Tabelle 8]

	Spannung (V)	Strom (mA)	Stromdichte (mA/cm ²)	Chromatizität x	Chromatizität y	Stromeffizienz (cd/A)	externe Quanteneffizienz (%)
Licht emittierendes Element 4	3,2	0,95	23,6	0,14	0,06	3,9	6,4

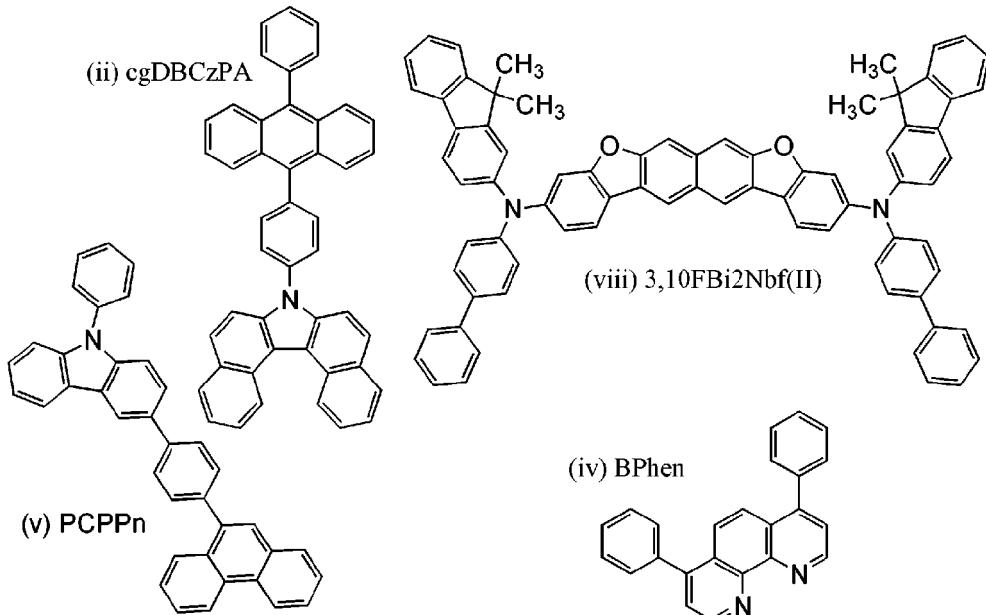
[0449] **Fig. 71** bis **Fig. 75** und der Tabelle 8 zufolge weist das Licht emittierende Element 4 eine sehr hohe externe Quanteneffizienz von 6,4 % bei 1000 cd/m² auf.

[0450] **Fig. 77** ist ein Diagramm, das eine von der Betriebsdauer abhängige Änderung der Leuchtdichte unter den folgenden Bedingungen zeigt: Der Stromwert war 2 mA und die Stromdichte war konstant. Wie in **Fig. 77** gezeigt, behielt das Licht emittierende Element 4 nach 100-stündigem Betrieb 70 % oder mehr der Anfangsleuchtdichte bei, und es wurde festgestellt, dass es sich bei ihm um ein Licht emittierendes Element mit einer langen Lebensdauer handelt.

[Beispiel 11]

[0451] In diesem Beispiel wird ein Licht emittierendes Element 5 ausführlich beschrieben, das dem Licht emittierenden Element einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung entspricht, das bei der vorstehenden Ausführungsform beschrieben worden ist. Nachstehend werden die Strukturformeln von organischen Verbindungen gezeigt, die für das Licht emittierende Element 5 verwendet werden.

[Chemische Formel 106]



(Verfahren zum Herstellen des Licht emittierenden Elements 5)

[0452] Zuerst wurde Indiumzinnoxid, das Siliziumoxid enthält (ITSO), durch ein Sputterverfahren auf einem Glassubstrat abgeschieden, um die Anode **101** auszubilden. Die Dicke der Anode **101** ist 70 nm, und die Elektrodenfläche ist 4 mm² (2 mm x 2 mm).

[0453] Als Nächstes wurde bei einer Vorbehandlung für die Ausbildung des Licht emittierenden Elements über einem Substrat eine Oberfläche des Substrats mit Wasser gewaschen und eine Stunde lang bei 200 °C gebacken, und dann wurde eine UV-OzonBehandlung 370 Sekunden lang durchgeführt.

[0454] Danach wurde das Substrat in eine Vakuumverdampfungseinrichtung überführt, in der der Druck auf ungefähr 10⁻⁴ Pa verringert wurde, Vakuumbacken wurde in einer Heizkammer der Vakuumverdampfungseinrichtung 30 Minuten lang bei 170 °C durchgeführt, und dann wurde das Substrat ungefähr 45 Minuten lang abgekühlt.

[0455] Als Nächstes wurde das Substrat, das mit der Anode **101** versehen war, an einem Substrathalter, der in der Vakuumverdampfungseinrichtung bereitgestellt war, derart bereitgestellt, dass die Seite, auf der die Anode **101** ausgebildet worden war, nach unten gerichtet war. Dann wurden auf der Anode **101** 3-[4-(9-Phenanthryl)-phenyl]-9-phenyl-9H-carbazol (Abkürzung: PCPPn), das durch die Strukturformel (v) dargestellt wird, und Molybdän(VI)-Oxid durch Co-Verdampfung mittels eines Verdampfungsverfahrens unter Verwendung von Widerstandserwärmung in einer Dicke von 10 nm derart abgeschieden, dass das Gewichtsverhältnis von PCPPn zu Molybdänoxid 4:2 war, wodurch die Lochinjektionsschicht **111** ausgebildet wurde.

[0456] Anschließend wurde PCPPn auf der Lochinjektionsschicht **111** durch Verdampfung in einer Dicke von 30 nm abgeschieden, um die Lochtransportschicht **112** auszubilden.

[0457] Dann wurde die Licht emittierende Schicht **113** durch Co-Verdampfung von 7-[4-(10-Phenyl-9-anthryl)phenyl]-7H-dibenzo[c,g]carbazol (Abkürzung: cgDBCzPA), das durch die Strukturformel (ii) dargestellt wird, und 3,10-Bis[N-(4-biphenyl)-N-(9,9-dimethyl-9H-fluoren-2-yl)amino]naphtho[2,3-b;7,6-b']bisbenzo-

furan (Abkürzung: 3,10FBi2Nbf(II)), das durch die Strukturformel (viii) dargestellt wird, in einem Gewichtsverhältnis von 1:0,03 (= cgDBCzPA: 3,10FBi2Nbf(II)) in einer Dicke von 25 nm ausgebildet.

[0458] Danach wurde cgDBCzPA durch Verdampfung auf der Licht emittierenden Schicht **113** in einer Dicke von 10 nm abgeschieden, und dann wurde Bathophenanthrolin (Abkürzung: BPhen), das durch die Strukturformel (iv) dargestellt wird, durch Verdampfung in einer Dicke von 15 nm abgeschieden, wodurch die Elektronentransportschicht **114** ausgebildet wurde.

[0459] Nach dem Ausbilden der Elektronentransportschicht **114** wurde Lithiumfluorid (LiF) durch Verdampfung in einer Dicke von 1 nm abgeschieden, um die Elektroneninjektionsschicht **115** auszubilden. Dann wurde Aluminium durch Verdampfung in einer Dicke von 200 nm abgeschieden, um die Kathode **102** auszubilden. Auf diese Weise wurde das Licht emittierende Element 5 dieses Beispiels hergestellt.

[0460] Die Elementstruktur des Licht emittierenden Elements 5 wird in der folgenden Tabelle gezeigt.

[Tabelle 9]

	Lochinjektionsschicht	Lochtransportschicht	Licht emittierende Schicht	Elektronentransportschicht		Elektroneninjektionsschicht
	10 nm	30 nm	25 nm	10 nm	15 nm	1 nm
Licht emittierendes Element 5	PCPPn: MoO _x (4:2)	PCPPn	cgDBCzPA: 3,10FBi2Nbf(II) (1:0,03)	cgDBCzPA	BPhen	LiF

[0461] Das Licht emittierende Element 5 wurde unter Verwendung eines Glassubstrats in einem eine Stickstoffatmosphäre aufweisenden Handschuhkasten derart abgedichtet, dass es nicht der Luft ausgesetzt wurde (insbesondere wurde ein Dichtungsmittel aufgetragen, um das Element zu umschließen, und eine UV-Behandlung und eine einstündige Wärmebehandlung bei 80 °C wurden beim Abdichten durchgeführt). Dann wurden die Anfangseigenschaften des Licht emittierenden Elements gemessen. Es sei angemerkt, dass die Messung bei Raumtemperatur durchgeführt wurde.

[0462] **Fig. 78** zeigt die Leuchtdichte-Stromdichte-Eigenschaften des Licht emittierenden Elements 5. **Fig. 79** zeigt die Stromeffizienz-Leuchtdichte-Eigenschaften davon. **Fig. 80** zeigt die Leuchtdichte-Spannungs-Eigenschaften davon. **Fig. 81** zeigt die Strom-Spannungs-Eigenschaften davon. **Fig. 82** zeigt die externen Quanteneffizienz-Leuchtdichte-Eigenschaften davon. **Fig. 83** zeigt das Emissionsspektrum davon.

[Tabelle 10]

	Spannung (V)	Strom (mA)	Stromdichte (mA/cm ²)	Chromatizität x	Chromatizität y	Stromeffizienz (cd/A)	externe Quanteneffizienz (%)
Licht emittierendes Element 5	3,2	0,68	16,9	0,15	0,09	6,2	7,6

[0463] **Fig. 78** bis **Fig. 82** und der Tabelle 10 zufolge weist das Licht emittierende Element 5 eine sehr hohe externe Quanteneffizienz von 7,6 % bei 1000 cd/m² auf.

[0464] Die vorstehenden Ergebnisse deuten darauf hin, dass, indem die organische Verbindung, die eine Fluorenylarnino-Gruppe oder eine Biphenylarnino-Gruppe als Substituenten aufweist und eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist, als Licht emittierendes Material eines Licht emittierenden Elements verwendet wird, das Licht emittierende Element besonders vorteilhafte Eigenschaften, wie z. B. ein scharfes Emissionsspektrum, eine hohe Stromeffizienz und eine hohe externe Quanteneffizienz, aufweisen kann.

Bezugszeichenliste

101: Anode, 102: Kathode, 103: EL-Schicht, 111: Lochinjektionsschicht, 112: Lochtransportschicht, 113: Licht emittierende Schicht, 114: Elektronentransportschicht, 115: Elektroneninjektionsschicht, 116: Ladungserzeugungsschicht, 117: P-Typ-Schicht, 118: Elektronenweiterleitungsschicht, 119: Elektroneninjektionspufferschicht, 400: Substrat, 401: erste Elektrode, 403: EL-Schicht, 404: zweite Elektrode, 405: Dichtungsmittel, 406: Dichtungsmittel, 407: Dichtungssubstrat, 412: Pad, 420: IC-Chip, 501: erste Elektrode, 502: zweite Elektrode, 503: EL-Schicht, 511: erste Licht emittierende Einheit, 512: zweite Licht emittierende Einheit, 513: Ladungserzeugungsschicht, 601: Treiberschaltungsabschnitt (Sourceleitungstreiberschaltung), 602: Pixelabschnitt, 603: Treiberschaltungsabschnitt (Gateleitungstreiberschaltung), 604: Dichtungssubstrat, 605: Dichtungsmittel, 607: Raum, 608: Leitung, 609: flexible gedruckte Schaltung (FPC), 610: Elementsubstrat, 611: Schalt-FET, 612: Stromsteuer-FET, 613: erste Elektrode, 614: Isolator, 616: EL-Schicht, 617: zweite Elektrode, 618: Licht emittierendes Element, 623: n-Kanal-FET, 624: p-Kanal-FET, 730: isolierender Film, 770: isolierender Planarisierungsfilm, 772: leitender Film, 782: Licht emittierendes Element, 783: Tröpfchenausstoßeinrichtung, 784: Tröpfchen, 785: Schicht, 786: Licht emittierende Substanz enthaltende Schicht, 788: leitender Film, 901: Gehäuse, 902: Flüssigkristallschicht, 903: Hintergrundbeleuchtungseinheit, 904: Gehäuse, 905: Treiber-IC, 906: Anschluss, 951: Substrat, 952: Elektrode, 953: isolierende Schicht, 954: Trennwandschicht, 955: EL-Schicht, 956: Elektrode, 1001: Substrat, 1002: Basis-Isolierfilm, 1003: Gate-Isolierfilm, 1006: Gate-Elektrode, 1007: Gate-Elektrode, 1008: Gate-Elektrode, 1020: erster Zwischenschicht-Isolierfilm, 1021: zweiter Zwischenschicht-Isolierfilm, 1022: Elektrode, 1024W: erste Elektrode eines Licht emittierenden Elements, 1024R: erste Elektrode des Licht emittierenden Elements, 1024G: erste Elektrode des Licht emittierenden Elements, 1024B: erste Elektrode des Licht emittierenden Elements, 1025: Trennwand, 1028: EL-Schicht, 1029: Kathode, 1031: Dichtungssubstrat, 1032: Dichtungsmittel, 1033: durchsichtiges Basismaterial, 1034R: rote Farbschicht, 1034G: grüne Farbschicht, 1034B: blaue Farbschicht, 1035: schwarze Schicht (Schwarzmatrix), 1036: Abdeckschicht, 1037: dritter Zwischenschicht-Isolierfilm, 1040: Pixelabschnitt, 1041: Treiberschaltungsabschnitt, 1042: Peripherieabschnitt, 1400: Tröpfchenausstoßeinrichtung, 1402: Substrat, 1403: Tröpfchenausstoßmittel, 1404: Abbildungsmittel, 1405: Kopf, 1406: gestrichelte Linie, 1407: Steuermittel, 1408: Speichermedium, 1409: Bildverarbeitungsmittel, 1410: Computer, 1411: Markierung, 1412: Kopf, 1413: Materialversorgungsquelle, 1414: Materialversorgungsquelle, 1415: Materialversorgungsquelle, 1416: Kopf, 2001: Gehäuse, 2002: Lichtquelle, 3001: Beleuchtungsvorrichtung, 5000: Anzeigebereich, 5001: Anzeigebereich, 5002: Anzeigebereich, 5003: Anzeigebereich, 5004: Anzeigebereich, 5005: Anzeigebereich, 7101: Gehäuse, 7103: Anzeigeabschnitt, 7105: Fuß, 7107: Anzeigeabschnitt, 7109: Bedienungstaste, 7110: Fernbedienung, 7201: Hauptkörper, 7202: Gehäuse, 7203: Anzeigeabschnitt, 7204: Tastatur, 7205: externer Verbindungsanschluss, 7206: Zeigevorrichtung, 7210: zweiter Anzeigeabschnitt, 7401: Gehäuse, 7402: Anzeigeabschnitt, 7403: Bedienungsknopf, 7404: externer Verbindungsanschluss, 7405: Lautsprecher, 7406: Mikrofon, 9033: Spange, 9034: Schalter, 9035: Netzschalter, 9036: Schalter, 9038: Steuerschalter, 9310: tragbares Informationsendgerät, 9311: Anzeigebildschirm, 9312: Anzeigebereich, 9313: Gelenk, 9315: Gehäuse, 9630: Gehäuse, 9631: Anzeigeabschnitt, 9631a: Anzeigeabschnitt, 9631b: Anzeigeabschnitt, 9632a: Touchscreen-Bereich, 9632b: Touchscreen-Bereich, 9633: Solarzelle, 9634: Lade-/Entladesteuerschaltung, 9635: Batterie, 9636: Gleichstromwandler, 9637: Bedienungstaste, 9638: Wandler, 9639: Knopf

[0466] Diese Anmeldung basiert auf der japanischen Patentanmeldung mit der Seriennr. 2017-053054, eingereicht beim japanischen Patentamt am 17. März 2017, deren gesamter Inhalt hiermit zum Gegenstand der vorliegenden Offenlegung gemacht ist.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

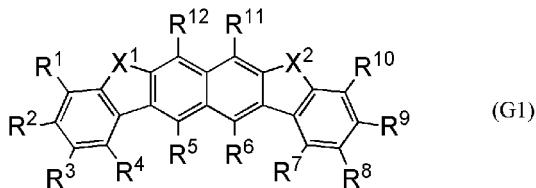
Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- JP 2017053054 [0466]

Patentansprüche

1. Organische Verbindung, die ein Molekulargewicht von weniger als oder gleich 5000 aufweist und durch die allgemeine Formel (G1) dargestellt wird:



wobei X^1 und X^2 unabhängig voneinander ein Sauerstoffatom oder ein Schwefelatom darstellen, und wobei R^1 bis R^{12} unabhängig voneinander Wasserstoff oder einen Substituenten darstellen.

2. Organische Verbindung nach Anspruch 1, wobei der Substituent eine substituierte oder nicht-substituierte aliphatische Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 1 bis 100 Kohlenstoffatomen, eine substituierte oder nicht-substituierte alicyclische Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 3 bis 100 Kohlenstoffatomen, eine substituierte oder nicht-substituierte aromatische Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 6 bis 100 Kohlenstoffatomen, eine substituierte oder nicht-substituierte heterocyclische Gruppe mit 1 bis 100 Kohlenstoffatomen oder eine substituierte oder nicht-substituierte Diarylamino-Gruppe mit 12 bis 100 Kohlenstoffatomen ist.

3. Organische Verbindung nach Anspruch 1,
wobei mindestens eines von R¹ bis R¹² einen Substituenten mit 6 bis 100 Kohlenstoffatomen darstellt, und
wobei das andere oder die anderen unabhängig voneinander Wasserstoff oder einen Substituenten mit 1 bis
25 Kohlenstoffatomen darstellt/darstellen.

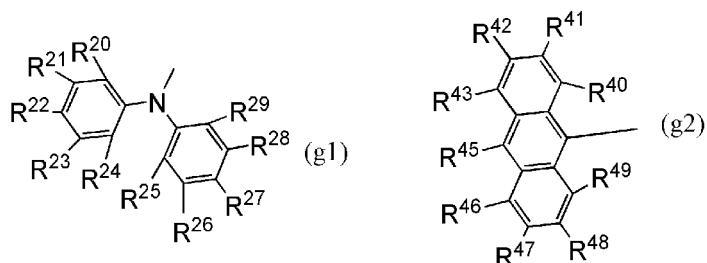
4. Organische Verbindung nach Anspruch 1,
wobei eines oder zwei von R¹ bis R¹² unabhängig voneinander einen Substituenten mit 6 bis 100 Kohlenstoff-
atomen darstellt/darstellen, und
wobei die anderen unabhängig voneinander Wasserstoff oder einen Substituenten mit 1 bis 25 Kohlenstoff-
atomen darstellen.

5. Organische Verbindung nach Anspruch 1,
wobei R^2 und/oder R^9 unabhängig voneinander einen Substituenten mit 6 bis 100 Kohlenstoffatomen darstellt/ darstellen, und
wobei die anderen unabhängig voneinander Wasserstoff oder einen Substituenten mit 1 bis 25 Kohlenstoff- atomen darstellen.

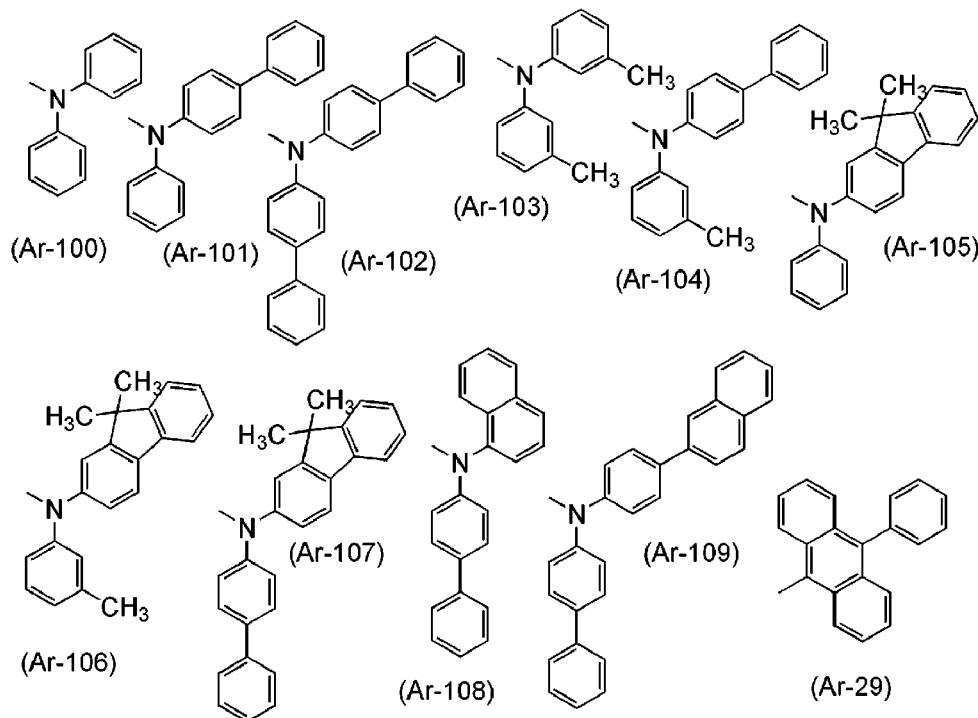
6. Organische Verbindung nach Anspruch 1,
wobei R^3 und/oder R^8 unabhängig voneinander einen Substituenten mit 6 bis 100 Kohlenstoffatomen darstellt/
darstellen, und
wobei die anderen unabhängig voneinander Wasserstoff oder einen Substituenten mit 1 bis 25 Kohlenstoff-
atomen darstellen.

7. Organische Verbindung nach einem der Ansprüche 3 bis 6, wobei der Substituent mit 6 bis 100 Kohlenstoffatomen eine substituierte oder nicht-substituierte aliphatische Kohlenwasserstoff-Gruppe, eine substituierte oder nicht-substituierte alicyclische Kohlenwasserstoff-Gruppe, eine substituierte oder nicht-substituierte aromatische Kohlenwasserstoff-Gruppe, eine substituierte oder nicht-substituierte heterocyclische Gruppe oder eine substituierte oder nicht-substituierte Diarylamino-Gruppe ist.

8. Organische Verbindung nach einem der Ansprüche 3 bis 6, wobei der Substituent mit 6 bis 100 Kohlenstoffatomen ein Substituent ist, der durch die allgemeine Formel (g1) oder (g2) dargestellt wird:

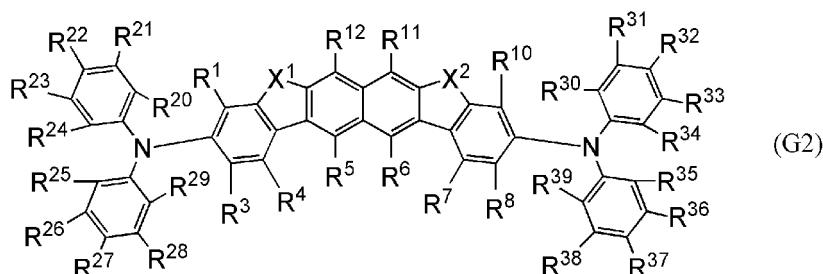


9. Organische Verbindung nach einem der Ansprüche 3 bis 6, wobei der Substituent mit 6 bis 100 Kohlenstoffatomen ein Substituent ist, der aus Substituenten ausgewählt wird, die durch die Strukturformeln (Ar-100) bis (Ar-109) und (Ar-29) dargestellt werden:



10. Organische Verbindung nach einem der Ansprüche 3 bis 6, wobei der Substituent mit 1 bis 25 Kohlenstoffatomen wird eine substituierte oder nicht-substituierte aliphatische Kohlenwasserstoff-Gruppe, eine substituierte oder nicht-substituierte alicyclische Kohlenwasserstoff-Gruppe, eine substituierte oder nicht-substituierte aromatische Kohlenwasserstoff-Gruppe oder eine substituierte oder nicht-substituierte heterocyclische Gruppe ist.

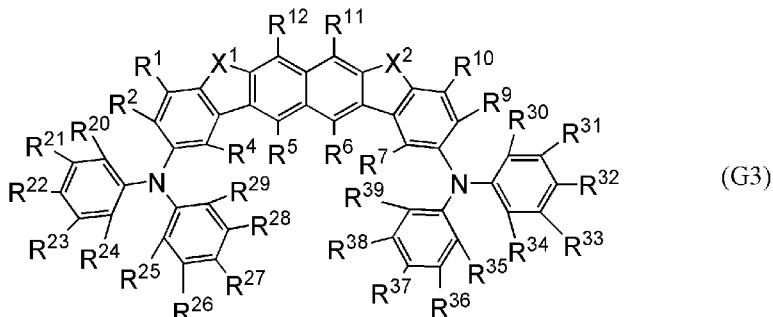
11. Organische Verbindung nach Anspruch 1, wobei die organische Verbindung durch die allgemeine Formel (G2) dargestellt wird:



wobei X^1 und X^2 unabhängig voneinander ein Sauerstoffatom oder ein Schwefelatom darstellen, und

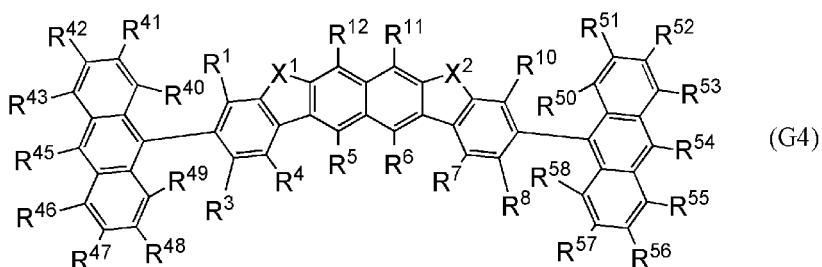
wobei R¹, R³ bis R⁸, R¹⁰ bis R¹², R²⁰ bis R²⁹ und R³⁰ bis R³⁹ unabhängig voneinander Wasserstoff, eine aliphatische Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 1 bis 10 Kohlenstoffatomen, eine alicyclische Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 3 bis 20 Kohlenstoffatomen, eine aromatische Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 6 bis 25 Kohlenstoffatomen oder eine heterocyclische Gruppe mit 1 bis 25 Kohlenstoffatomen darstellen.

12. Organische Verbindung nach Anspruch 1, wobei die organische Verbindung durch die allgemeine Formel (G3) dargestellt wird:



wobei X¹ und X² unabhängig voneinander ein Sauerstoffatom oder ein Schwefelatom darstellen, und wobei R¹, R², R⁴ bis R⁷, R⁹ bis R¹², R²⁰ bis R²⁹ und R³⁰ bis R³⁹ unabhängig voneinander Wasserstoff, eine aliphatische Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 1 bis 10 Kohlenstoffatomen, eine alicyclische Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 3 bis 20 Kohlenstoffatomen, eine aromatische Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 6 bis 25 Kohlenstoffatomen oder eine heterocyclische Gruppe mit 1 bis 25 Kohlenstoffatomen darstellen.

13. Organische Verbindung nach Anspruch 1, wobei die organische Verbindung durch die allgemeine Formel (G4) dargestellt wird:

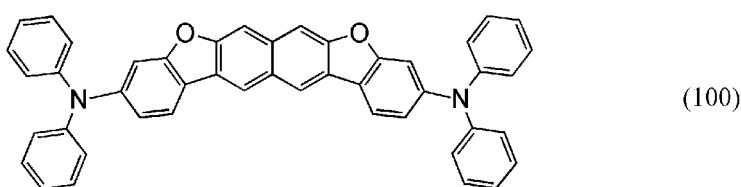


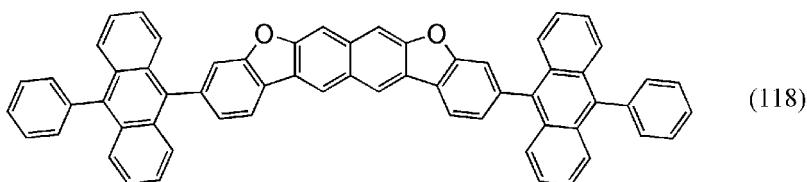
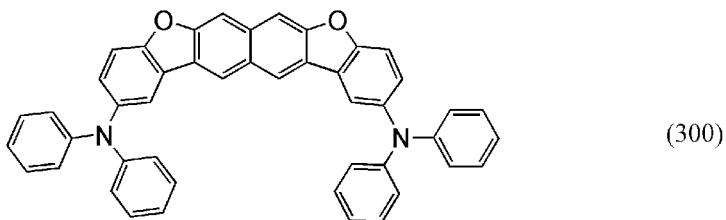
wobei X^1 und X^2 unabhängig voneinander ein Sauerstoffatom oder ein Schwefelatom darstellen, und wobei R^1 , R^3 bis R^8 , R^{10} bis R^{12} , R^{40} bis R^{49} und R^{50} bis R^{59} unabhängig voneinander Wasserstoff, eine aliphatische Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 1 bis 10 Kohlenstoffatomen, eine alicyclische Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 3 bis 20 Kohlenstoffatomen, eine aromatische Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 6 bis 25 Kohlenstoffatomen oder eine heterocyclische Gruppe mit 1 bis 25 Kohlenstoffatomen darstellen.

14. Organische Verbindung nach Anspruch 1, wobei X^1 und X^2 die gleichen Atome sind.

15. Organische Verbindung nach Anspruch 1, wobei X^1 und X^2 Sauerstoffatome sind.

16. Organische Verbindung nach Anspruch 1, wobei die organische Verbindung durch eine der Formeln (100), (300) und (118) dargestellt wird:

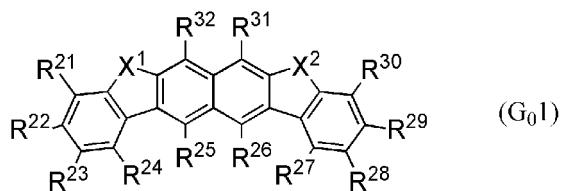




17. Licht emittierendes Element, das die organische Verbindung nach Anspruch 1 umfasst.

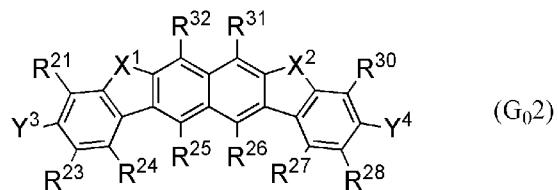
18. Elektronische Vorrichtung, die umfasst:
die organische Verbindung nach Anspruch 1; und
mindestens eines von einem Sensor, einem Bedienungsknopf, einem Lautsprecher und einem Mikrofon.

19. Organische Verbindung, die durch die allgemeine Formel (G₀1) dargestellt wird:



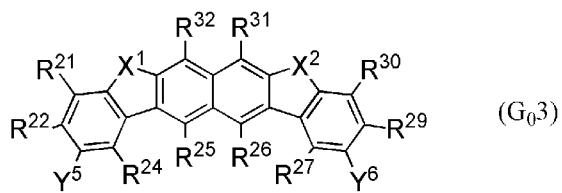
wobei X¹ und X² unabhängig voneinander ein Sauerstoffatom oder ein Schwefelatom darstellen,
wobei eines oder zwei von R²¹ bis R³² unabhängig voneinander ein Halogen darstellt/darstellen, und
wobei die anderen unabhängig voneinander Wasserstoff, eine aliphatische Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 1 bis 10 Kohlenstoffatomen, eine alicyclische Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 3 bis 20 Kohlenstoffatomen, eine aromatische Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 6 bis 25 Kohlenstoffatomen oder eine heterocyclische Gruppe mit 1 bis 25 Kohlenstoffatomen darstellen.

20. Organische Verbindung nach Anspruch 19, wobei die organische Verbindung durch die allgemeine Formel (G₀2) dargestellt wird:



wobei X¹ und X² unabhängig voneinander ein Sauerstoffatom oder ein Schwefelatom darstellen,
wobei Y³ und Y⁴ unabhängig voneinander ein Halogen darstellen, und
wobei R²¹, R²³ bis R²⁸ und R³⁰ bis R³² unabhängig voneinander Wasserstoff, eine aliphatische Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 1 bis 10 Kohlenstoffatomen, eine alicyclische Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 3 bis 20 Kohlenstoffatomen, eine aromatische Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 6 bis 25 Kohlenstoffatomen oder eine heterocyclische Gruppe mit 1 bis 25 Kohlenstoffatomen darstellen.

21. Organische Verbindung nach Anspruch 19, wobei die organische Verbindung durch die allgemeine Formel (G₀3) dargestellt wird:



wobei X¹ und X² unabhängig voneinander ein Sauerstoffatom oder ein Schwefelatom darstellen,
wobei Y⁵ und Y⁶ unabhängig voneinander ein Halogen darstellen, und

wobei R²¹, R²², R²⁴ bis R²⁷ und R²⁹ bis R³² unabhängig voneinander Wasserstoff, eine aliphatische Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 1 bis 10 Kohlenstoffatomen, eine alicyclische Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 3 bis 20 Kohlenstoffatomen, eine aromatische Kohlenwasserstoff-Gruppe mit 6 bis 25 Kohlenstoffatomen oder eine heterocyclische Gruppe mit 1 bis 25 Kohlenstoffatomen darstellen.

Es folgen 62 Seiten Zeichnungen

FIG. 1A

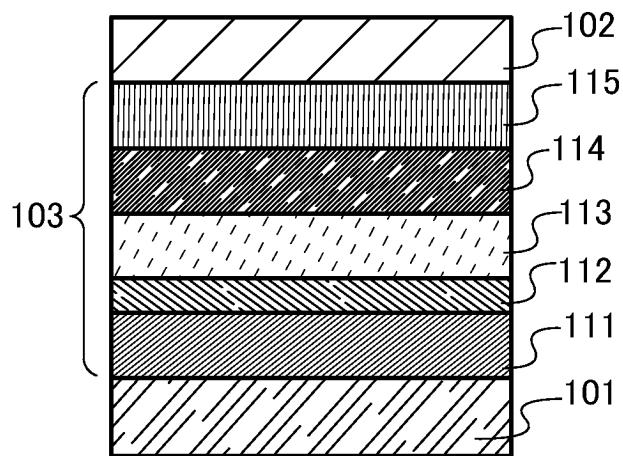


FIG. 1B

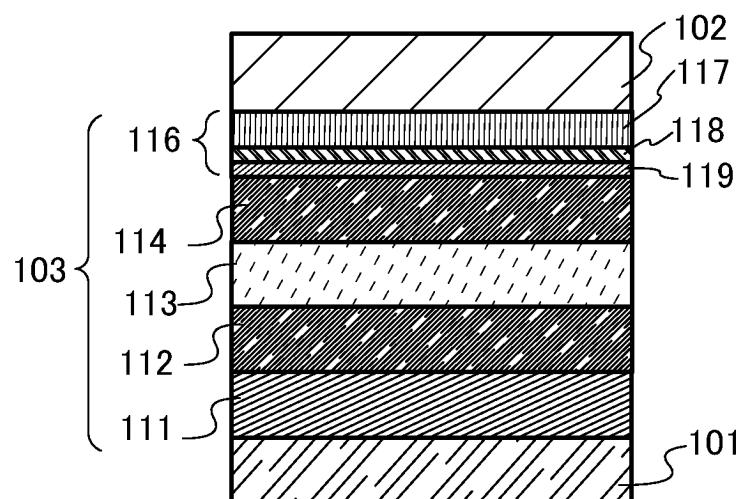


FIG. 1C

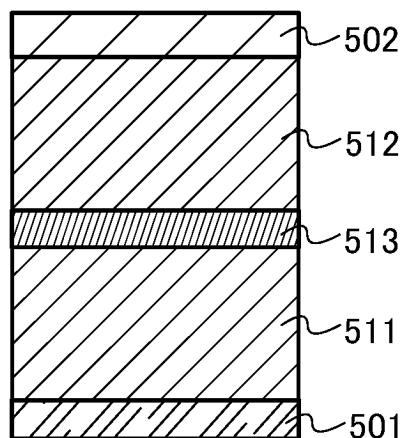


FIG. 2A

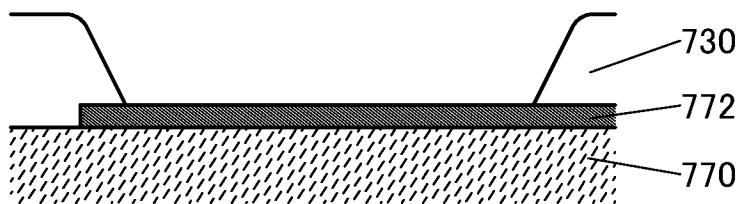


FIG. 2B

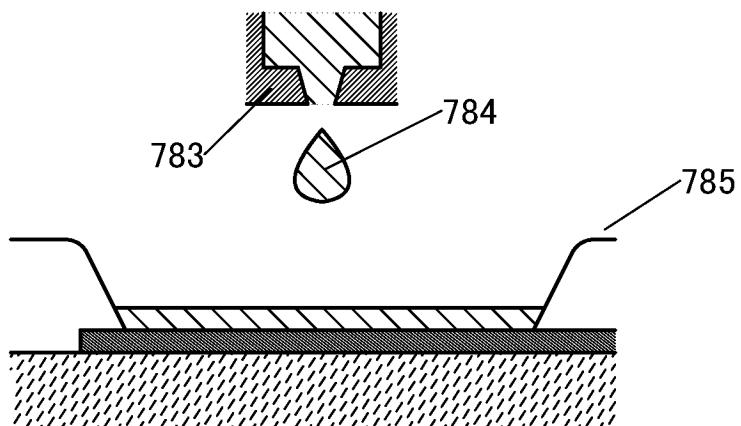


FIG. 2C

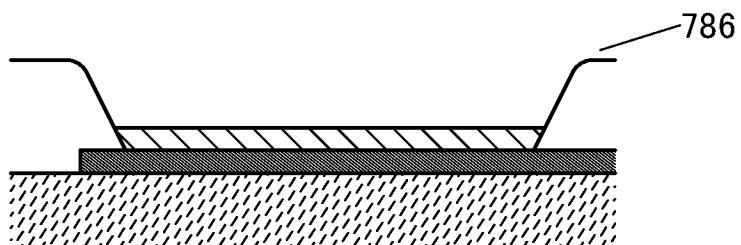


FIG. 2D

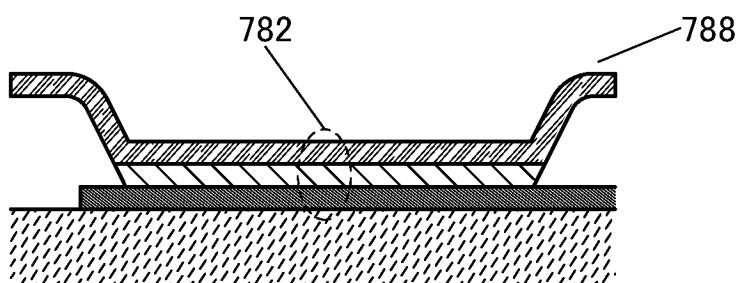


FIG. 3

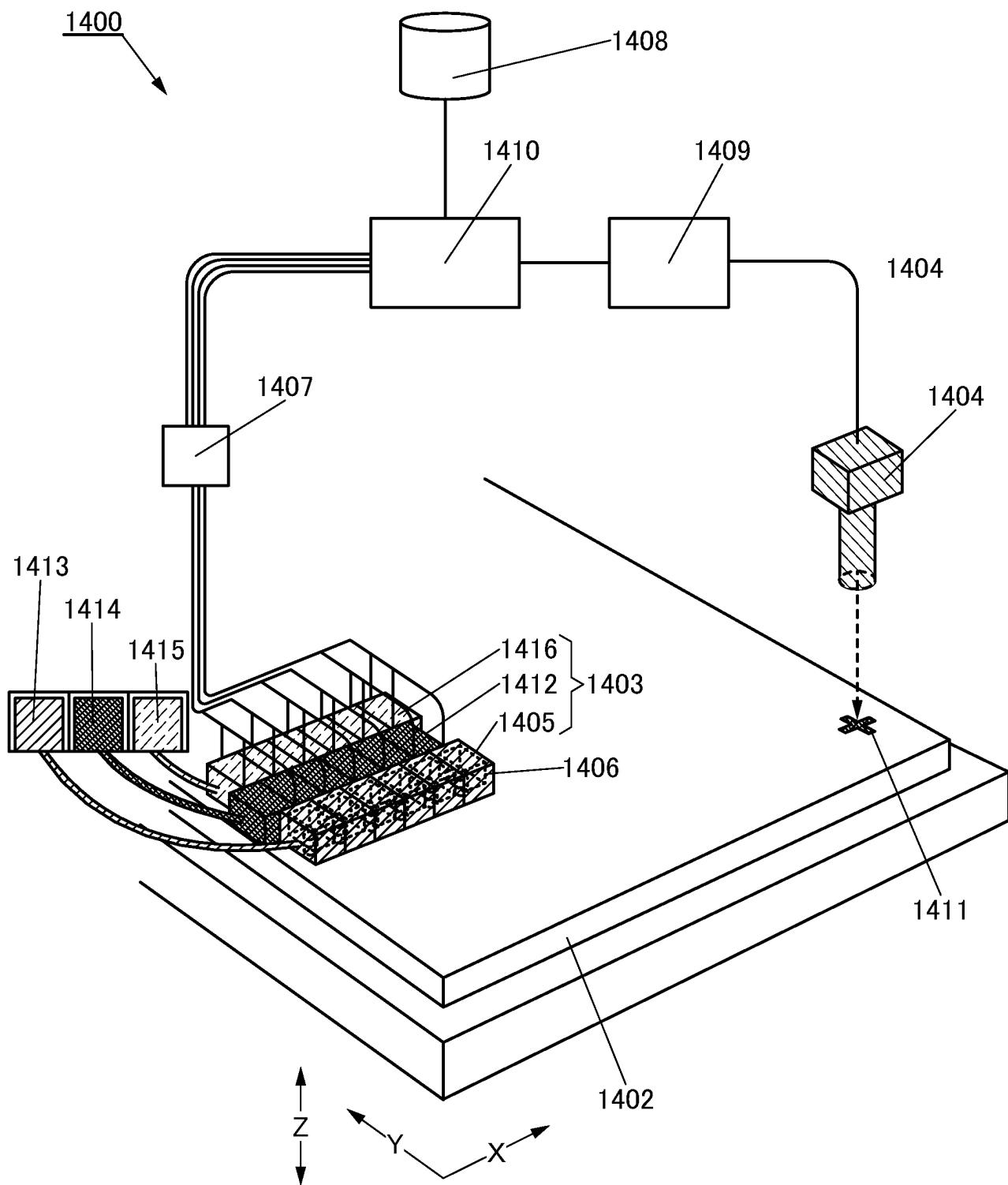


FIG. 4A

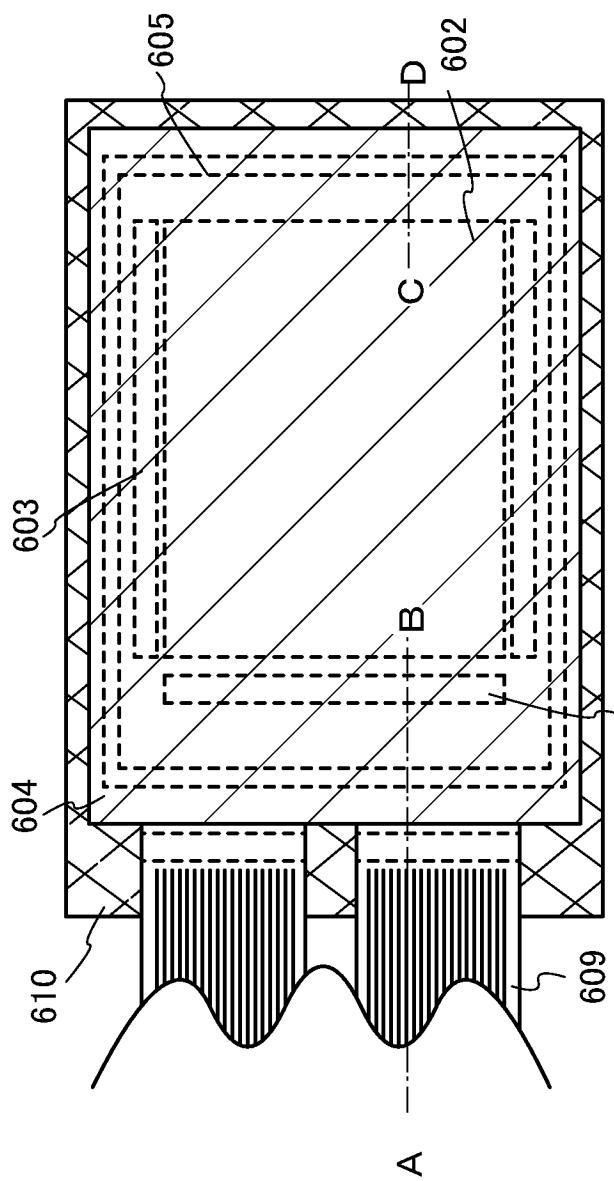
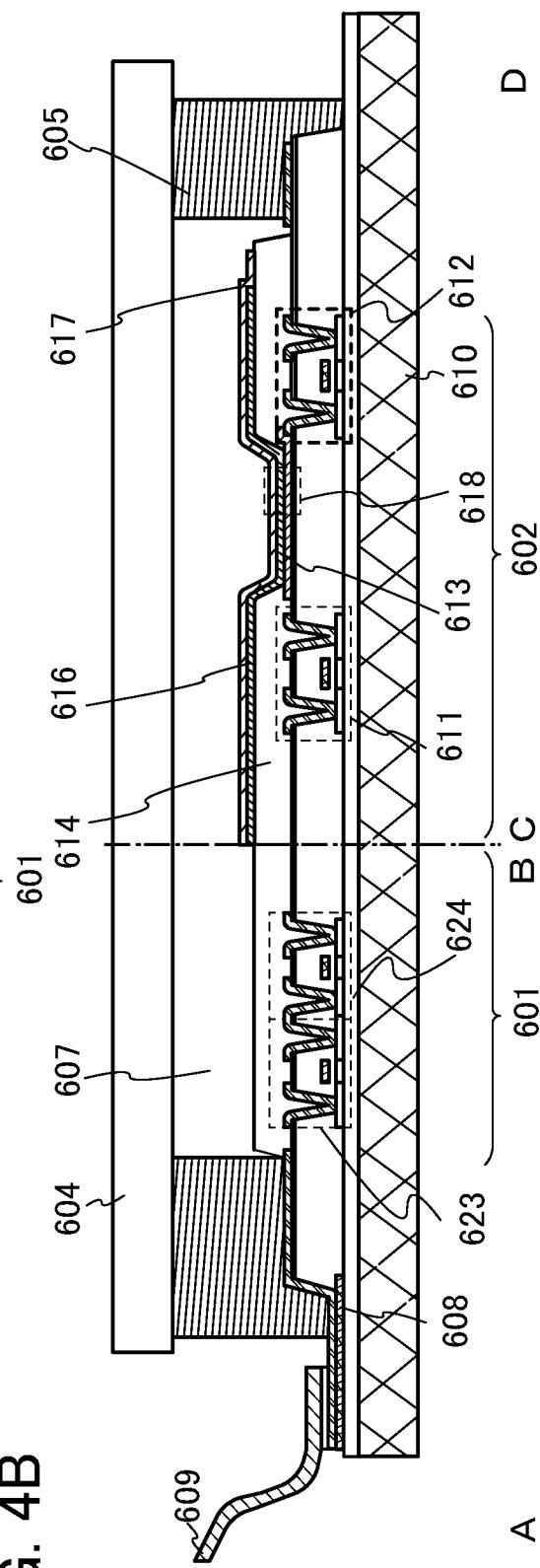


FIG. 4B



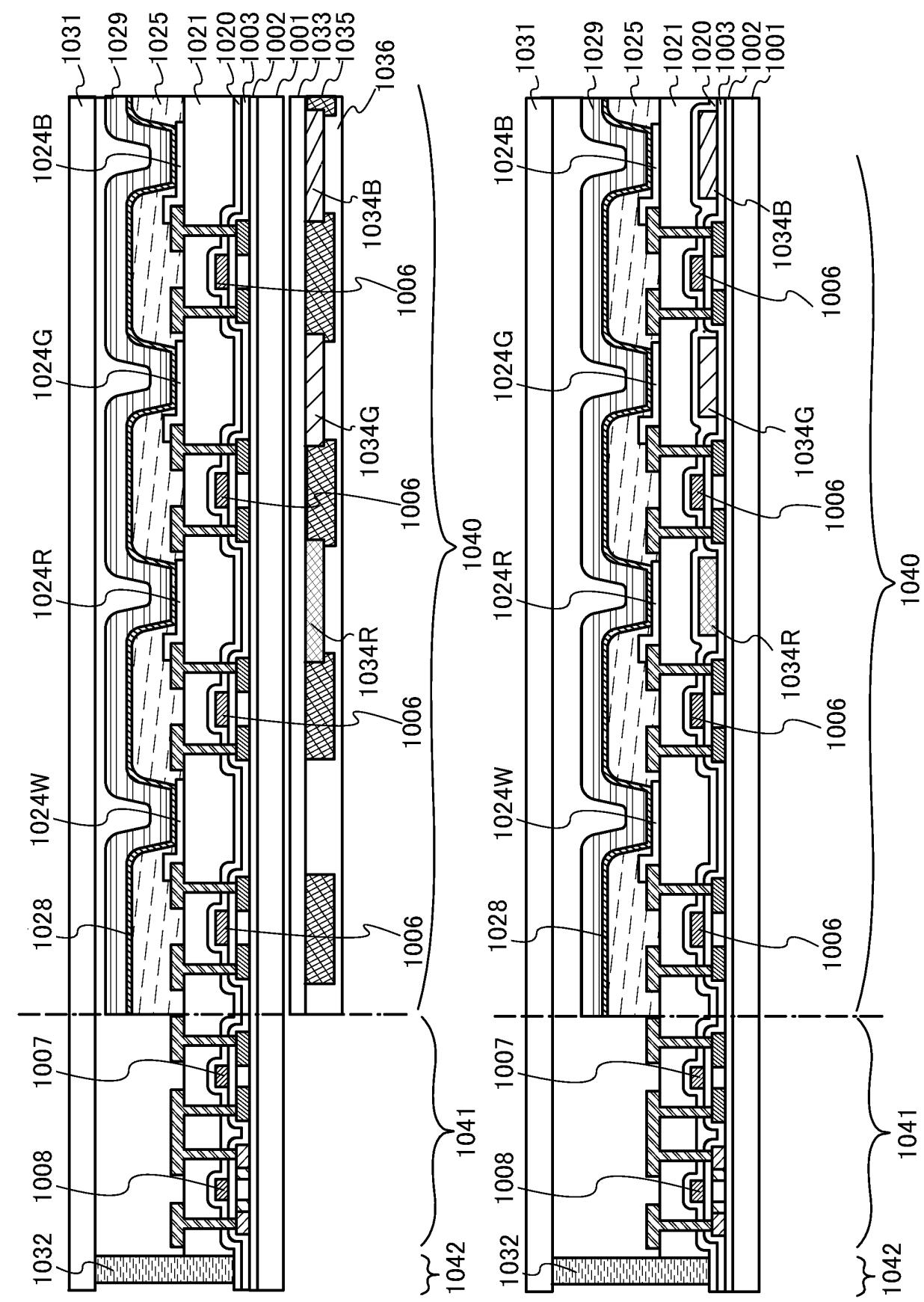


FIG. 5A

FIG. 6

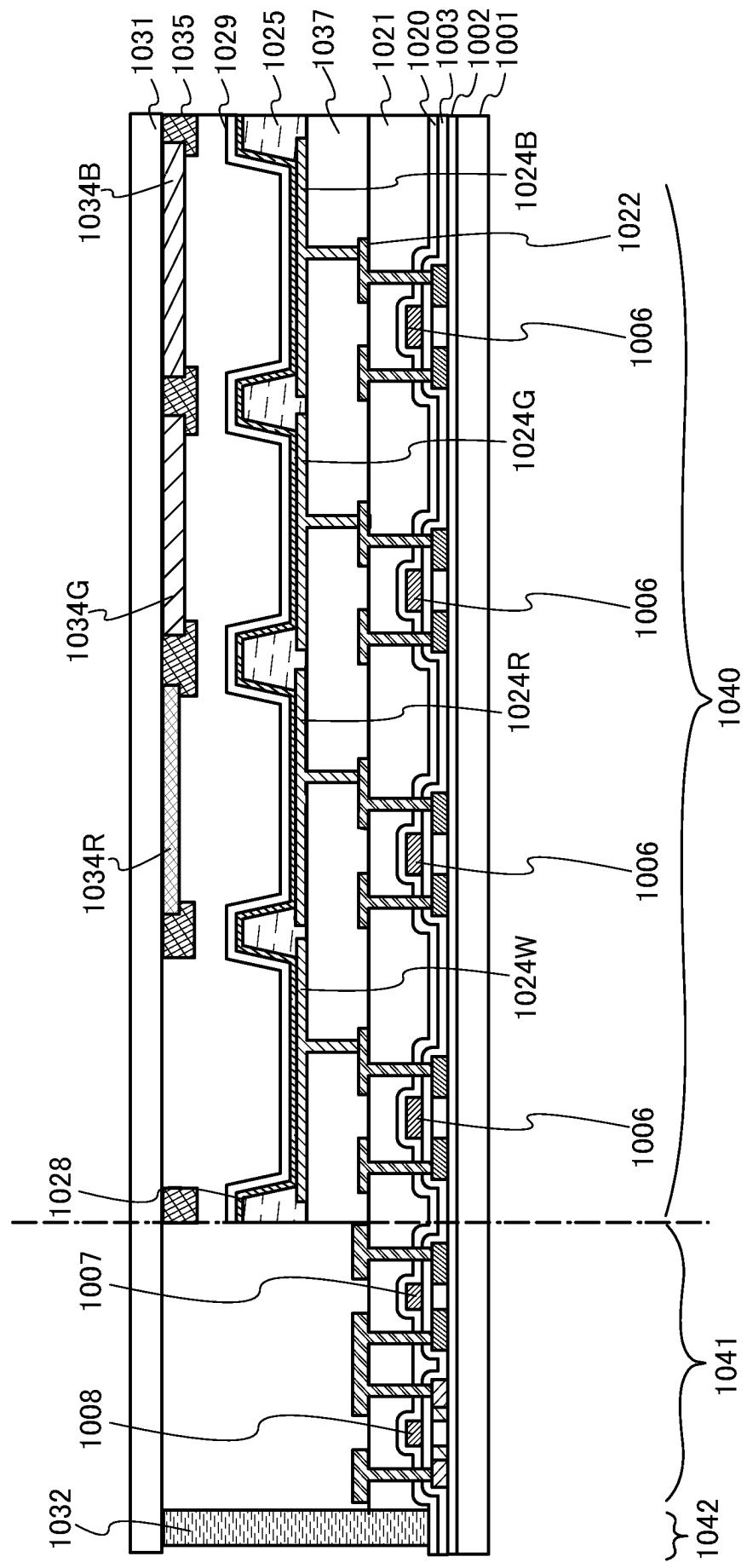


FIG. 7A

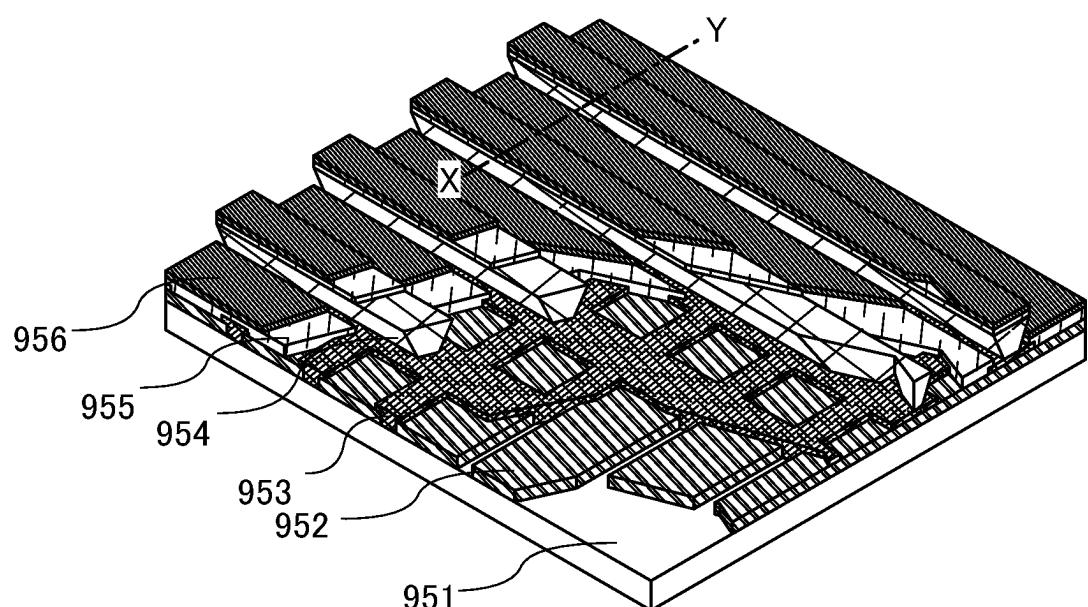


FIG. 7B

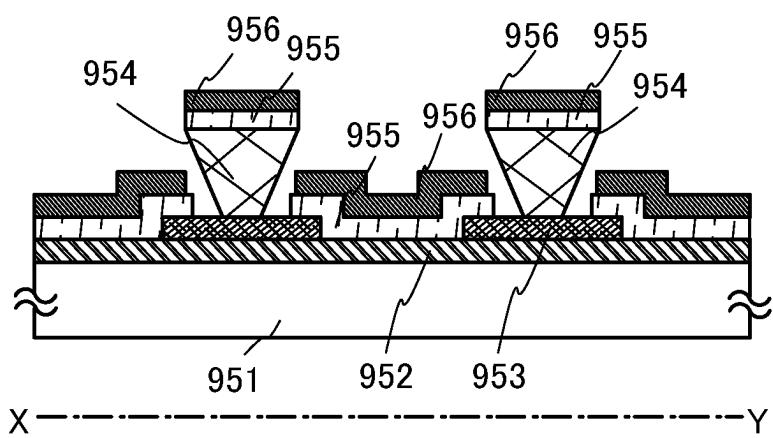


FIG. 8A

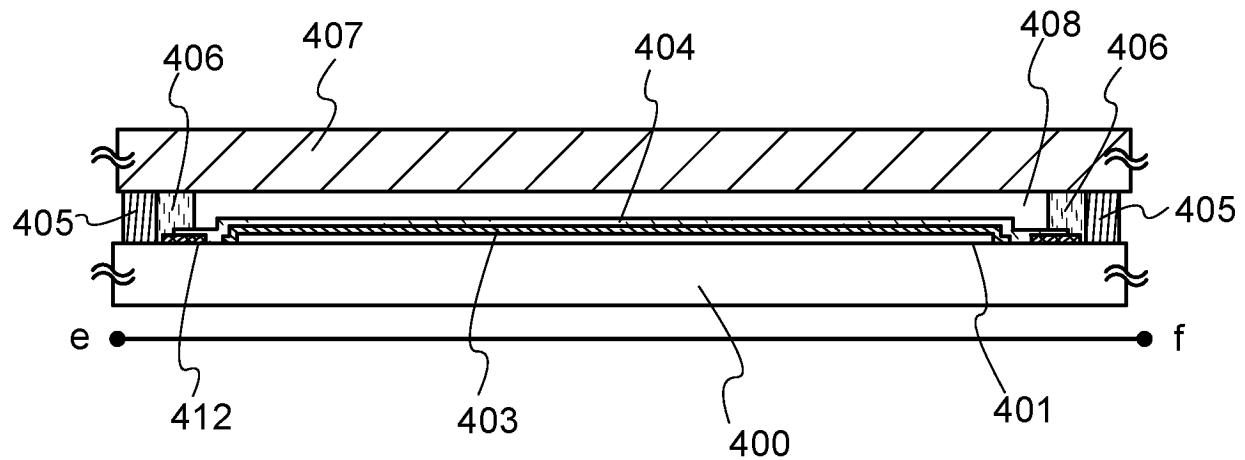


FIG. 8B

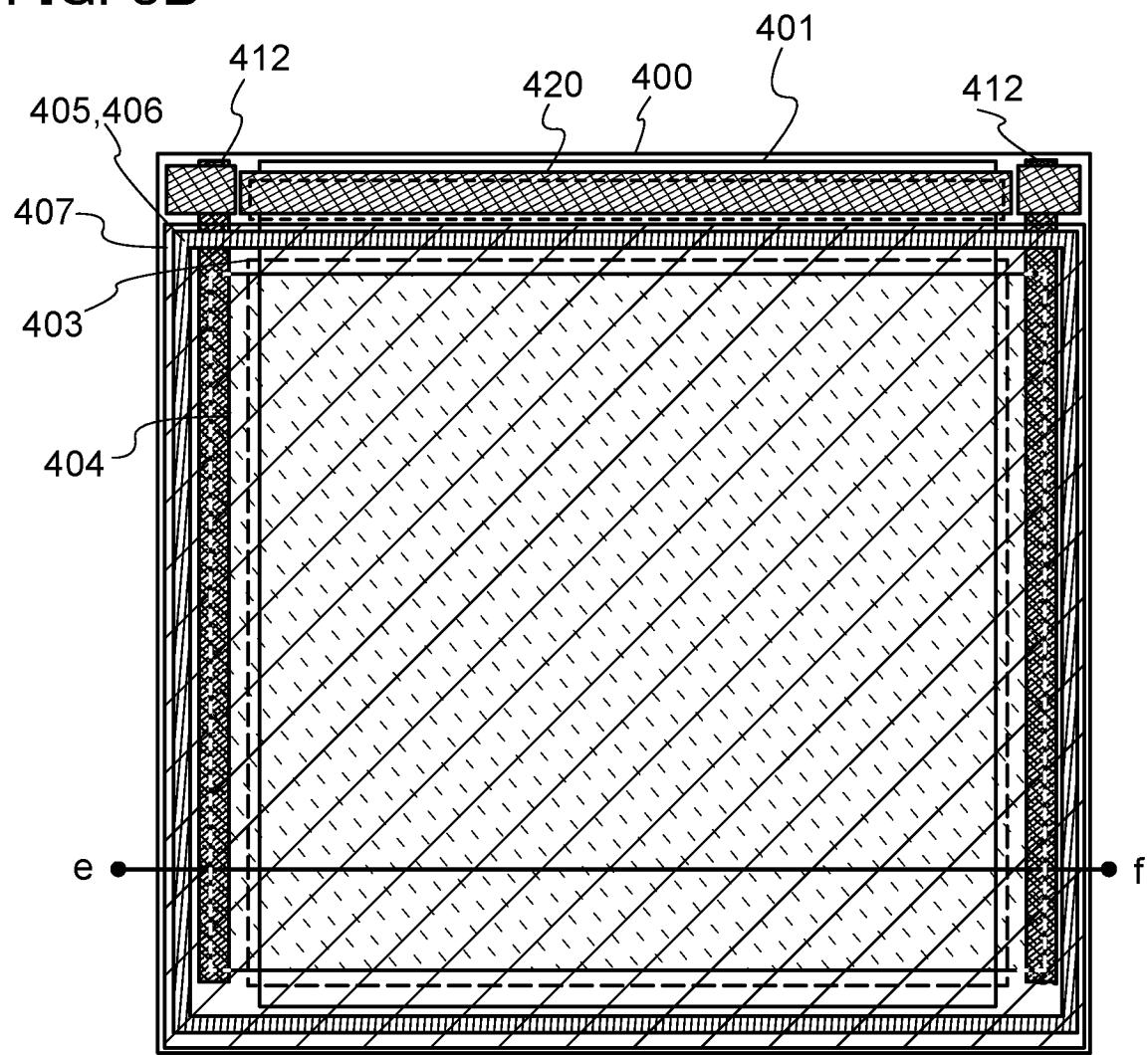


FIG. 9A

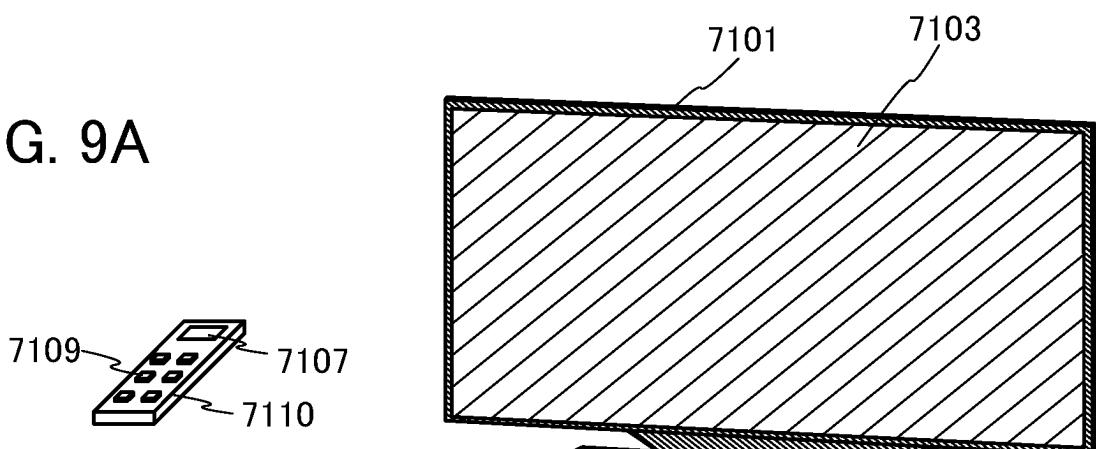


FIG. 9B1

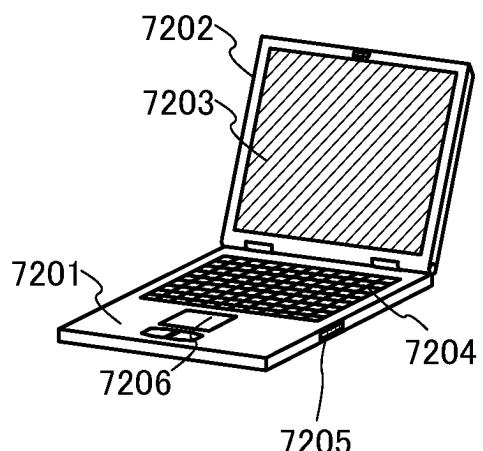


FIG. 9C

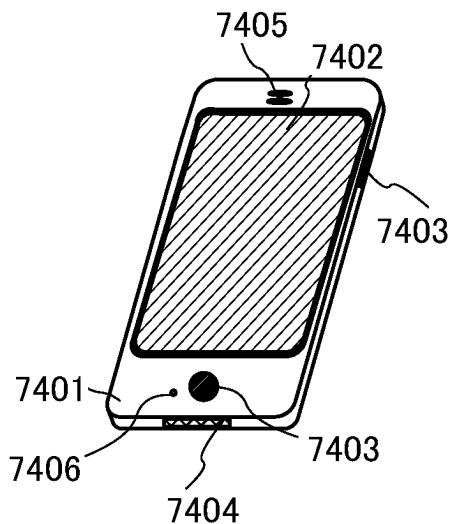


FIG. 9B2

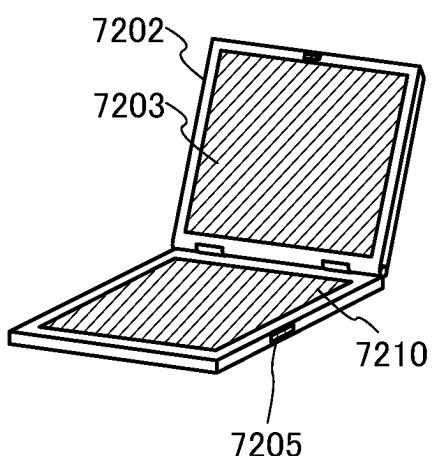


FIG. 9D

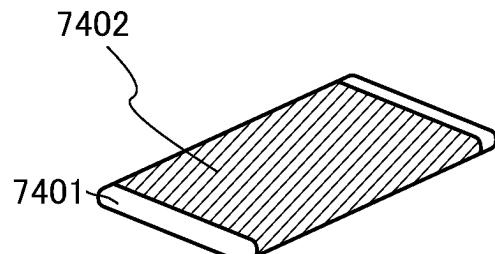


FIG. 10

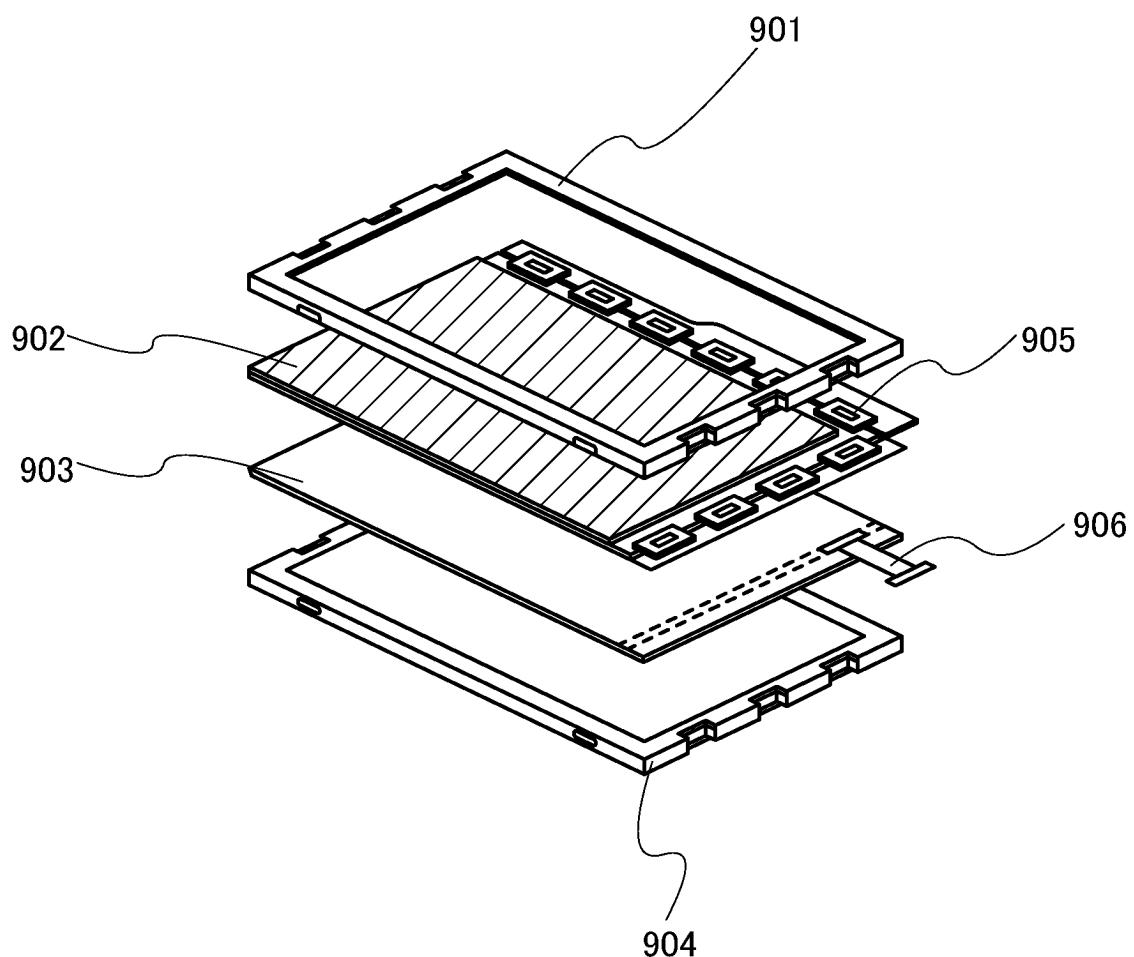


FIG. 11

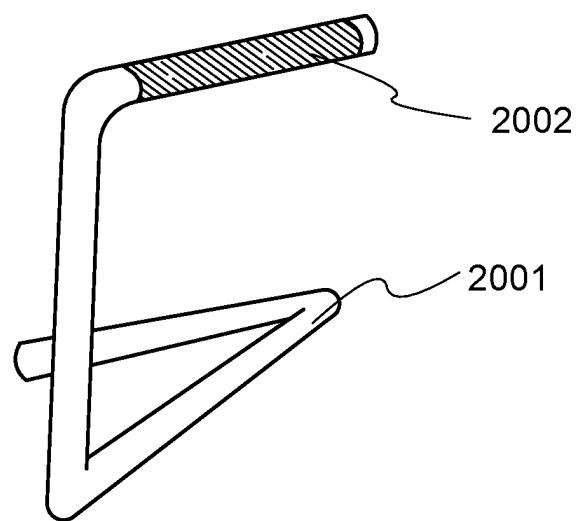


FIG. 12

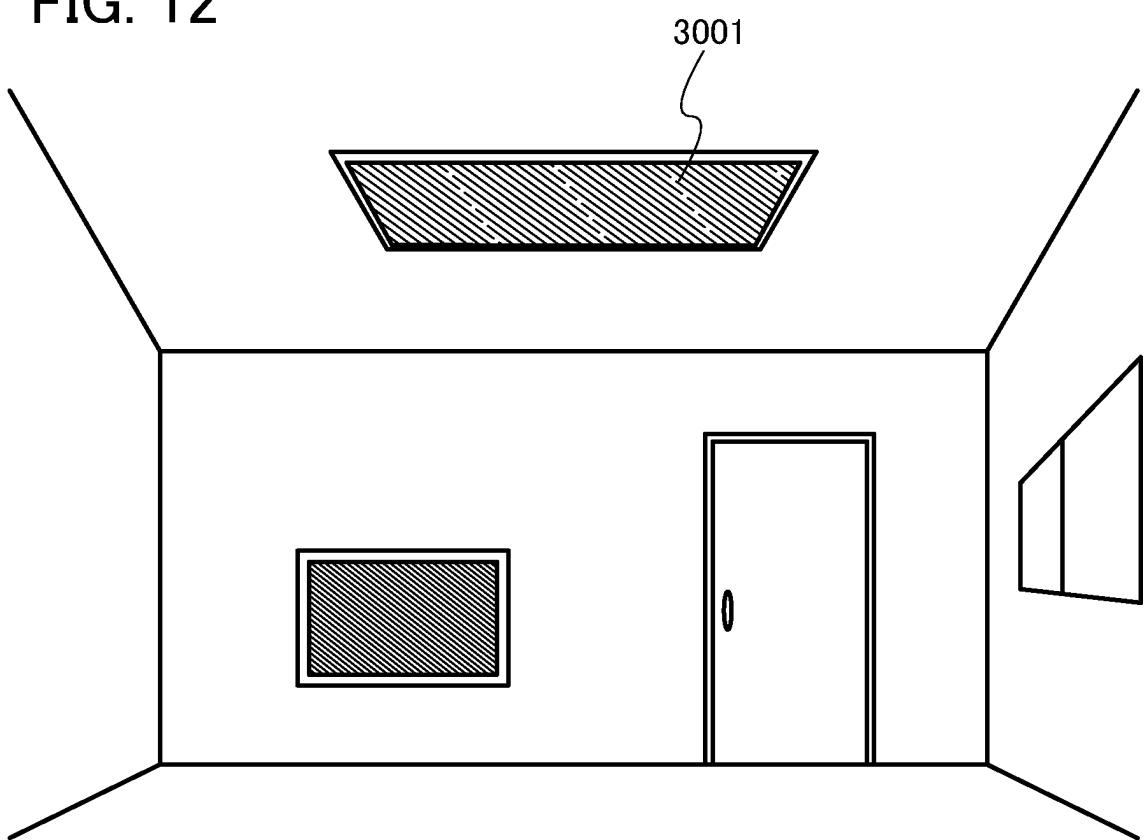


FIG. 13

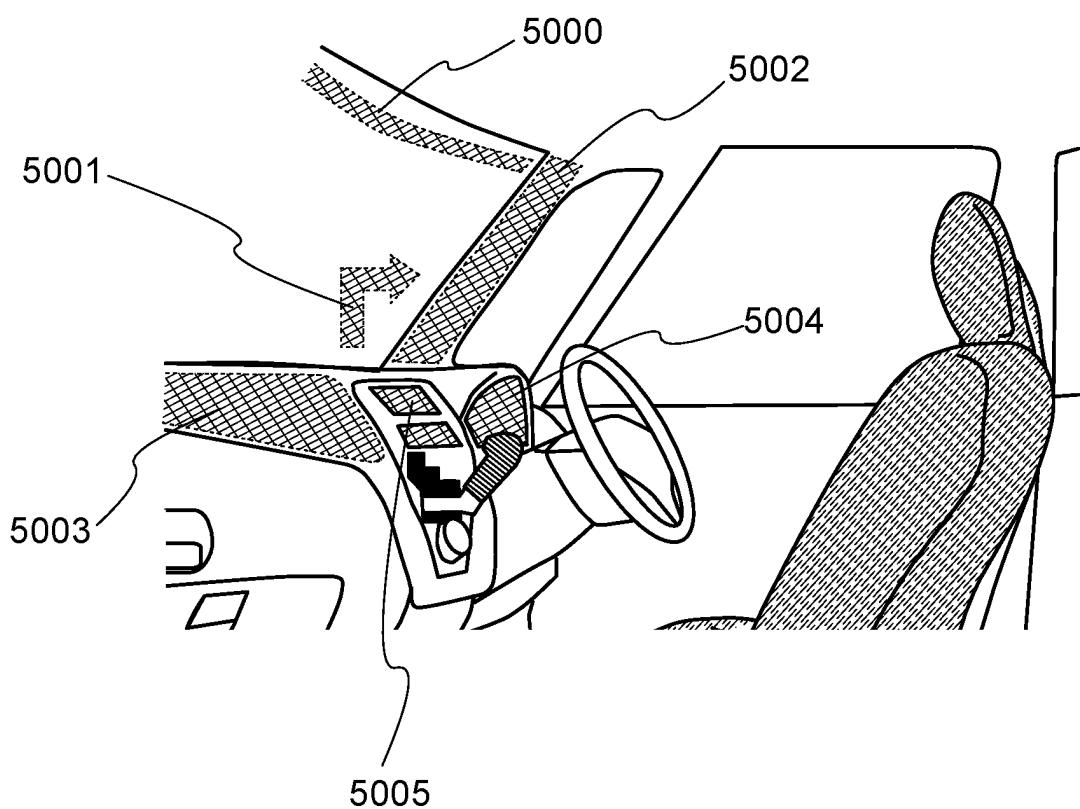


FIG. 14A

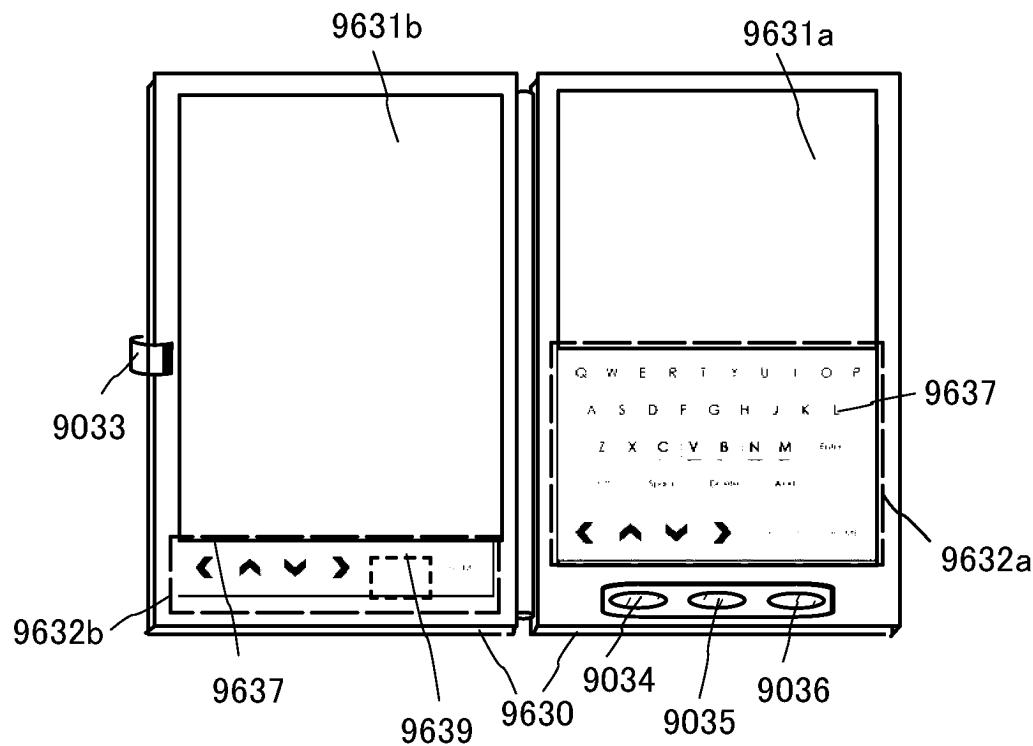


FIG. 14B

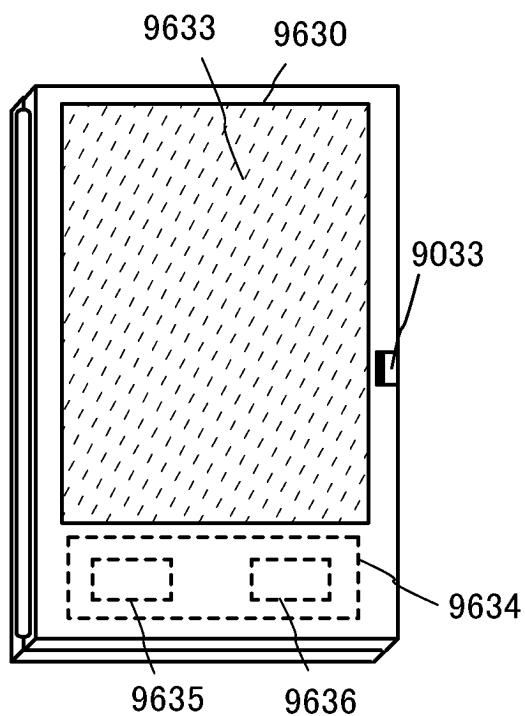


FIG. 14C

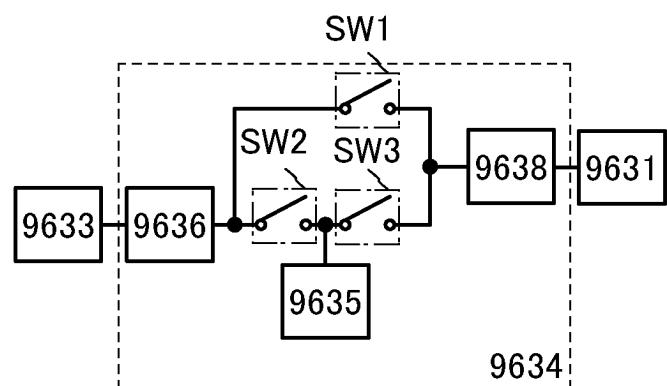


FIG. 15A

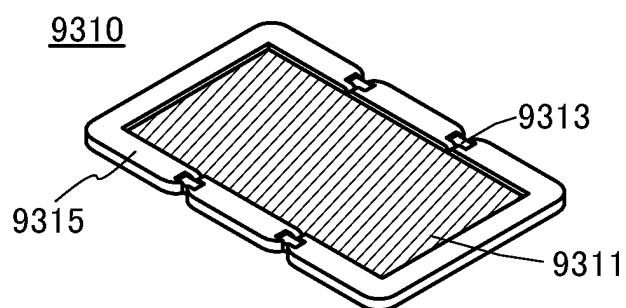


FIG. 15B

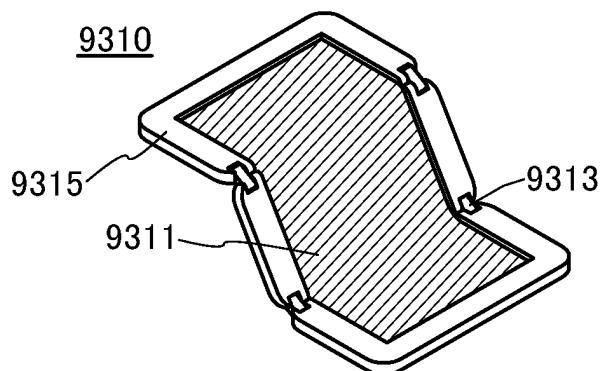


FIG. 15C

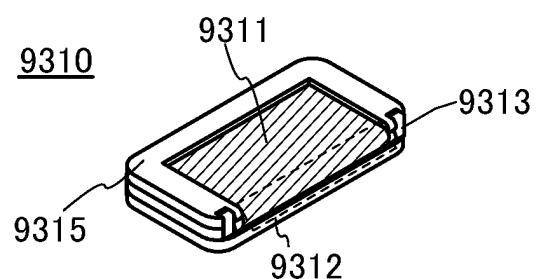


FIG. 16A

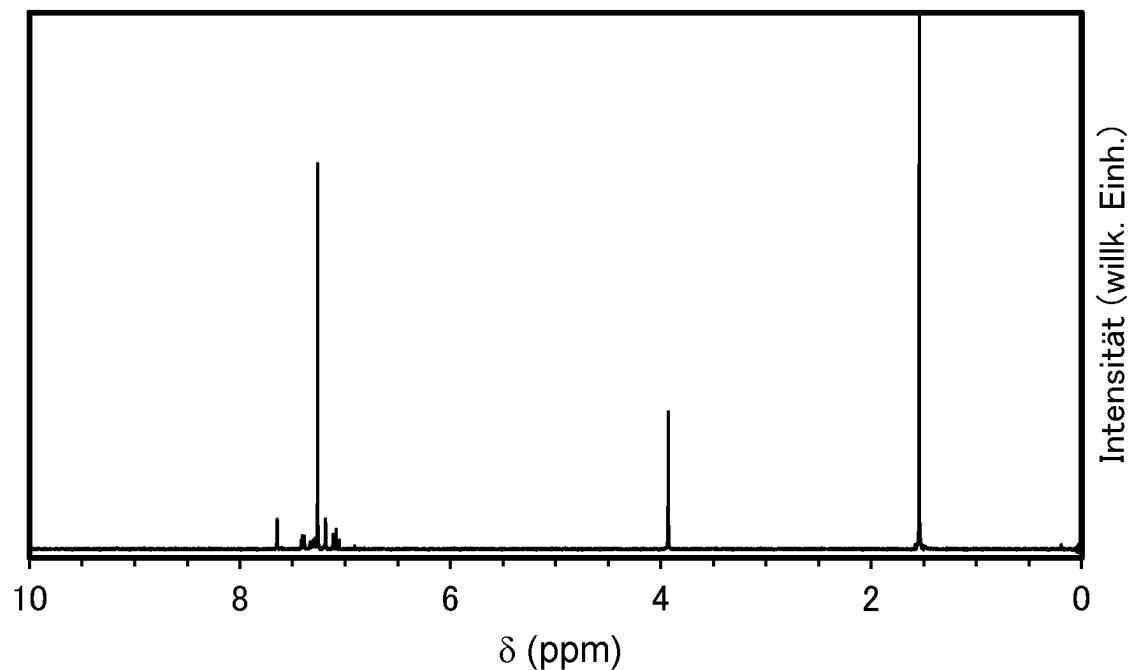


FIG. 16B

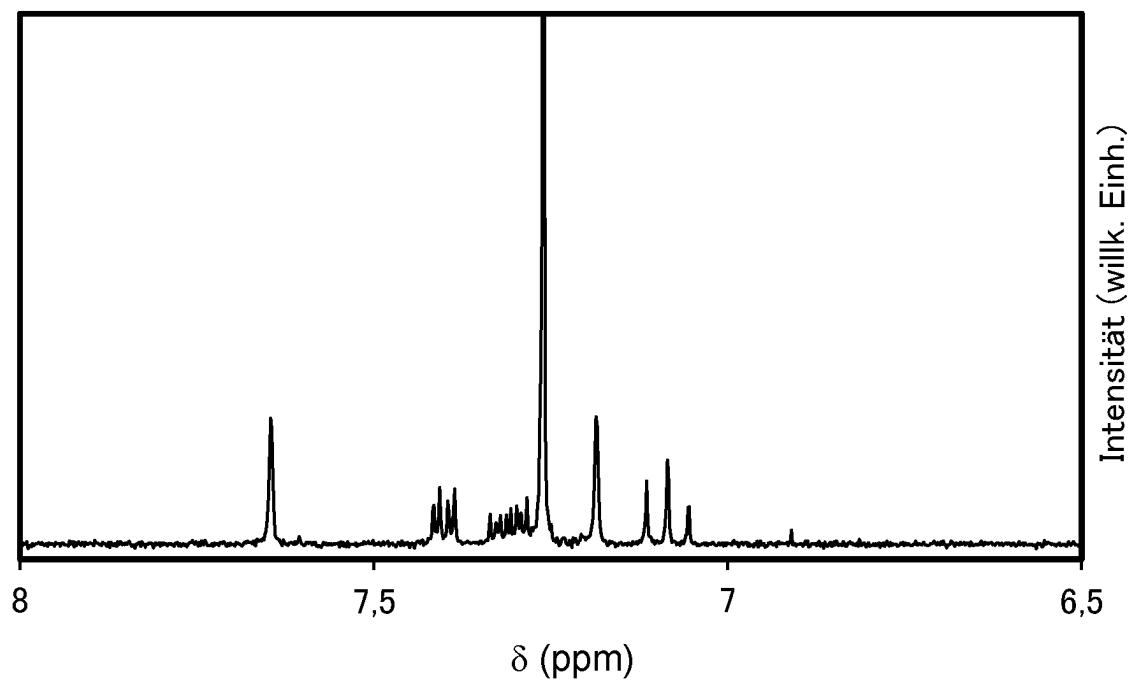


FIG. 17A

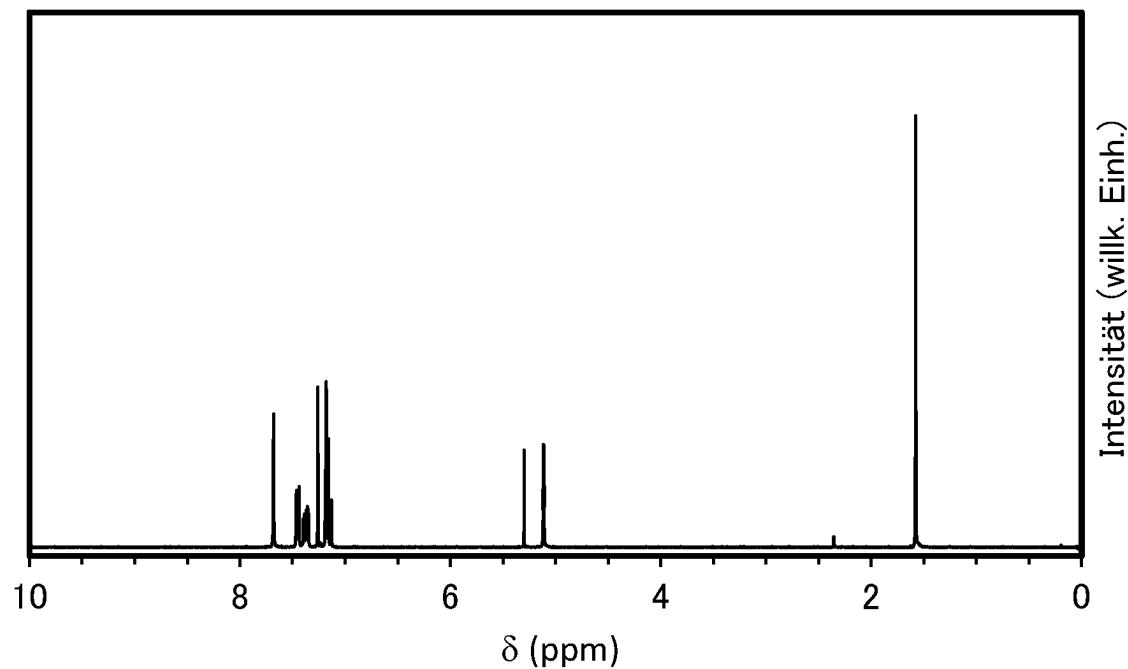


FIG. 17B

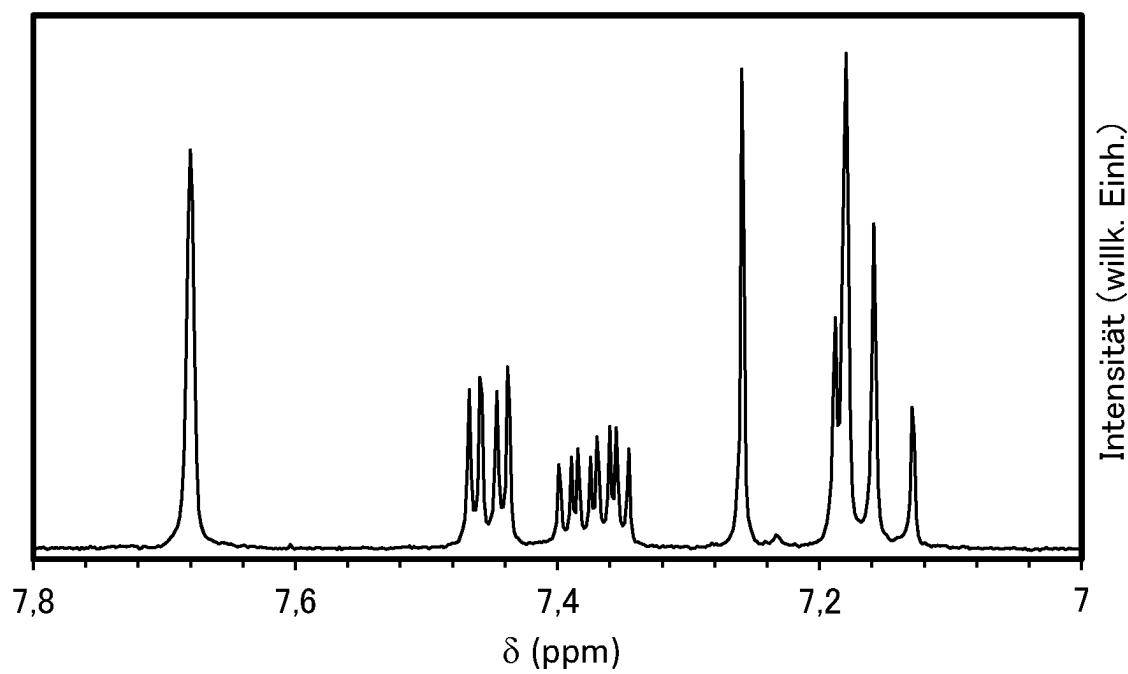


FIG. 18A

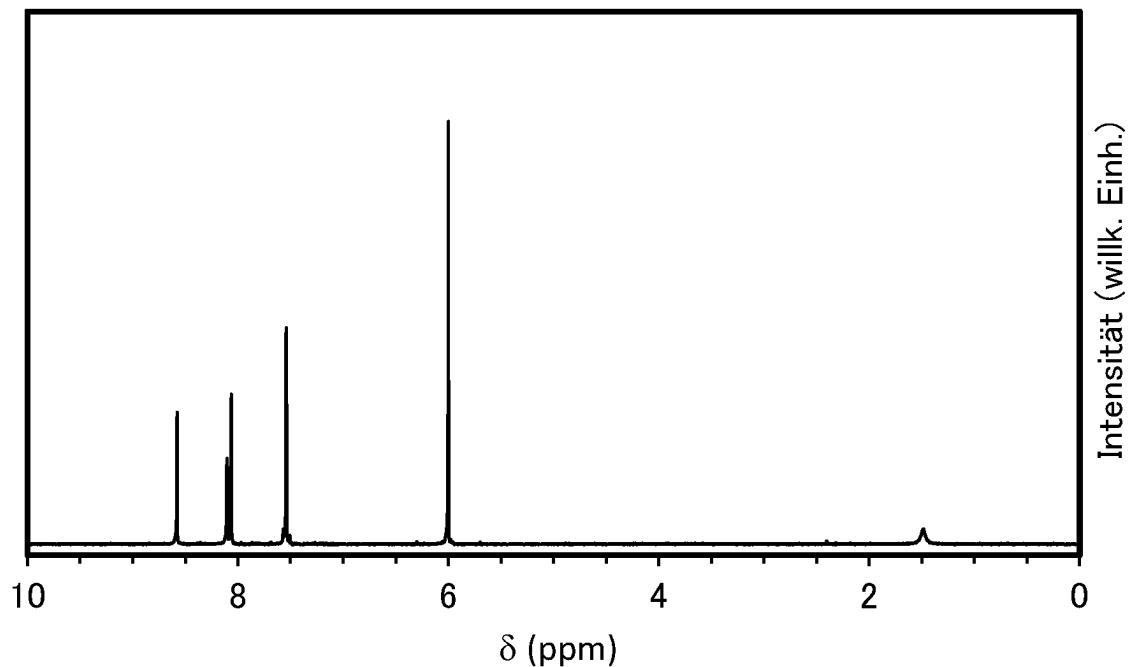


FIG. 18B

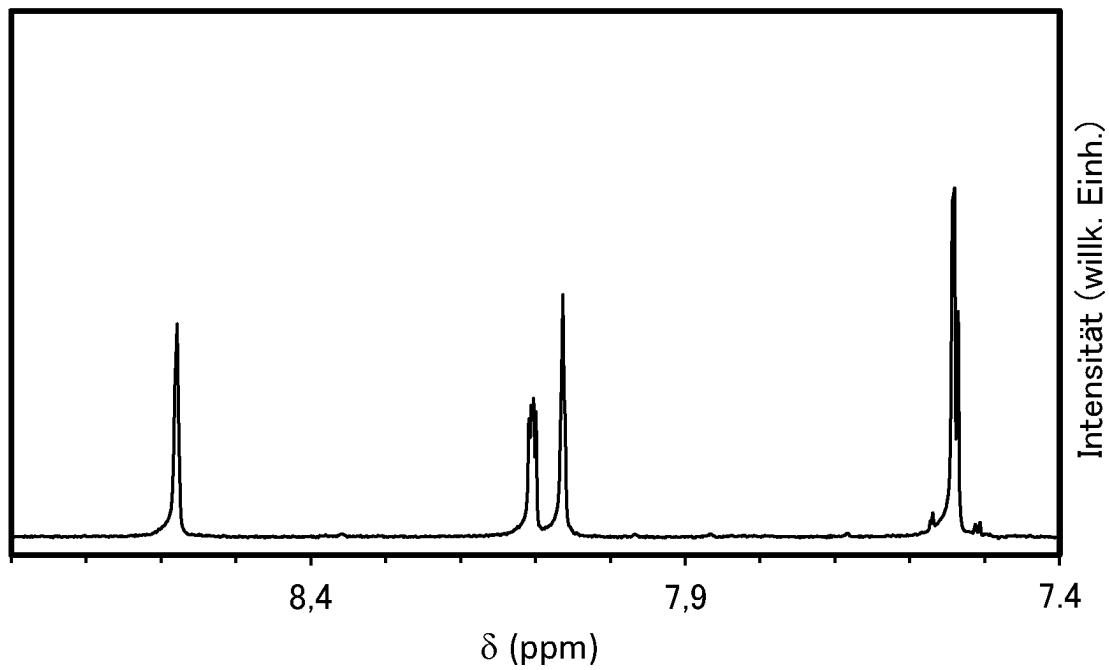


FIG. 19A

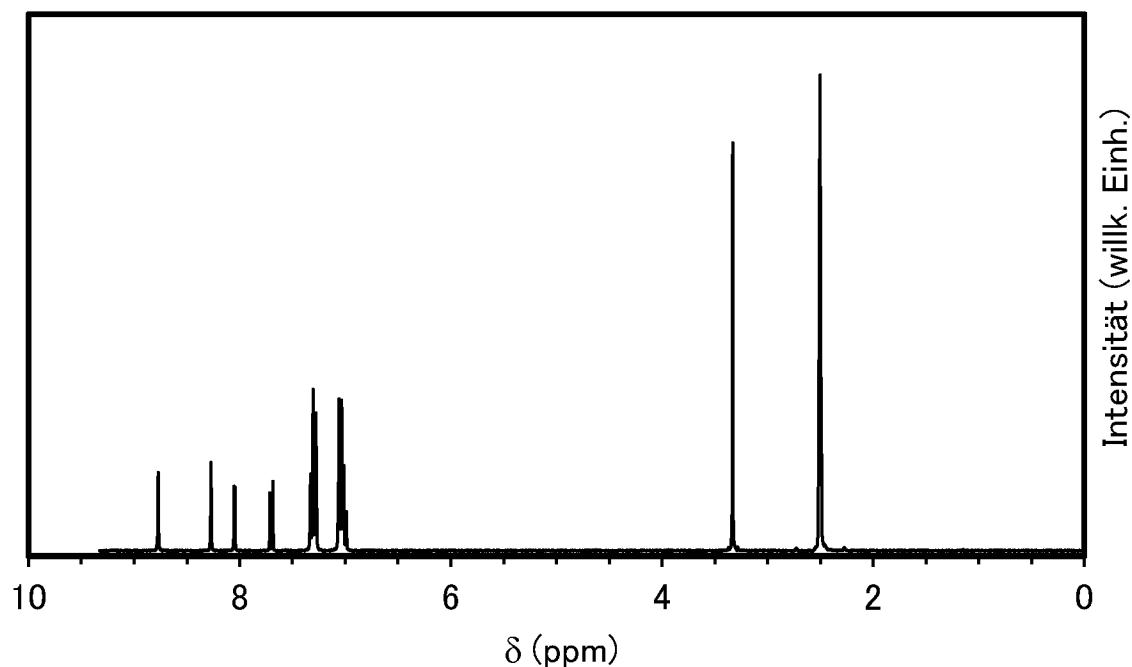


FIG. 19B

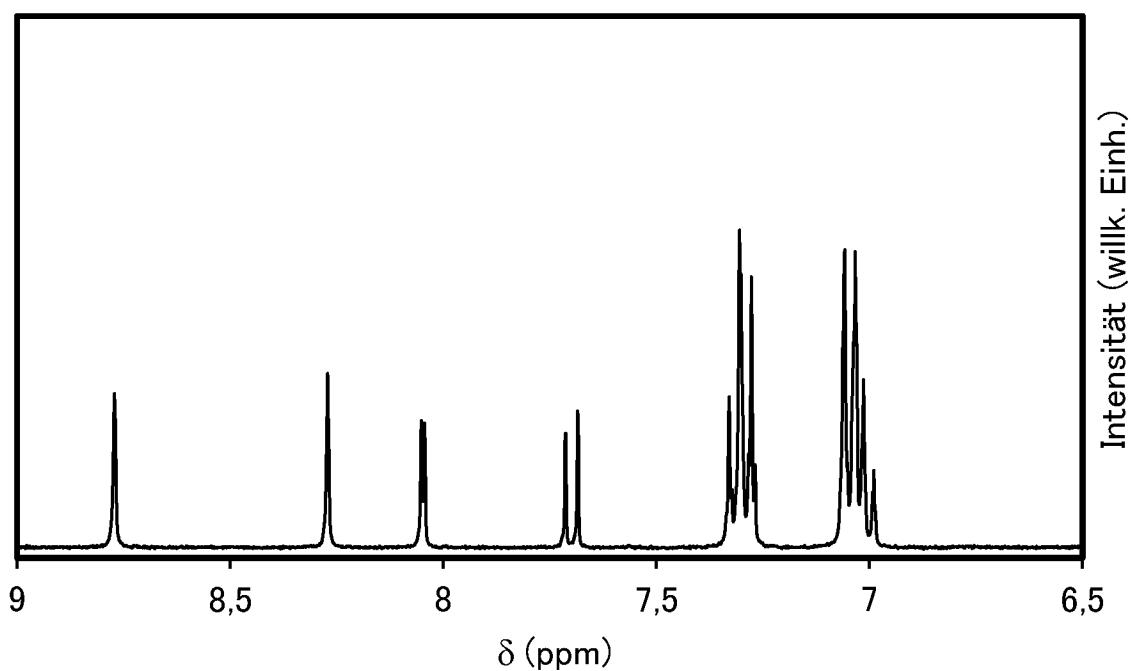


FIG. 20

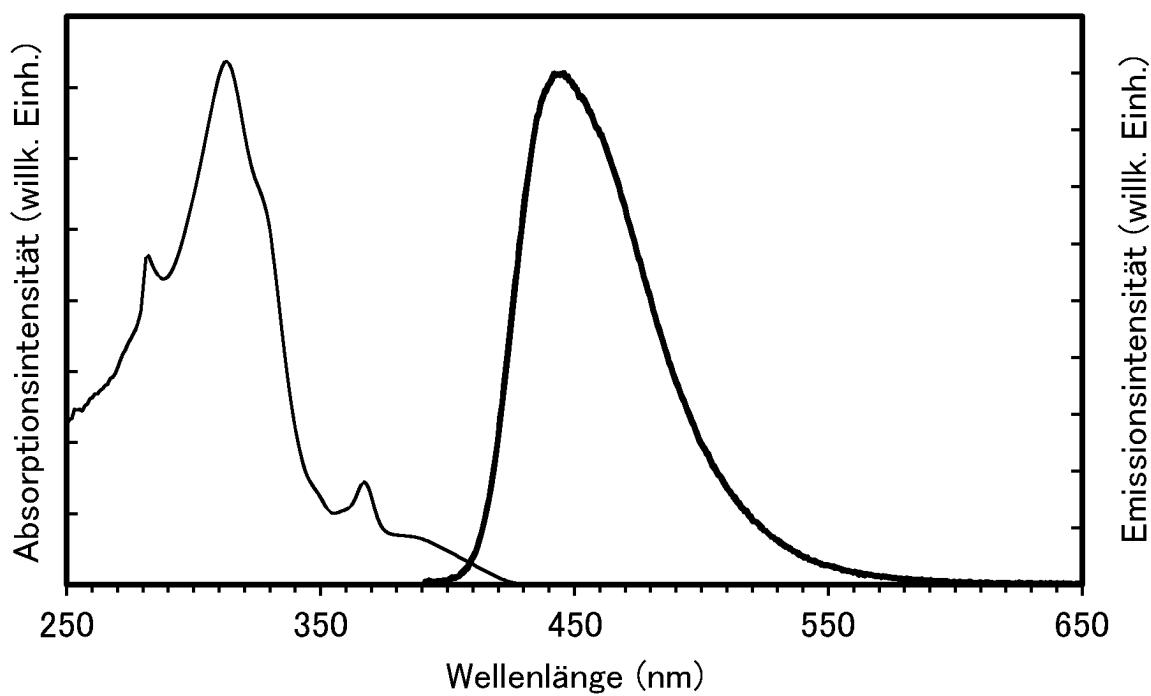


FIG. 21

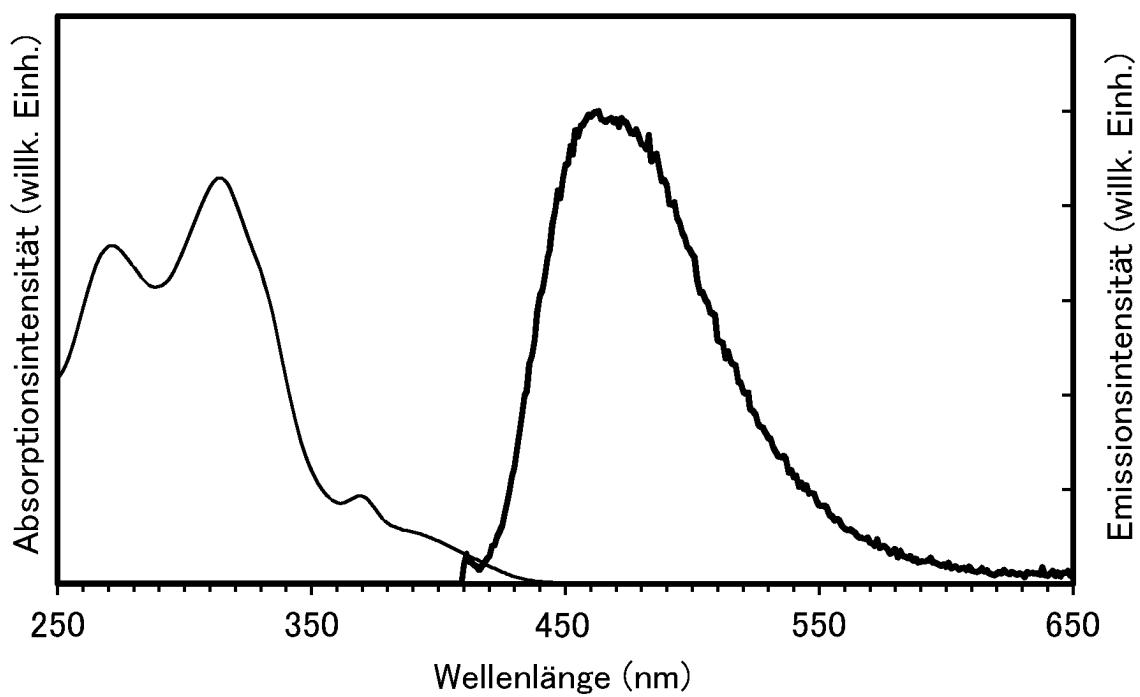


FIG. 22

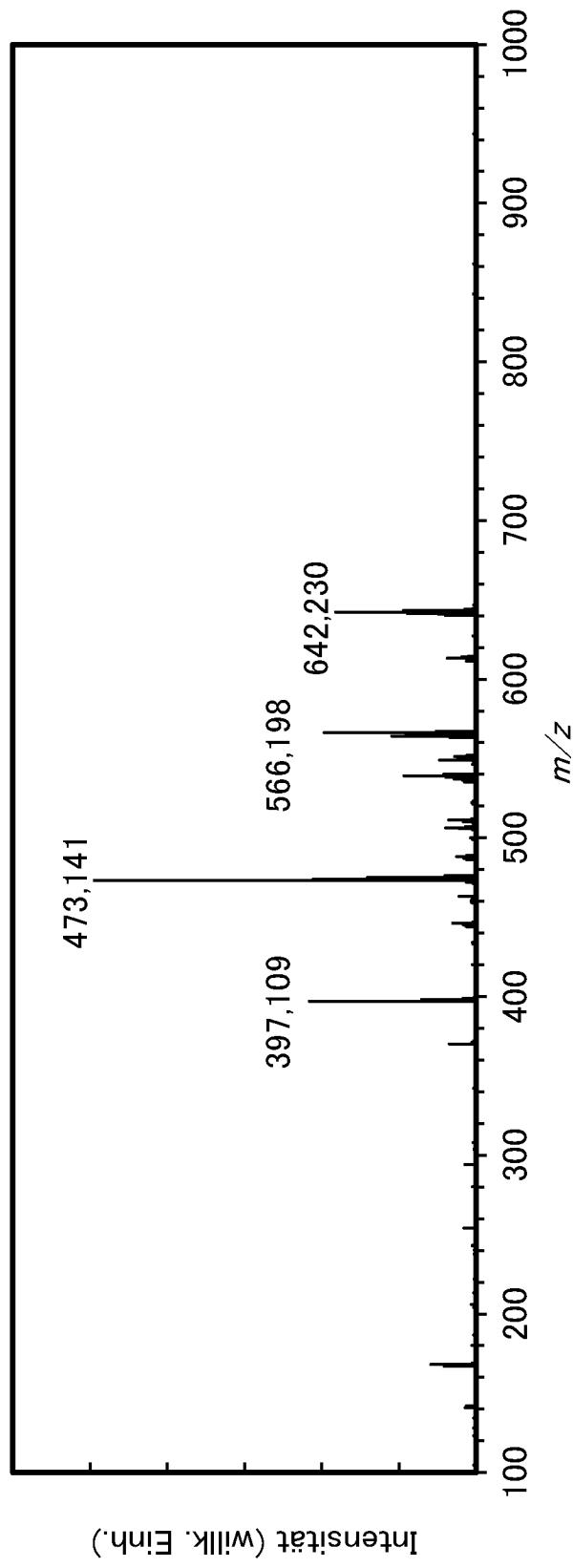


FIG. 23A

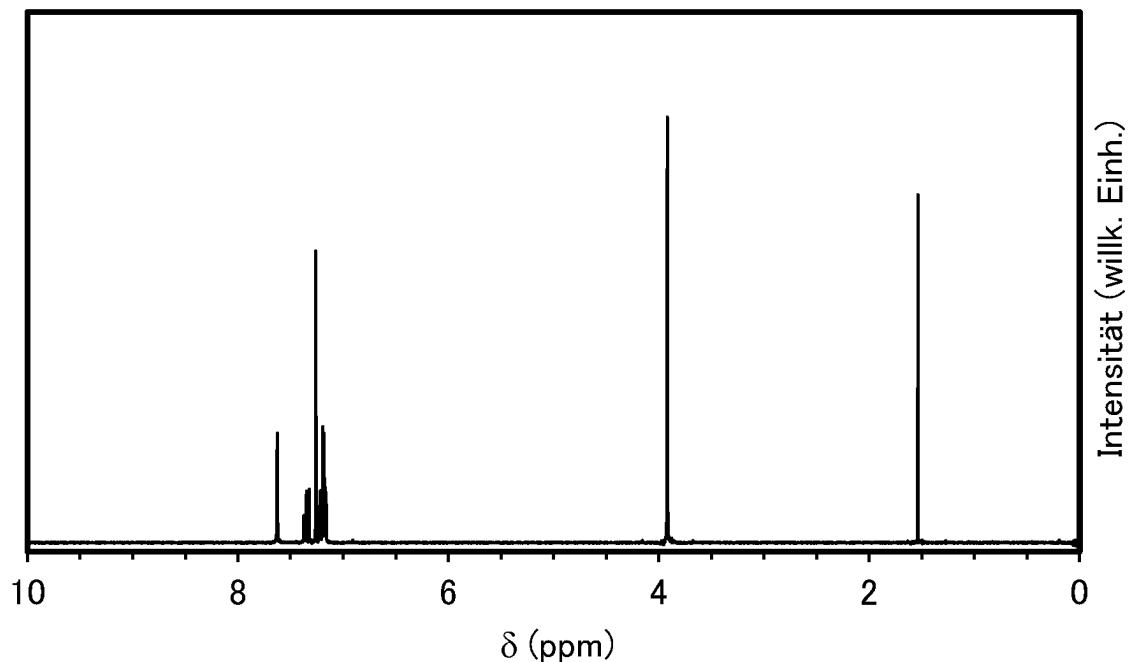


FIG. 23B

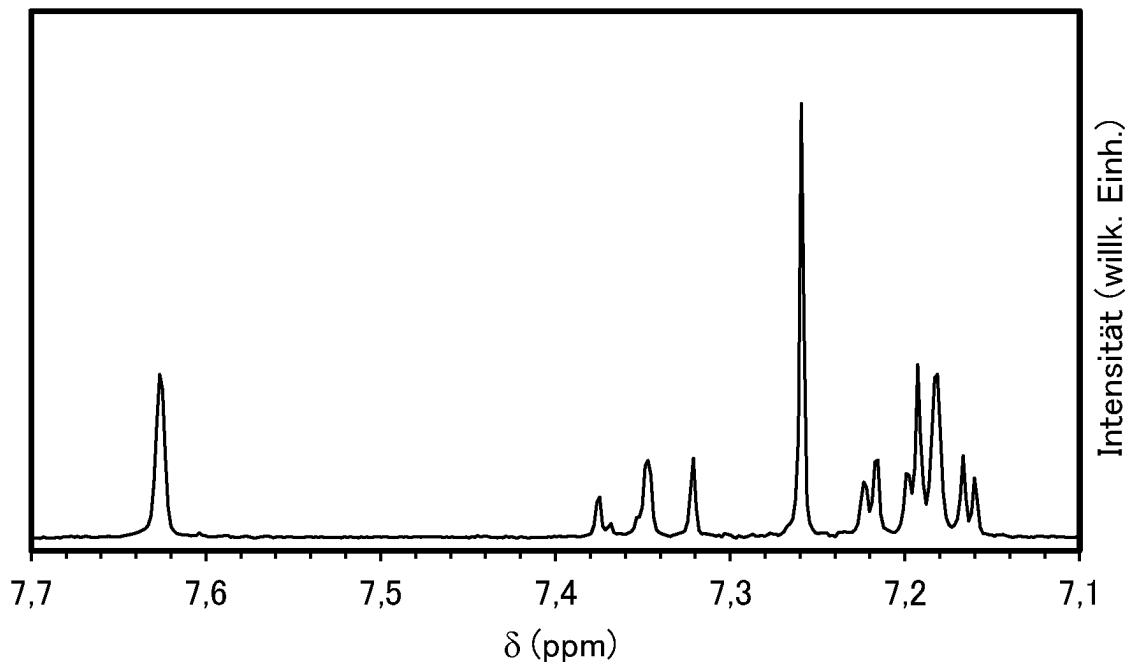


FIG. 24A

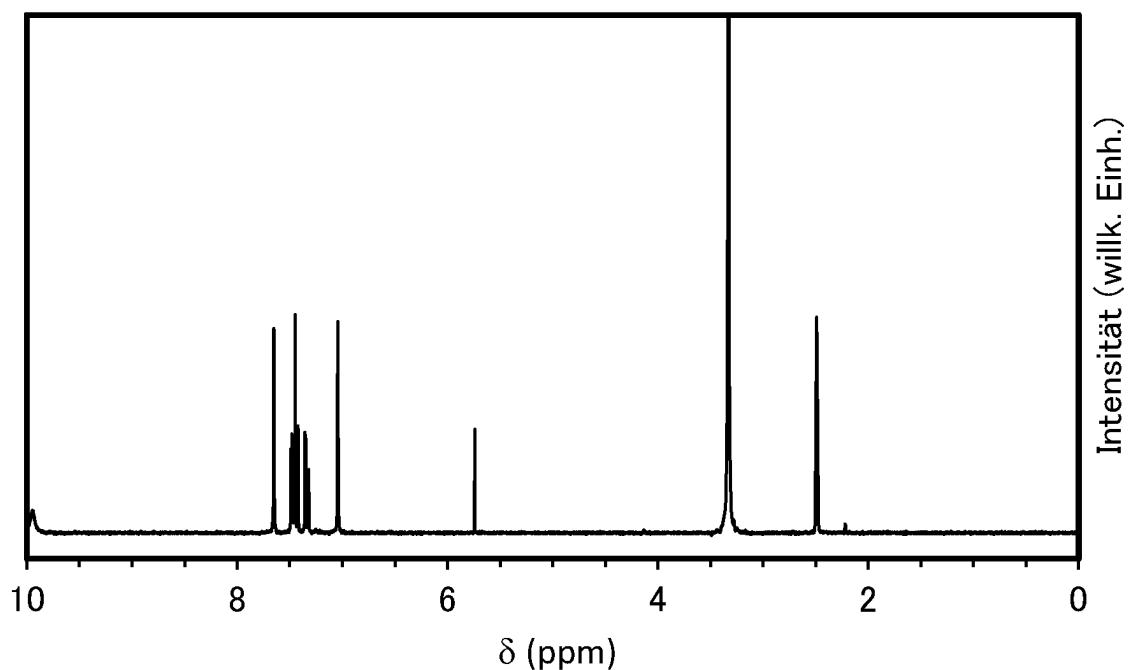


FIG. 24B

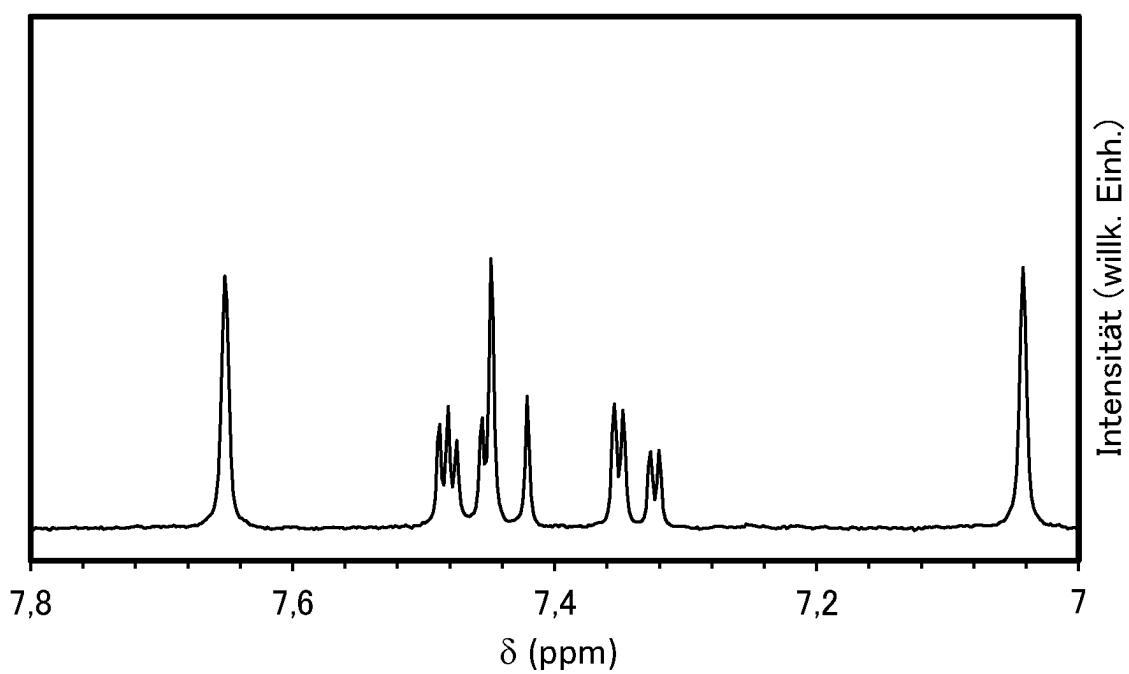


FIG. 25A

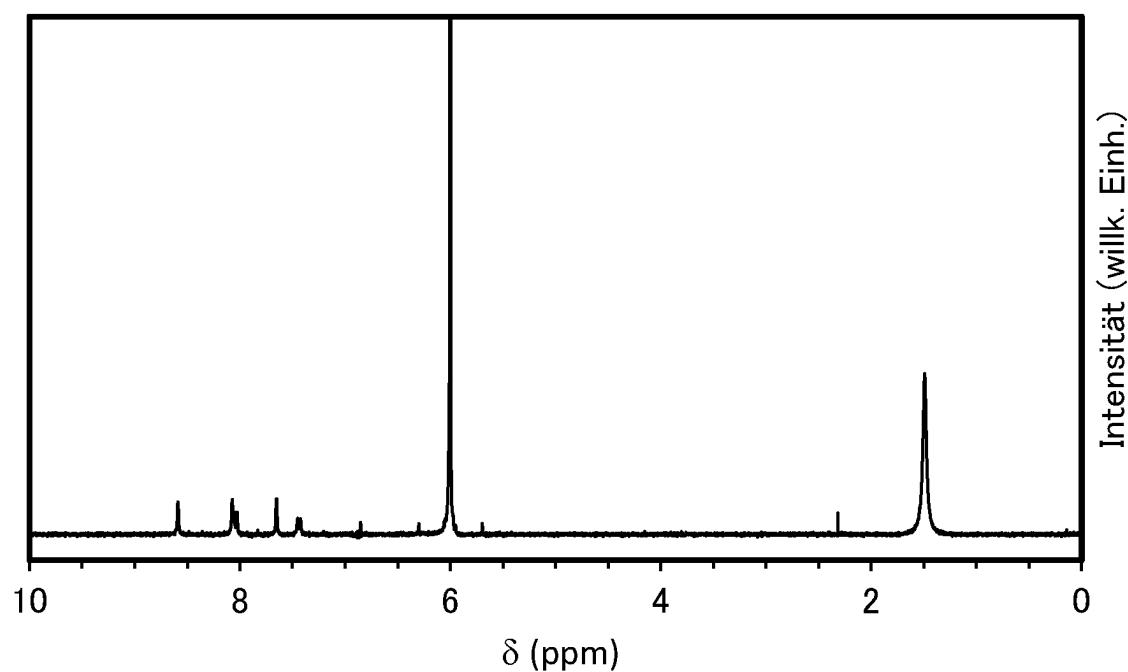


FIG. 25B

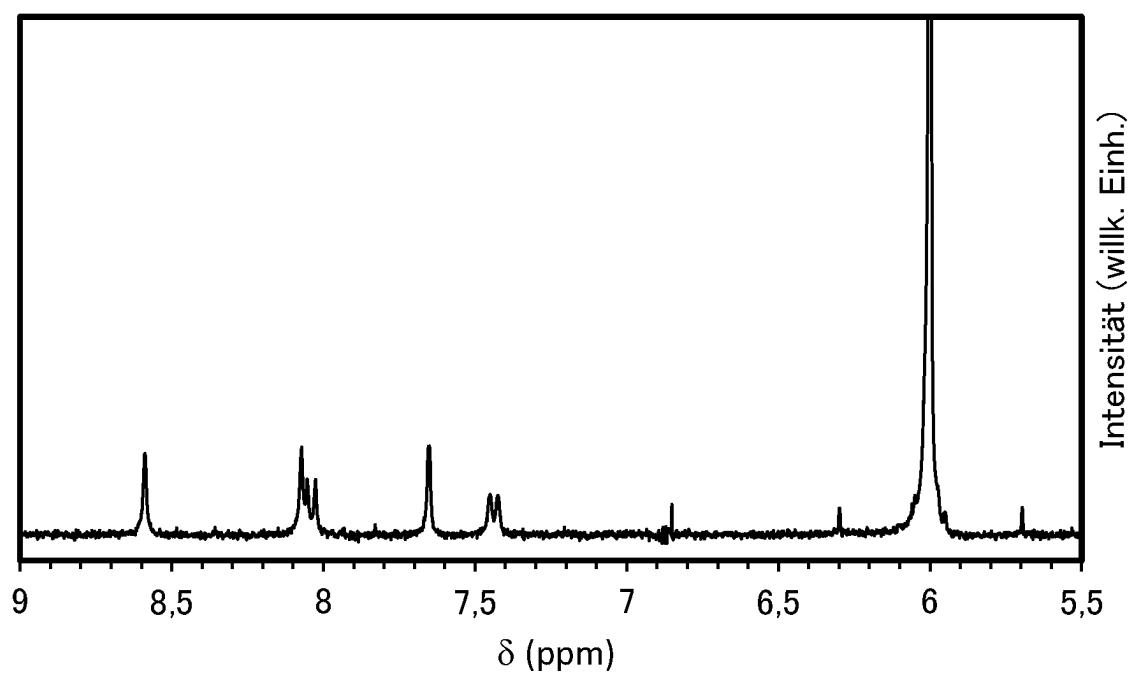


FIG. 26A

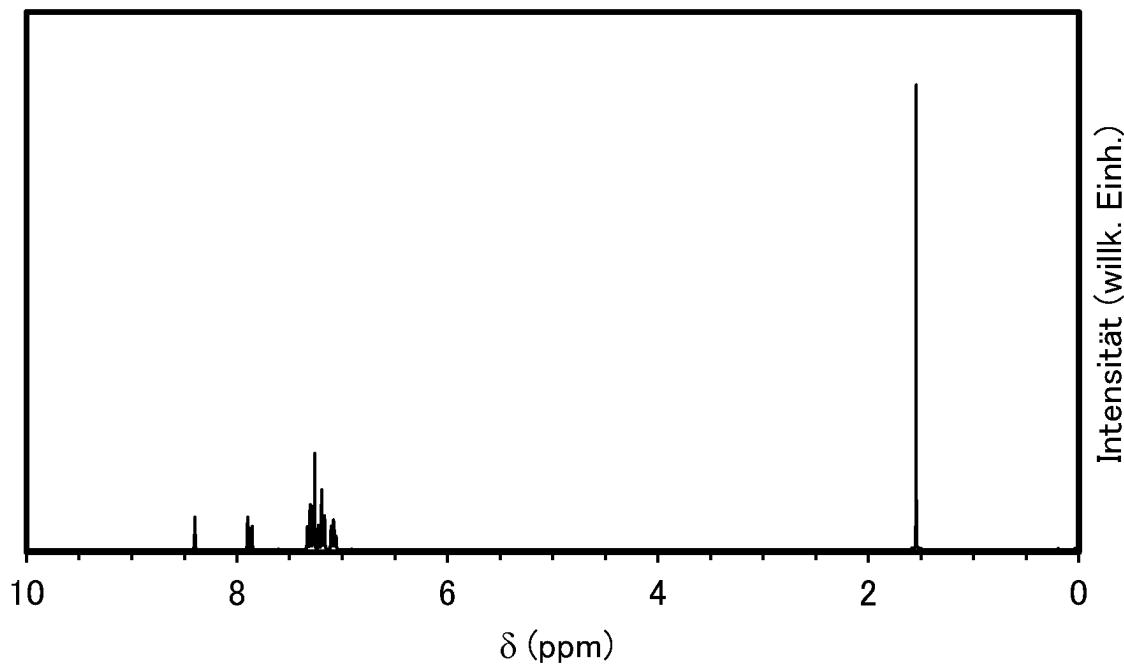


FIG. 26B

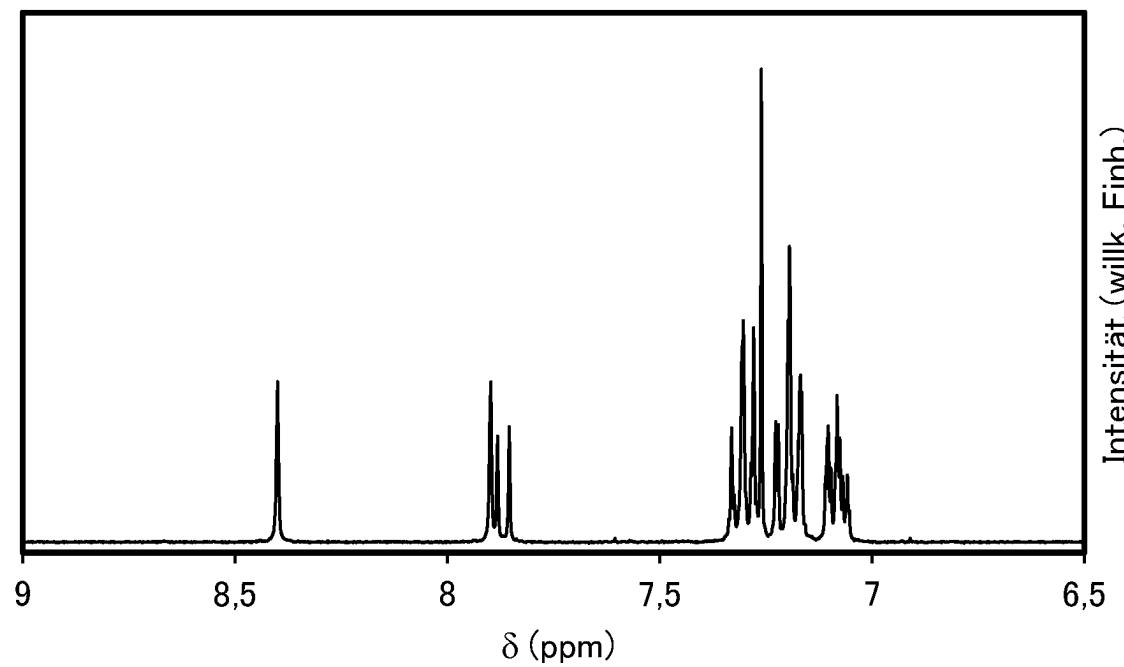


FIG. 27

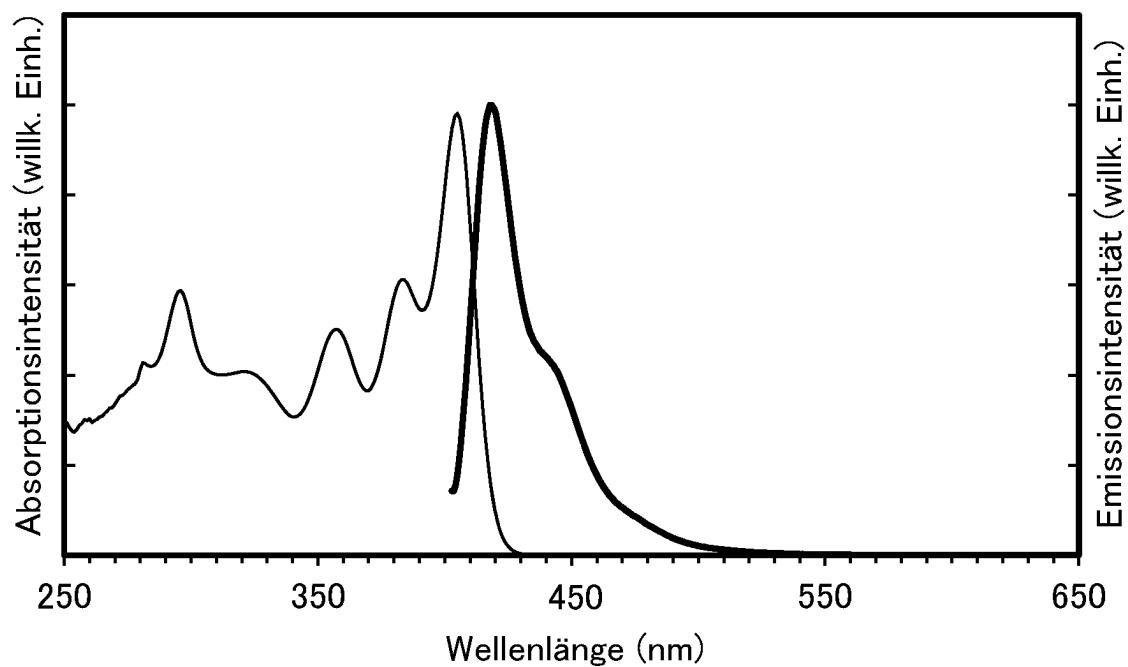


FIG. 28

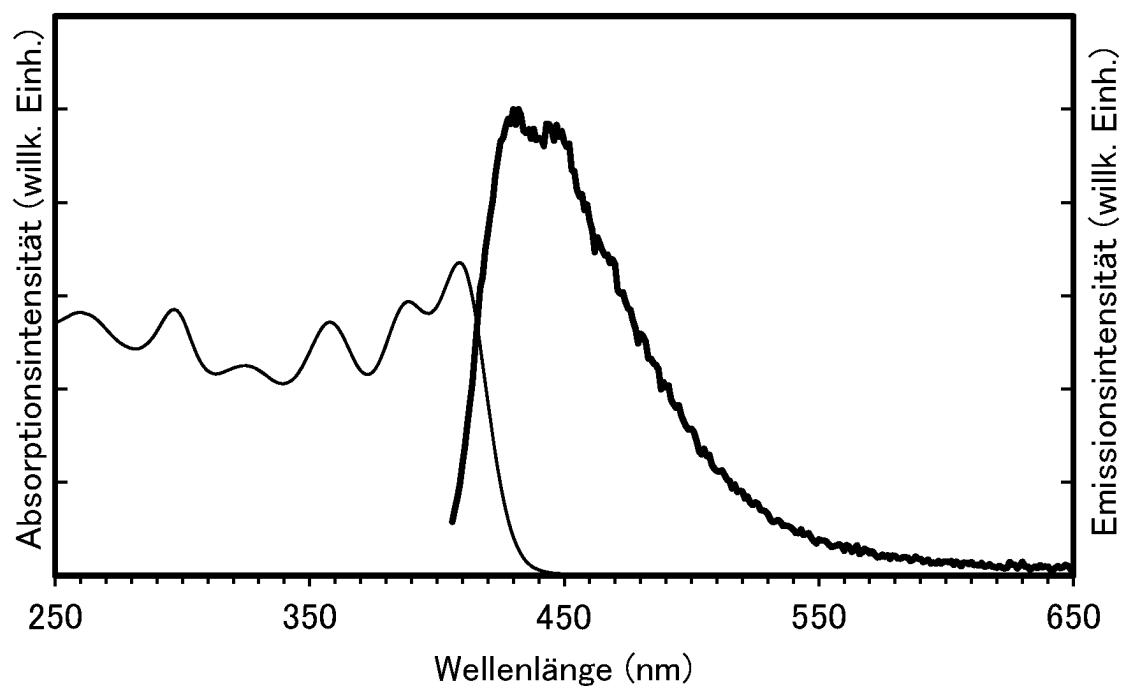


FIG. 29

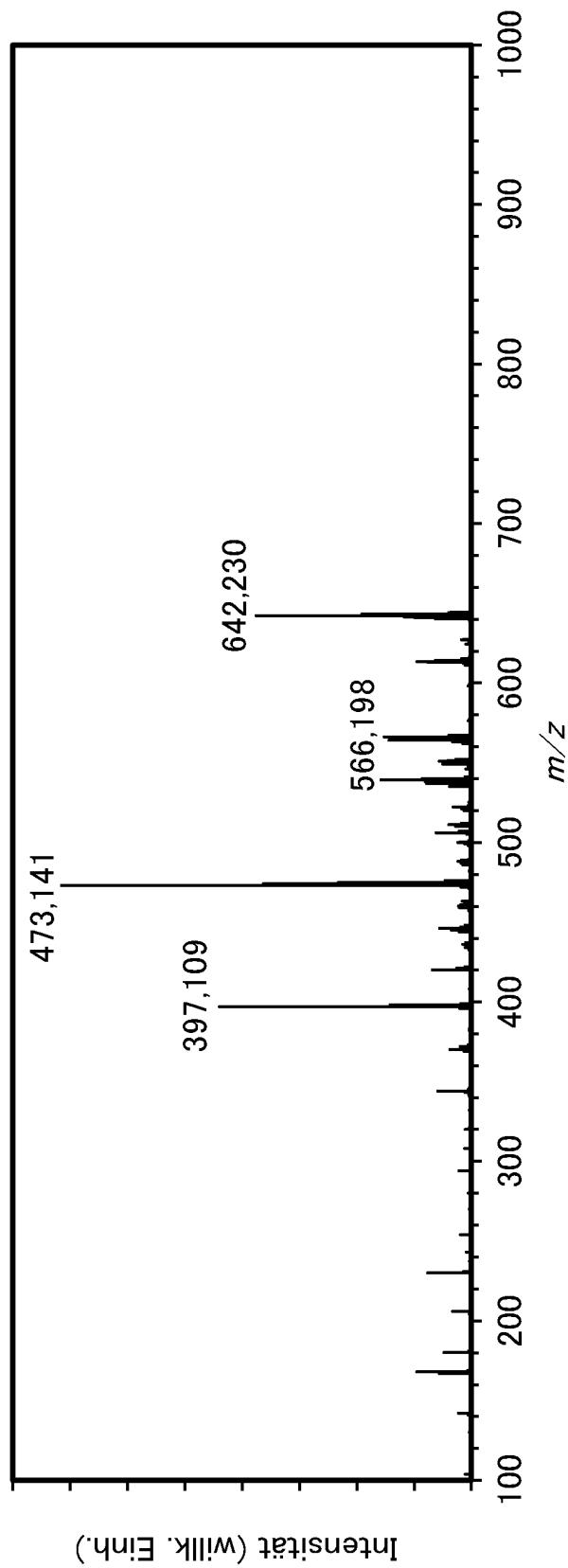


FIG. 30A

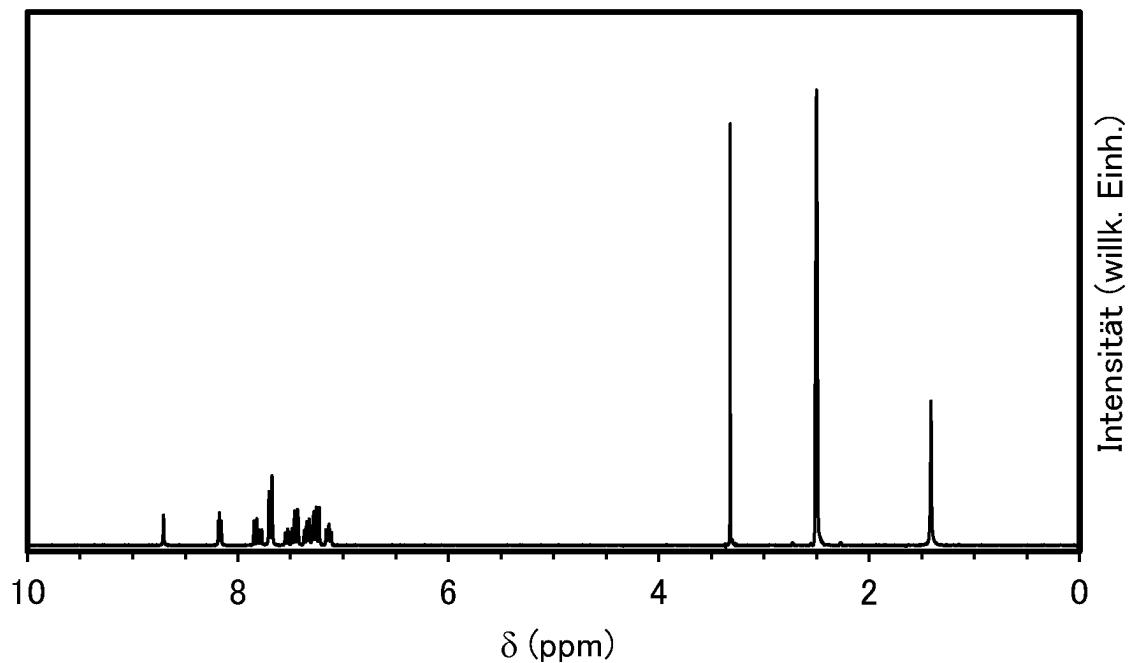


FIG. 30B

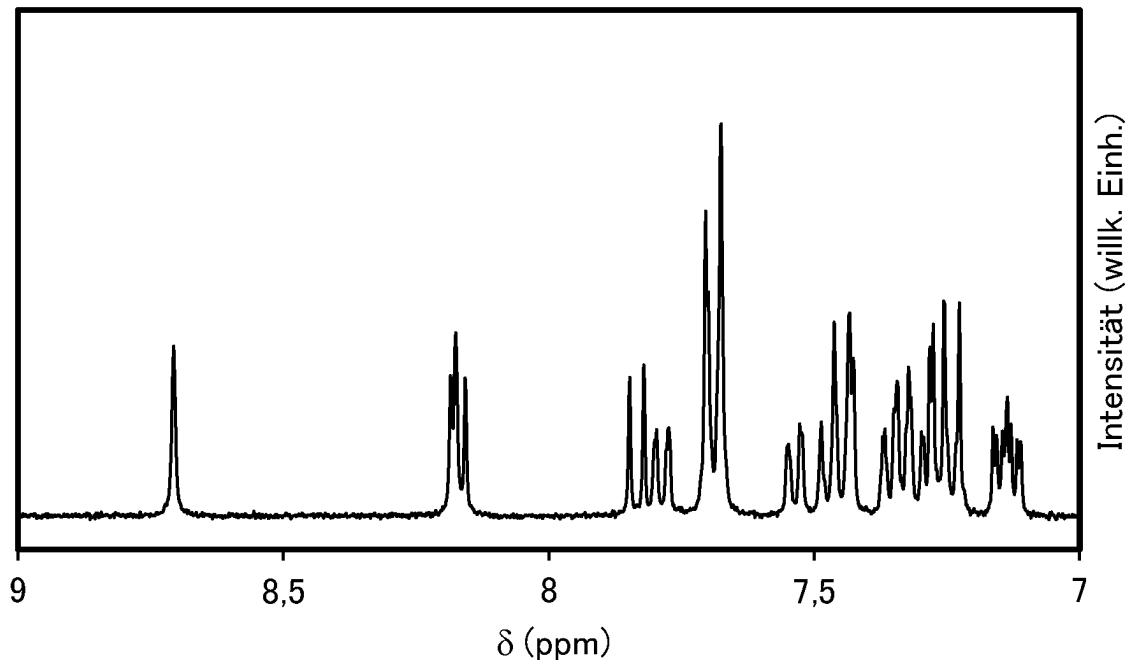


FIG. 31

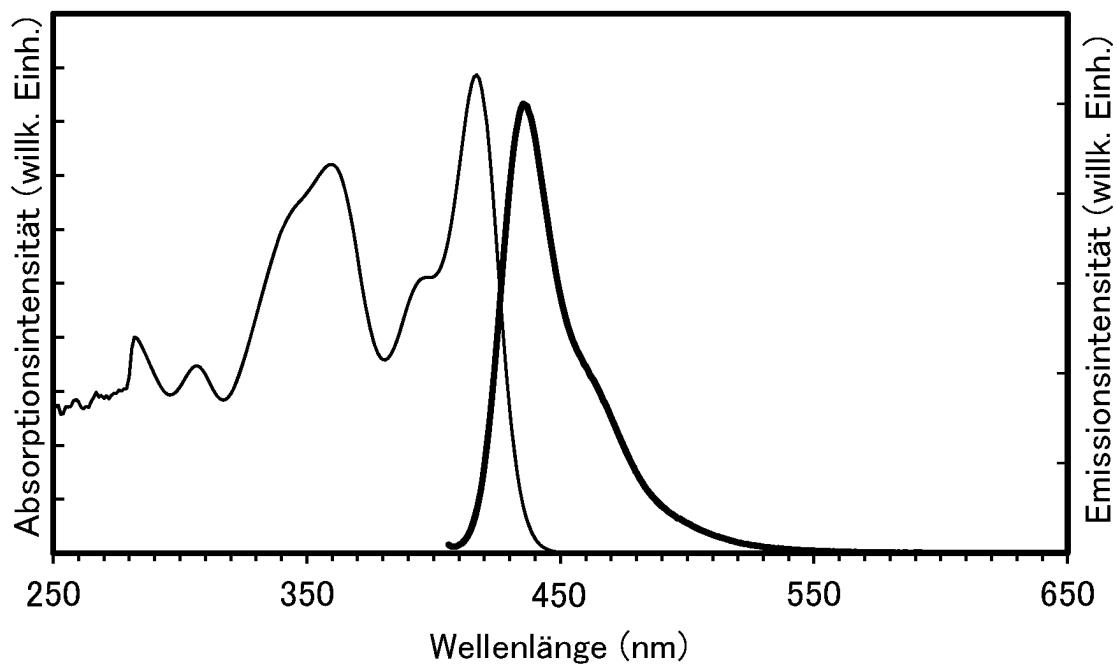


FIG. 32

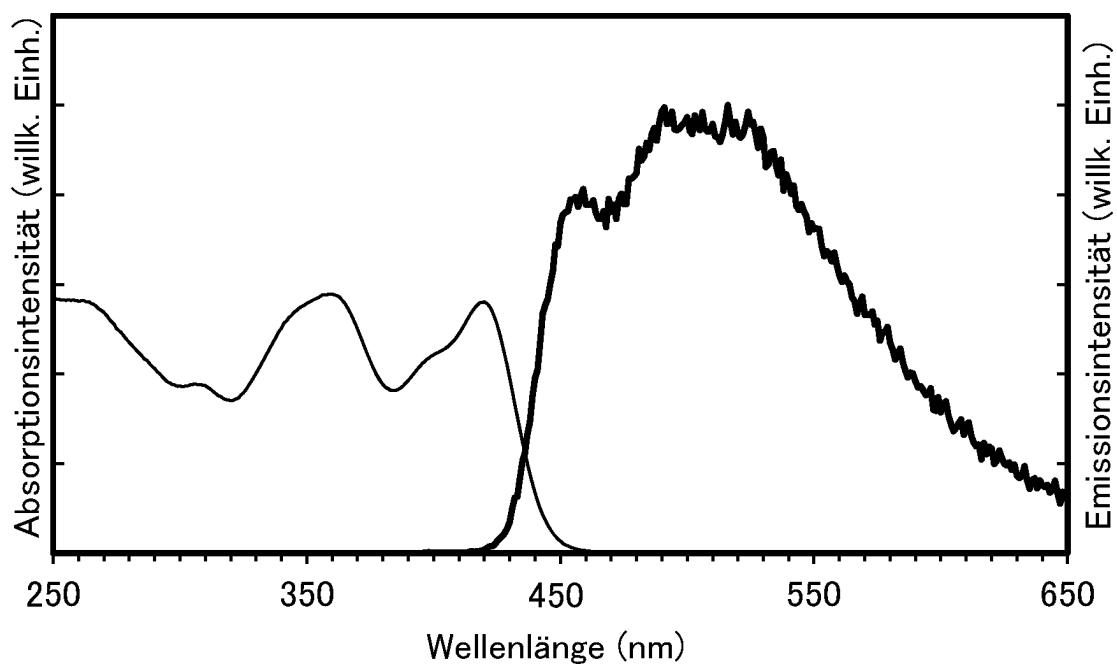


FIG. 33

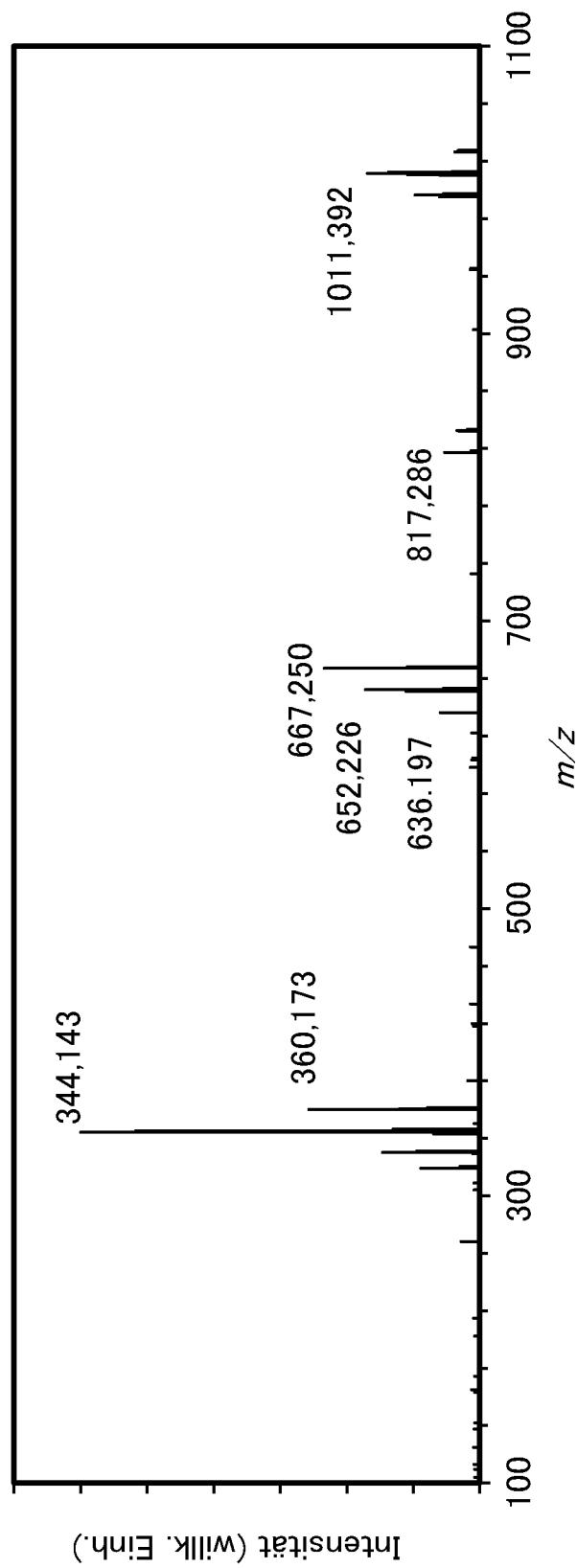


FIG. 34A

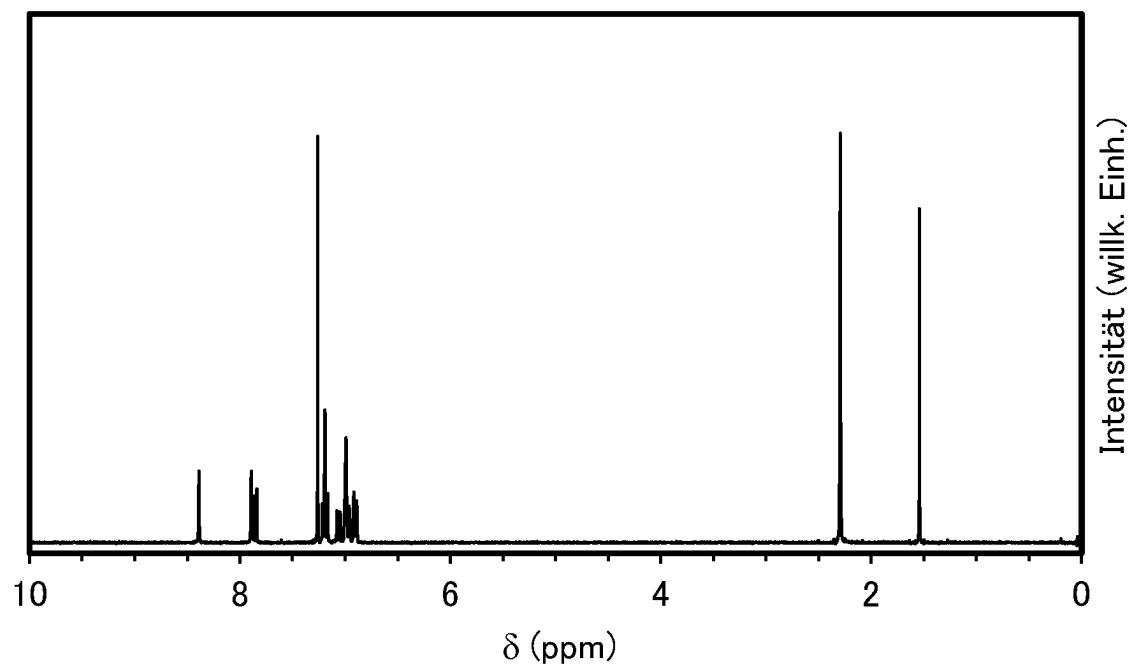


FIG. 34B

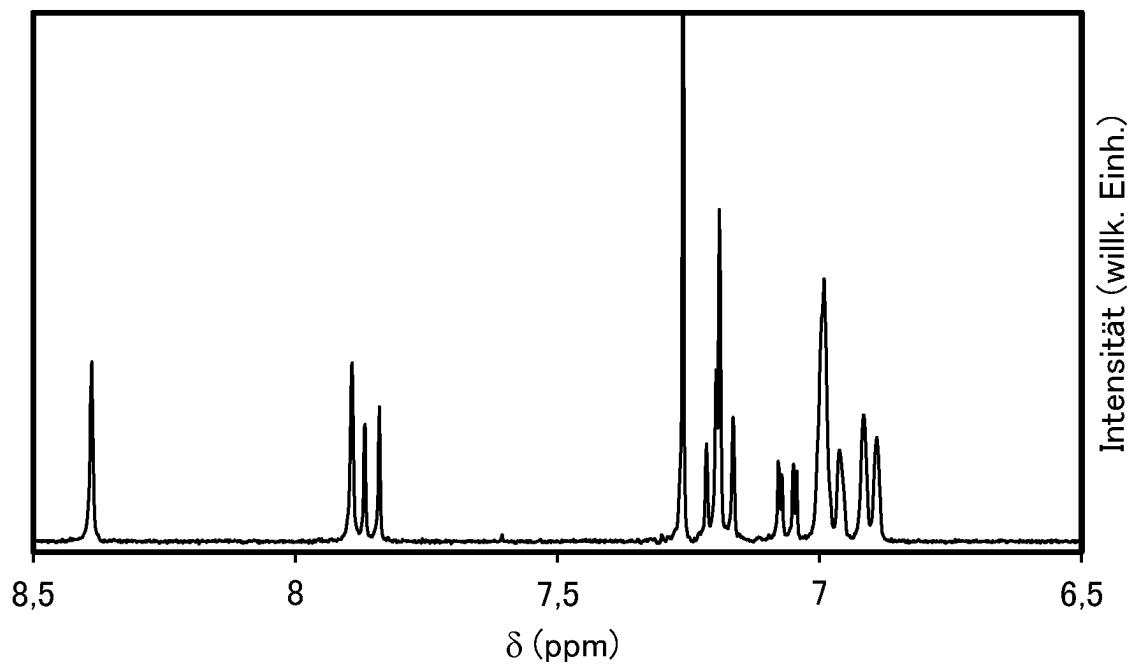


FIG. 35

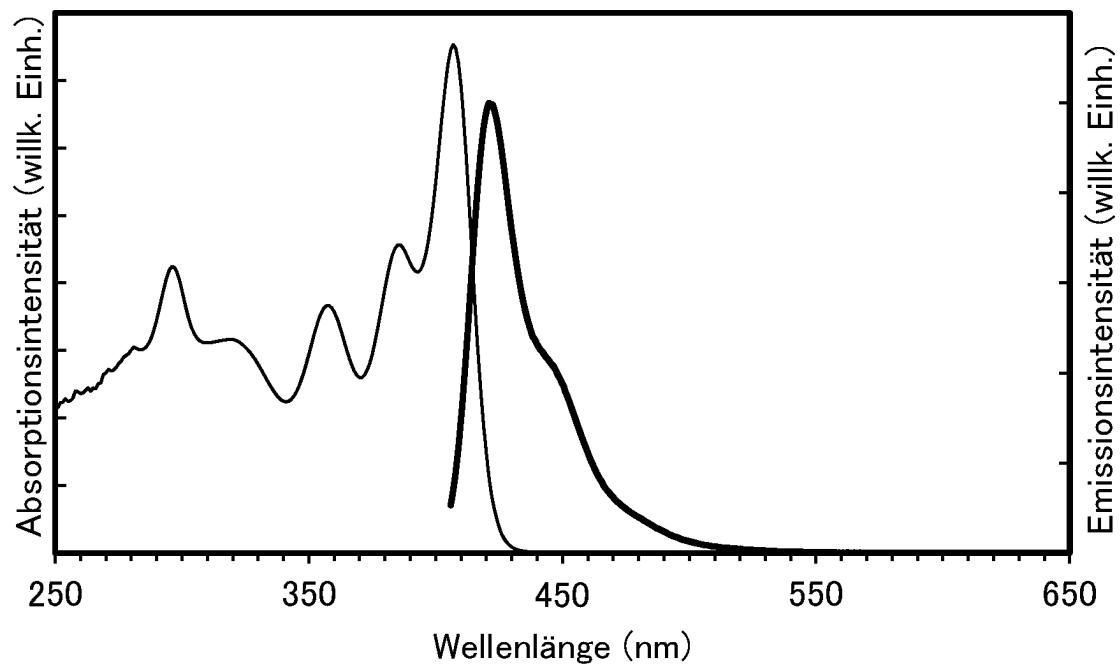


FIG. 36

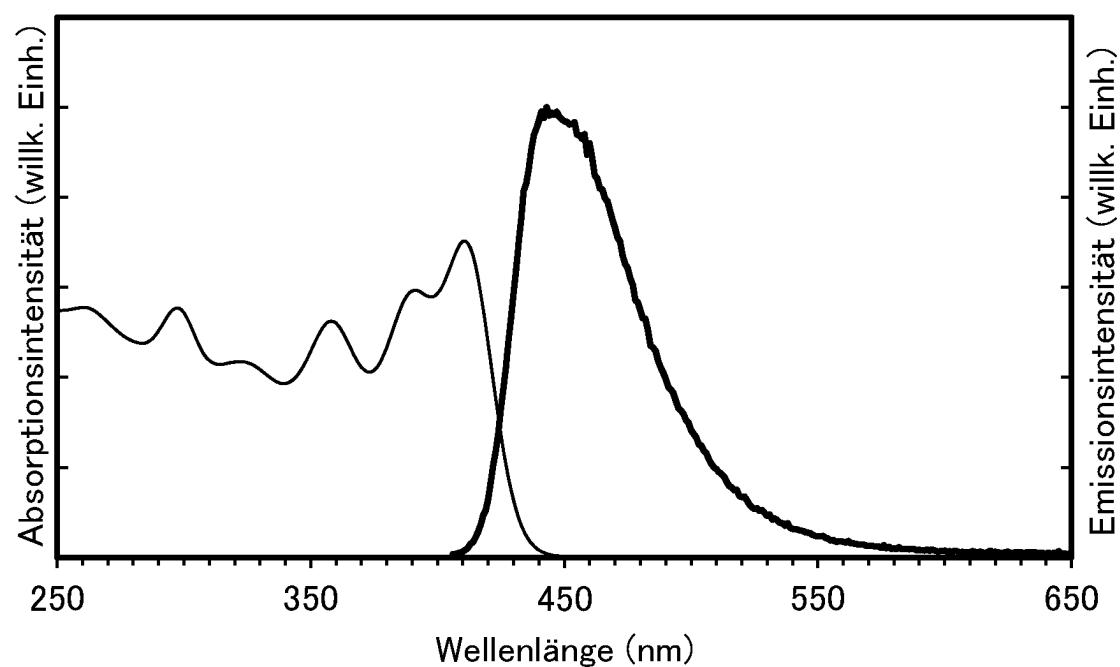


FIG. 37

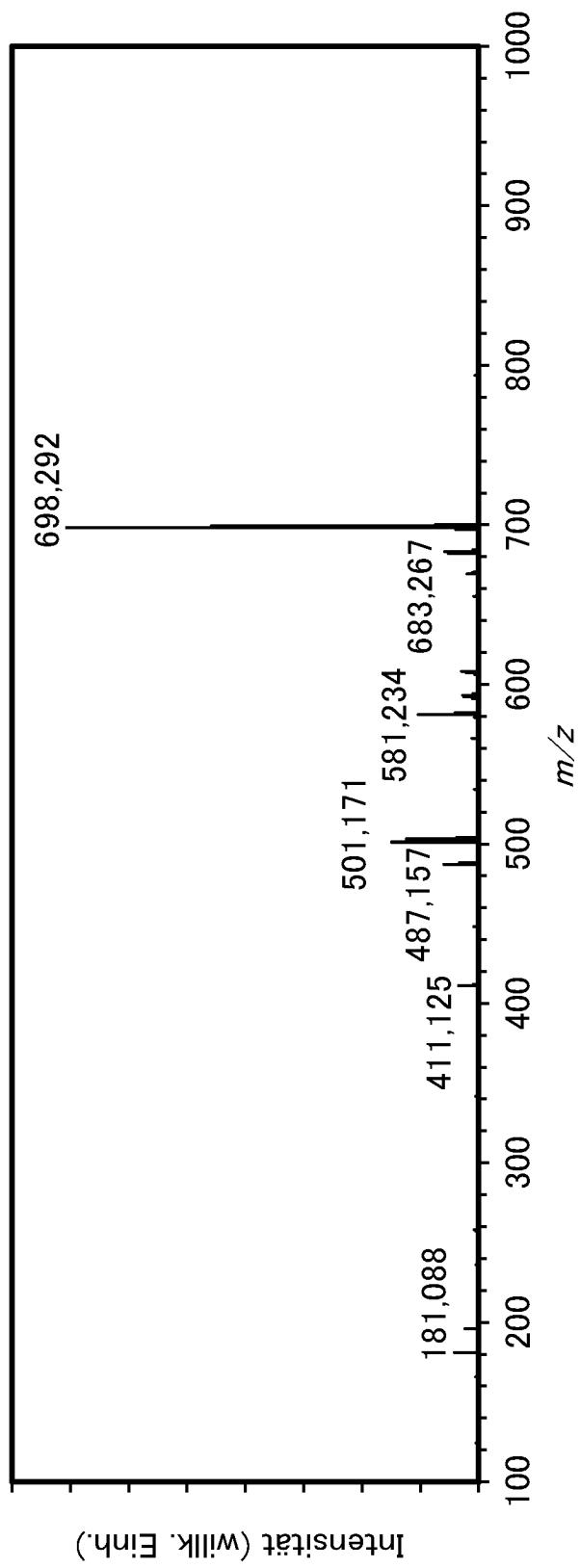


FIG. 38A

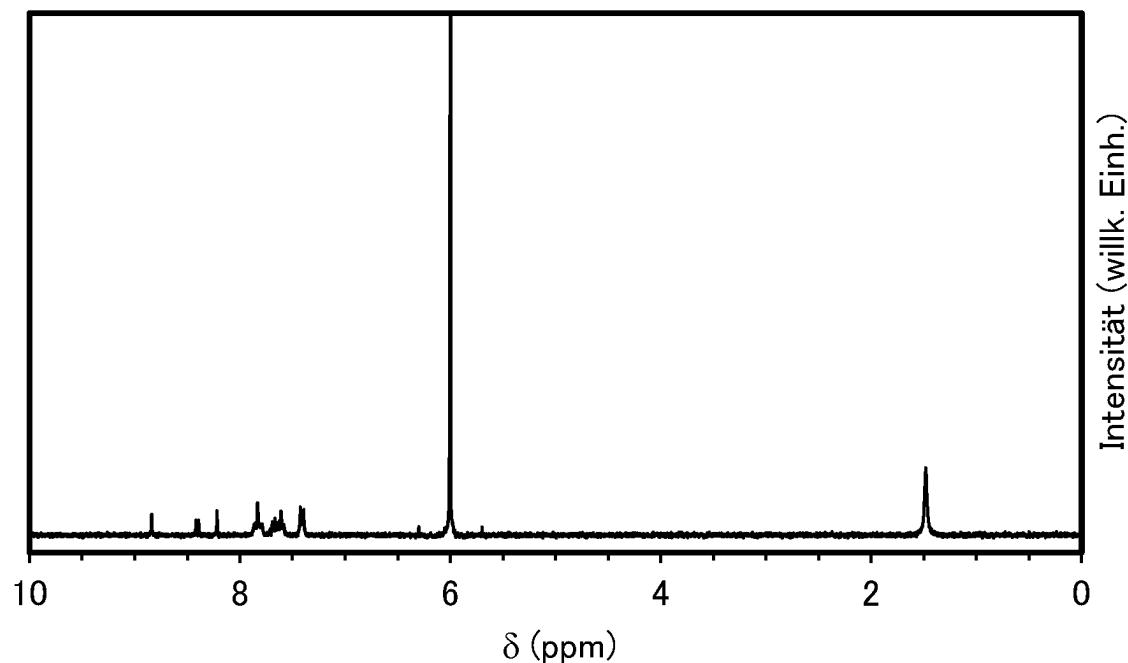


FIG. 38B

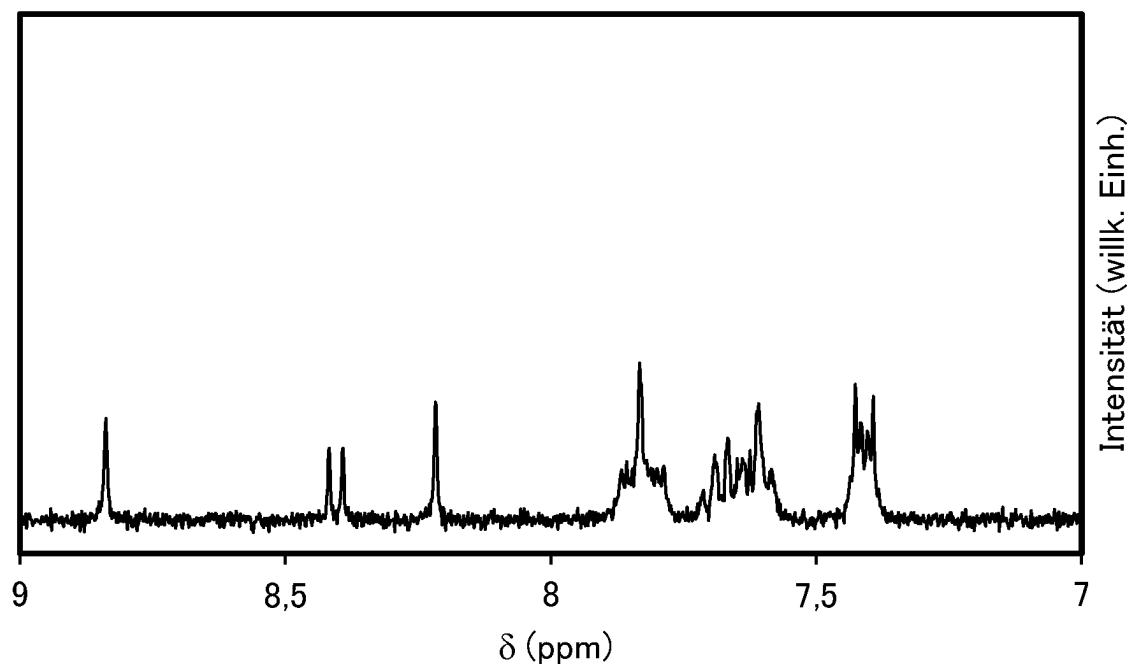


FIG. 39

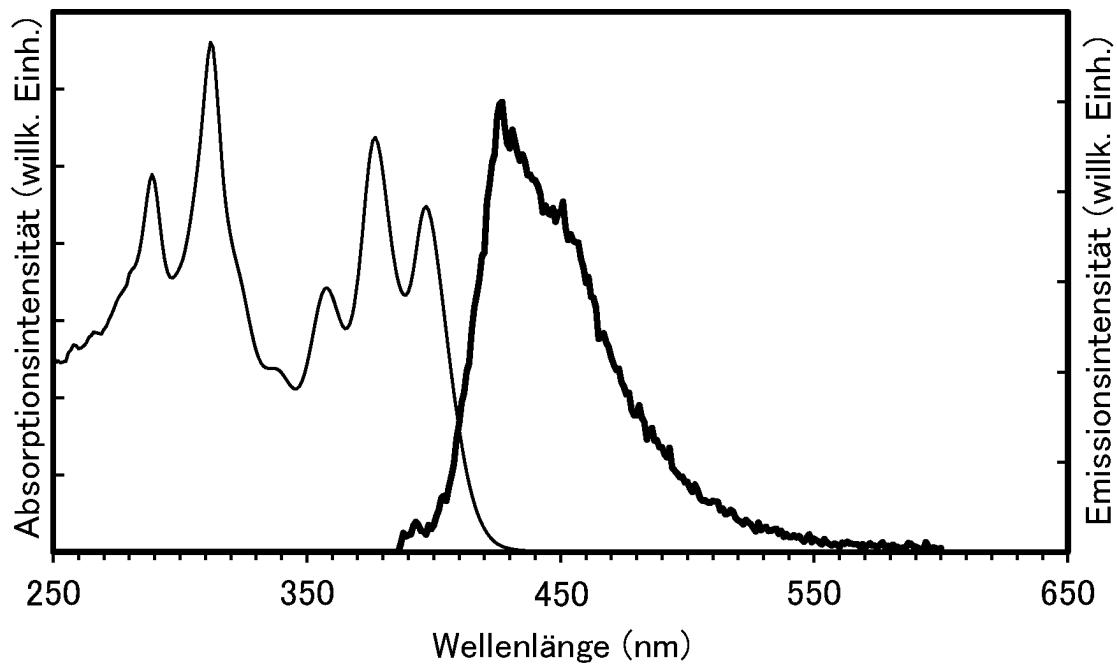


FIG. 40

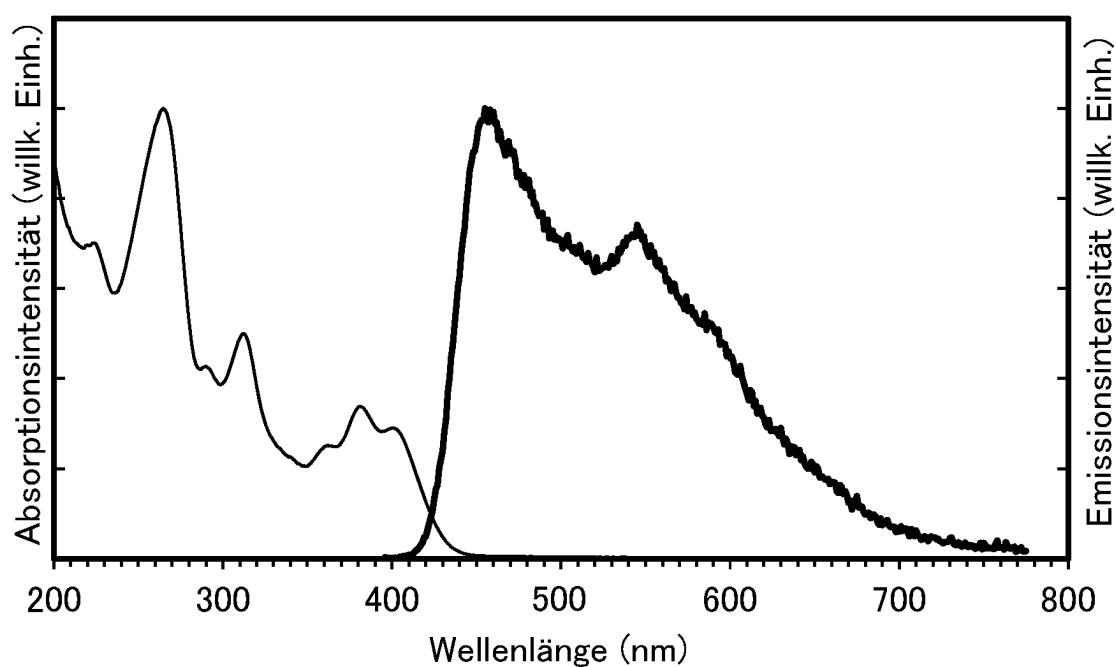


FIG. 41

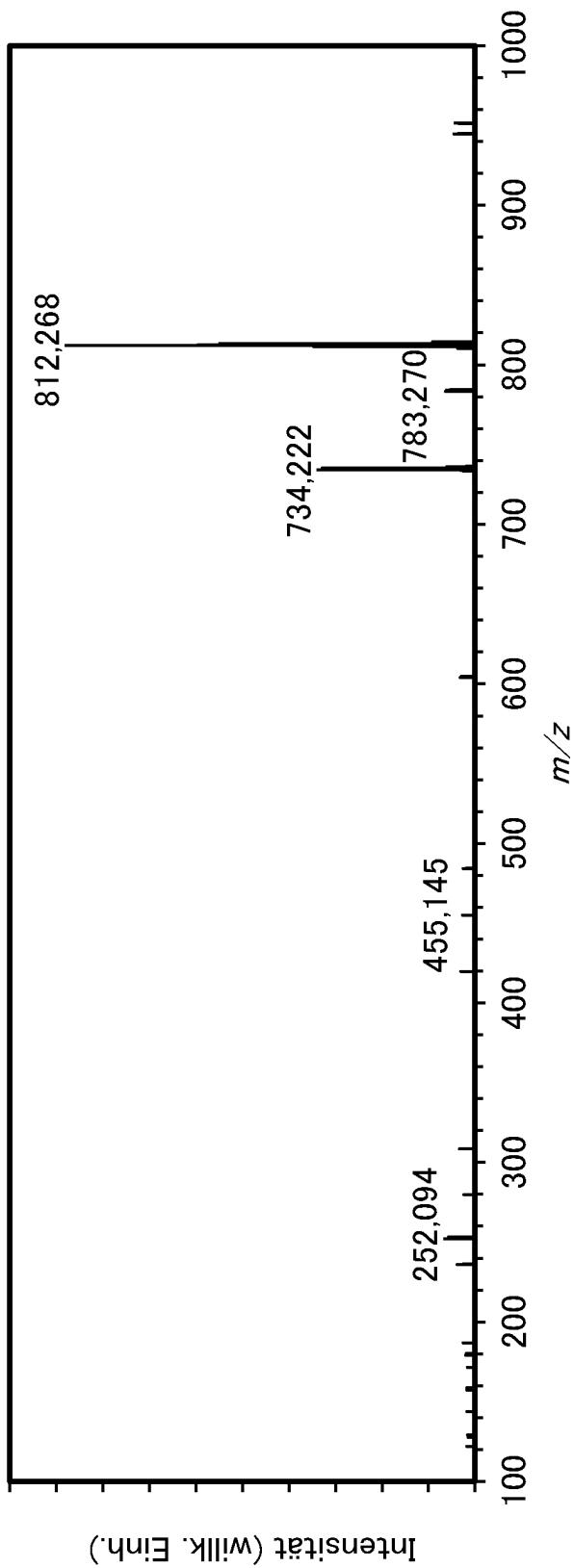


FIG. 42

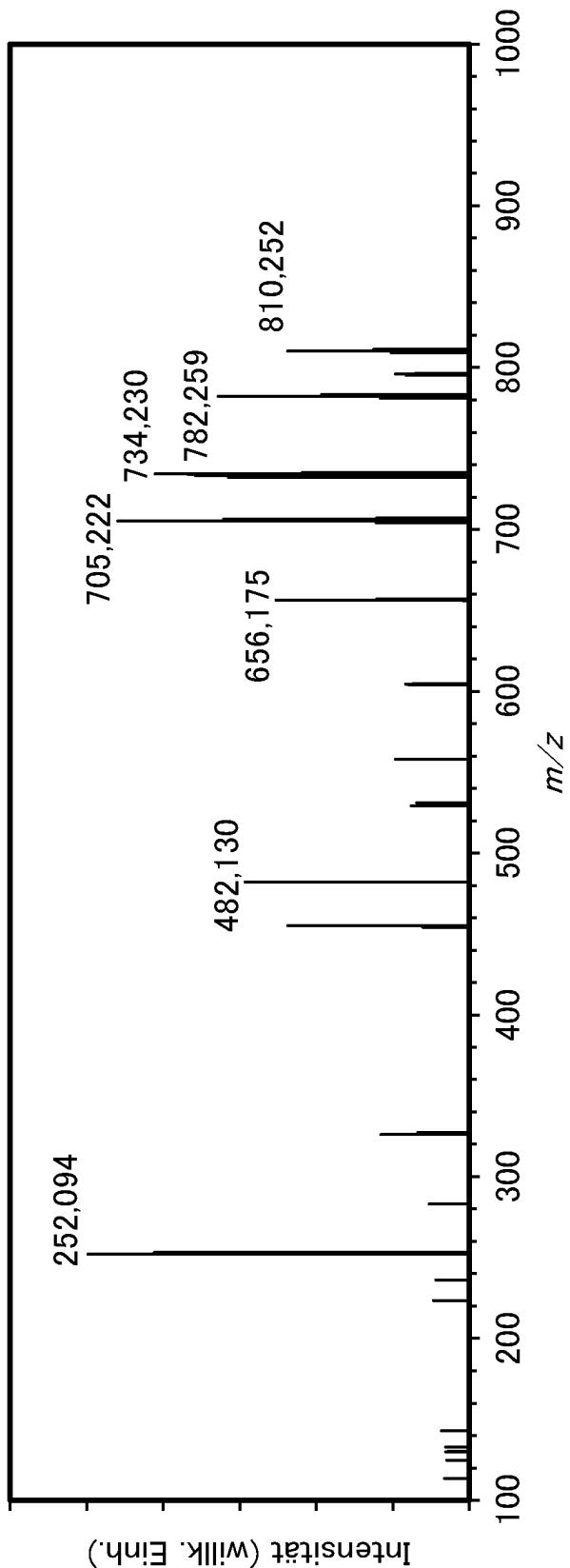


FIG. 43A

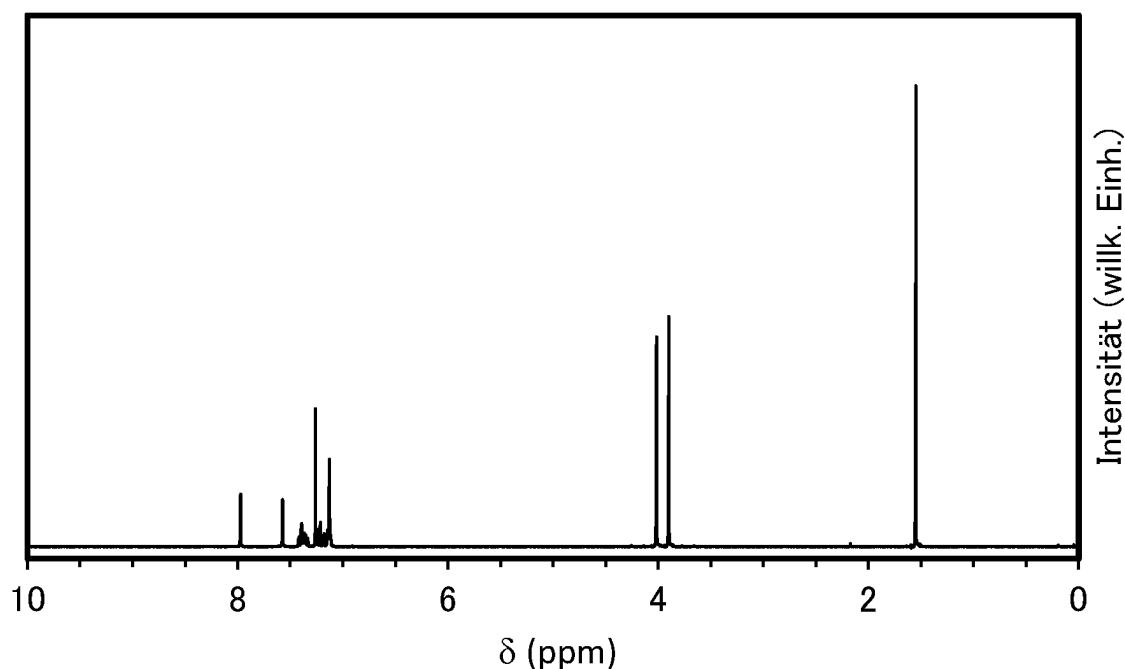


FIG. 43B

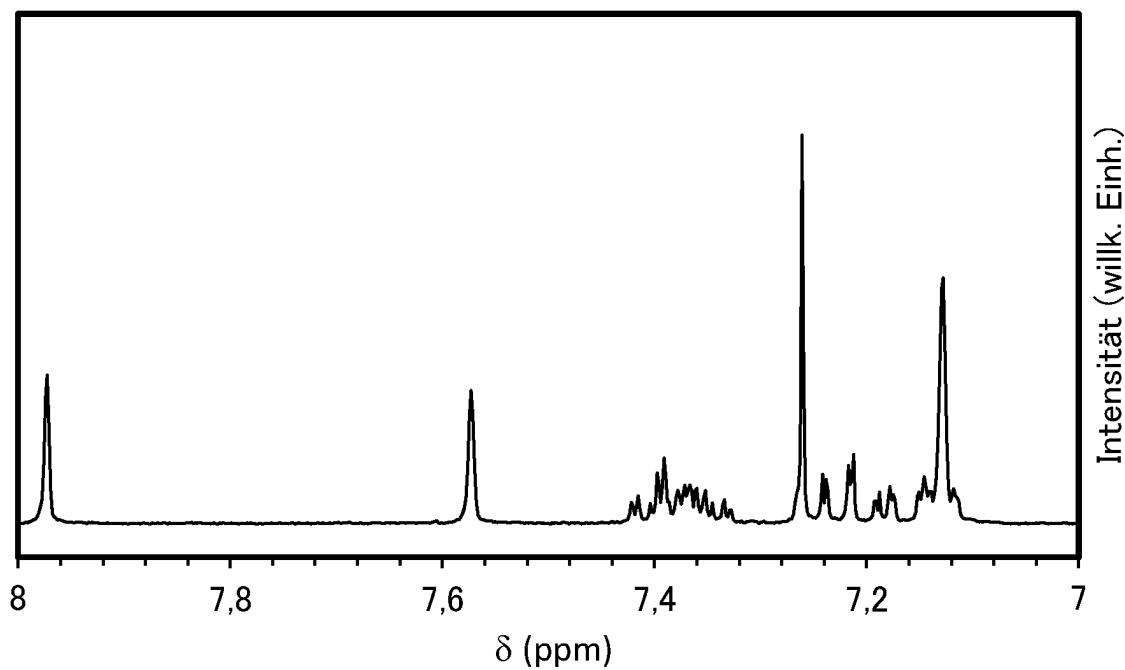


FIG. 44A

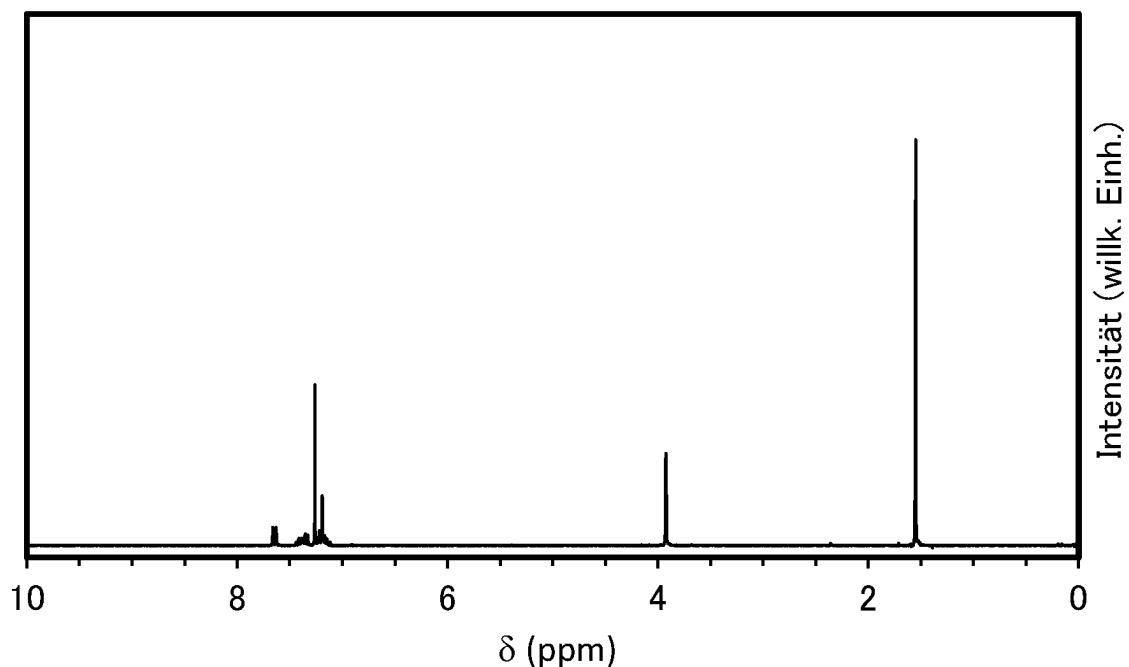


FIG. 44B

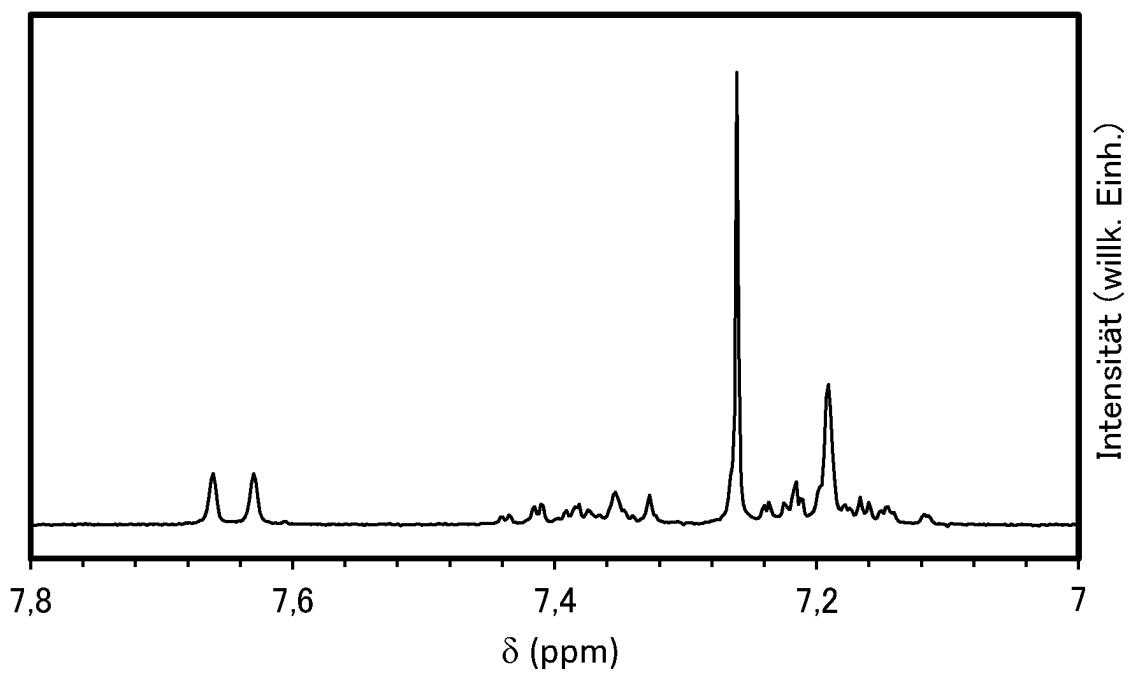


FIG. 45A

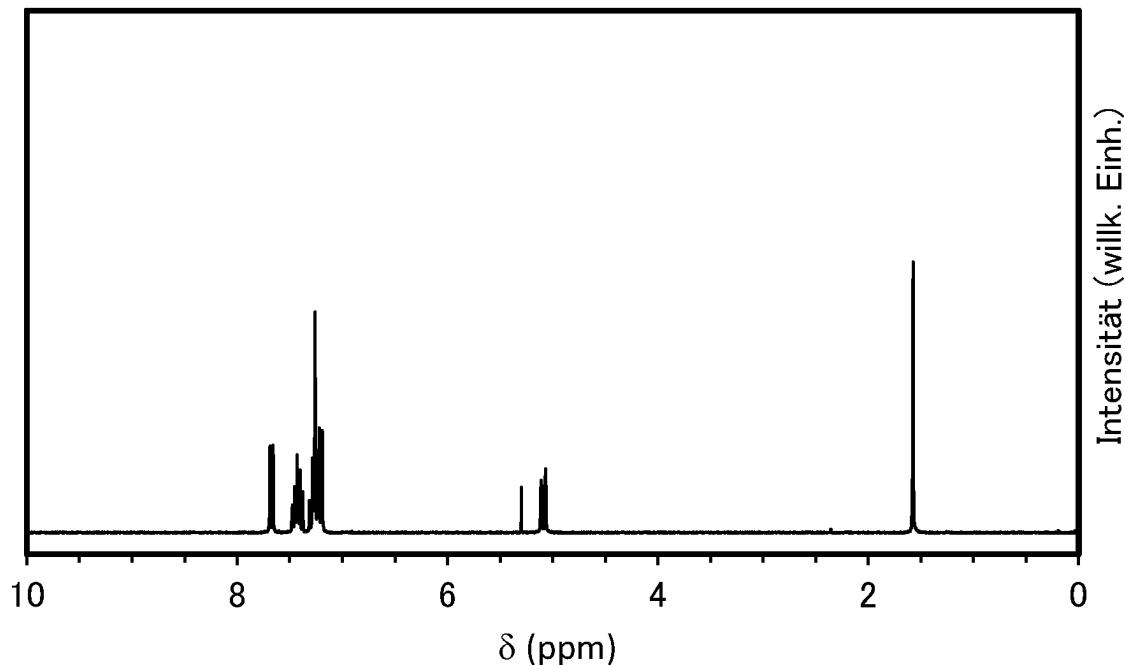


FIG. 45B

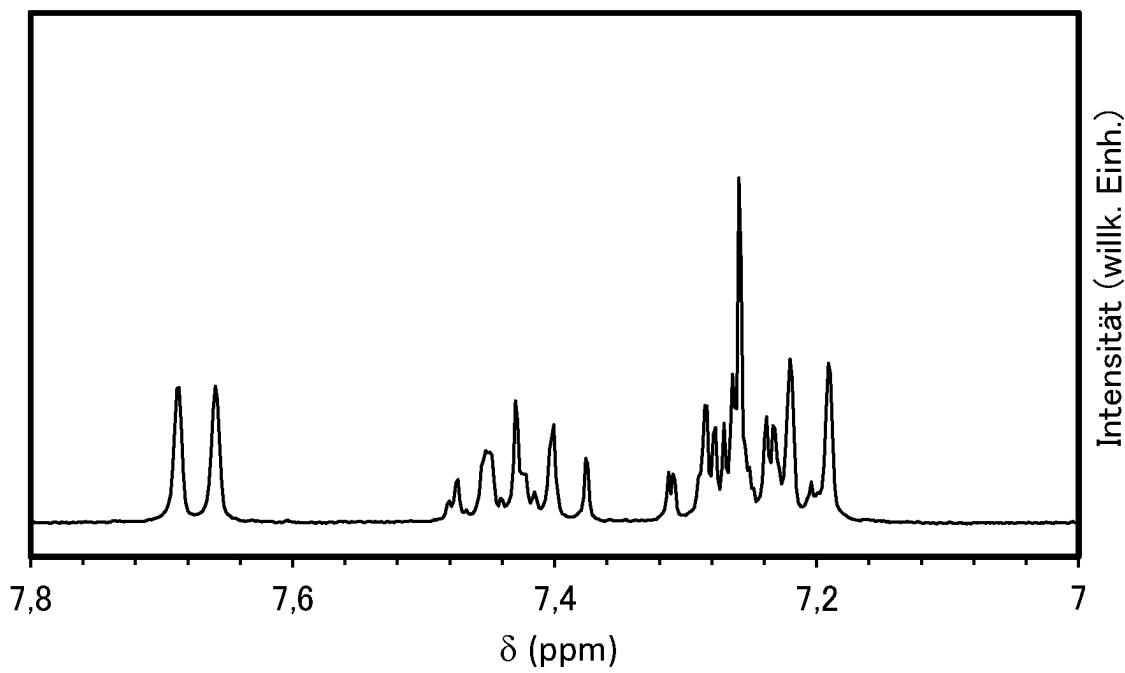


FIG. 46A

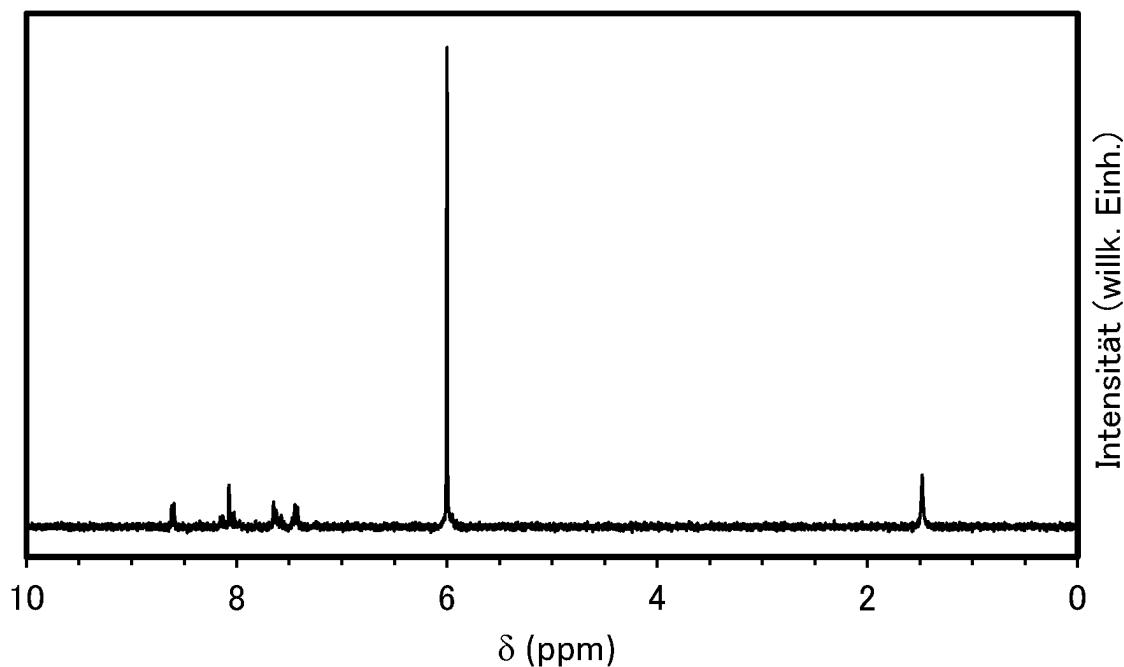


FIG. 46B

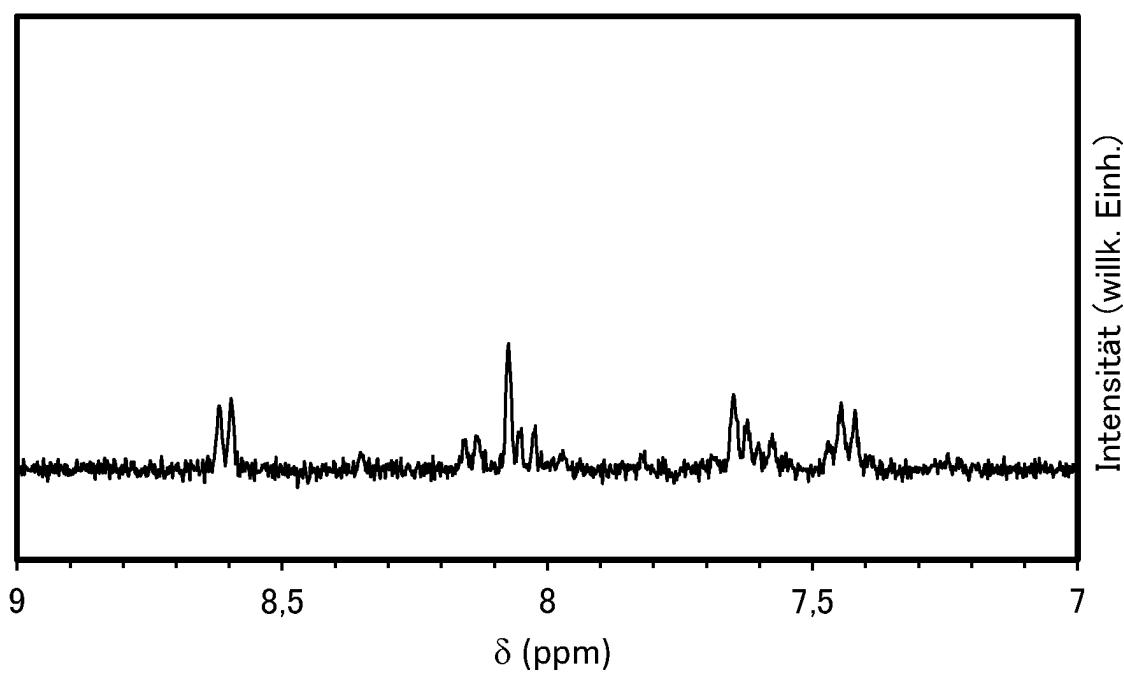


FIG. 47A

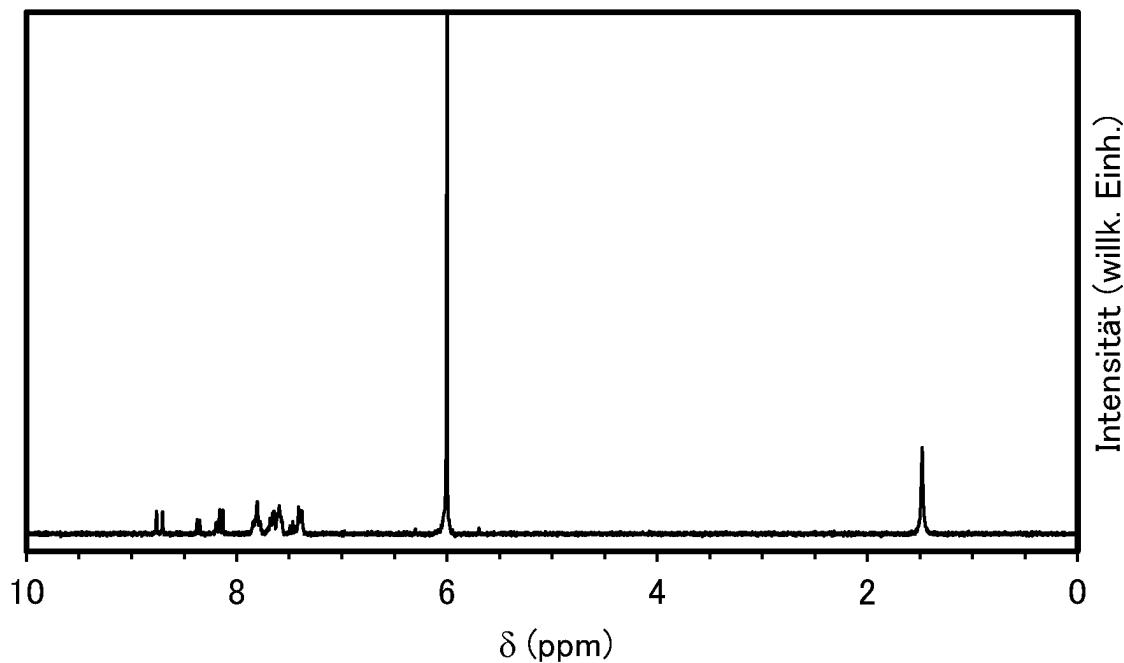


FIG. 47B

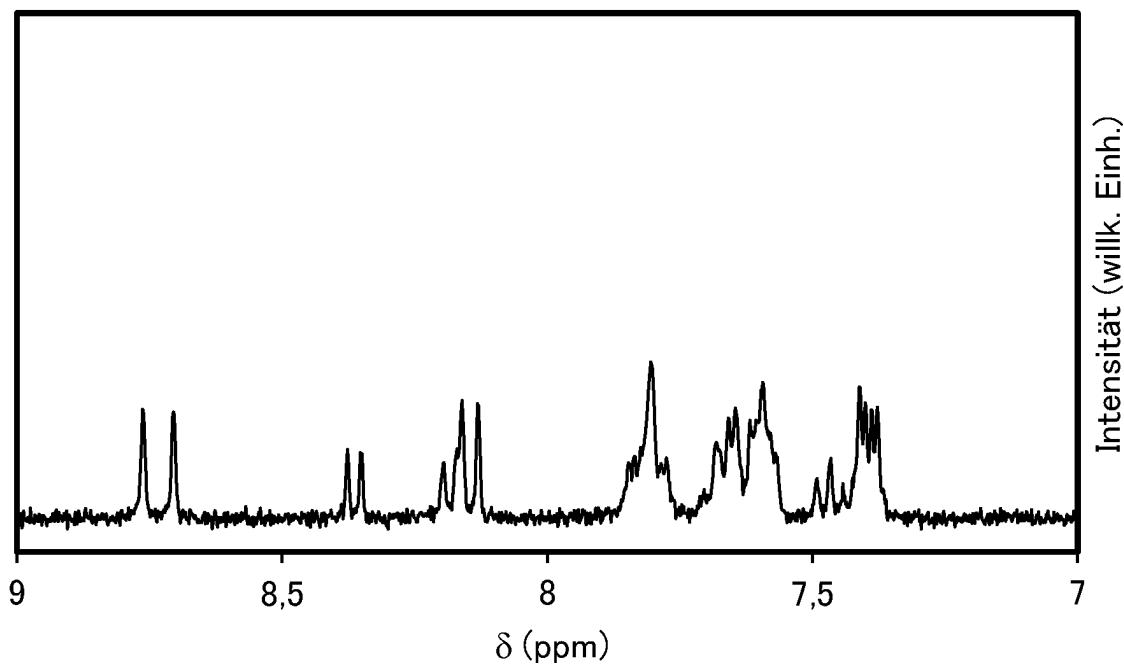


FIG. 48

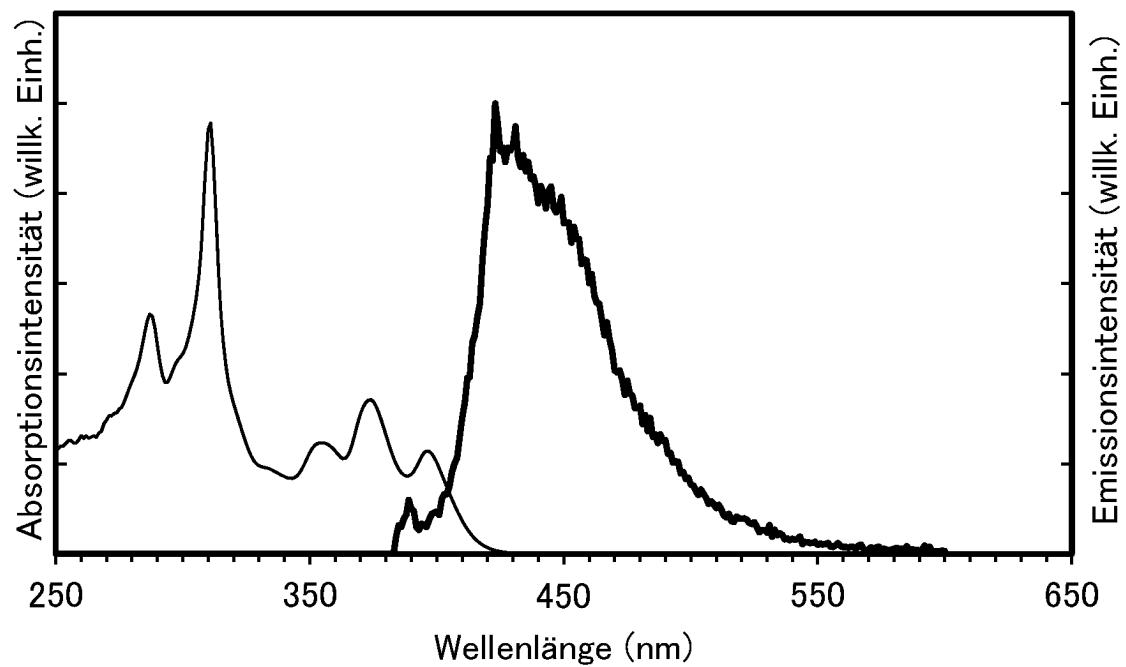


FIG. 49

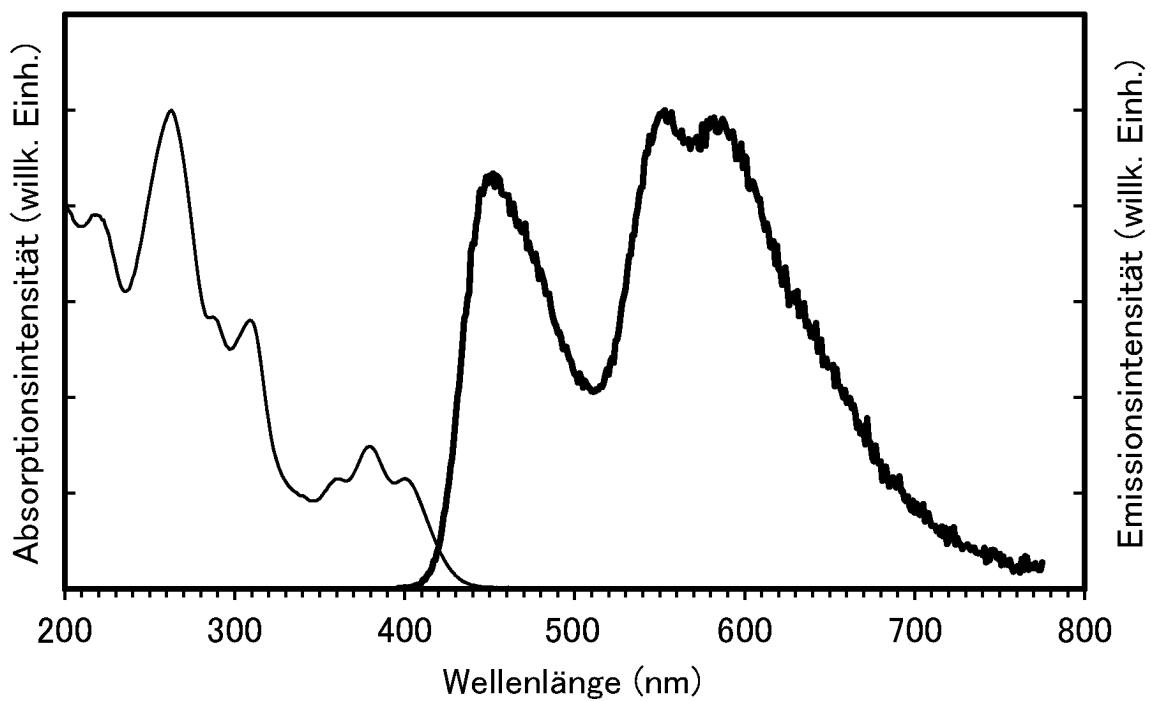


FIG. 50

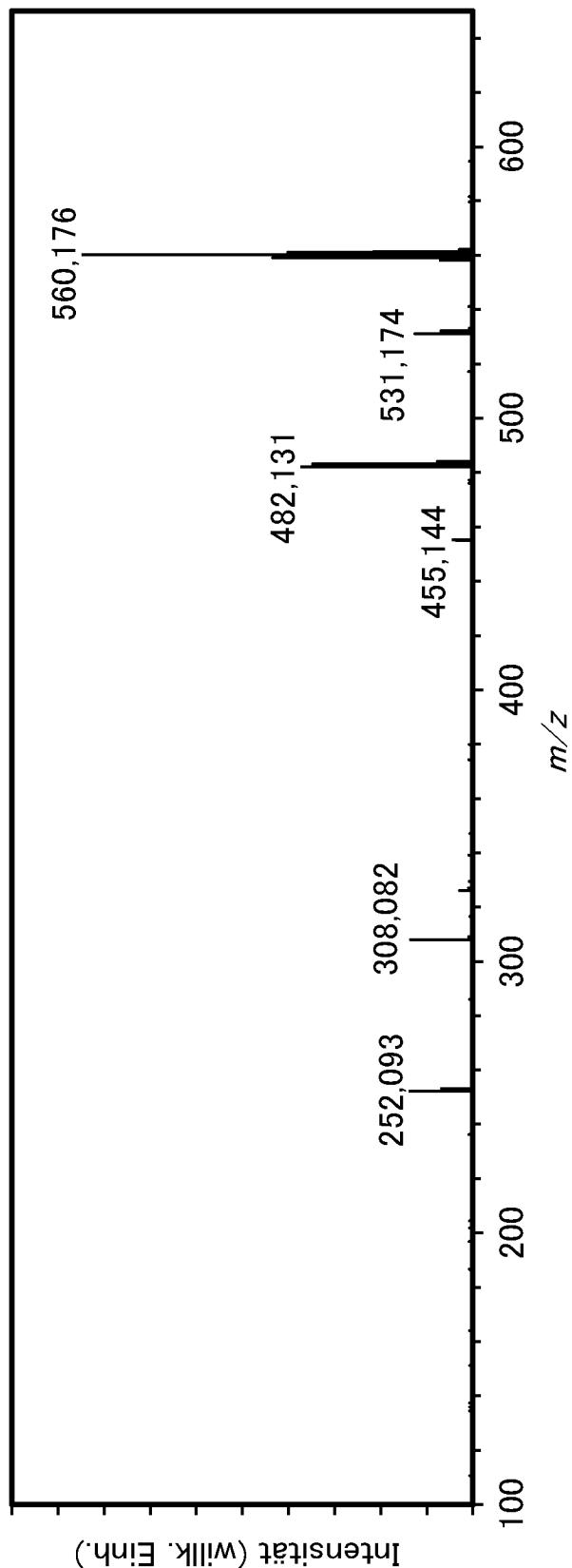


FIG. 51

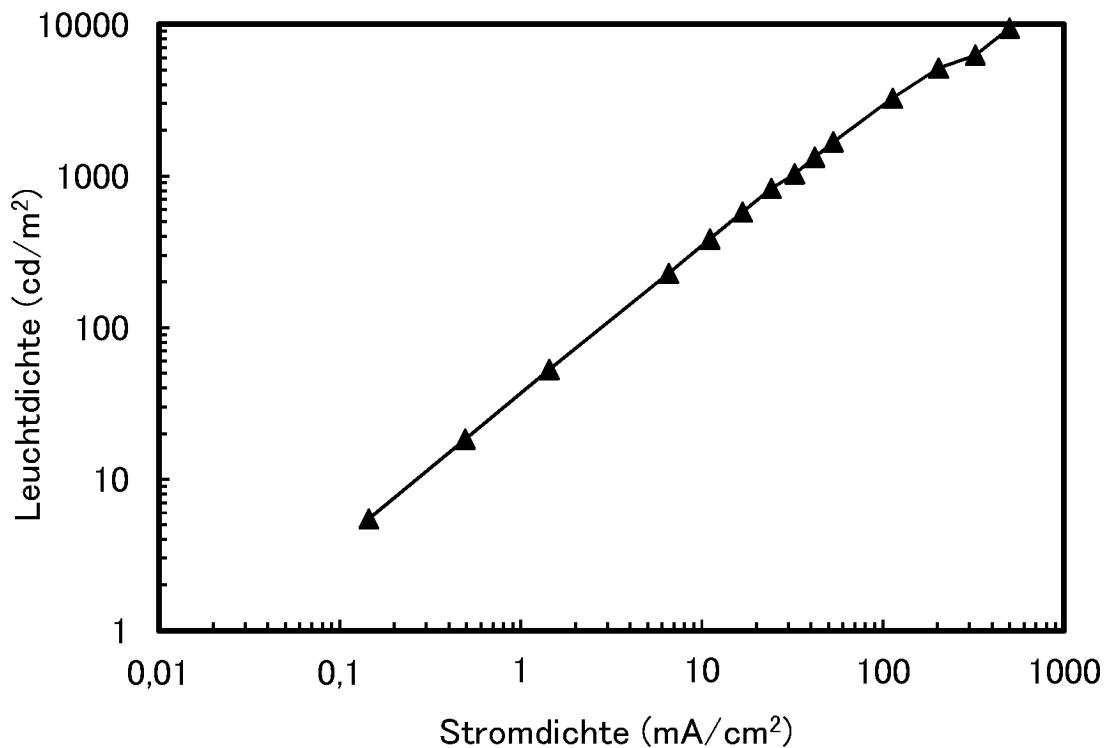


FIG. 52

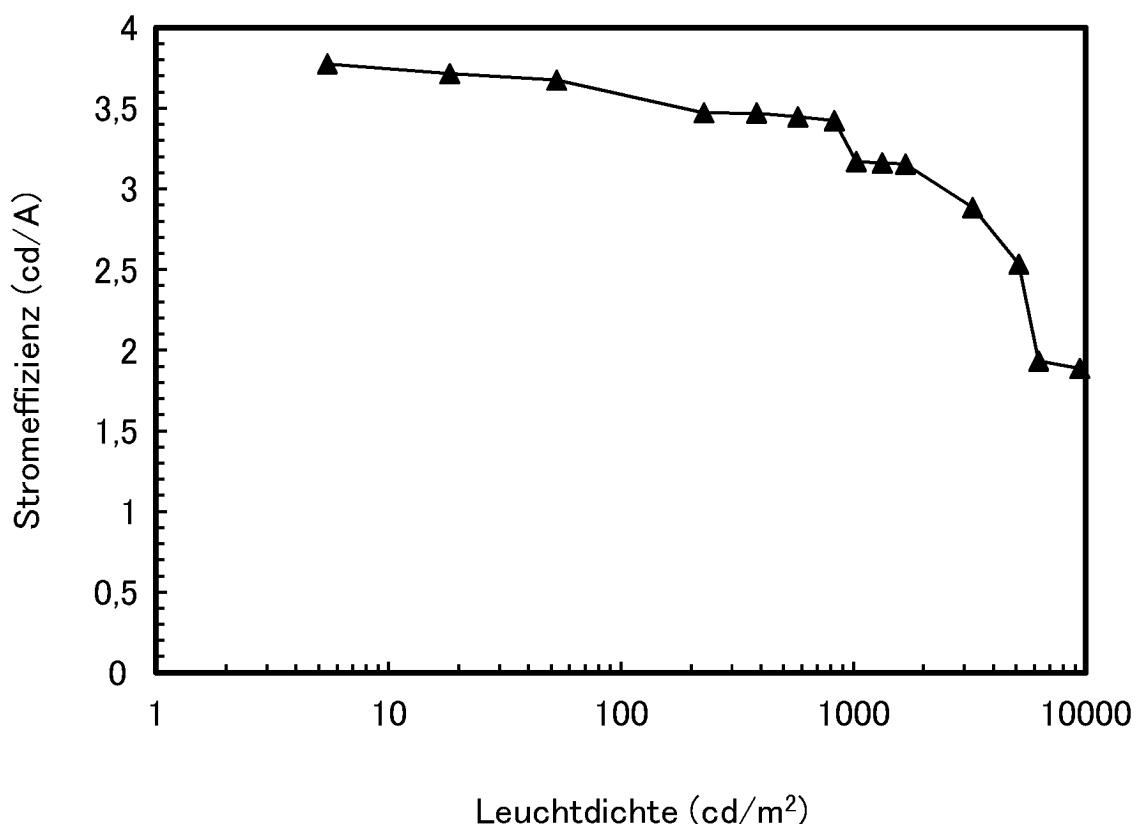


FIG. 53

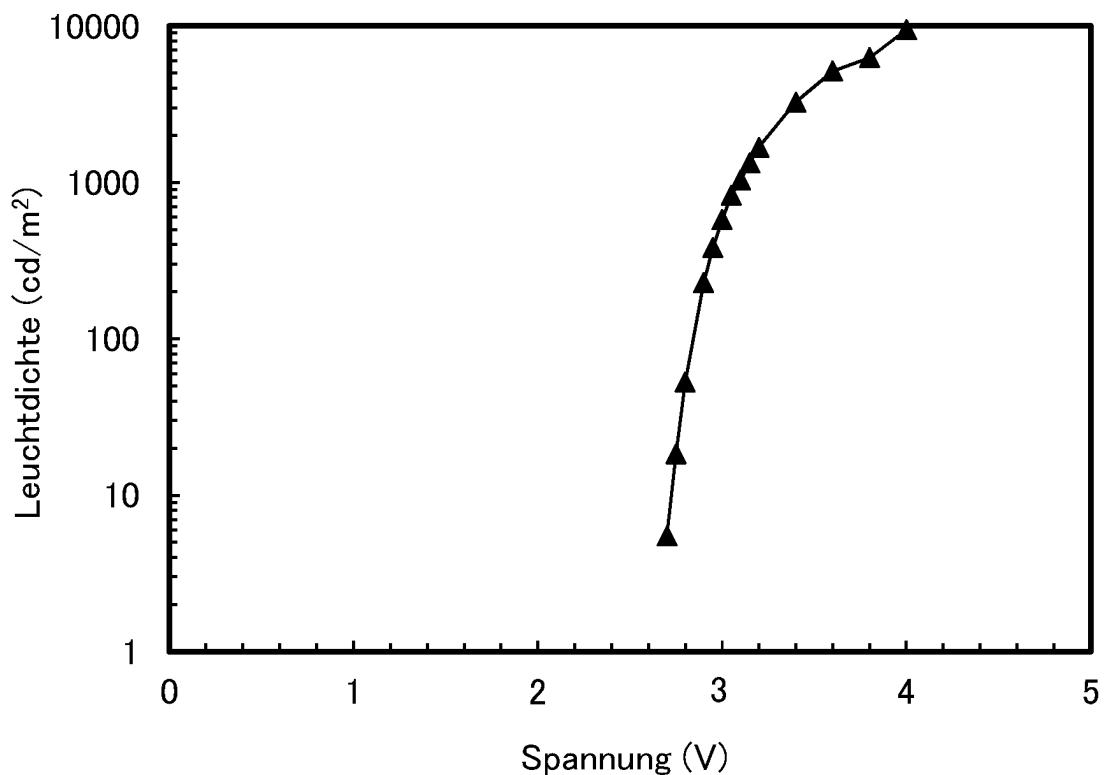


FIG. 54

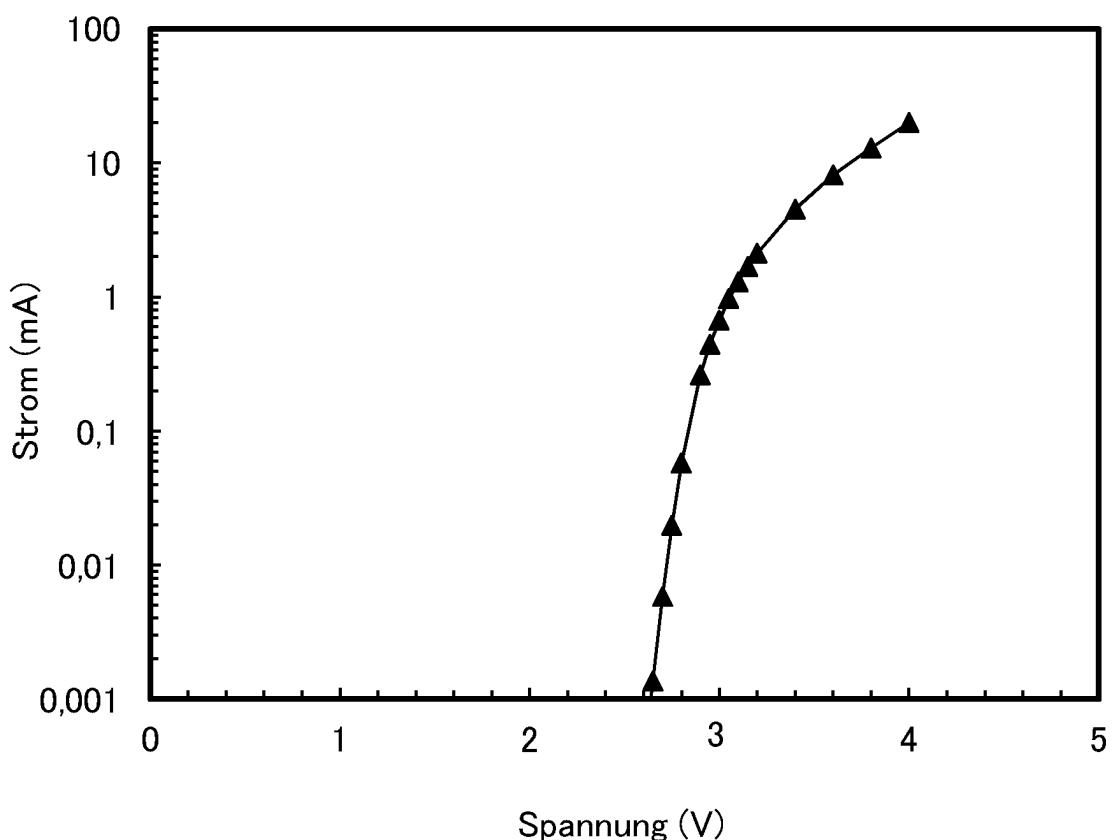


FIG. 55

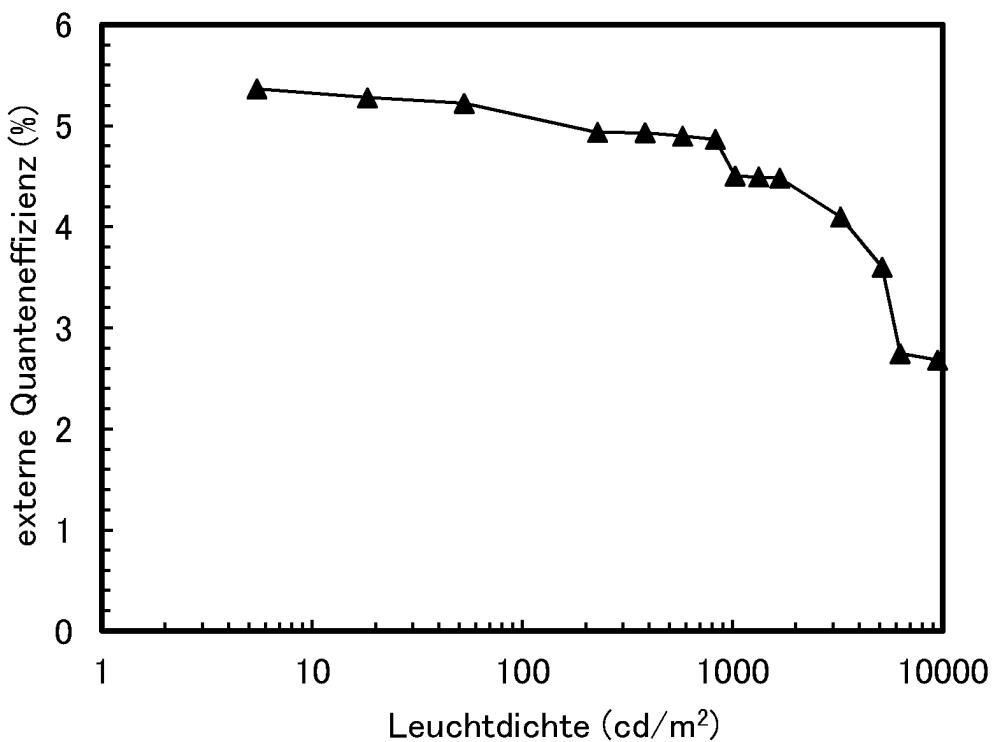


FIG. 56

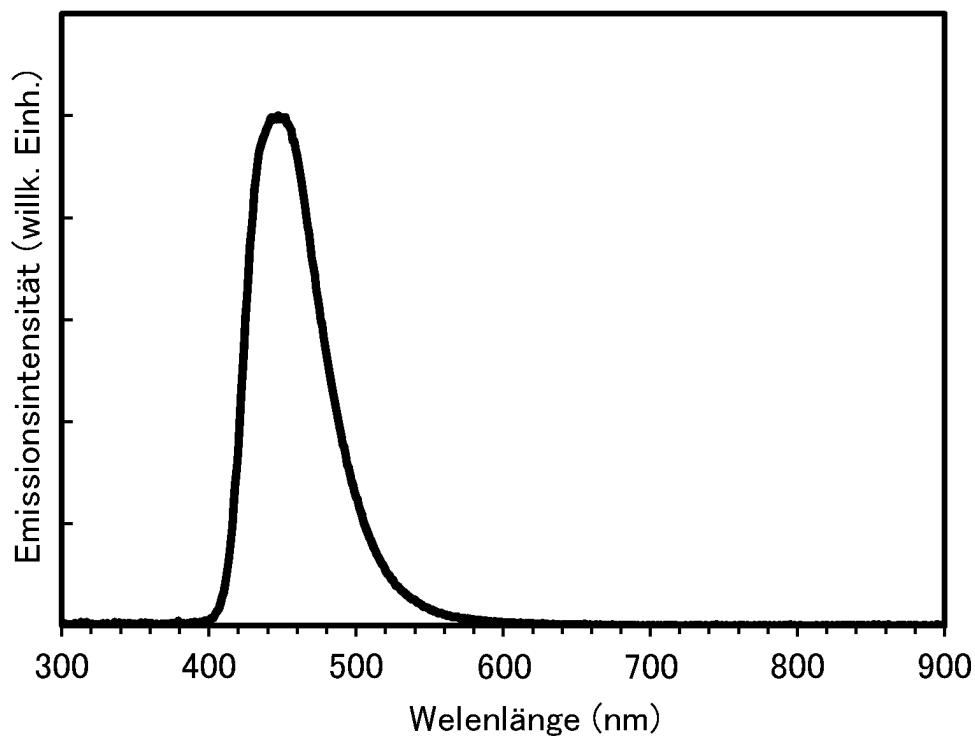


FIG. 57

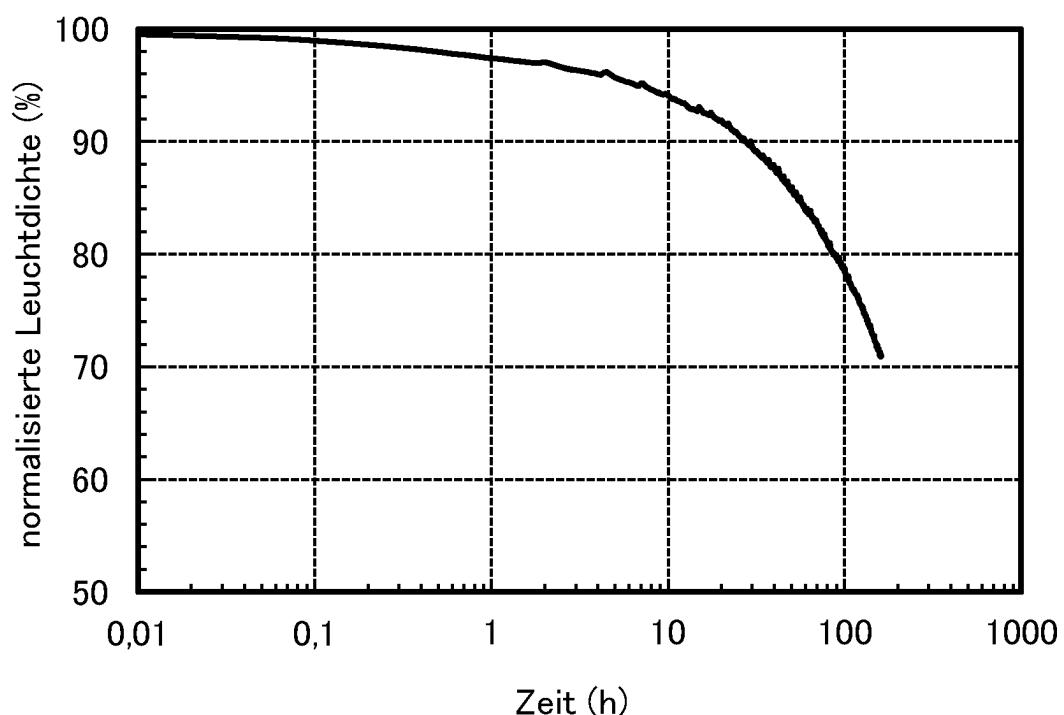


FIG. 58

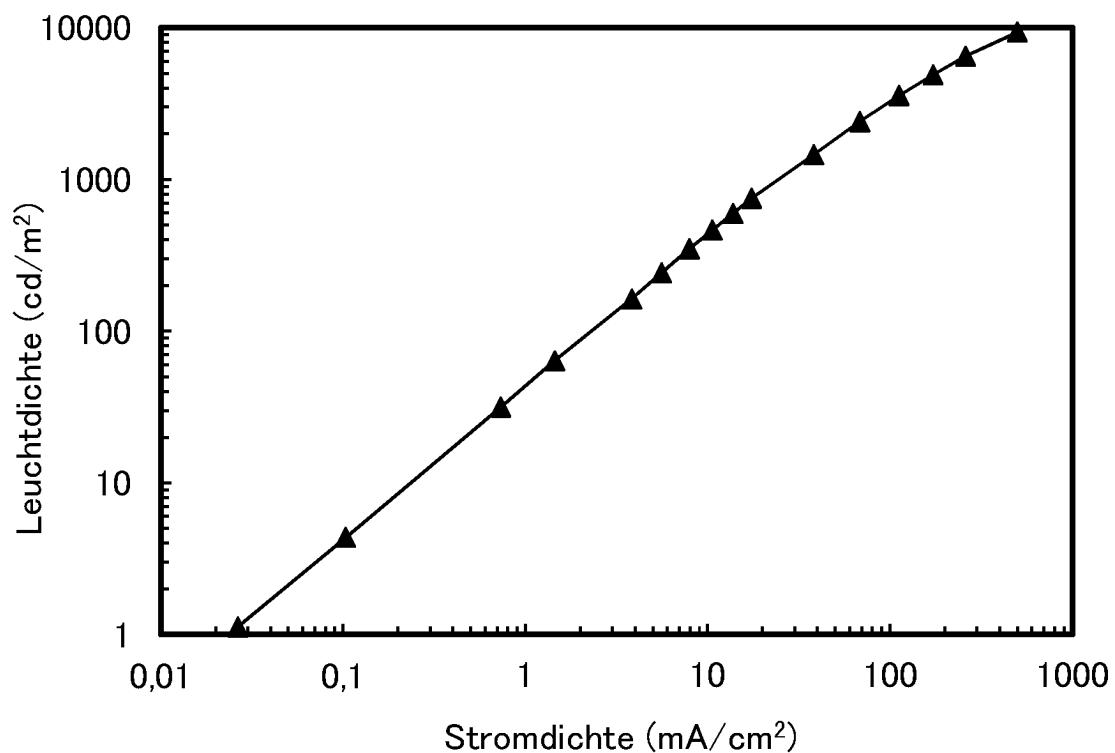


FIG. 59

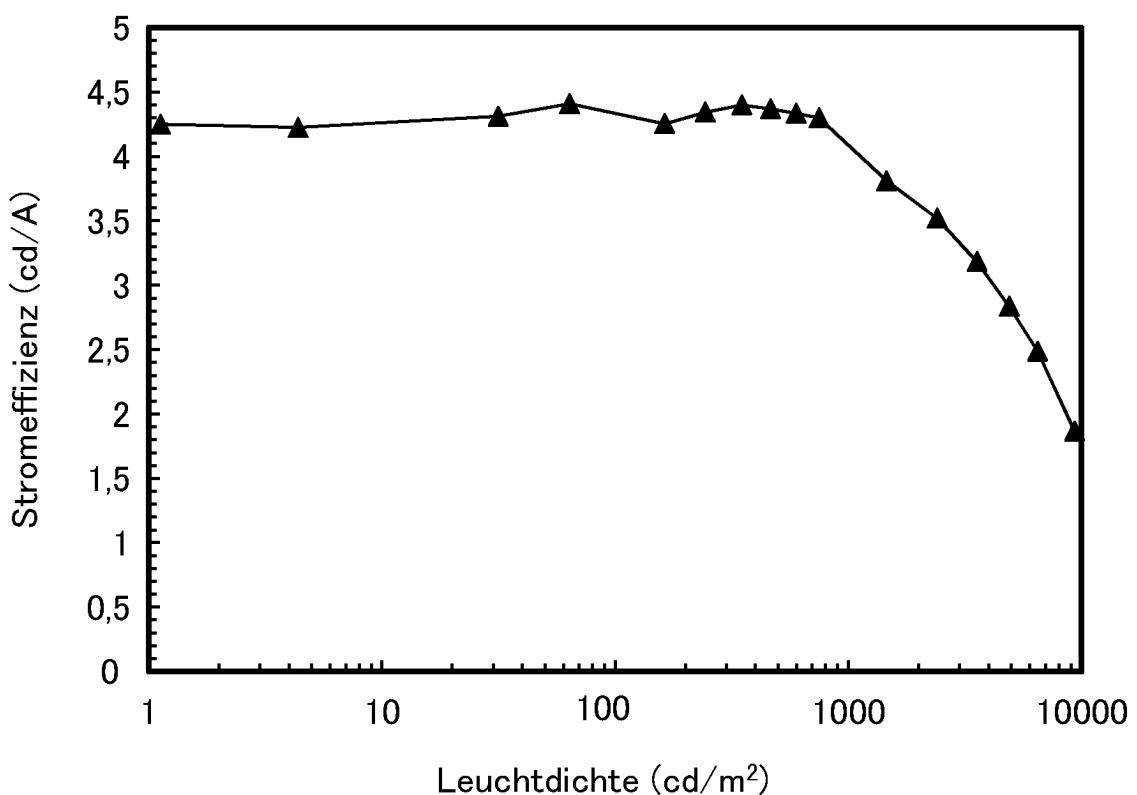


FIG. 60

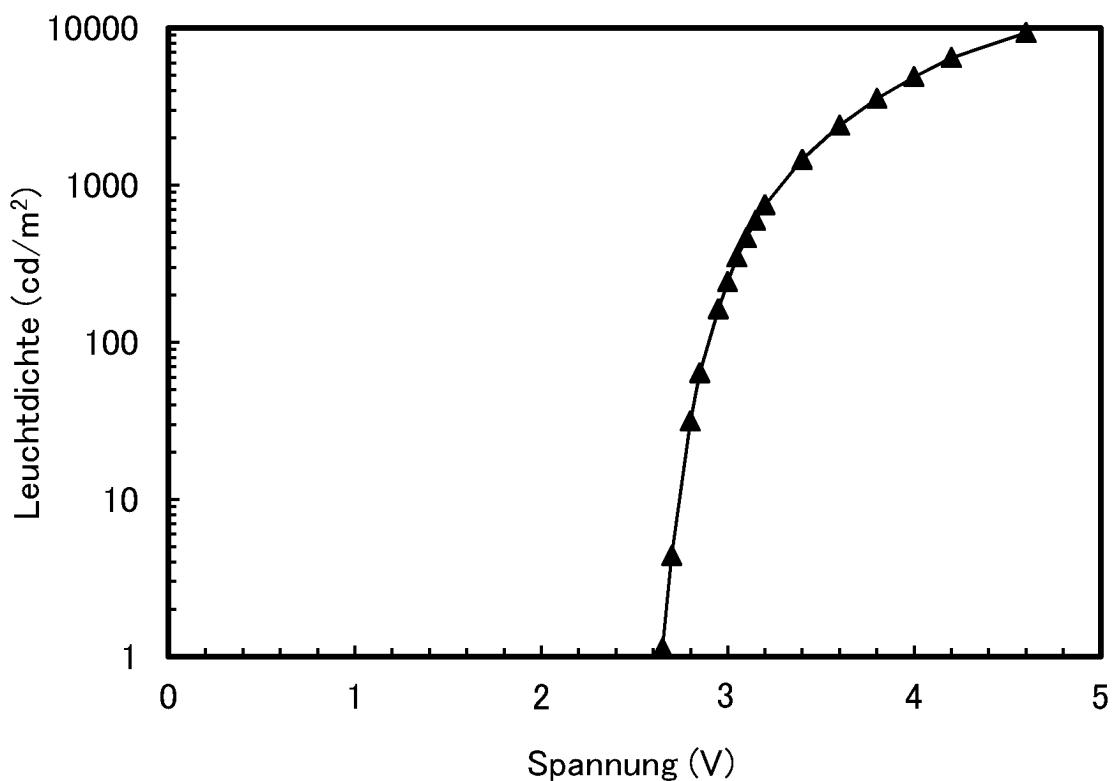


FIG. 61

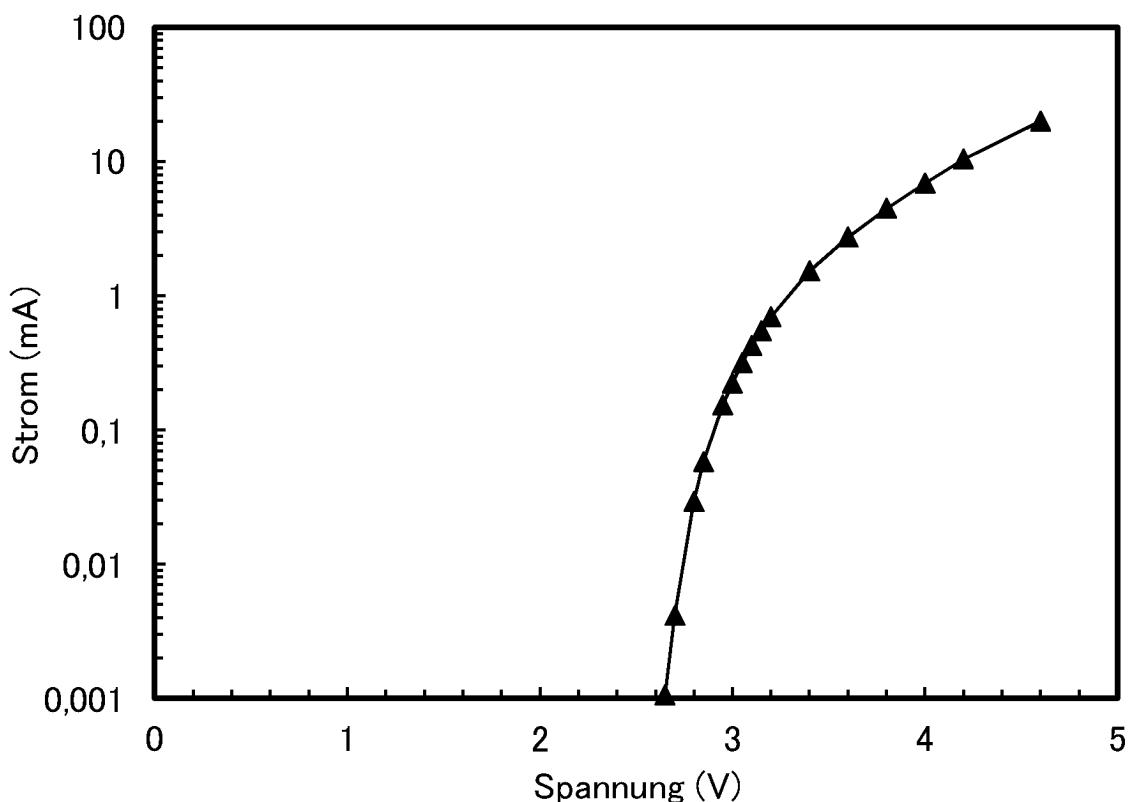


FIG. 62

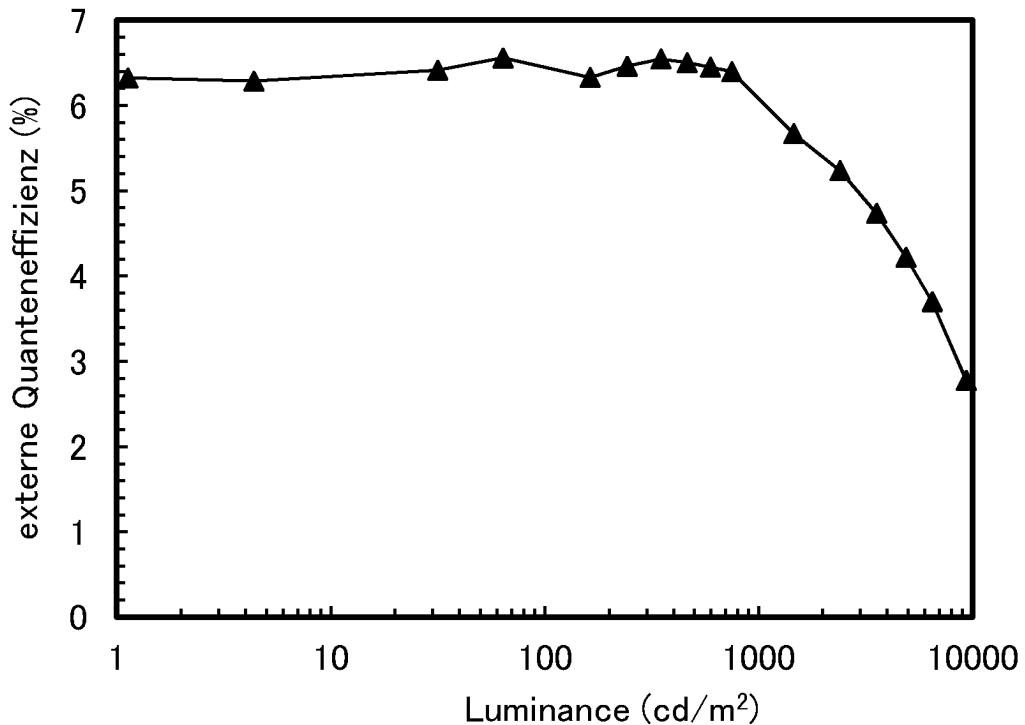


FIG. 63

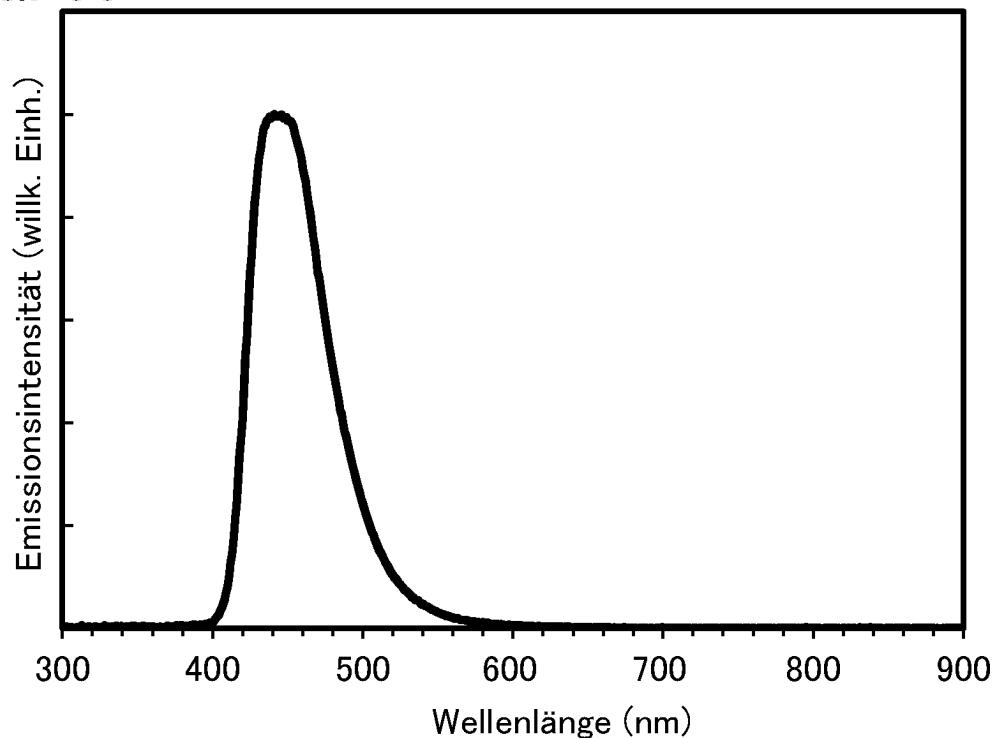


FIG. 64

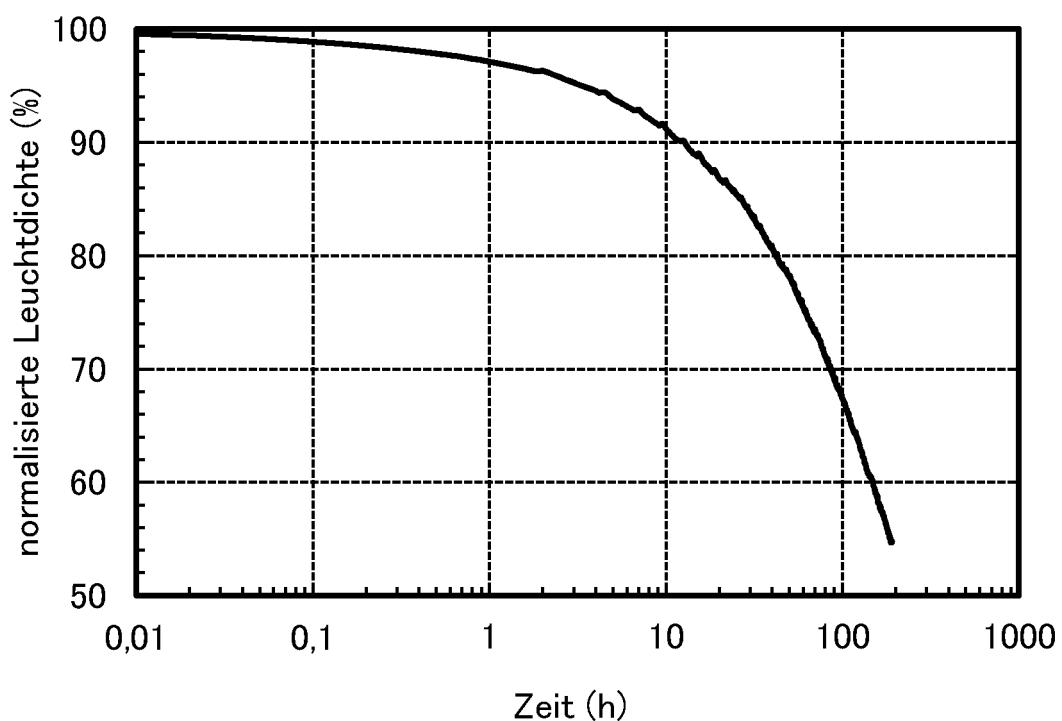


FIG. 65

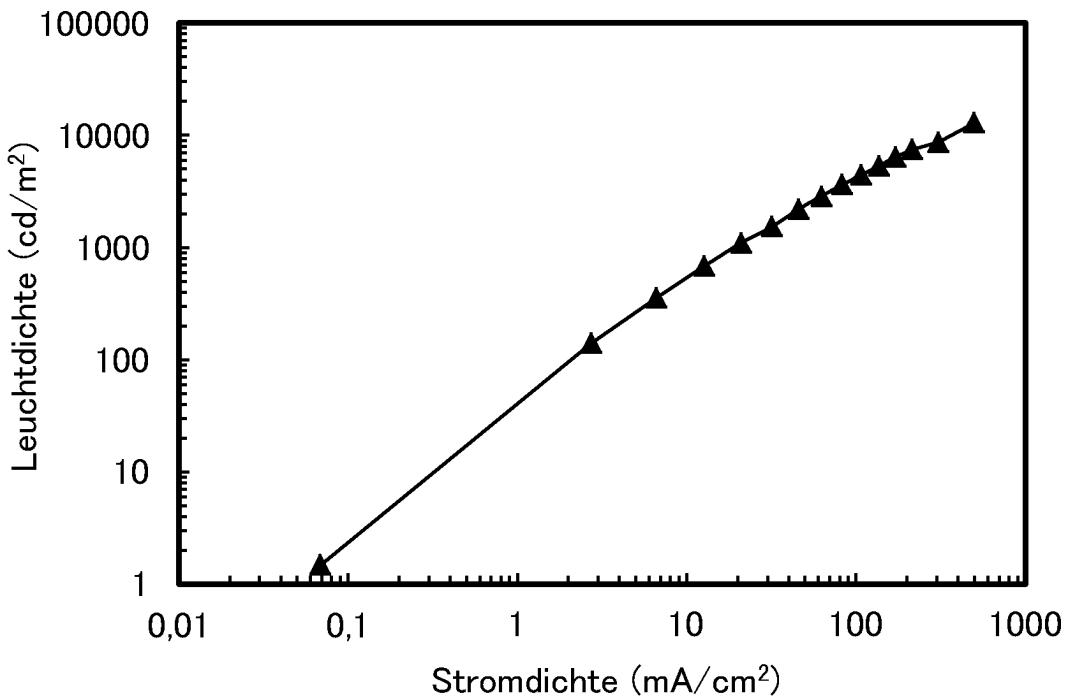


FIG. 66

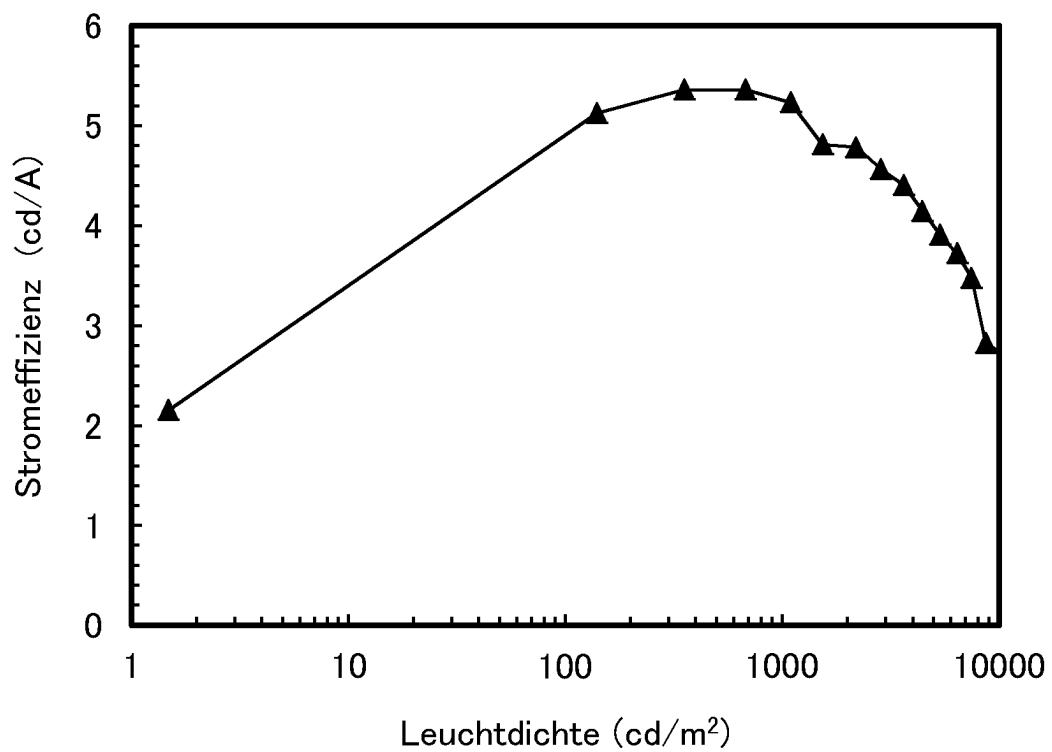


FIG. 67

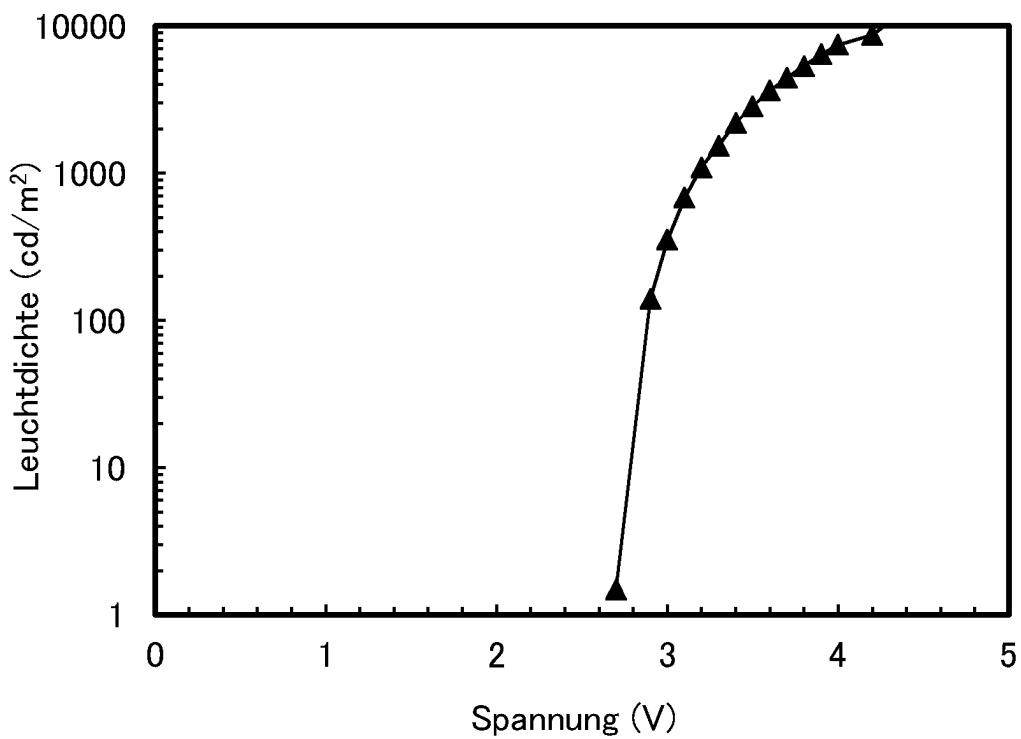


FIG. 68

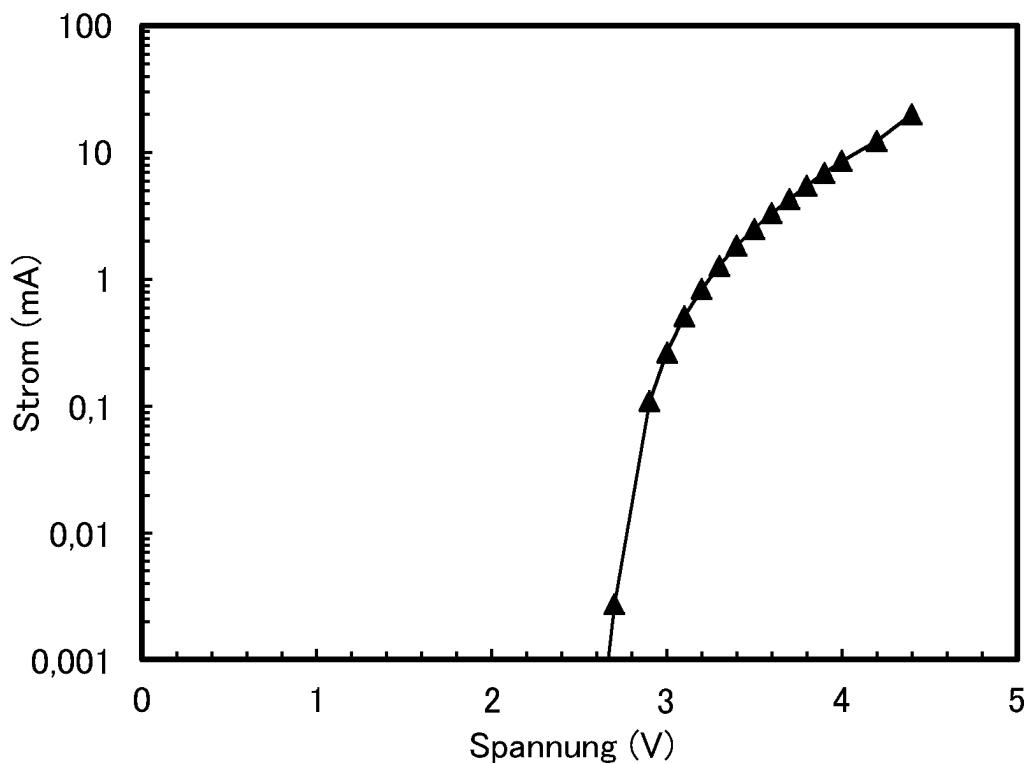


FIG. 69

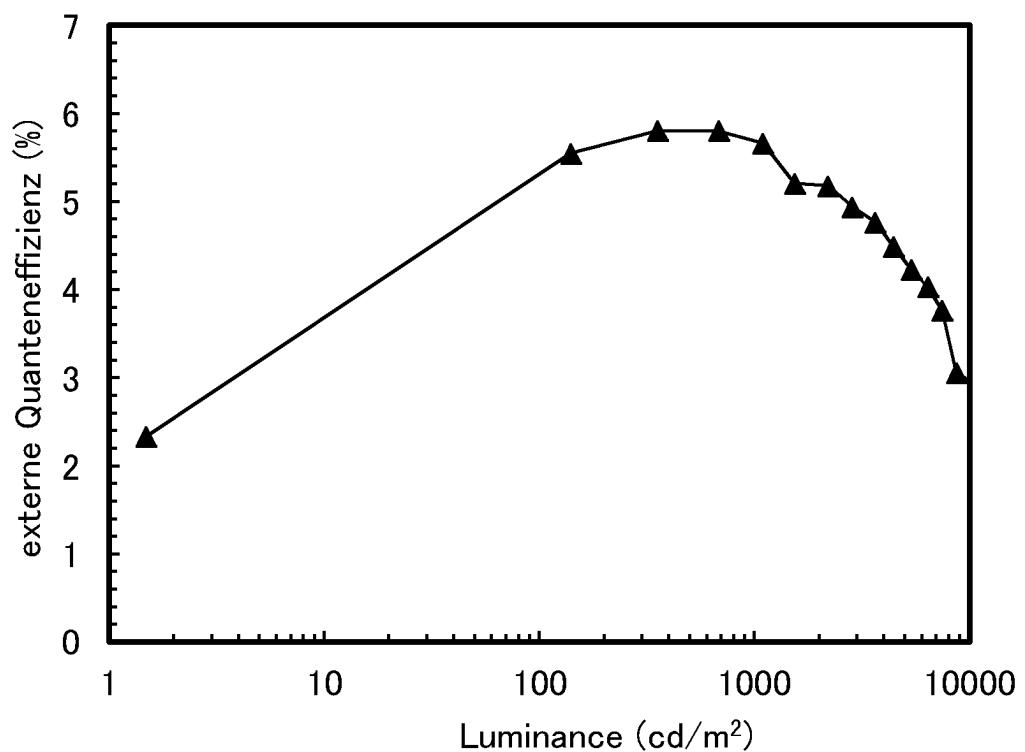


FIG. 70

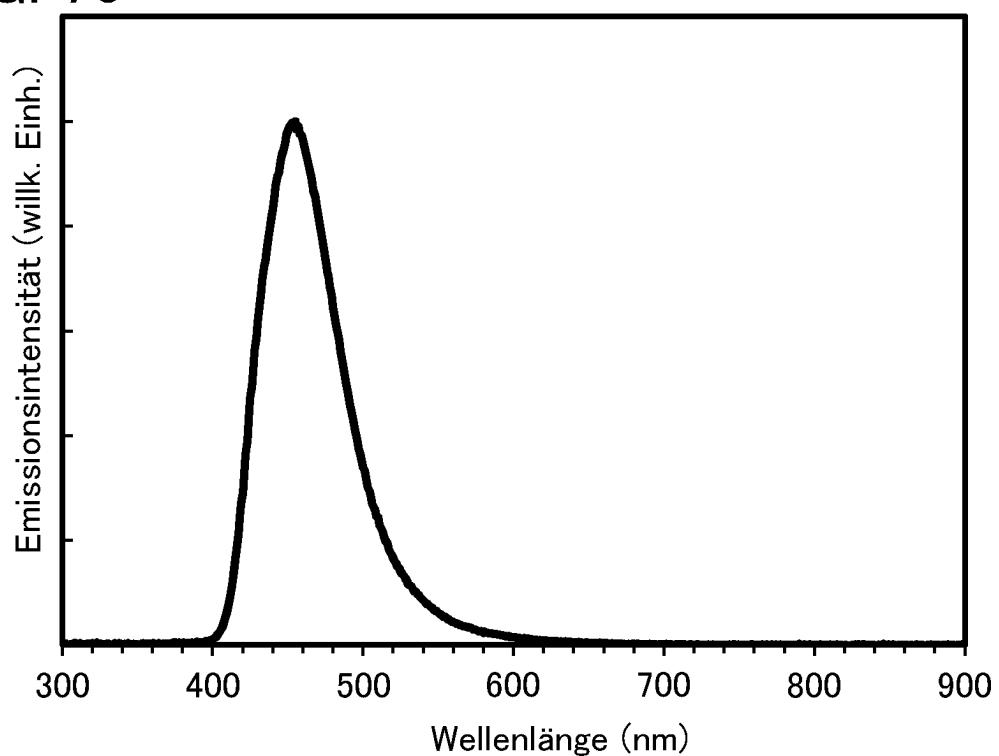


FIG. 71

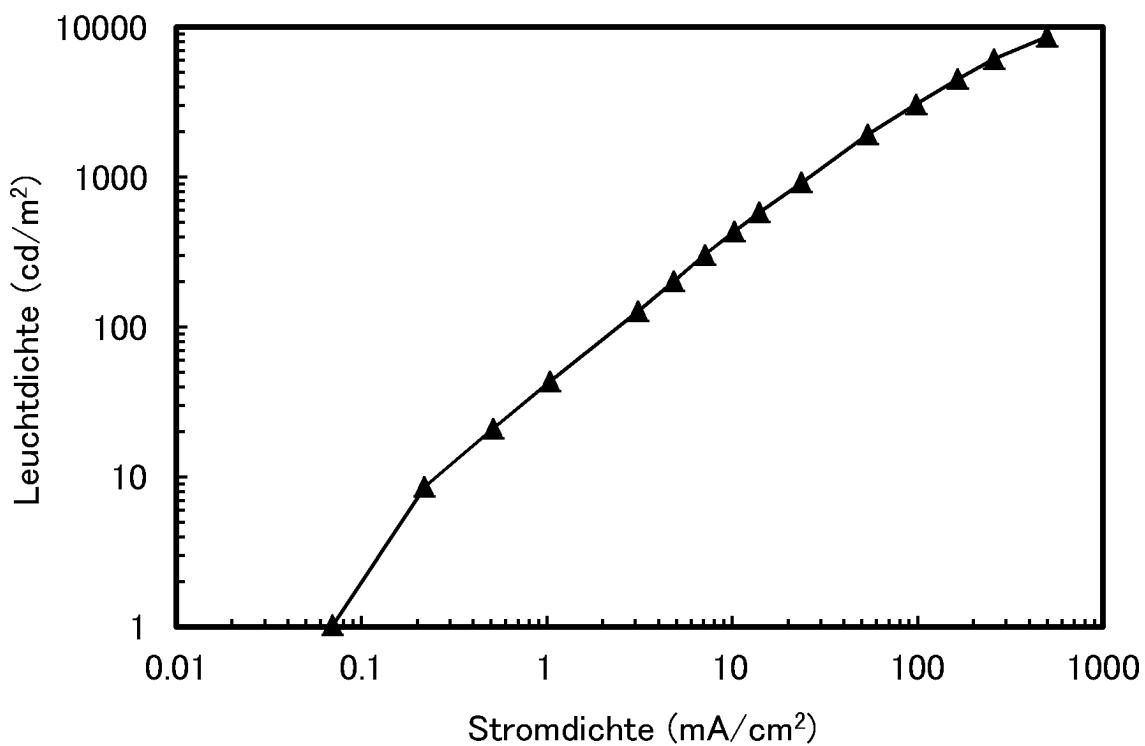


FIG. 72

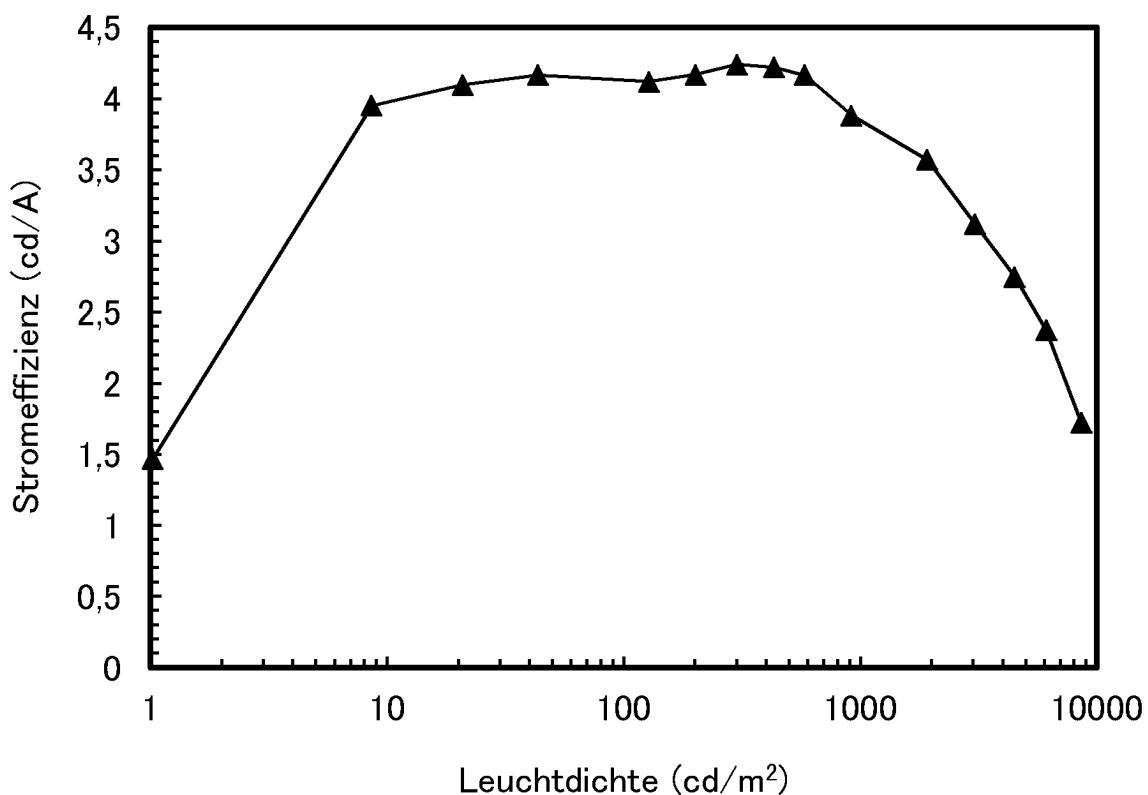


FIG. 73

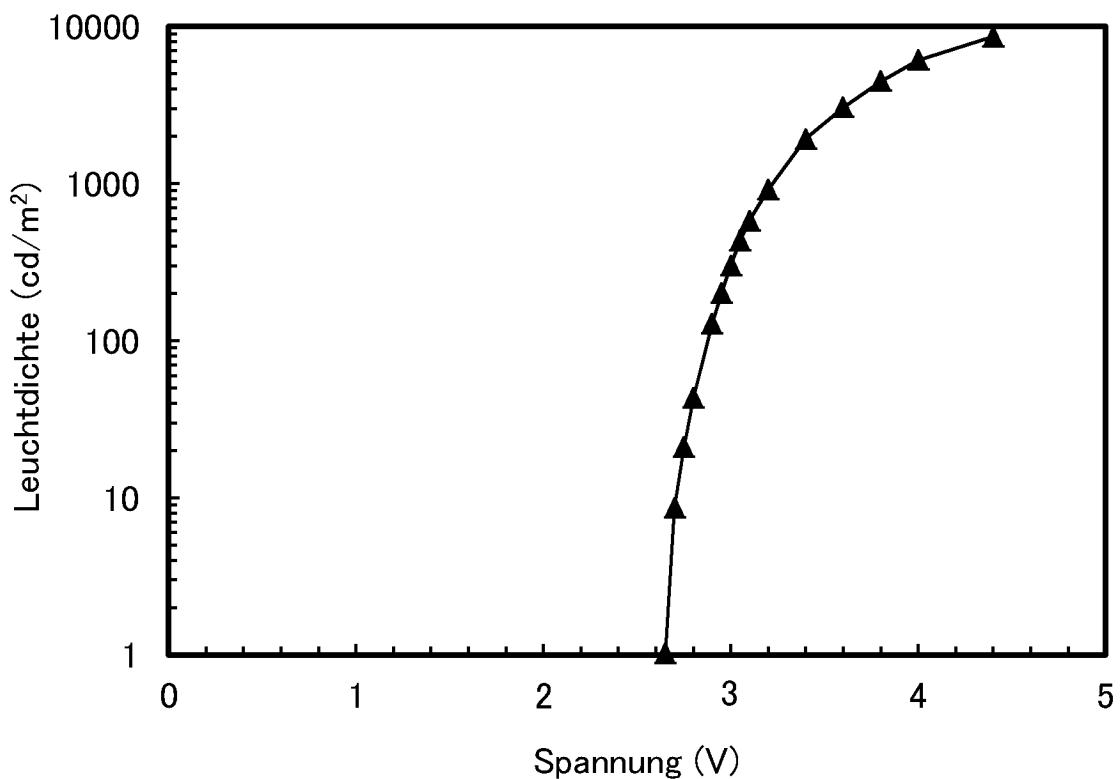


FIG. 74

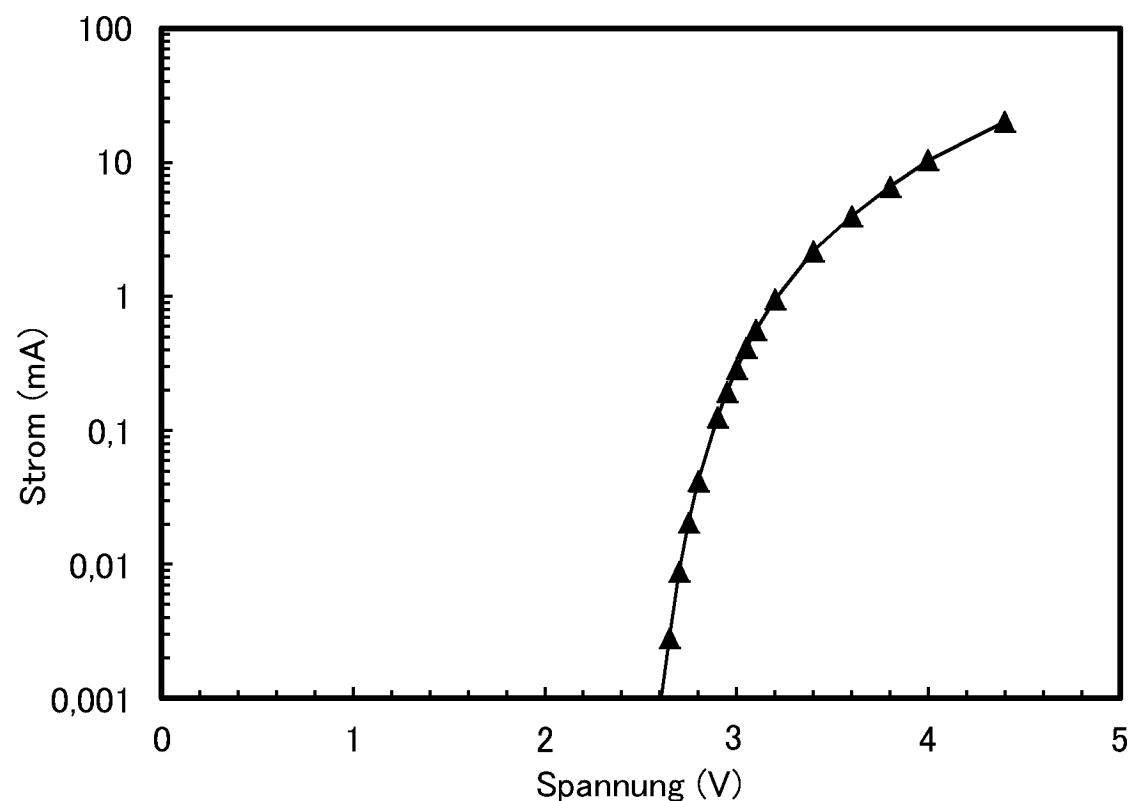


FIG. 75

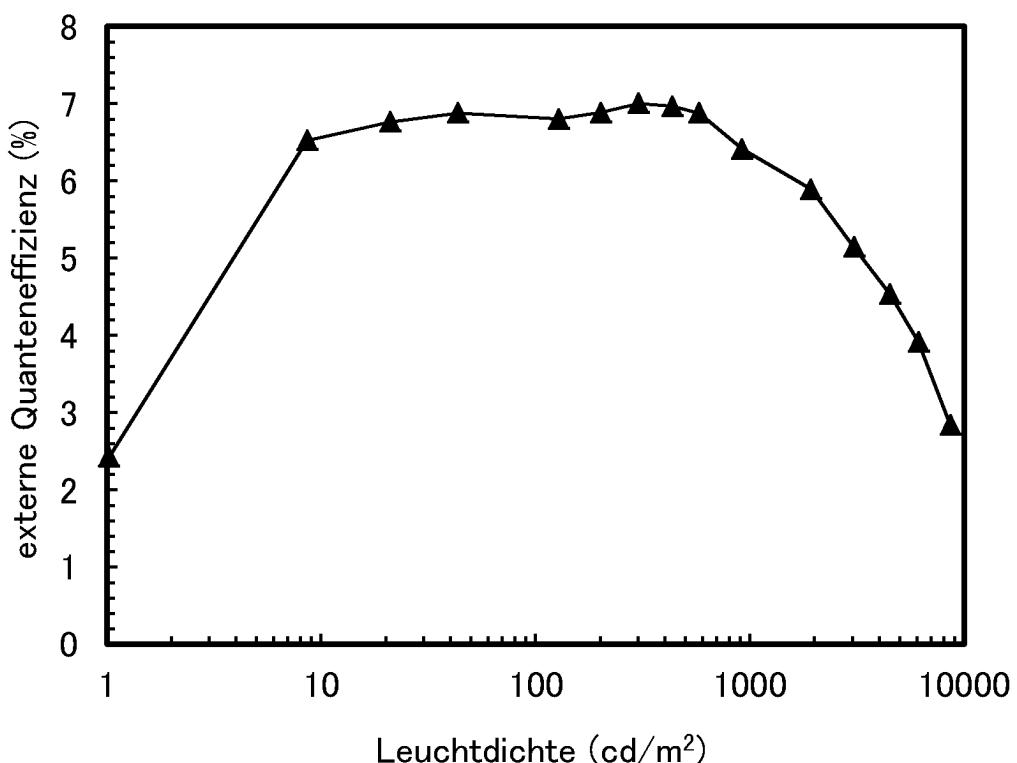


FIG. 76

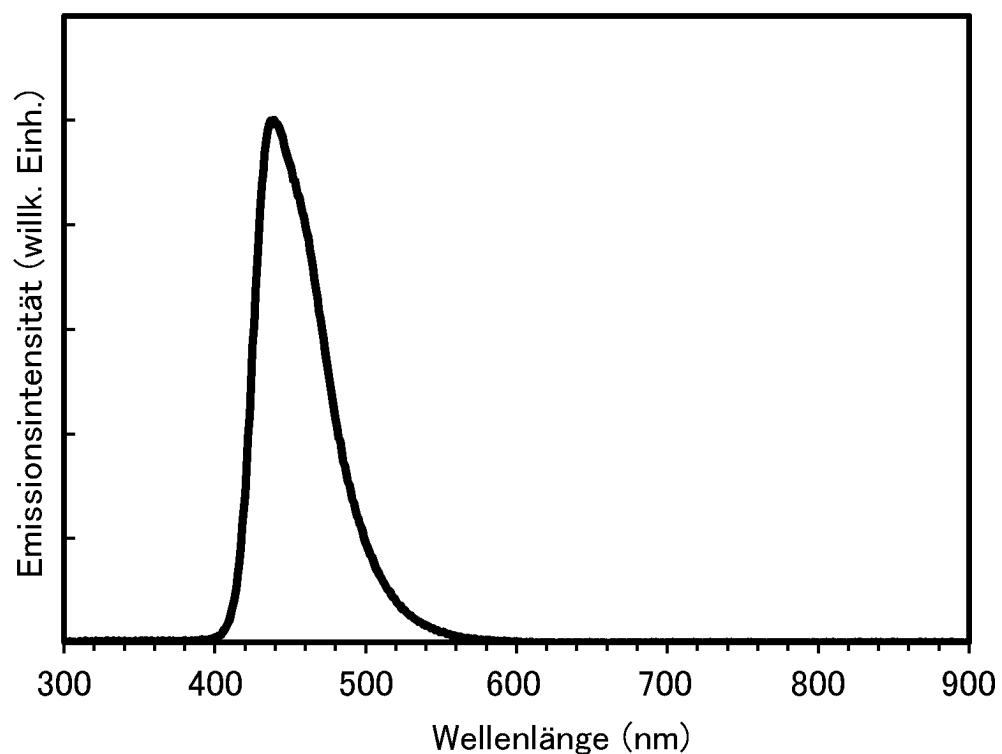


FIG. 77

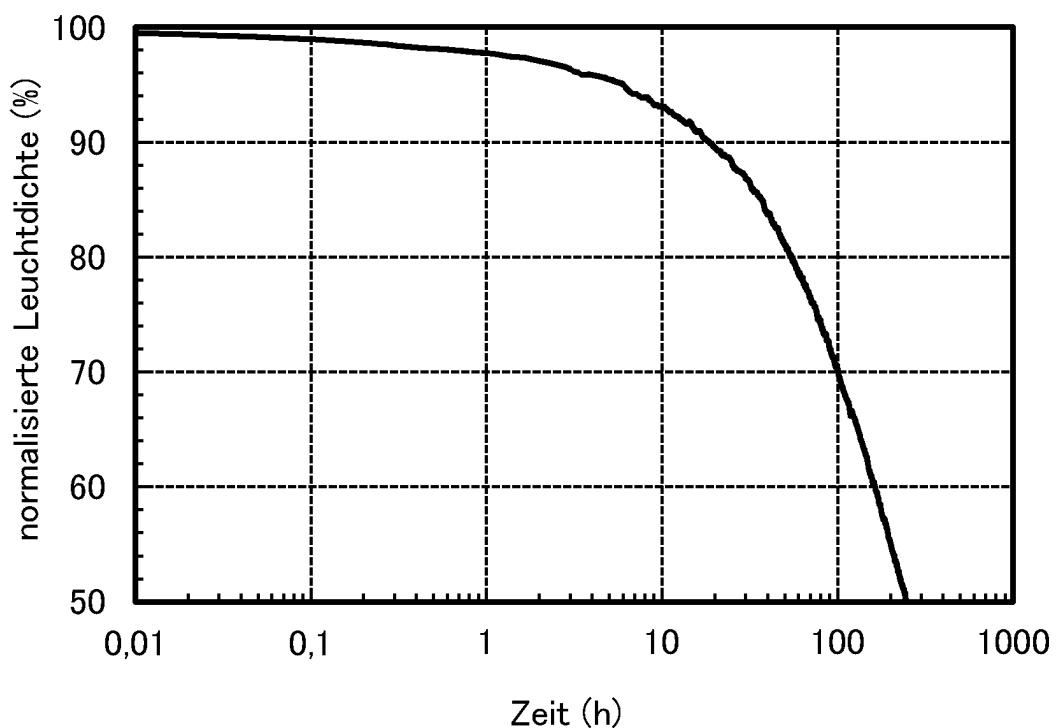


FIG. 78

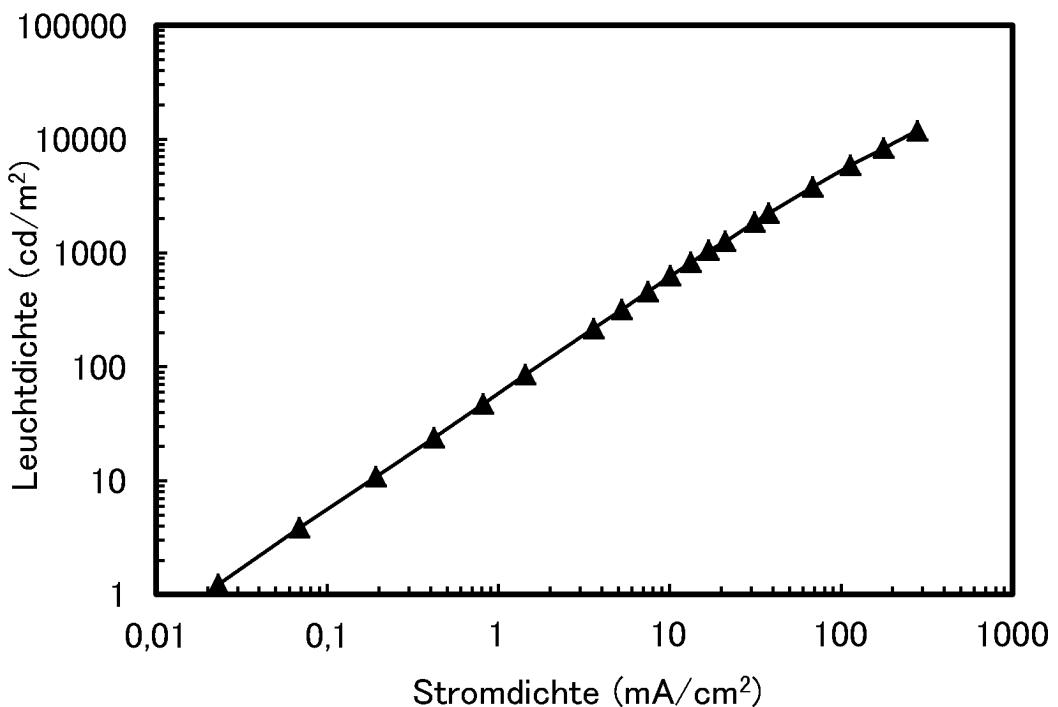


FIG. 79

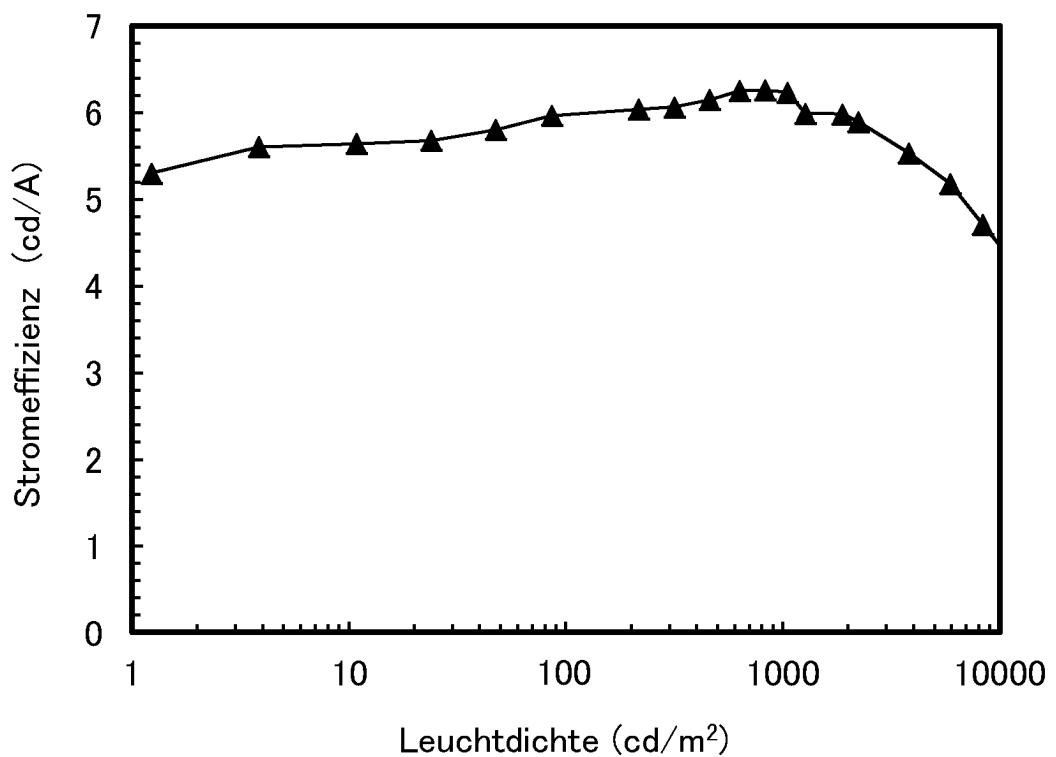


FIG. 80

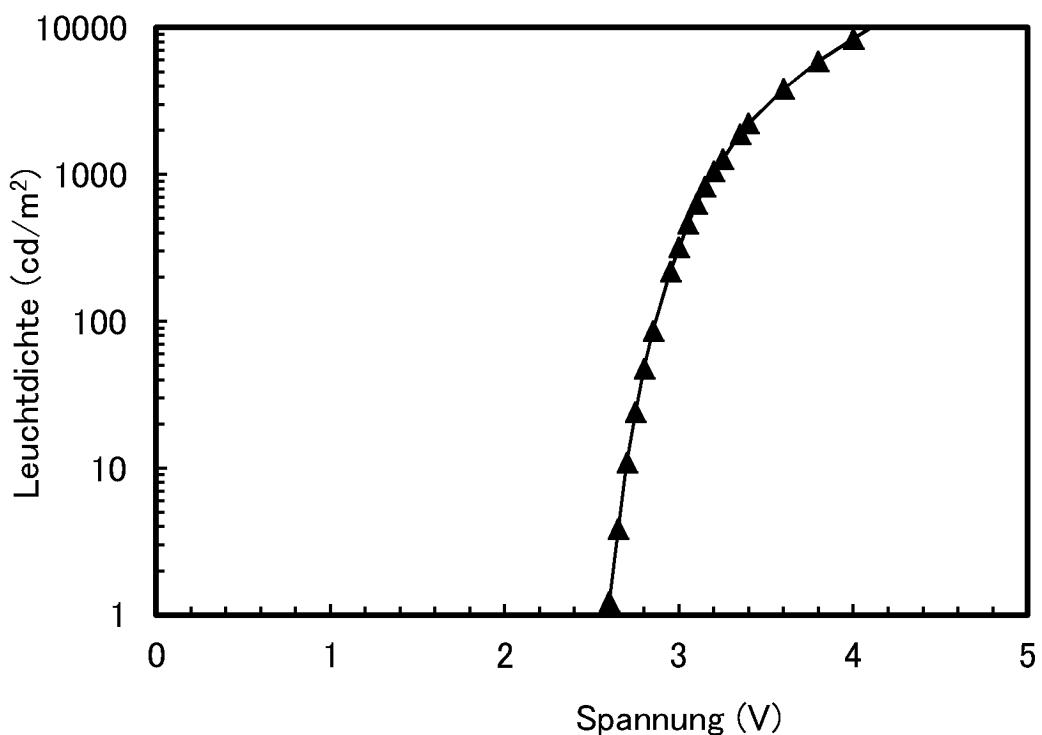


FIG. 81

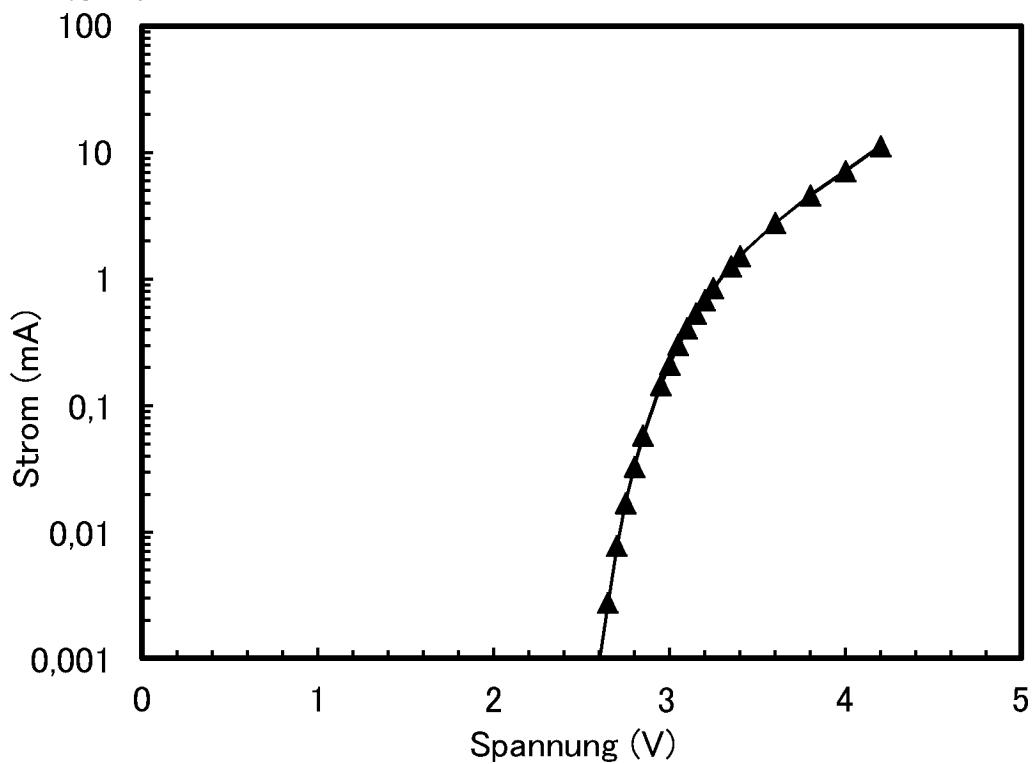


FIG. 82

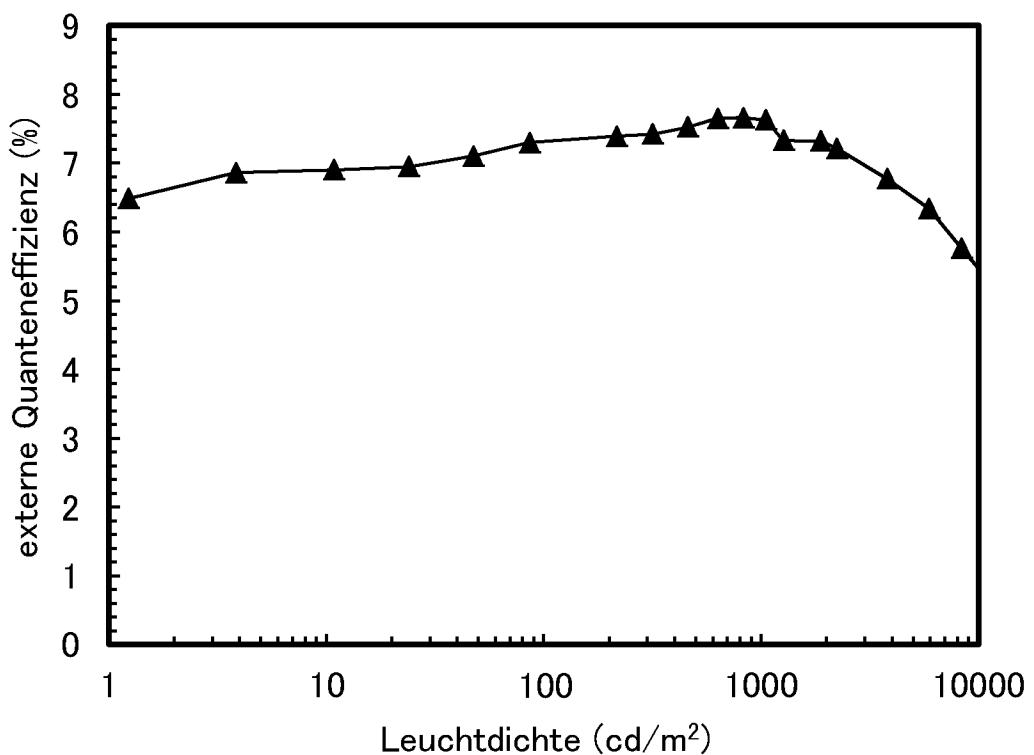


FIG. 83

