

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine lichtemittierende Vorrichtung.

Stand der Technik

[0002] In den letzten Jahren wurde die Forschung und Entwicklung von EL-Elementen intensiv durchgeführt. In einer Grundstruktur des EL-Elementes wird eine eine lichtemittierende Substanz enthaltende Schicht zwischen einem Elektrodenpaar bereitgestellt. Durch Anlegen einer Spannung an dieses Element kann Lichtemission aus der lichtemittierenden Substanz erhalten werden.

[0003] Da ein solches EL-Element selbstleuchtend ist, wird angenommen, dass das EL-Element Vorteile gegenüber einer Flüssigkristallanzeige besitzt, da die Sichtbarkeit der Pixel groß ist, Hintergrundbeleuchtung nicht erforderlich ist und so weiter, und daher als Flachbildschirmelemente geeignet ist. Darüber hinaus ist es auch ein Vorteil, dass das EL-Element als ein dünnes und leichtes Element hergestellt werden kann. Darüberhinaus ist auch eine sehr hohe Ansprechgeschwindigkeit eines der Merkmale eines solchen Elementes.

[0004] Da EL-Elemente in Form einer Folie hergestellt werden können, ermöglichen sie es planare Lichtemission bereitzustellen. Daher können großflächige Elemente leicht gebildet werden. Dieses Merkmal ist mit Punktlichtquellen, die durch Glühlampen und LED typisiert werden, oder mit linearen Lichtquellen, die durch Leuchtstofflampen typisiert werden, schwer zu erzielen. So besitzen EL-Elemente auch ein großes Potential als planare Lichtquellen, die in Beleuchtungseinrichtungen und dergleichen eingesetzt werden können.

[0005] EL-Elemente können grob danach klassifiziert werden, ob die lichtemittierende Substanz eine organische Verbindung oder eine anorganische Verbindung ist. In dem Fall eines organischen EL-Elementes, bei dem eine eine organische Verbindung enthaltende Schicht zwischen einem Elektrodenpaar bereitgestellt ist, bewirkt das Anlegen einer Spannung an das lichtemittierende Element die Injektion von Elektronen aus der Kathode und von Löchern aus der Anode in die die organische Verbindung enthaltende Schicht und daher kann ein Strom fließen. Die injizierten Elektronen und Löcher überführen dann die organische Verbindung in den angeregten Zustand, wodurch Lichtemission aus der angeregten organischen Verbindung erhalten wird.

[0006] Der angeregte Zustand einer organischen Verbindung kann ein angeregter Singulett-Zustand und ein angeregter Triplett-Zustand sein, und die Lichtemission aus dem angeregten Singulett-Zustand (S*) wird als Fluoreszenz bezeichnet und die Lichtemission aus dem angeregten Triplett-Zustand (T*) wird als Phosphoreszenz bezeichnet.

[0007] Bei der Verbesserung der Elementcharakteristiken eines solchen lichtemittierenden Elementes, gibt es viele Probleme, die von einer Substanz abhängen, und um die Probleme zu lösen, wurden Verbesserung einer Elementstruktur, Entwicklung einer Substanz und dergleichen durchgeführt. Beispielsweise offenbart das Patentedokument 1 ein organisches lichtemittierendes Element enthaltend eine gemischte Schicht mit einer organischen niedermolekularen Lochtransportsubstanz, einer organischen niedermolekularen Elektronentransportsubstanz und einem phosphoreszierenden Dotiermittel.

[Referenz]

[0008] [Patentedokument 1] Japanische Übersetzung der internationalen PCT-Anmeldung Nr. 2004-515895

[0009] JP 2011 001349 A betrifft die Bereitstellung einer 2-Aminocarbazolverbindung, die für ein Lochtransportmaterial eines organischen Elementes geeignet ist, sowie die Bereitstellung eines organischen EL-Elements.

[0010] K. Goushi, C. Adachi, Efficient organic light-emitting diodes through up-conversion from triplet to singlet excited states of exciplexes, Appl. Phys. Lett., Vol. 101, 2012, 1-4, beschreibt eine verbesserte Elektrolumineszenz-Effizienz in organischen Leuchtdioden, die durch verzögerte Fluoreszenz eines Exciplex-Zustands erreicht wird, der sich zwischen 4,4',4"-Tris[3-methylphenyl(phenyl)amino]-triphenylamin (m-MTDATA) als elektronenabgebendem Material und 2,8-Bis(diphenylphosphoryl)dibenzo-[b,d]thiophen (PPT) als elektronenaufnehmendem Material bildet.

Offenbarung der Erfindung

[0011] Die Entwicklung organischer EL-Elemente lässt Raum für eine Verbesserung im Hinblick auf die Emissionseffizienz, Zuverlässigkeit, Kosten und dergleichen.

[0012] Für den praktischen Einsatz von Displays oder Leuchten mit organischen EL-Elementen sind organische EL-Elemente notwendig, die zum Beispiel eine längere Lebensdauer besitzen und höhere Emissionseffizienz in einem Bereich hoher Leuchtdichte aufweisen.

[0013] Daher ist es ein Gegenstand einer Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung ein lichtemittierendes Element mit einer langen Lebensdauer bereitzustellen. Ein weiterer Gegenstand einer Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung ist es, ein lichtemittierendes Element mit einer hohen Emissionseffizienz in einem Bereich hoher Leuchtdichte bereitzustellen.

[0014] Ein weiterer Gegenstand einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist es, eine lichtemittierende Vorrichtung bereitzustellen, die jeweils eine hohe Zuverlässigkeit aufweisen, indem das obige lichtemittierende Element verwendet wird.

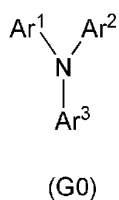
[0015] Die vorliegende Erfindung betrifft eine lichtemittierende Vorrichtung gemäß Patentanspruch 1 oder 3. Weitere Ausführungsformen der lichtemittierenden Vorrichtung der vorliegenden Erfindung sind in den Unteransprüchen beschrieben.

[0016] Ein weiterer Gegenstand einer Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung ist es, eine elektronische Vorrichtung, und eine Beleuchtungsvorrichtung bereitzustellen, die jeweils eine hohe Zuverlässigkeit aufweisen, indem das obige lichtemittierende Element verwendet wird.

[0017] Ein lichtemittierendes Element in einer Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung umfasst eine lichtemittierende Schicht zwischen einem Elektrodenpaar und die lichtemittierende Schicht enthält eine erste organische Verbindung, eine zweite organische Verbindung und eine phosphoreszierende Verbindung. Die erste organische Verbindung ist ein tertiäres Amin und weist eine Struktur auf, bei der zwei Substituenten einschließlich eines Fluorengerüsts, eines Spirofluorengerüsts oder eines Biphenylengerüsts und einem Substituenten mit einem Carbazolgerüst jeweils direkt an ein Stickstoffatom gebunden ist. Das Molekulargewicht des ersten organischen Verbindung ist größer als oder gleich 500 und kleiner als oder gleich 2000. Die zweite organische Verbindung ist eine Verbindung mit einer Elektronentransporteigenschaft. Durch die lichtemittierende Schicht mit einer derartigen Struktur kann das lichtemittierende Element eine lange Lebensdauer aufweisen. Darüber hinaus kann das lichtemittierende Element eine hohe Emissionseffizienz in einem hohen Helligkeitsbereich aufweisen.

[0018] Genauer gesagt, ist eine Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung ein lichtemittierendes Element umfassend eine lichtemittierende Schicht zwischen einem Elektrodenpaar. Die lichtemittierende Schicht enthält eine erste organische Verbindung, eine zweite organische Verbindung und eine phosphoreszierende Verbindung. Die erste organische Verbindung wird durch eine allgemeine Formel (G0) dargestellt. Das Molekulargewicht der ersten organischen Verbindung ist größer als oder gleich 500 und kleiner als oder gleich 2000. Die zweite organische Verbindung ist eine Verbindung mit einer Elektronentransporteigenschaft.

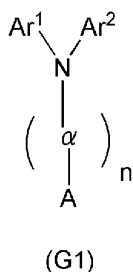
[Chemische Formel 1]



[0019] In der allgemeinen Formel (G0) stellen Ar¹ und Ar² jeweils unabhängig voneinander eine substituierte oder unsubstituierte Fluorenylgruppe, eine substituierte oder unsubstituierte Spirofluorenylgruppe oder eine substituierte oder unsubstituierte Biphenylgruppe dar und Ar³ stellt einen Substituenten einschließlich eines Carbazolgerüsts dar.

[0020] Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung ist ein lichtemittierendes Element einschließlich einer lichtemittierenden Schicht zwischen einem Elektrodenpaar. Die lichtemittierende Schicht enthält eine erste organische Verbindung, eine zweite organische Verbindung und eine phosphoreszierende Verbindung. Die erste organische Verbindung wird durch die allgemeine Formel (G1) dargestellt. Das Molekulargewicht der ersten organischen Verbindung ist größer als oder gleich 500 und kleiner als oder gleich 2000. Die zweite organische Verbindung ist eine Verbindung mit einer Elektronentransporteigenschaft.

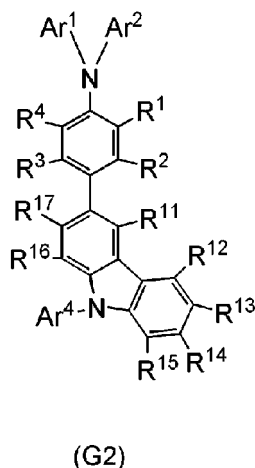
[Chemische Formel 2]



[0021] In der allgemeinen Formel (G1), stellen Ar¹ und Ar² jeweils unabhängig voneinander eine substituierte oder unsubstituierte Fluorenylgruppe, eine substituierte oder unsubstituierte Spirofluorenylgruppe oder eine substituierte oder unsubstituierte Biphenylgruppe dar; α stellt eine substituierte oder unsubstituierte Phenylengruppe oder eine substituierte oder unsubstituierte Biphenyldiylgruppe dar; n stellt 0 oder 1 dar, und A stellt eine substituierte oder unsubstituierte 3-Carbazolylgruppe dar.

[0022] Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung ist ein lichtemittierendes Element einschließlich einer lichtemittierenden Schicht zwischen einem Elektrodenpaar. Die lichtemittierende Schicht enthält eine erste organische Verbindung, eine zweite organische Verbindung und eine phosphoreszierende Verbindung. Die erste organische Verbindung wird durch die allgemeine Formel (G2) dargestellt. Das Molekulargewicht der ersten organischen Verbindung ist größer als oder gleich 500 und kleiner als oder gleich 2000. Die zweite organische Verbindung ist eine Verbindung mit einer Elektronentransporteigenschaft.

[Chemische Formel 3]

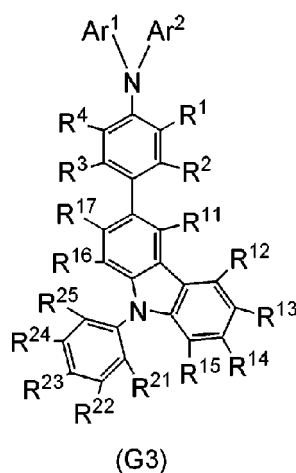


[0023] In der allgemeinen Formel (G2), stellen Ar¹ und Ar² jeweils unabhängig voneinander eine substituierte oder unsubstituierte Fluorenylgruppe, eine substituierte oder unsubstituierte Spirofluorenylgruppe oder eine substituierte oder unsubstituierte Biphenylgruppe dar; R¹ bis R⁴ und R¹¹ bis R¹⁷ stellen jeweils unabhängig voneinander Wasserstoff, eine Alkylgruppe mit 1 bis 10 Kohlenstoffatomen, eine unsubstituierte Phenylgruppe oder eine Phenylgruppe, die als Substituenten wenigstens eine Alkylgruppe mit 1 bis 10 Kohlenstoffatomen aufweist, oder eine unsubstituierte Biphenylgruppe oder eine Biphenylgruppe, die als Substituenten wenigstens eine Alkylgruppe mit 1 bis 10 Kohlenstoffatomen aufweist, dar; Ar⁴ stellt eine Alkylgruppe mit 1

bis 10 Kohlenstoffatomen, eine unsubstituierte Phenylgruppe oder eine Phenylgruppe, die als Substituenten wenigstens eine Alkylgruppe mit 1 bis 10 Kohlenstoffatomen aufweist, eine unsubstituierte Biphenylgruppe oder eine Biphenylgruppe, die als Substituenten wenigstens eine Alkylgruppe mit 1 bis 10 Kohlenstoffatomen aufweist, oder eine unsubstituierte Terphenylgruppe oder eine Terphenylgruppe, die als Substituenten wenigstens eine Alkylgruppe mit 1 bis 10 Kohlenstoffatomen aufweist.

[0024] Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung ist ein lichtemittierendes Element einschließlich einer lichtemittierenden Schicht zwischen einem Elektrodenpaar. Die lichtemittierende Schicht enthält eine erste organische Verbindung, eine zweite organische Verbindung und eine phosphoreszierende Verbindung. Die erste organische Verbindung wird durch die allgemeine Formel (G3) dargestellt. Das Molekulargewicht der ersten organischen Verbindung ist größer als oder gleich 500 und kleiner als oder gleich 2000. Die zweite organische Verbindung ist eine Verbindung mit einer Elektronentransporteigenschaft.

[Chemische Formel 4]

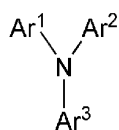


[0025] In der allgemeinen Formel (G3), stellen Ar¹ und Ar² jeweils unabhängig voneinander eine substituierte oder unsubstituierte Fluorenylgruppe, eine substituierte oder unsubstituierte Spirofluorenylgruppe oder eine substituierte oder unsubstituierte Biphenylgruppe dar; R¹ bis R⁴, R¹¹ bis R¹⁷ und R²¹ bis R²⁵ stellen jeweils unabhängig voneinander Wasserstoff, eine Alkylgruppe mit 1 bis 10 Kohlenstoffatomen, eine unsubstituierte Phenylgruppe oder eine Phenylgruppe, die als Substituenten wenigstens eine Alkylgruppe mit 1 bis 10 Kohlenstoffatomen aufweist, oder eine unsubstituierte Biphenylgruppe oder eine Biphenylgruppe, die als Substituenten wenigstens eine Alkylgruppe mit 1 bis 10 Kohlenstoffatomen aufweist, dar.

[0026] Bei den obigen Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung ist es bevorzugt, dass Ar¹ und Ar² in jeder der allgemeinen Formeln (G0) bis (G3) jeweils unabhängig voneinander eine substituierte oder unsubstituierte 2-Fluorenylgruppe, eine substituierte oder nichtsubstituierte Spiro-9,9'-bifluoren-2-yl-Gruppe oder eine Biphenyl-4-yl-Gruppe darstellen.

[0027] Bei der obigen Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung ist es bevorzugt, dass eine Lochtransportschicht in Kontakt mit der lichtemittierenden Schicht bereitgestellt ist, wobei die Lochtransportschicht eine dritte organische Verbindung enthält, die dritte organische Verbindung durch die allgemeine Formel (G0) dargestellt wird, und das Molekulargewicht der dritten organischen Verbindung größer als oder gleich 500 ist und kleiner als oder gleich 2000 ist.

[Chemische Formel 5]

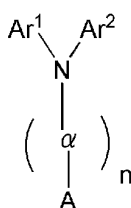


(G0)

[0028] In der allgemeinen Formel (G0), stellen Ar¹ und Ar² jeweils unabhängig voneinander eine substituierte oder unsubstituierte Fluorenylgruppe, eine substituierte oder unsubstituierte Spirofluorenylgruppe oder eine substituierte oder unsubstituierte Biphenylgruppe dar, und Ar³ stellt einen Substituenten einschließlich eines Carbazolgerüsts dar.

[0029] Bei der obigen Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung ist es bevorzugt, dass eine Lochtransportschicht in Kontakt mit der lichtemittierenden Schicht bereitgestellt ist, wobei die Lochtransportschicht eine dritte organische Verbindung enthält, die dritte organische Verbindung durch die allgemeine Formel (G1) dargestellt wird und das Molekulargewicht der dritten organischen Verbindung größer als oder gleich 500 ist und kleiner oder gleich 2000 ist.

[Chemische Formel 6]

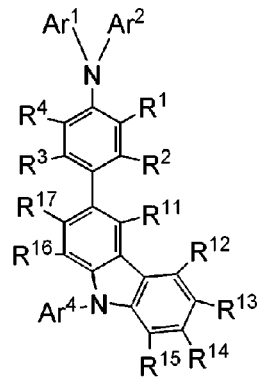


(G1)

[0030] In der allgemeinen Formel (G1), stellen Ar¹ und Ar² jeweils unabhängig voneinander eine substituierte oder unsubstituierte Fluorenylgruppe, eine substituierte oder unsubstituierte Spirofluorenylgruppe oder eine substituierte oder unsubstituierte Biphenylgruppe; a steht für eine substituierte oder unsubstituierte Phenylengruppe oder eine substituierte oder unsubstituierte Biphenyldiylgruppe dar; n stellt 0 oder 1 dar; und A stellt eine substituierte oder unsubstituierte 3-Carbazolylgruppe dar.

[0031] Bei der obigen Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung ist es bevorzugt, dass eine Lochtransportschicht in Kontakt mit der lichtemittierenden Schicht bereitgestellt ist, wobei die Lochtransportschicht eine dritte organische Verbindung enthält, die dritte organische Verbindung durch die allgemeine Formel (G2) dargestellt wird, und das Molekulargewicht der dritten organischen Verbindung größer als oder gleich 500 ist und kleiner oder gleich 2000 ist.

[Chemische Formel 7]

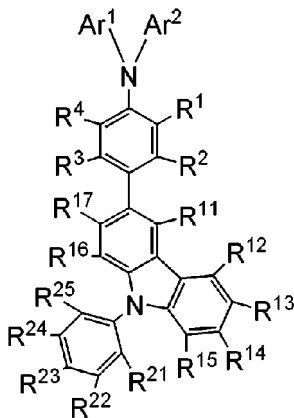


(G2)

[0032] In der allgemeinen Formel (G2), stellen Ar^1 und Ar^2 jeweils unabhängig eine substituierte oder unsubstituierte Fluorenylgruppe, eine substituierte oder unsubstituierte Spirofluorenylgruppe oder eine substituierte oder unsubstituierte Biphenylgruppe dar; R^1 bis R^4 und R^{11} bis R^{17} stellen jeweils unabhängig Wasserstoff, eine Alkylgruppe mit 1 bis 10 Kohlenstoffatomen, eine unsubstituierte Phenylgruppe oder eine Phenylgruppe, die als Substituenten wenigstens eine Alkylgruppe mit 1 bis 10 Kohlenstoffatomen aufweist, oder eine unsubstituierte Biphenylgruppe oder eine Biphenylgruppe, die als Substituenten wenigstens eine Alkylgruppe mit 1 bis 10 Kohlenstoffatomen aufweist, dar; Ar^4 stellt eine Alkylgruppe mit 1 bis 10 Kohlenstoffatomen, eine unsubstituierte Phenylgruppe oder eine Phenylgruppe, die als Substituenten mindestens einen Alkylrest mit 1 bis 10 Kohlenstoffatomen, eine unsubstituierte Biphenylgruppe oder eine Biphenylgruppe, die als Substituenten wenigstens eine Alkylgruppe mit 1 bis 10 Kohlenstoffatomen aufweist, oder eine unsubstituierte Terphenylgruppe oder eine Terphenylgruppe, die als Substituenten wenigstens eine Alkylgruppe mit 1 bis 10 Kohlenstoffatomen aufweist, dar.

[0033] In der obigen Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung ist es bevorzugt, dass eine Lochtransportschicht in Kontakt mit der lichtemittierenden Schicht bereitgestellt ist, wobei die Lochtransportschicht eine dritte organische Verbindung enthält, die dritte organische Verbindung durch die allgemeine Formel (G3) dargestellt wird, und das Molekulargewicht der dritten organischen Verbindung größer als oder gleich 500 ist und kleiner oder gleich 2000 ist.

[Chemische Formel 8]



(G3)

[0034] In der allgemeinen Formel (G3), stellen Ar¹ und Ar² jeweils unabhängig voneinander eine substituierte oder unsubstituierte Fluorenylgruppe, eine substituierte oder unsubstituierte Spirofluorenylgruppe oder eine substituierte oder unsubstituierte Biphenylgruppe dar; R¹ bis R⁴, R¹¹ bis R¹⁷ und R²¹ bis R²⁵ stellen jeweils unabhängig voneinander Wasserstoff, eine Alkylgruppe mit 1 bis 10 Kohlenstoffatomen, eine unsubstituierte Phenylgruppe oder eine Phenylgruppe, die als Substituenten wenigstens eine Alkylgruppe mit 1 bis 10 Kohlenstoffatomen aufweist, oder eine unsubstituierte Biphenylgruppe oder eine Biphenylgruppe, die als Substituenten wenigstens eine Alkylgruppe mit 1 bis 10 Kohlenstoffatomen aufweist, dar.

[0035] Bei den obigen Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung ist es bevorzugt, dass die dritte organische Verbindung identisch mit der ersten organischen Verbindung ist.

[0036] Bei den obigen Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung ist es bevorzugt, dass eine Kombination der ersten organischen Verbindung und der zweiten organischen Verbindung einen Exciplex bildet.

[0037] Bei den obigen Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung ist es bevorzugt, dass die Verbindung mit der Elektronentransporteigenschaft eine π -elektronenarme heteroaromatische Verbindung ist. Beispiele für die π -elektronenarme heteroaromatische Verbindung schließen Verbindungen ein, einschließlich eines Chinoxalingerüsts, eines Dibenzochinoxalingerüsts, eines Chinolingerüsts, eines Pyrimidingerüsts, eines Pyrazingerüsts, eines Pyridingerüsts, eines Diazolgerüsts oder eines Triazolgerüsts.

[0038] Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung betrifft eine lichtemittierende Vorrichtung enthaltend das oben beschriebene lichtemittierende Elemente in einem lichtemittierenden Abschnitt. Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung betrifft eine elektronische Vorrichtung enthaltend die lichtemittierende Vorrichtung in einem Displayabschnitt. Eine weitere Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung betrifft eine Beleuchtungsvorrichtung enthaltend die lichtemittierende Vorrichtung in einem lichtemittierenden Abschnitt.

[0039] Da das lichtemittierende Element in einer Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung eine lange Lebensdauer aufweist, kann eine lichtemittierende Vorrichtung mit hoher Zuverlässigkeit erhalten werden. In ähnlicher Weise kann eine elektronische Vorrichtung und eine Beleuchtungsvorrichtung mit hoher Zuverlässigkeit durch die Verwendung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung erhalten werden.

[0040] Zusätzlich kann, da das lichtemittierende Element in einer Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung eine hohe Emissionseffizienz in einem Bereich hoher Leuchtdichte aufweist, eine lichtemittierende Vorrichtung mit hoher Emissionseffizienz erhalten werden. In ähnlicher Weise kann eine elektronische Vorrichtung und eine Beleuchtungsvorrichtung mit hoher Emissionseffizienz durch Verwendung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung erhalten werden.

[0041] Es sollte festgehalten werden, dass die lichtemittierende Vorrichtung in dieser Beschreibung in seiner Kategorie, eine Bilddisplayvorrichtung mit einem lichtemittierenden Element umfasst. Zusätzlich umfasst die lichtemittierende Vorrichtung alle folgenden Module: ein Modul, bei welchem ein Verbindungsstück, wie zum Beispiel ein anisotroper leitfähiger Film oder ein Tape-Carrier-Package (TCP), an einer lichtemittierenden Vorrichtung befestigt ist; ein Modul, bei welchem eine gedruckte Leiterplatte an dem Ende eines TCP bereitgestellt ist; und ein Modul, bei welchem eine integrierte Schaltung (IC) direkt auf einer lichtemittierenden Vorrichtung durch ein Chip-on-Glass (COG) -Verfahren befestigt ist. Ferner sollen lichtemittierende Vorrichtungen, die in Beleuchtungsanlagen und dergleichen verwendet werden, enthalten sein.

[0042] Eine Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung kann ein lichtemittierendes Element mit einer langen Lebensdauer bereitzustellen. Durch Verwendung des lichtemittierenden Elements, kann eine lichtemittierende Vorrichtung, eine elektronische Vorrichtung und eine Beleuchtungseinrichtung, die jeweils eine hohe Zuverlässigkeit aufweisen, bereitgestellt werden. Eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann auch ein lichtemittierendes Element, das eine hohe Emissionseffizienz in einem Bereich hoher Leuchtdichte aufweist, bereitstellen. Durch die Verwendung des lichtemittierenden Elements kann eine lichtemittierende Vorrichtung, eine elektronische Vorrichtung und eine Beleuchtungsvorrichtung mit hoher Emissionseffizienz bereitgestellt werden.

Figurenliste

Fig. 1A bis Fig. 1F stellen jeweils ein Beispiel eines lichtemittierenden Elements in einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung dar.

Fig. 2A zeigt ein Beispiel eines lichtemittierenden Elements in einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, und die **Fig. 2B** und **Fig. 2C** zeigen ein Konzept eines Exciplex in einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

Fig. 3A und **Fig. 3B** zeigen ein Beispiel einer lichtemittierenden Vorrichtung in einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

Fig. 4A und **Fig. 4B** stellen ein Beispiel einer lichtemittierenden Vorrichtung in einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung dar.

Fig. 5A bis **Fig. 5E** stellen jeweils ein Beispiel für eine elektronische Vorrichtung dar.

Fig. 6A und **Fig. 6B** stellen Beispiele von Beleuchtungsvorrichtungen dar.

Fig. 7 zeigt ein lichtemittierendes Element in Beispielen.

Fig. 8 zeigt die Leuchtdichte-Stromausbeute-Charakteristiken der lichtemittierenden Elemente in Beispiel 1.

Fig. 9 zeigt die Spannungs-Leuchtdichte-Charakteristiken der lichtemittierenden Elemente in Beispiel 1.

Fig. 10 zeigt die Leuchtdichte- externe Quanteneffizienz-Charakteristiken der lichtemittierenden Elemente in Beispiel 1.

Fig. 11 A und **Fig. 11 B** zeigen die Ergebnisse der Zuverlässigkeitsuntersuchungen der lichtemittierenden Elemente in Beispiel 1.

Fig. 12 zeigt die Leuchtdichte-Stromausbeute-Charakteristiken der lichtemittierenden Elemente in Beispiel 2.

Fig. 13 zeigt die Spannungs-Leuchtdichte-Charakteristiken der lichtemittierenden Elemente in Beispiel 2.

Fig. 14 zeigt die Leuchtdichte-Wirkungsgrad-Charakteristiken der lichtemittierenden Elemente in Beispiel 2.

Fig. 15 zeigt die Leuchtdichte- externe Quanteneffizienz-Charakteristiken der lichtemittierenden Elemente in Beispiel 2.

Fig. 16 zeigt Ergebnisse der Zuverlässigkeitsuntersuchungen der lichtemittierenden Elemente in Beispiel 2.

Fig. 17 zeigt die Leuchtdichte-Stromausbeute-Charakteristiken der lichtemittierenden Elemente in Beispiel 3.

Fig. 18 zeigt die Spannungs-Leuchtdichte-Charakteristiken der lichtemittierenden Elemente in Beispiel 3.

Fig. 19 zeigt die Leuchtdichte-Stromausbeute-Charakteristiken der lichtemittierenden Elemente in Beispiel 3.

Fig. 20 zeigt die Leuchtdichte- externe Quanteneffizienz-Charakteristiken der lichtemittierenden Elemente in Beispiel 3.

Fig. 21A und **Fig. 21B** zeigen ¹H NMR Charts von N-(1,1'-Biphenyl-4-yl)-N-[4-(9-phenyl-9H-carbazol-3-yl)phenyl]-9,9-dimethyl-9H-fluoren-2-amin (Abkürzung: PCBBiF).

Fig. 22A und **Fig. 22B** zeigen ein Absorptionsspektrum und ein Emissionsspektrum von PCBBiF in einer Toluol-Lösung von PCBBiF.

Fig. 23A und **Fig. 23B** zeigen ein Absorptionsspektrum und ein Emissionsspektrum einer Dünnschicht aus PCBBiF.

Fig. 24A und **Fig. 24B** zeigen ¹H NMR Charts von N-(1,1'-Biphenyl-4-yl)-N-[4-(9-phenyl-9H-carbazol-3-yl)phenyl]-9,9'-spirobi[9H-fluoren]-2-amin (Abkürzung: PCBBiSF).

Fig. 25A und **Fig. 25B** zeigen ein Absorptionsspektrum und ein Emissionsspektrum von PCBBiSF in einer Toluol-Lösung von PCBBiSF.

Fig. 26A und **Fig. 26B** zeigen ein Absorptionsspektrum und ein Emissionsspektrum einer Dünnschicht aus PCBBiSF.

Fig. 27 zeigt die Spannungs-Strom-Charakteristiken der lichtemittierenden Elemente in Beispiel 4.

Fig. 28 zeigt die Leuchtdichte-externe Quanteneffizienz Charakteristiken der lichtemittierenden Elemente in Beispiel 4.

Fig. 29 zeigt die Emissionsspektren der lichtemittierenden Elemente in Beispiel 4.

Fig. 30 zeigt die Ergebnisse der Zuverlässigkeitsuntersuchungen der lichtemittierenden Elemente in Beispiel 4.

Fig. 31 zeigt die die Leuchtdichte-Stromausbeute-Charakteristiken der lichtemittierenden Elemente in Beispiel 5.

Fig. 32 zeigt die Spannungs-Leuchtdichte-Charakteristiken der lichtemittierenden Elemente in Beispiel 5.

Fig. 33 zeigt die Leuchtdichte- externe Quanteneffizienz-Charakteristiken der lichtemittierenden Elemente in Beispiel 5.

Fig. 34 zeigt Ergebnisse der Zuverlässigkeitsuntersuchungen der lichtemittierenden Elemente in Beispiel 5.

Fig. 35 zeigt die Leuchtdichte-Stromausbeute-Charakteristiken der lichtemittierenden Elemente in Beispiel 6.

Fig. 36 zeigt die Spannungs-Leuchtdichte-Charakteristiken der lichtemittierenden Elemente in Beispiel 6.

Fig. 37 zeigt die Leuchtdichte- externe Quanteneffizienz-Charakteristiken der lichtemittierenden Elemente in Beispiel 6.

Fig. 38 zeigt Ergebnisse der Zuverlässigkeitsuntersuchungen der lichtemittierenden Elemente in Beispiel 6.

Fig. 39 zeigt die Leuchtdichte-Stromausbeute-Charakteristiken eines lichtemittierenden Elementes in Beispiel 7.

Fig. 40 zeigt die Spannungs-Leuchtdichte-Charakteristiken des lichtemittierenden Elements in Beispiel 7.

Fig. 41 zeigt die Leuchtdichte- externe Quanteneffizienz-Charakteristiken des lichtemittierenden Elementes in Beispiel 7.

Fig. 42 zeigt die Ergebnisse einer Zuverlässigkeitsuntersuchung des lichtemittierenden Elementes in Beispiel 7.

Beste Art zur Durchführung der Erfindung

[0043] Ausführungsformen werden im Detail unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beschrieben. Es sollte festgehalten werden, dass die vorliegende Erfindung nicht auf die folgende Beschreibung beschränkt ist, und einem Fachmann auf diesem Gebiet ist klar, dass verschiedene Änderungen und Modifikationen vorgenommen werden können, ohne von dem Geist und Umfang der vorliegenden Erfindung abzuweichen. Daher sollte die vorliegende Erfindung nicht als auf die Beschreibung in den folgenden Ausführungsformen beschränkt angesehen werden. Es sollte festgehalten werden, dass in den Strukturen der nachfolgend beschriebenen Erfindung die gleichen Teile oder Teile mit ähnlichen Funktionen in den verschiedenen Zeichnungen mit den gleichen Bezugszeichen bezeichnet sind, und eine Beschreibung dieser Teile wird nicht wiederholt.

(Ausführungsform 1)

[0044] In dieser Ausführungsform werden lichtemittierende Elemente in einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf die **Fig. 1A** bis **Fig. 1F** beschrieben.

[0045] Lichtemittierende Elemente, die in dieser Ausführungsform als Beispiele angeführt sind, umfassen jeweils ein Elektrodenpaar und eine Schicht enthaltend eine lichtemittierende organische Verbindung (EL-Schicht) zwischen dem Elektrodenpaar.

[0046] Ein in **Fig. 1A** dargestelltes lichtemittierendes Element enthält eine EL-Schicht 203 zwischen einer ersten Elektrode 201 und einer zweiten Elektrode 205. In dieser Ausführungsform dient die erste Elektrode 201 als eine Anode und die zweite Elektrode 205 als eine Kathode.

[0047] Wenn eine höhere Spannung als die Schwellenspannung des lichtemittierenden Elementes zwischen der ersten Elektrode 201 und der zweiten Elektrode 205 angelegt wird, werden Löcher von der Seite der ersten Elektrode 201 in die EL-Schicht 203 injiziert und Elektronen werden von der Seite der zweiten Elektrode 205 in die EL-Schicht 203 injiziert. Die injizierten Elektronen und Löcher werden in der EL-Schicht 203 rekombiniert und eine in der EL-Schicht 203 enthaltene lichtemittierende Substanz emittiert Licht.

[0048] Die EL-Schicht 203 enthält wenigstens eine lichtemittierende Schicht 303. Bei dem lichtemittierenden Element in dieser Ausführungsform enthält die lichtemittierende Schicht 303 eine erste organische Verbindung, eine zweite organische Verbindung und eine phosphoreszierende Verbindung.

[0049] Bei dieser Ausführungsform wird die phosphoreszierende Verbindung als die lichtemittierende Substanz, die ein Gastmaterial ist, eingesetzt. Eine der ersten und zweiten organischen Verbindungen, deren Anteil größer ist als der Anteil der anderen in der lichtemittierenden Schicht, wird als ein Wirtsmaterial bezeichnet, in welchem das Gastmaterial dispergiert ist.

[0050] In der lichtemittierenden Schicht des lichtemittierenden Elements in dieser Ausführungsform ist der Anteil des Wirtsmaterials größer ist als der Anteil des Gastmaterials. Wenn das Gastmaterial in dem Wirtsmaterial dispergiert ist, kann die Kristallisation der lichtemittierenden Schicht unterdrückt werden. Ferner ist es möglich, ein KonzentrationsQuenching aufgrund der hohen Konzentration des Gastmaterials zu unterdrücken, und daher kann das lichtemittierende Element höhere Emissionseffizienz aufweisen.

[0051] Die erste organische Verbindung ist ein tertiäres Amin und hat eine Struktur auf, bei welcher zwei Substituenten, enthaltend ein Fluorengerüst, ein Spirofluorengerüst oder ein Biphenylengerüst, und ein Substituenten, enthaltend ein Carbazolgerüst, jeweils direkt an ein Stickstoffatom gebundenen sind. Das Molekulargewicht des ersten organischen Verbindung ist größer als oder gleich 500 und kleiner als oder gleich 2000. Die zweite organische Verbindung ist eine Verbindung mit einer Elektronentransporteigenschaft.

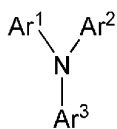
[0052] Bei dem tertiären Amin wird eine Biphenylgruppe, eine Fluorenylgruppe oder eine Spirofluorenylgruppe als der direkt an das Stickstoffatom gebundene als Substituent anstelle einer Phenylgruppe oder eine Alkylphenylgruppe mit einer einfachen Struktur eingeführt. Daher ist das tertiäre Amin chemisch stabil, wodurch es ermöglicht wird, dass ein lichtemittierendes Element mit einer langen Lebensdauer einfach mit hoher Reproduzierbarkeit erhalten werden kann. Das tertiäre Amin umfasst auch ein Carbazolgerüst und besitzt daher eine hohe thermische Stabilität und verbessert die Zuverlässigkeit. Das tertiäre Amin enthält ferner einen Fluorenylamingerüst, ein Spirofluorenylamingerüst oder eine Biphenylamingerüst und weist daher eine hohe Lochtransporteigenschaft und eine hohe Elektronen-Sperreigenschaft auf. Zusätzlich hat das tertiäre Amin eine hohe Triplettanregungsenergie im Vergleich mit einem Amin, welches ein Naphthalingerüst oder dergleichen umfasst, und weist daher eine ausgezeichnete Exziton-Sperreigenschaft auf. Demzufolge kann ein Austreten von Elektronen oder Diffusion von Exzitonen selbst in einem Bereich hoher Leuchtdichte verhindert werden, und kann das lichtemittierende Element eine hohe Emissionseffizienz zeigen.

[0053] Materialien, die als die erste organische Verbindung, die zweite organische Verbindung und die in der lichtemittierenden Schicht 303 enthaltene phosphoreszierende Verbindung verwendet werden können, werden nachstehend im Detail beschrieben.

<Erste organische Verbindungen>

[0054] Die erste organische Verbindung wird durch die allgemeine Formel (G0) dargestellt und das Molekulargewicht der ersten organischen Verbindung ist größer als oder gleich 500 und kleiner oder gleich 2000.

[Chemische Formel 9]



(G0)

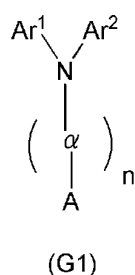
[0055] In der allgemeinen Formel (G0) stellen Ar¹ und Ar² jeweils unabhängig voneinander eine substituierte oder unsubstituierte Fluorenylgruppe, eine substituierte oder unsubstituierte Spirofluorenylgruppe oder eine substituierte oder unsubstituierte Biphenylgruppe dar, und Ar³ stelle einen Substituenten enthaltend ein Carbazolgerüst dar.

[0056] In dem Fall, dass die Fluorenylgruppe, die Spirofluorenylgruppe oder die Biphenylgruppe einen Substituenten in der allgemeinen Formel (G0) aufweist, umfassen Beispiele des Substituenten eine Alkylgruppe mit 1 bis 10 Kohlenstoffatomen, eine unsubstituierte Phenylgruppe oder eine Phenylgruppe, die als Substituenten wenigstens eine Alkylgruppe mit 1 bis 10 Kohlenstoffatomen aufweist, eine unsubstituierte Biphenylgruppe oder eine Biphenylgruppe, die als Substituenten wenigstens eine Alkylgruppe mit 1 bis 10 Kohlenstoffatomen aufweist, und eine unsubstituierte Terphenylgruppe oder eine Terphenylgruppe, die als Substituenten wenigstens eine Alkylgruppe mit 1 bis 10 Kohlenstoffatomen aufweist. Die Verbindung, welche durch die allgemeine Formel (G0) dargestellt ist und einen dieser Substituenten aufweist, neigt weniger zu niedrigen Löchertransport-, Elektronensperr- und Exziton-Sperreigenschaften als (oder können Lochtransport-, Elektronensperr und Exziton-Sperreigenschaften aufweisen, die so hoch sind wie) eine Verbindung, die den Substituenten nicht aufweist.

[0057] Beispiele von Ar³ umfassen eine substituierte oder unsubstituierte (9H-Carbazol-9-yl)phenyl-Gruppe, eine substituierte oder unsubstituierte (9H-Carbazol-9-yl)biphenyl-Gruppe, eine substituierte oder unsubstituierte (9H-Carbazol-9-yl)terphenyl-Gruppe, eine substituierte oder unsubstituierte (9-Aryl-9H-carbazol-3-yl)phenyl-Gruppe, eine substituierte oder unsubstituierte (9-Aryl-9H-carbazol-3-yl)biphenyl-Gruppe, eine substituierte oder unsubstituierte (9-Aryl-9H-carbazol-3-yl)terphenyl-Gruppe, eine substituierte oder unsubstituierte 9-Aryl-9H-carbazol-3-yl-Gruppe, und dergleichen. Spezielle Beispiele für Arylgruppen umfassen eine unsubstituierte Phenylgruppe oder eine Phenylgruppe, die als Substituenten wenigstens eine Alkylgruppe mit 1 bis 10 Kohlenstoffatomen aufweist, eine unsubstituierte Biphenylgruppe oder eine Biphenylgruppe, die als Substituenten wenigstens eine Alkylgruppe mit 1 bis 10 Kohlenstoffatomen aufweist, eine unsubstituierte Terphenylgruppe oder eine Terphenylgruppe, die als Substituenten wenigstens eine Alkylgruppe mit 1 bis 10 Kohlenstoffatomen aufweist, und dergleichen. Es sollte festgehalten werden, dass in dem Fall, in dem Ar³ einen Substituenten aufweist, Beispiele des Substituenten eine Alkylgruppe mit 1 bis 10 Kohlenstoffatomen, eine unsubstituierte Phenylgruppe oder eine Phenylgruppe, die als Substituenten wenigstens eine Alkylgruppe mit 1 bis 10 Kohlenstoffatomen aufweist, eine unsubstituierte Biphenylgruppe oder eine Biphenylgruppe, die als Substituenten wenigstens eine Alkylgruppe mit 1 bis 10 Kohlenstoffatomen aufweist, eine unsubstituierte Terphenylgruppe oder eine Terphenylgruppe, die als Substituenten wenigstens eine Alkylgruppe mit 1 bis 10 Kohlenstoffatomen aufweist, und dergleichen umfassen. Jeder dieser Substituenten kann die Beeinträchtigung der hohen Lochtransport-, Elektronensperr- und Exziton-Sperreigenschaften der Verbindung, die durch die allgemeine Formel (G0) dargestellt ist, unterdrücken.

[0058] Es ist bevorzugt, dass die erste in der lichtemittierenden Schicht 303 enthaltene organische Verbindung durch die folgende allgemeine Formel (G1) dargestellt wird.

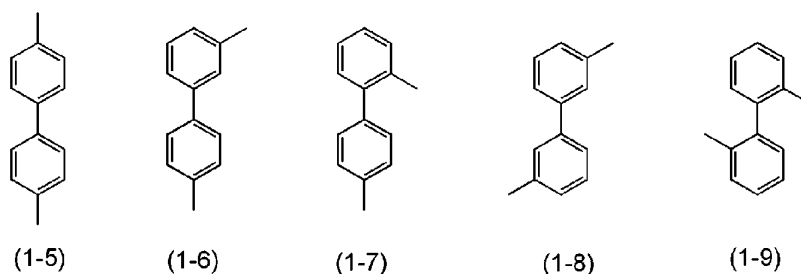
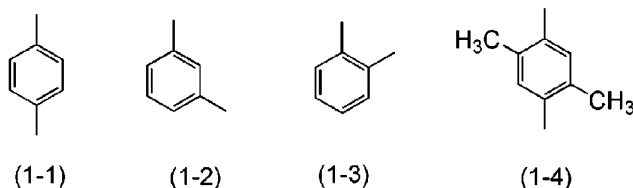
[Chemische Formel 10]



[0059] In der allgemeinen Formel (G1) stellen Ar^1 und Ar^2 jeweils unabhängig voneinander eine substituierte oder unsubstituierte Fluorenylgruppe, eine substituierte oder unsubstituierte Spirofluorenylgruppe oder eine substituierte oder unsubstituierte Biphenylgruppe dar; α stellt für eine substituierte oder unsubstituierte Phenylengruppe oder eine substituierte oder unsubstituierte Biphenyldiylgruppe dar; n stellt 0 oder 1 dar; und A stellt eine substituierte oder unsubstituierte 3-Carbazolylgruppe dar.

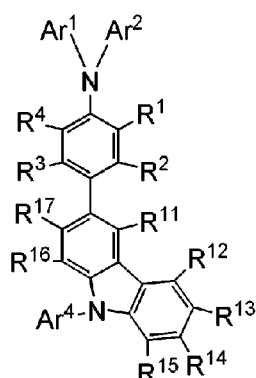
[0060] Beispiele für spezifische Strukturen von α in der allgemeinen Formel (G1) werden von die Strukturformeln (1-1) bis (1-9) dargestellt.

[Chemische Formel 11]



[0061] Es ist des Weiteren bevorzugt, dass die erste in der lichtemittierenden Schicht 303 enthaltene organische Verbindung durch die folgende allgemeine Formel (G2) dargestellt wird.

[Chemische Formel 12]

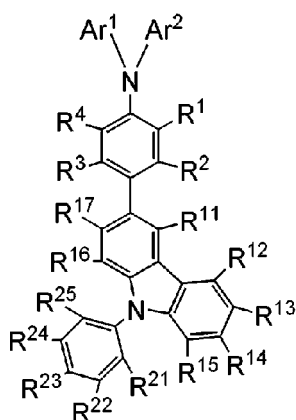


(G2)

[0062] In der allgemeinen Formel (G2) stellen Ar¹ und Ar² jeweils unabhängig voneinander eine substituierte oder unsubstituierte Fluorenylgruppe, eine substituierte oder unsubstituierte Spirofluorenylgruppe oder eine substituierte oder unsubstituierte Biphenylgruppe dar; R¹ bis R⁴ und R¹¹ bis R¹⁷ stellen jeweils unabhängig Wasserstoff, eine Alkylgruppe mit 1 bis 10 Kohlenstoffatomen, eine unsubstituierte Phenylgruppe oder eine Phenylgruppe, die als Substituenten wenigstens eine Alkylgruppe mit 1 bis 10 Kohlenstoffatomen aufweist, oder eine unsubstituierte Biphenylgruppe oder eine Biphenylgruppe, die als Substituenten wenigstens eine Alkylgruppe mit 1 bis 10 Kohlenstoffatomen aufweist, dar; Ar⁴ stellt eine Alkylgruppe mit 1 bis 10 Kohlenstoffatomen, eine unsubstituierte Phenylgruppe oder eine Phenylgruppe, die als Substituenten wenigstens eine Alkylgruppe mit 1 bis 10 Kohlenstoffatomen aufweist, eine unsubstituierte Biphenylgruppe oder eine Biphenylgruppe, die als Substituenten wenigstens eine Alkylgruppe mit 1 bis 10 Kohlenstoffatomen aufweist, oder eine unsubstituierte Terphenylgruppe oder eine Terphenylgruppe, die als Substituenten wenigstens eine Alkylgruppe mit 1 bis 10 Kohlenstoffatomen aufweist, dar.

[0063] Es ist besonders bevorzugt, dass die erste in der lichtemittierenden Schicht 303 enthaltene organische Verbindung durch die folgende allgemeine Formel (G3) dargestellt wird.

[Chemische Formel 13]



(G3)

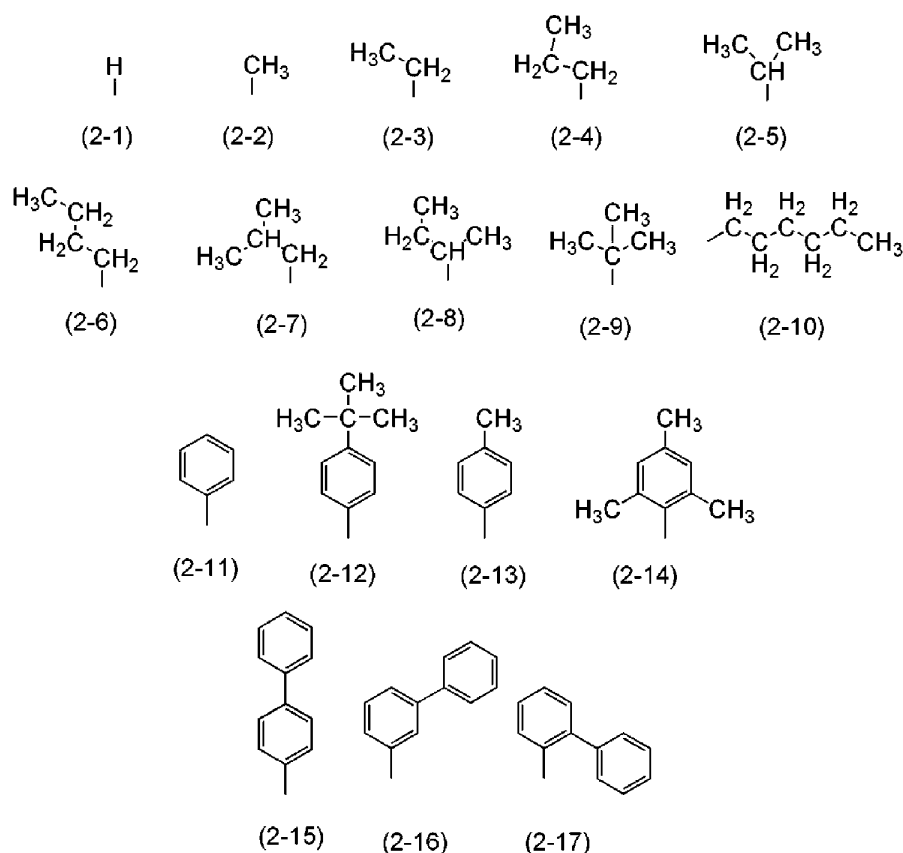
[0064] In der allgemeinen Formel (G3) stellen Ar¹ und Ar² jeweils unabhängig voneinander eine substituierte oder unsubstituierte Fluorenylgruppe, eine substituierte oder unsubstituierte Spirofluorenylgruppe oder eine substituierte oder unsubstituierte Biphenylgruppe dar; R¹ bis R⁴, R¹¹, R¹⁷ und R²¹ bis R²⁵ stellen jeweils unabhängig voneinander Wasserstoff, eine Alkylgruppe mit 1 bis 10 Kohlenstoffatomen, eine unsubstituierte

Phenylgruppe oder eine Phenylgruppe, die als Substituenten wenigstens eine Alkylgruppe mit 1 bis 10 Kohlenstoffatomen aufweist, oder eine unsubstituierte Biphenylgruppe oder eine Biphenylgruppe, die als Substituenten wenigstens eine Alkylgruppe mit 1 bis 10 Kohlenstoffatomen aufweist, dar.

[0065] Es ist bevorzugt, dass Ar¹ und Ar² jeweils unabhängig voneinander eine substituierte oder unsubstituierte 2-Fluorenylgruppe, eine substituierte oder unsubstituierte Spiro-9,9'-bifluoren-2-yl-Gruppe oder eine Biphenyl-4-yl-Gruppe darstellen. Ein tertiäres Amin enthaltend eines dieser Gerüste ist aufgrund seiner hohen Lochtransport- und Elektronen-Sperreigenschaften bevorzugt und seine ausgezeichneten Exziton-Sperreigenschaft sind aufgrund seiner Triplettanregungsenergie höher als die von einem Amin mit einem Naphthalingerüst oder dergleichen. Unter den Biphenylgruppen, Fluorenylgruppen und Spirofluorenylgruppen sind die mit diesen Substitutionsstellen bevorzugt, da sie einfach zu synthetisieren und billig sind.

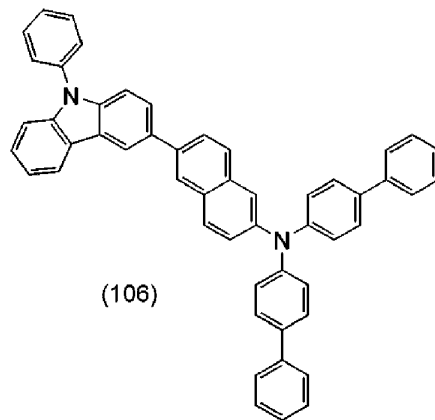
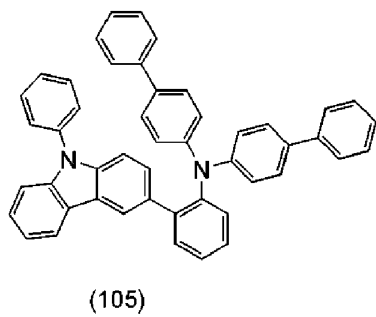
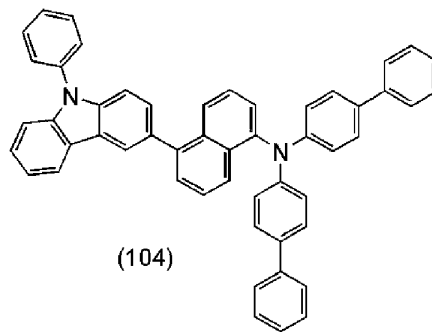
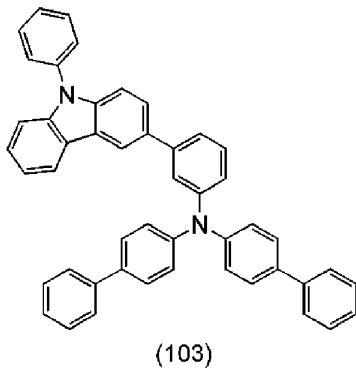
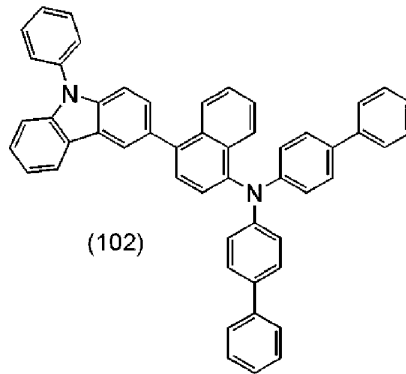
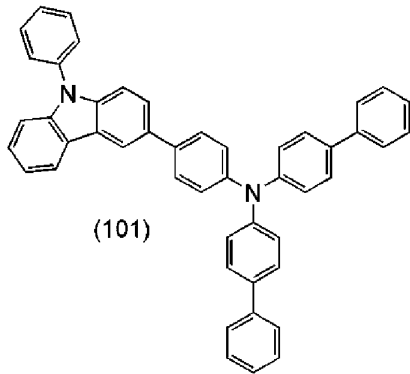
[0066] Beispiele für spezifische Strukturen von R¹ bis R⁴, R¹¹ bis R¹⁷ und R²¹ bis R²⁵ in den allgemeinen Formeln (G2) und (G3) werden durch die Strukturformeln (2-1) bis (2-17) dargestellt. In dem Fall, in dem die Fluorenylgruppe, die Spirofluorenylgruppe oder die Biphenylgruppe einen Substituenten in jeder der obigen allgemeinen Formeln aufweist, umfassen Beispiele des Substituenten eine Alkylgruppe mit 1 bis 10 Kohlenstoffatomen, eine unsubstituierte Phenylgruppe oder eine Phenylgruppe, die als Substituenten wenigstens eine Alkylgruppe mit 1 bis 10 Kohlenstoffatomen aufweist, und eine unsubstituierte Biphenylgruppe oder eine Biphenylgruppe, die als Substituenten wenigstens eine Alkylgruppe mit 1 bis 10 Kohlenstoffatomen aufweist. Als Beispiele spezifischer Strukturen dieser können die Substituenten angegeben werden, die durch die Strukturformeln (2-2) bis (2-17) dargestellt werden. Beispiele für spezifische Strukturen Ar⁴ in der allgemeinen Formel (G2) umfassen Substituenten, welche durch die Strukturformeln (2-2) bis (2-17) dargestellt werden.

[Chemische Formel 14]

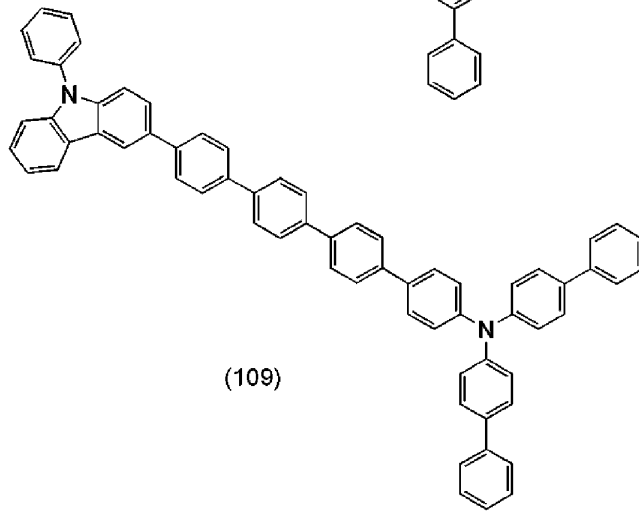
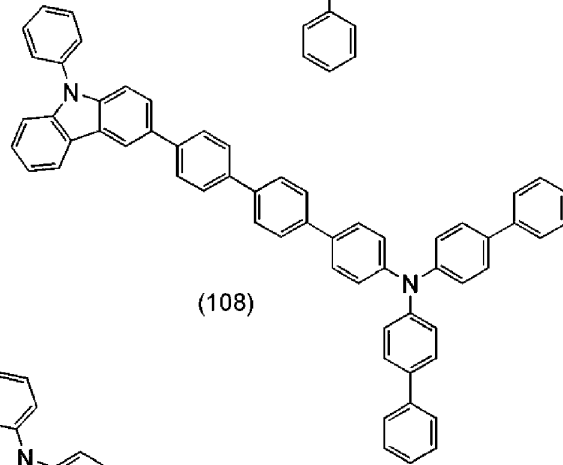
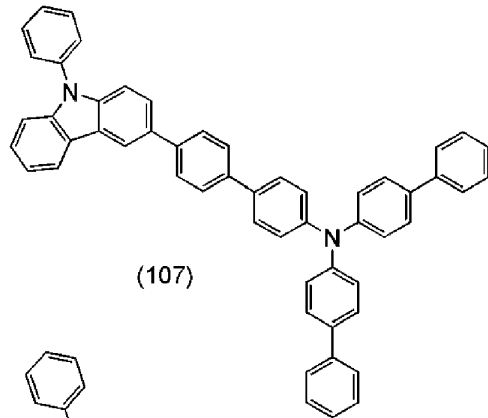


[0067] Spezifische Beispiele der organischen Verbindung durch die allgemeinen Formeln (G0) dargestellt werden, umfassen organische Verbindungen, die durch die Strukturformeln (101) bis (142) dargestellt werden. Es sollte festgehalten werden, dass die vorliegende Erfindung nicht auf diese Beispiele beschränkt ist.

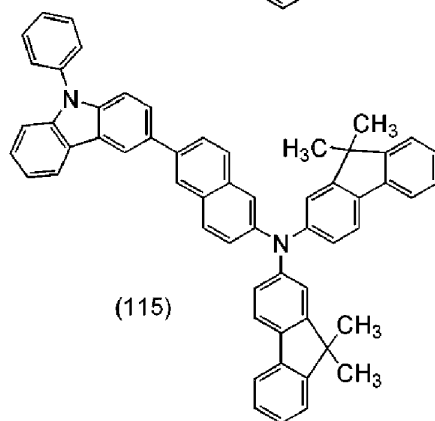
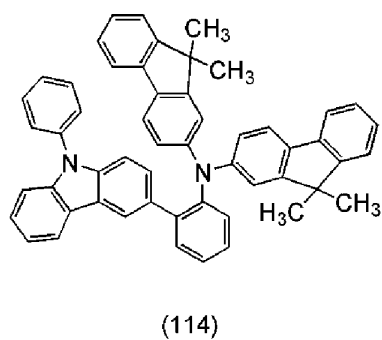
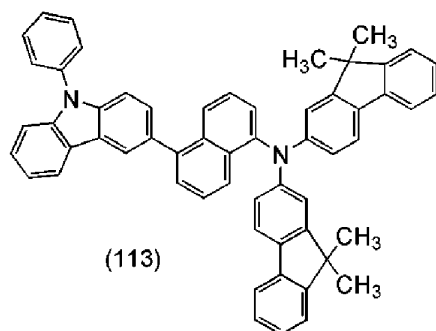
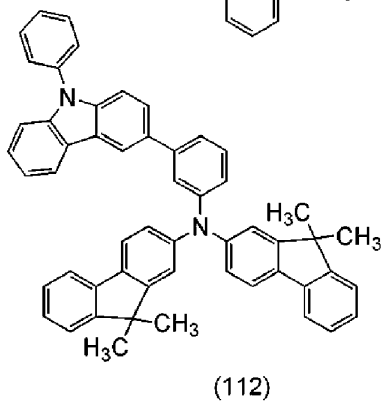
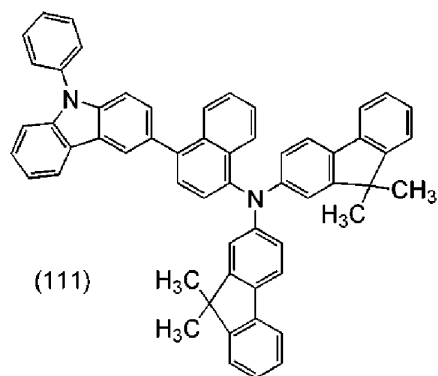
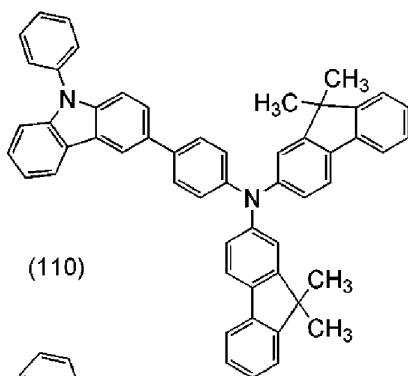
[Chemische Formel 15]



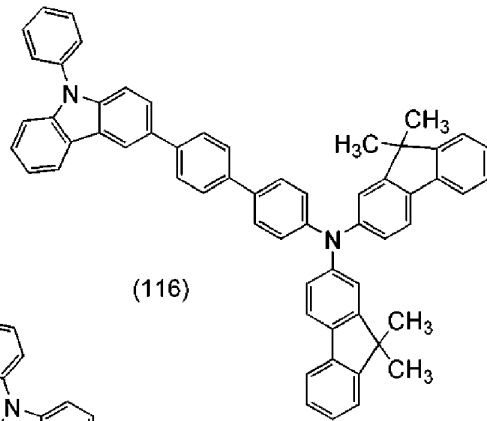
[Chemische Formel 16]



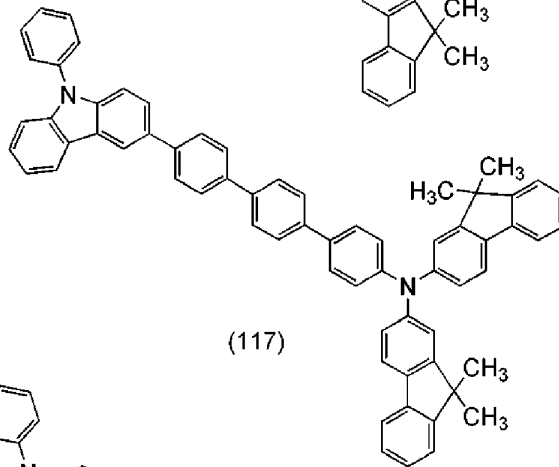
[Chemische Formel 17]



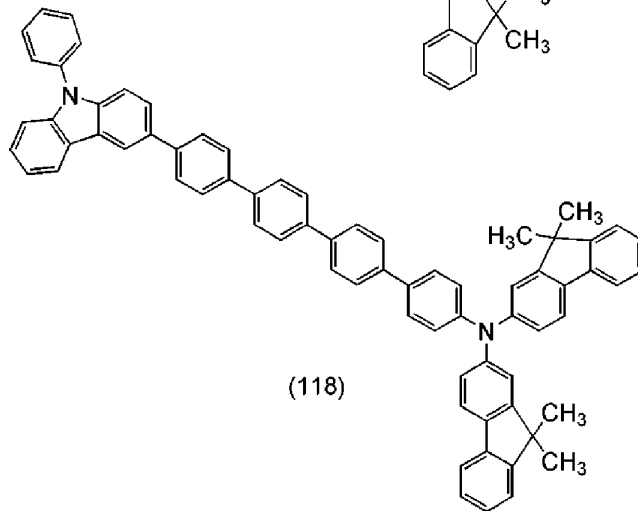
[Chemische Formel 18]



(116)

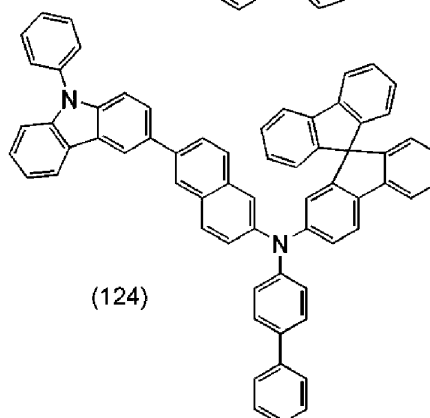
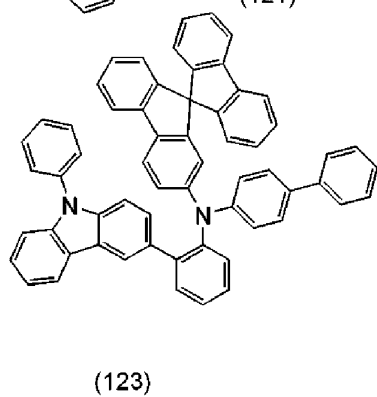
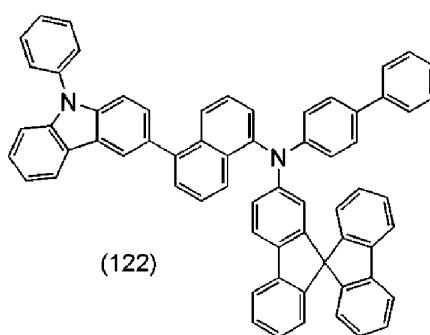
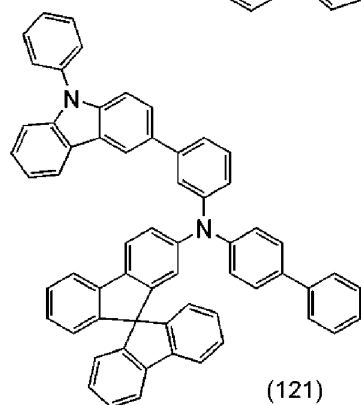
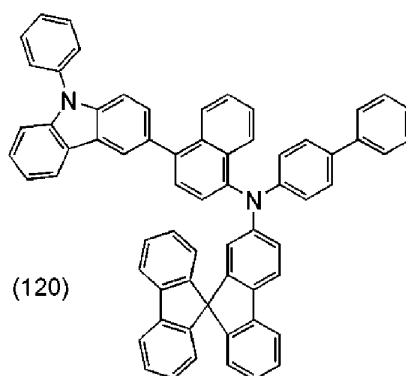
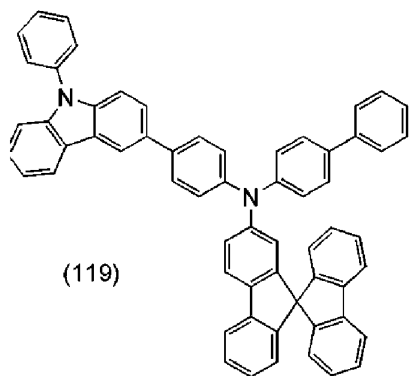


(117)

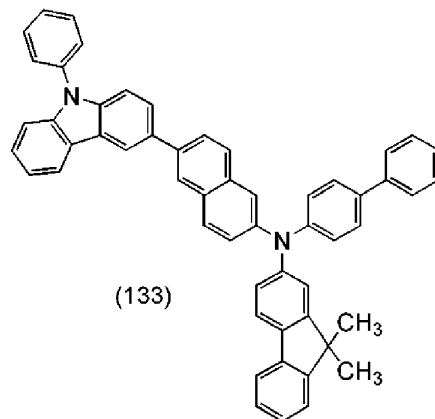
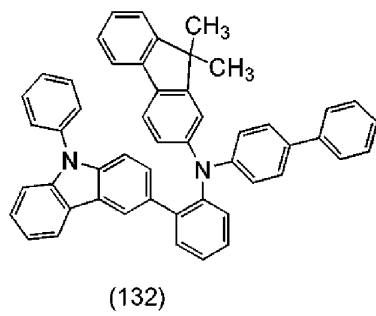
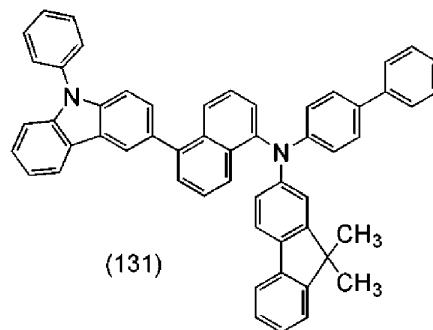
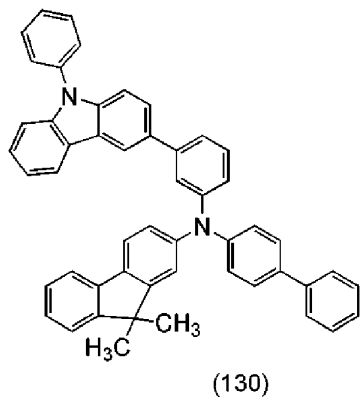
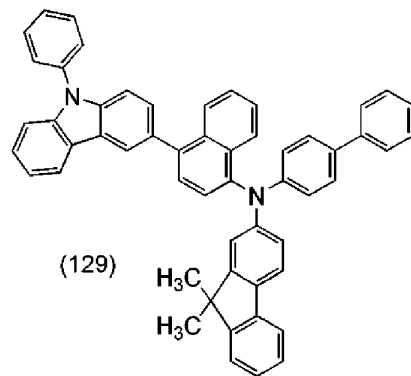
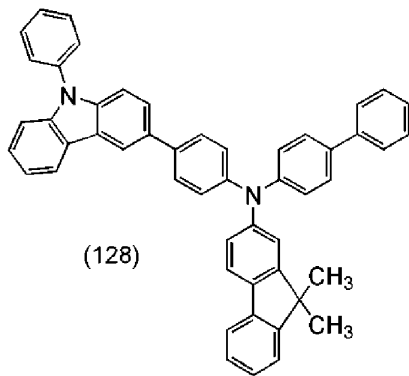


(118)

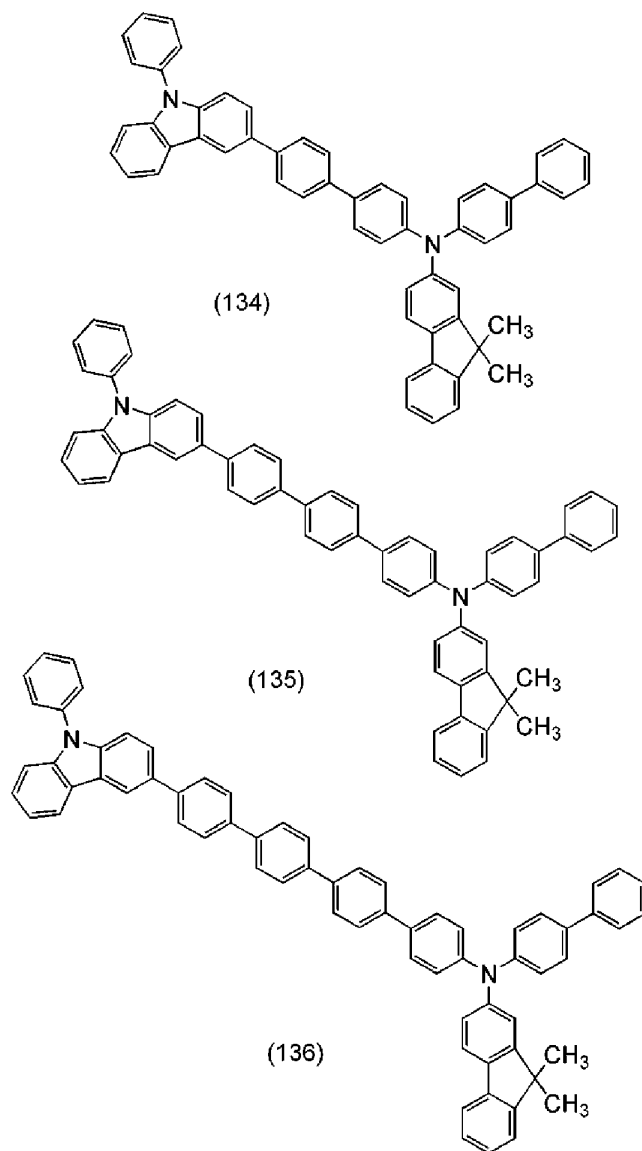
[Chemische Formel 19]



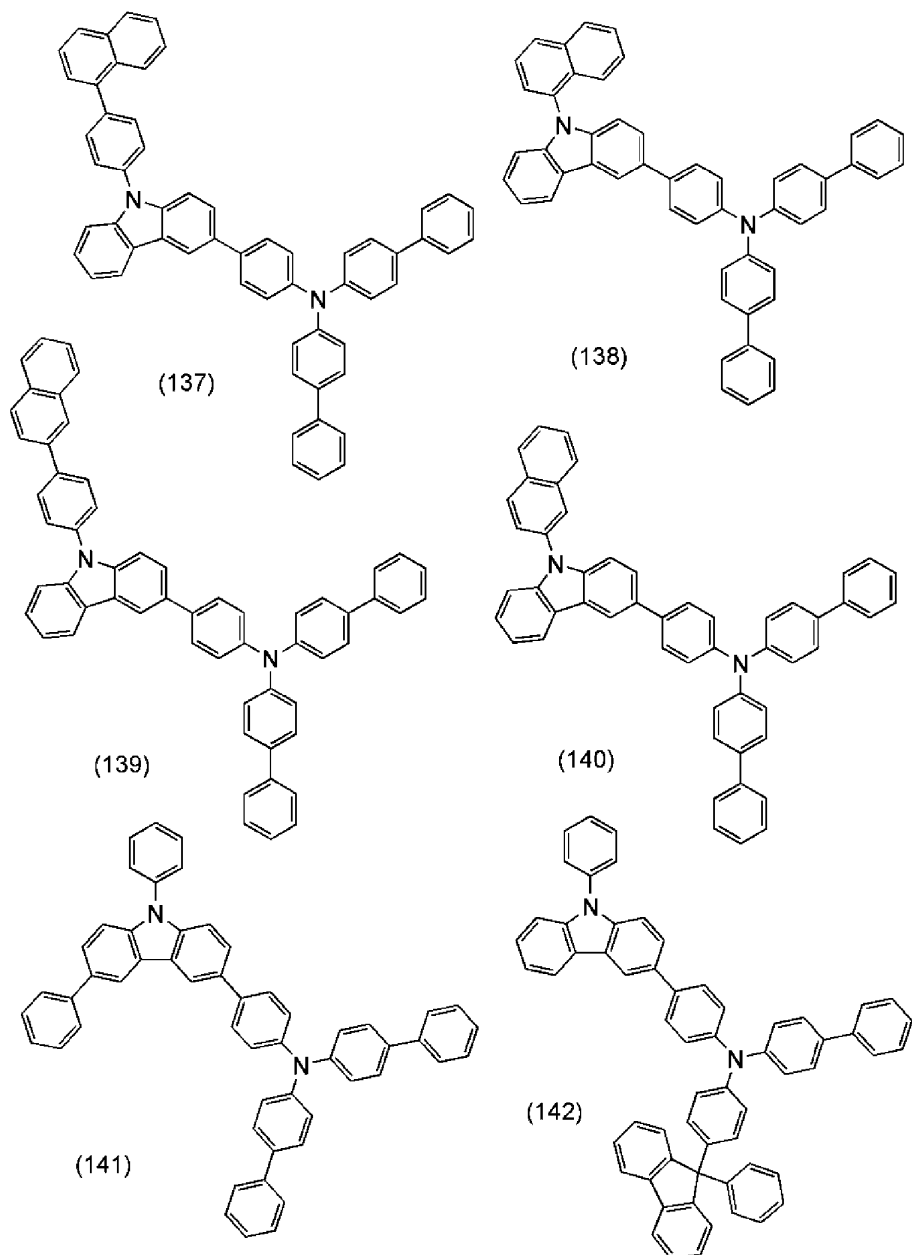
[Chemische Formel 21]



[Chemische Formel 22]



[Chemische Formel 23]



<Zweite organische Verbindungen>

[0068] Die zweite organische Verbindung ist eine Verbindung mit einer Elektronentransporteigenschaft. Als die Verbindung mit der Elektronentransporteigenschaft kann eine π -elektronenarme heteroaromatische Verbindung, wie eine stickstoffhaltige heteroaromatische Verbindung, ein Metallkomplex mit einem Chinolingerüst oder einem Benzochinolingerüst, ein Metallkomplex mit einem auf Oxazol basierenden oder Thiazol basierenden Liganden oder dergleichen verwendet werden.

[0069] Spezielle Beispiele umfassen die folgenden: Metallkomplexe, wie Bis(10-hydroxybenzo[h]chinolinato)beryllium(II) (Abkürzung: BeBq₂), Bis(2-methyl-8-chinolinolato)(4-phenylphenolato)aluminium(III) (Abkürzung: BAiq), Bis(8-chinolinolato)zink(II) (Abkürzung: Znq), Bis[2-(2-Benzoxazolyl)phenolato]zink(II) (Abkürzung: Zn(BOX)₂) und Bis[2-(2-benzthiazolyl)phenolato]zink(II) (Abkürzung: Zn(BTZ)₂); heterocyclische Verbindungen mit einem Polyazolgerüst, wie 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-butyl-

phenyl)-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-Benzoltriyol)tris(1-phenyl-1H-benzimidazol) (Abkürzung: TPB1) und 2-[3-(Dibenzothiophen-4-yl)phenyl]-1-phenyl-1H-benzimidazol (Abkürzung: mDBTBlm-II), heterocyclische Verbindungen mit einem Chinoxalingerüst oder einem Dibenzochinoxalingerüst, wie 2-[3-(Dibenzothiophen-4-yl)phenyl]dibenzo[f,h]chinoxalin (Abkürzungen: 2mDBTPDBq-II), 7-[3-(Dibenzothiophen-4-yl)phenyl]dibenzo[f,h]chinoxalin (Abkürzungen: 7mDBTPDBq-II), 6-[3-(Dibenzothiophen-4-yl)phenyl]dibenzo[f,h]chinoxalin (Abkürzungen: 6mDBTPDBq-II), 2-[3'-(Dibenzothiophen-4-yl)biphenyl-3-yl]dibenzo[f,h]chinoxalin (Abkürzungen: 2mDBTBPDq-II) und 2-[3'-(9H-Carbazol-9-yl)biphenyl-3-yl]dibenzo[f,h]chinoxalin (Abkürzungen: 2mCzBPDBq); heterocyclische Verbindungen mit einem Diazingerüst (einem Pyrimidingerüst oder einem Pyrazingerüst), wie 4,6-Bis[3-(phenanthren-9-yl)phenyl]pyrimidin (Abkürzungen: 4,6mPnP2Pm), 4,6-Bis[3-(9H-carbazol-9-yl)phenyl]pyrimidin (Abkürzungen: 4,6mCzP2Pm) und 4,6-Bis[3-(4-Dibenzothiophenyl)phenyl]pyrimidin (Abkürzungen: 4,6mDBTP2Pm-II); heterocyclische Verbindungen mit einem Pyridingerüst, wie 3,5-Bis[3-(9H-carbazol-9-yl)phenyl]pyridin (Abkürzungen: 35DCzPPy), 1,3,5-Tri[3-(3-pyridyl)phenyl]benzol (Abkürzung: TmPyPB) und 3,3',5,5'-Tetra[(m-pyridyl)-phen-3-yl]biphenyl (Abkürzung: BP4mPy). Von den obigen Materialien sind heterocyclische Verbindungen mit einem Chinoxalingerüst oder einem Dibenzochinoxalingerüst, heterocyclische Verbindungen mit einem Diazingerüst und heterocyclische Verbindungen mit einem Pyridingerüst bevorzugt, da sie eine hohe Zuverlässigkeit aufweisen.

<Phosphoreszierende Verbindung>

[0070] Beispiele von phosphoreszierenden Verbindungen, die für die lichtemittierende Schicht 303 verwendet werden können, werden hier angegeben. Beispiele für phosphoreszierende Verbindungen mit einem Emissionspeak bzw. -maximum bei 440 nm bis 520 nm umfassen die folgenden: organometallische Iridiumkomplexe mit einem 4H-Triazolgerüst, wie Tris{2-[5-(2-methylphenyl)-4-(2,6-dimethylphenyl)-4H-1,2,4-triazol-3-yl-kN²]phenyl-kC}iridium(III) (Abkürzung: [Ir(mpptz-dmp)₃]), Tris(5-methyl-3,4-diphenyl-4H-1,2,4-triazolato)iridium(III) (Abkürzung: [Ir(Mptz)₃]), und Tris[4-(3-biphenyl)-5-isopropyl-3-phenyl-4H-1,2,4-triazolato]iridium(III) (Abkürzung: [Ir(iPrptz-3b)₃]); organometallische Iridiumkomplexe mit einem 1H-Triazolgerüst, wie 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]); organometallische Iridiumkomplexe mit einem Imidazolgerüst, wie fac-Tris[1-(2,6-diisopropylphenyl)-2-phenyl-1H-imidazole]iridium(III) (Abkürzung: [Ir(iPrpmi)₃]) und Tris[3-(2,6-dimethylphenyl)-7-methylimidazo[1,2-/]phenanthridinato]iridium(III) (Abkürzung: [Ir(dmpimpt-Me)₃]); und organometallische Iridiumkomplexe, bei welchen ein Phenylpyridinderivat mit einer elektronenziehenden Gruppe ein Ligand ist, wie 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)picolat (Abkürzung: Flrpic), Bis[2-(3',5'-bis(trifluoromethyl)phenyl)pyridinato-N,C²]iridium(III)picolat (Abkürzung: [Ir(CF₃ppy)₂(pic)]), und Bis[2-(4',6'-difluorphenyl)pyridinato-N,C²]iridium(III)acetylacetonat (Abkürzung: Flr(acac)). Von den obigen Materialien sind die organometallischen Iridiumkomplexe mit einem 4H-Triazolgerüst besonders bevorzugt, da sie eine hohe Zuverlässigkeit und eine hohe Emissionseffizienz aufweisen.

[0071] Beispiele für phosphoreszierende Verbindungen mit einem Emissionsmaximum bei 520 nm bis 600 nm umfassen die folgenden: organometallische Iridiumkomplexe mit einem Pyrimidingerüst, wie 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[4-(2-norbornyl)-6-phenylpyrimidinato]iridium(III) (endo- und exo-Mischung) (Abkürzung: [Ir(nbppm)₂(acac)]), (Acetylacetonato)bis[5-methyl-6-(2-methylphenyl)-4-phenylpyrimidinato]iridium(III) (Abkürzung: [Ir(mpppm)₂(acac)]), und (Acetylacetonato)bis(4,6-diphenylpyrimidinato)iridium(III) (Abkürzung: [Ir(dppm)₂(acac)]); organometallische Iridiumkomplexe mit einem Pyrazingerüst, wie (Acetylacetonato)bis(3,5-dimethyl-2-phenylpyrazinato)iridium(III) (Abkürzung: [Ir(mppr-Me)₂(acac)]) und (Acetylacetonato)bis(5-isopropyl-3-methyl-2-phenylpyrazinato)iridium(III) (Abkürzung: [Ir(mppr-iPr)₂(acac)]); organometallische Iridiumkomplexe mit einem Pyridingerüst, wie 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]qchinolinato)iridium(III) acetylacetonat (Abkürzung: [Ir(bzq)₂(acac)]), Tris(benzo[h]qchinolinato)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 Seltenerdmetallkomplexe, wie Tris(acetylacetonato)(monophenanthrolin)terbium(III) (Abkürzung: [Tb(acac)₃(Phen)]). Von den obigen Materialien sind die organometallischen Iridiumkomplexe mit einem Pyrimidingerüst besonders bevorzugt, da sie eine ausgesprochen hohe Zuverlässigkeit und Emissionseffizienz aufweisen.

[0072] Beispiele für phosphoreszierende Verbindungen mit einem Emissionsmaximum bei 600 nm bis 700 nm umfassen die folgenden: organometallische Iridiumkomplexe mit einem Pyrimidingerüst, wie Bis[4,6-bis(3-methylphenyl)pyrimidinato](diisobutyrylmethano)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)]); organometallische Iridiumkomplexe mit einem Pyrazingerüst, wie (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-fluorphenyl)chinoxalinato]iridium(III) (Abkürzung: [Ir(Fdpq)₂(acac)]); organometallische Iridiumkomplexe mit einem Pyridingerüst, wie Tris(1-phenylisochinolinato-N,C^{2'})iridium(III) (Abkürzung: [Ir(piq)₃]) und Bis(1-phenylisochinolinato-N,C^{2'})iridium(III)acetylacetonat (Abkürzung: [Ir(piq)₂(acac)]); Platinkomplexe, wie 2,3,7,8,12,13,17,18-Octaethyl-21 H,23H-porphyrin platin(II) (Abkürzung: PtOEP); und Seltenerdmetallkomplexe, wie Tris(1,3-diphenyl-1,3-propanedionato)(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)]). Von den obigen Materialien sind die organometallischen Iridiumkomplexe mit einem Pyrimidingerüst besonders bevorzugt, da sie eine ausgesprochen hohe Zuverlässigkeit und Emissionseffizienz aufweisen. Ferner können die organometallischen Iridiumkomplexe mit einem Pyrazingerüst rote Lichtemission mit bevorzugter Chromatizität aufweisen.

[0073] Unter Verwendung der oben beschriebenen lichtemittierenden Schicht, welche die erste organische Verbindung, die zweite organische Verbindung und die phosphoreszierende Verbindung enthält, kann ein lichtemittierendes Element mit einer langen Lebensdauer hergestellt werden. Zusätzlich kann unter Verwendung der lichtemittierenden Schicht, ein lichtemittierendes Element, das eine hohe Emissionseffizienz in einem Bereich hoher Leuchtdichte aufweist, hergestellt werden.

[0074] Des Weiteren ist kann durch Bereitstellen einer Vielzahl von lichtemittierenden Schichten und durch Bereitstellen unterschiedlicher Emissionsfarben der lichtemittierenden Schichten, Lichtemission mit einer gewünschten Farbe von dem lichtemittierenden Element als Ganzes erhalten werden. Beispielsweise sind die Emissionsfarben der ersten und zweiten lichtemittierenden Schichten in einem lichtemittierenden Element mit zwei lichtemittierenden Schichten komplementär, so dass das lichtemittierende Element als Ganzes weißes Licht emittiert. Es sollte festgehalten werden, dass der Begriff „komplementär“ eine Farbbeziehung angeibt, bei welcher eine achromatische Farbe erhalten wird, wenn die Farben gemischt werden. Das heißt, die Emission von weißem Licht kann durch Mischen von Licht erhalten werden, welches von Substanzen emittiert wird, deren Emissionsfarben komplementäre Farben sind. Das Gleiche trifft auch auf ein lichtemittierendes Element zu, welches drei oder mehr lichtemittierenden Schichten aufweist. Es sollte festgehalten werden, dass bei einem lichtemittierenden Element, das eine Vielzahl von lichtemittierenden Schichten in einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung aufweist, wenigstens eine der lichtemittierenden Schichten die oben beschriebene Zusammensetzung (enthaltend die erste organische Verbindung, die zweite organische Verbindung und die phosphoreszierende Verbindung) aufweist, und alle lichtemittierenden Schichten können die obige Zusammensetzung aufweisen.

[0075] Zusätzlich zu der lichtemittierenden Schicht, kann die EL-Schicht 203 ferner eine oder mehrere Schichten umfassen, die eine aus einer Substanz mit einer hohen Lochinjektionseigenschaft, einer Substanz mit einer hohen Lochtransporteigenschaft, einem Lochsperrmaterial, einer Substanz mit einer hohen Elektronentransporteigenschaft, einer Substanz mit einer hohen Elektroneninjektionseigenschaft, einer Substanz mit einer bipolaren Eigenschaft (einer Substanz mit hohen Elektronen- und Lochtransporteigenschaften), und dergleichen umfasst. Ein bekanntes Material kann als die EL-Schicht 203 verwendet werden. Entweder kann der eine niedermolekulare Verbindung oder eine hochmolekulare Verbindung verwendet werden und eine anorganische Verbindung kann verwendet werden.

[0076] Ein in **Fig. 1B** dargestelltes lichtemittierendes Element enthält die EL-Schicht 203 zwischen der ersten Elektrode 201 und der zweiten Elektrode 205, und in der EL-Schicht 203 wurden eine Lochinjektionsschicht 301, eine Lochtransporterschicht 302, eine lichtemittierende Schicht 303, eine Elektronentransporterschicht 304, und eine Elektroneninjektionsschicht 305 in dieser Reihenfolge von der Seite der ersten Elektrode 201 aus gestapelt.

[0077] Ein in **Fig. 1C** dargestelltes lichtemittierende Element enthält die EL-Schicht 203 zwischen der ersten Elektrode 201 und der zweiten Elektrode 205, und umfasst ferner eine Zwischenschicht 207 zwischen der EL-Schicht 203 und der zweiten Elektrode 205.

[0078] Ein spezifisches Beispiel einer Struktur der Zwischenschicht 207 ist in **Fig. 1D** dargestellt. Die Zwischenschicht 207 enthält wenigstens ein Ladungserzeugungsabschnitt 308. Zusätzlich zu dem Ladungserzeugungsabschnitt 308 kann die Zwischenschicht 207 kann des Weiteren eine Elektronenrelaisschicht 307 und eine Elektroneninjektionspufferschicht 306 umfassen. In **Fig. 1D** umfasst das lichtemittierende Element die EL-Schicht 203 auf der ersten Elektrode 201, die Zwischenschicht 207 auf der EL-Schicht 203 und die zweite Elektrode 205 auf der Zwischenschicht 207. Zusätzlich werden, als die Zwischenschicht 207 in **Fig. 1D** die Elektroneninjektionspufferschicht 306, die Elektronenrelaisschicht 307 und der Ladungserzeugungsabschnitt 308 in dieser Reihenfolge von der Seite der EL-Schicht 203 aus bereitgestellt.

[0079] Wenn eine höhere Spannung als die Schwellenspannung des lichtemittierenden Elements zwischen der ersten Elektrode 201 und der zweiten Elektrode 205 angelegt wird, werden Löcher und Elektronen in dem Ladungserzeugungsabschnitt 308 erzeugt, und die Löcher bewegen sich in die zweite Elektrode 205 und die Elektronen bewegen sich in die Elektronenrelaisschicht 307. Die Elektronenrelaisschicht 307 weist eine hohe Elektronentransporteigenschaft auf und überträgt die in dem Ladungserzeugungsabschnitt 308 erzeugten Elektronen direkt in die Elektroneninjektionspufferschicht 306. Die Elektroneninjektionspufferschicht 306 senkt eine Barriere für die Injektion von Elektronen in die EL-Schicht 203 und verbessert die Effizienz der Elektroneninjektion in die EL-Schicht 203. Auf diese Weise werden Elektronen, die in dem Ladungserzeugungsabschnitt 308 erzeugt wurden, in das LUMO (niedrigstes unbesetztes Molekülorbital) Niveau der EL-Schicht 203 durch die Elektronenrelaisschicht 307 und die Elektroneninjektionspufferschicht 306 injiziert.

[0080] Zusätzlich kann die Elektronenrelaisschicht 307 Reaktionen an der Grenzfläche zwischen einer Substanz, die in dem Ladungserzeugungsabschnitt 308 enthalten ist, und einer in der Elektroneninjektionspufferschicht 306 enthaltenen Substanz verhindern. Daher ist es möglich Interaktion zu verhindern, wie das Beeinträchtigen von Funktionen des Ladungserzeugungsabschnitts 308 und der Elektroneninjektionspufferschicht 306.

[0081] Wie bei den lichtemittierenden Elementen in **Fig. 1E** und **Fig. 1F** dargestellt, können eine Vielzahl von EL-Schichten zwischen der ersten Elektrode 201 und der zweiten Elektrode 205 gestapelt werden. In diesem Fall wird die Zwischenschicht 207 vorzugsweise zwischen den gestapelten Schichten bereitgestellt. Beispielsweise kann das in **Fig. 1E** dargestellte lichtemittierende Element die Zwischenschicht 207 zwischen einer ersten EL-Schicht 203a und einer zweiten EL-Schicht 203b umfassen. Das in **Fig. 1F** dargestellte lichtemittierende Element umfasst n EL-Schichten (n ist eine natürliche Zahl von 2 oder mehr) und die Zwischenschichten 207, eine Zwischenschicht 207 zwischen einer m-ten EL-Schicht 203 (m) und einer (m + 1)-ten EL-Schicht 203 (m + 1). Es sollte festgehalten werden, dass bei einem lichtemittierenden Element einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, welche eine Vielzahl von EL-Schichten umfasst, die oben beschriebene Zusammensetzung (enthaltend die erste organische Verbindung, die zweite organische Verbindung und die phosphoreszierende Verbindung) auf wenigstens eine der EL-Schichten aufgebracht wird und auf alle EL-Schichten aufgebracht werden kann.

[0082] Das Verhalten von Elektronen und Löchern in der Zwischenschicht 207 zwischen der EL-Schicht 203 (m) und der EL-Schicht 203 (m + 1) wird beschrieben. Wenn eine höhere Spannung als die Schwellenspannung des lichtemittierenden Elements zwischen der ersten Elektrode 201 und der zweiten Elektrode 205 angelegt wird, werden Löcher und Elektronen in der Zwischenschicht 207 erzeugt, und die Löcher bewegen sich in die EL-Schicht 203 (m + 1), welche auf der Seite der zweiten Elektrode 205 vorgesehen ist, und die Elektronen bewegen sich in die in die EL-Schicht 203 (w), welche auf der Seite der ersten Elektrode 201 Seite vorgesehen ist. Die in die EL-Schicht 203 (w + 1) injizierten Löcher werden mit Elektronen rekombiniert, welche von der Seite der zweiten Elektrode 205 injiziert werden, so dass eine lichtemittierende Substanz, die in der EL-Schicht 203 (m+ 1) enthalten ist, Licht emittiert. Des Weiteren werden die in die EL-Schicht 203 (m) injizierten Elektronen mit Löchern rekombiniert, welche von der Seite der ersten Elektrode 201 injiziert werden, so dass eine in der EL-Schicht 203 (m) enthaltene lichtemittierende Substanz Licht emittiert. Daher führen die in der Zwischenschicht 207 erzeugten Löcher und Elektronen zur Lichtemission in unterschiedliche EL-Schichten.

[0083] Es sollte festgehalten werden, dass die EL-Schichten in Kontakt miteinander bereitgestellt werden können, wenn diese EL-Schichten es ermöglichen, dass die gleiche Struktur wie die Zwischenschicht dazwischen ausgebildet wird. Wenn zum Beispiel der Ladungserzeugungsabschnitt auf einer Oberfläche einer EL-Schicht gebildet wird, kann eine andere EL-Schicht in Kontakt mit der Oberfläche bereitgestellt werden.

[0084] Indem des Weiteren die Emissionsfarben der EL-Schichten verschieden sind, kann eine Lichtemission mit einer gewünschten Farbe von dem lichtemittierenden Element als Ganzes erhalten werden. Beispielsweise sind die Emissionsfarben der ersten und der zweiten EL-Schichten in einem lichtemittierenden Element mit zwei EL-Schichten komplementär, so dass das lichtemittierende Element als Ganzes weißes Licht emittieren kann. Das gleiche trifft auch auf ein lichtemittierendes Element mit drei oder mehr EL-Schichten zu.

[0085] Fig. 1B bis Fig. 1E können in einer geeigneten Kombination verwendet werden. Beispielsweise kann die Zwischenschicht 207 zwischen der zweiten Elektrode 205 und der EL-Schicht 203(n) in Fig. 1F vorgesehen sein.

[0086] Beispiele für Materialien, welche für jede Schicht verwendet werden können, werden nachstehend angeführt. Es sollte festgehalten werden, dass jede Schicht nicht auf eine Einzelschicht beschränkt ist, sondern ein Stapel von zwei oder mehr Schichten sein kann.

<Anode>

[0087] Die Elektrode, die als Anode dient (die erste Elektrode 201 in dieser Ausführungsform) kann unter Verwendung einer oder mehrere Arten von leitfähigen Metallen und Legierungen, leitfähigen Verbindungen und dergleichen, gebildet werden. Insbesondere ist es bevorzugt, ein Material mit einer hohen Austrittsarbeit (4,0 eV oder mehr) zu verwenden. Beispiele umfassen Indiumzinnoxid (ITO), Indiumzinnoxid, Silizium oder Siliziumoxid, Indiumzinkoxid, Indiumoxid enthaltend Wolframoxid und Zinkoxid, Graphen, Gold, Platin, Nickel, Wolfram, Chrom, Molybdän, Eisen, Kobalt, Kupfer, Palladium und ein Nitrid eines Metallmaterials (z.B. Titanitrid).

[0088] Wenn sich die Anode in Kontakt mit dem Ladungserzeugungsabschnitt befindet, kann eines einer Vielzahl von leitfähigen Materialien verwendet werden, unabhängig von ihrer Austrittsarbeit; zum Beispiel Aluminium, Silber, einer Legierung enthaltend Aluminium oder dergleichen verwendet werden.

<Kathode>

[0089] Die Elektrode, welche als Kathode dient (die zweite Elektrode 205 in dieser Ausführungsform), kann unter Verwendung einer oder mehrere Arten von leitfähigen Metallen und Legierungen, leitfähigen Verbindungen und dergleichen, gebildet werden. Insbesondere ist es bevorzugt, ein Material mit einer niedrigen Austrittsarbeit (3,8 eV oder weniger) zu verwenden. Beispiele umfassen Aluminium, Silber, ein Element der Gruppe 1 oder 2 des Periodensystems (beispielsweise ein Alkalimetall, wie Lithium oder Cäsium, ein Erdalkalimetall, wie Calcium oder Strontium oder Magnesium), eine Legierung, die eines dieser Elemente (z.B. Mg-Ag und Al-Li) enthält, ein Seltenerdmetall, wie Europium oder Ytterbium, und eine Legierung, die eines dieser Seltenerdmetalle enthält.

[0090] Es sollte festgehalten werden, dass in dem Fall, in dem sich die Kathode in Kontakt mit dem Ladungserzeugungsabschnitt befindet, jedes einer Vielzahl von leitfähigen Materialien unabhängig von ihrer Austrittsarbeit verwendet werden können. Zum Beispiel kann ITO, Silicium oder Indiumzinnoxid enthaltend Siliziumoxid, verwendet werden.

[0091] Das lichtemittierende Element kann eine Struktur aufweisen, bei welchem die Anode oder die Kathode unter Verwendung eines leitfähigen Films gebildet wird, welcher sichtbares Licht durchlässt und die andere aus einem leitfähigen Film gebildet wird, welcher sichtbares Licht reflektiert, oder aus einer Struktur gebildet wird, bei welcher sowohl die Anode als auch die Kathode unter Verwendung von leitfähigen Filmen gebildet werden, die sichtbares Licht durchlassen.

[0092] Der leitfähige Film, der sichtbares Licht durchlässt, kann zum Beispiel unter Verwendung von, zum Beispiel Indiumoxid, ITO, Indiumzinkoxid, Zinkoxid oder Zinkoxid zu welchem Gallium zugegeben wird gebildet werden. Alternativ kann ein Film aus einem metallischen Material, wie Gold, Platin, Nickel, Wolfram, Chrom, Molybdän, Eisen, Kobalt, Kupfer, Palladium oder Titan oder einem Nitrid eines dieser Metallmaterialien (beispielsweise Titanitrid) dünn ausgebildet werden, um eine lichtdurchlässige Eigenschaft zu erzielen. Als weitere Alternative kann Graphen oder dergleichen verwendet werden.

[0093] Der leitfähige Film, welcher sichtbares Licht reflektiert, kann zum Beispiel unter Verwendung eines Metallmaterials, wie Aluminium, Gold, Platin, Silber, Nickel, Wolfram, Chrom, Molybdän, Eisen, Kobalt, Kup-

fer oder Palladium ist; eine Aluminium enthaltende Legierung (Aluminiumlegierung), wie einer Legierung aus Aluminium und Titan, einer Legierung aus Aluminium und Nickel oder einer Legierung aus Aluminium und Neodym; oder einer Silber enthaltenden Legierung, wie beispielsweise eine Legierung aus Silber und Kupfer. Eine Legierung aus Silber und Kupfer ist wegen seiner hohen Hitzebeständigkeit bevorzugt. Ferner kann Lanthan, Neodym, oder Germanium auf das Metallmaterial oder der Legierung zugegeben werden.

[0094] Die Elektroden können einzeln durch ein Vakuumverdampfungsverfahren oder ein Sputterverfahren gebildet werden. Alternativ kann, wenn eine Silberpaste oder dergleichen verwendet wird, ein Beschichtungsverfahren oder ein Tintenstrahlverfahren verwendet werden.

<Lochinjektionsschicht 301>

[0095] Die Lochinjektionsschicht 301 enthält eine Substanz, die eine hohe Lochinjektionseigenschaft aufweist.

[0096] Beispiele für die Substanz mit einer hohen Lochinjektionseigenschaft umfassen Metalloxide, wie Molybdänoxid, Titanoxid, Vanadiumoxid, Rhenium, Ruthenium, Chromoxid, Zirkoniumoxid, Hafniumoxid, Tantaloxid, Silberoxid, Wolframoxid und Manganoxid.

[0097] Ein auf Phthalocyanin basierende Verbindung, wie Phthalocyanin (Abkürzung: H₂PC) oder Kupfer(II)phthalocyanin (Abkürzung: CuPc) kann ebenfalls verwendet werden.

[0098] Als weitere Alternative ist es möglich, eine aromatische Aminverbindung, die eine niedermolekulare organische Verbindung ist, zu verwenden, wie beispielsweise 4,4',4''-Tris(N,N-diphenylamino)triphenylamin (Abkürzung: TDATA), 4,4',4''-Tris[N-(3-methylphenyl)-N-phenylamino]triphenylamin (Abkürzung: MTDATA), 4,4'-Bis[N-(4-diphenylaminophenyl)-N-phenylamino]biphenyl (Abkürzung: DPAB), 4,4'-Bis[N-{4-[N'-(3-methylphenyl)-N-phenylamino]phenyl}-N-phenylamino]biphenyl (Abkürzung: DNTPD), 1,3,5-Tris[N-(4-diphenylaminophenyl)-N-phenylamino]benzol (Abkürzung: DPA3B), 3-[N-(9-Phenylcarbazol-3-yl)-N-phenylamino]-9-Phenylcarbazol (Abkürzung: PCzPCA1), 3,6-Bis[N-(9-phenylcarbazol-3-yl)-N-phenylamino]-9-Phenylcarbazol (Abkürzung: PCzPCA2) oder 3-[N-(1-Naphthyl)-N-(9-phenylcarbazol-3-yl)amino]-9-Phenylcarbazol (Abkürzung: PCzPCN I).

[0099] Als weitere Alternative ist es möglich, eine hochmolekulare Verbindung zu verwenden, wie Poly(N-vinylcarbazol) (Abkürzung: PVK), Poly(4-vinyltriphenylamin) (Abkürzung: PVTPA), Poly[N-(4-{N'-[4-(4-diphenylamino)phenyl]phenyl-N'-phenylamino}phenyl)methacrylamide] (Abkürzung: PTPDMA) oder Poly[N,N'-bis(4butylphenyl)-N,N'-bis(phenyl)benzidin] (Abkürzung: Poly-TPD) oder eine hochmolekulare Verbindung, zu welcher Säure zugegeben wird, wie beispielsweise Poly(3,4-ethylendioxythiophen)/Poly(styrolsulfonsäure) (PEDOT/PSS) oder Polyanilin/Poly(styrolsulfonsäure) (PAni/PSS).

[0100] Die Lochinjektionsschicht 301 kann als Ladungserzeugungsabschnitt dienen. Wenn die Lochinjektionsschicht 301 in Kontakt mit der Anode als Ladungserzeugungsabschnitt dient, können eine Vielzahl von leitfähigen Materialien für die Anode verwendet werden, unabhängig von der Austrittsarbeit. In dem Ladungserzeugungsabschnitt enthaltene Materialien werden nachfolgend beschrieben.

<Lochtransportschicht 302>

[0101] Die Lochtransportschicht 302 enthält eine Substanz, die eine hohe Lochtransporteigenschaft aufweist. Die Substanz mit der hohen Lochtransporteigenschaft ist eine Substanz mit der Eigenschaft, mehr Löcher als Elektronen zu transportieren, und ist besonders bevorzugt eine Substanz mit einer Lochmobilität von 10⁻⁶ cm²/Vs oder mehr.

[0102] Für die Lochtransportschicht 302 kann jede der organischen Verbindungen verwendet werden, die durch die obigen allgemeinen Formeln (G0) bis (G3) dargestellt werden. Wenn eine der organischen Verbindungen, die durch die obigen allgemeinen Formeln (G0) bis (G3) dargestellt werden, für die Lochtransportschicht 302 oder die lichtemittierende Schicht 303 verwendet wird, ist es möglich, eine Lochinjektionsbarriere zu verringern und daher ist es möglich nicht nur die Emissionseffizienz, sondern auch eine Ansteuerspannung zu verringern. Mit anderen Worten ermöglicht es eine derartige Struktur, nicht nur eine hohe Emissionseffizienz in einem Bereich hoher Leuchtdichte, wie oben beschrieben, beibehalten sondern auch eine Ansteuerspannung niedrig zu halten. Als Ergebnis kann ein lichtemittierendes Element mit wenig Verringerung des Wirkungsgrades aufgrund von Spannungsverlust selbst bei hoher Leuchtdichte erzielt werden, das

heißt, ein lichtemittierendes Element mit einem hohen Wirkungsgrad (geringem Stromverbrauch). Es ist besonders bevorzugt, dass die Lochtransportschicht 302 und die lichtemittierende Schicht 303 die gleiche organische Verbindung in Bezug auf die Lochinjektionsbarriere enthalten.

[0103] Andere Beispiele der Substanz mit einer hohen Lochtransporteigenschaft sind aromatische Aminverbindungen, wie 4,4'-Bis[N-(1-naphthyl)-N-phenylamino]biphenyl (Abkürzung: NPB oder α -NPB), N,N'-Bis(3-methylphenyl)-N,N'-diphenyl-[1,1'-biphenyl]-4,4'-diamin (Abkürzung: TPD), 4-Phenyl-4'-(9-Phenylfluoren-9-yl)triphenylamin (Abkürzung: BPAFLP), 4,4'-Bis[N-(9,9-dimethylfluoren-2-yl)-N-phenylamino]biphenyl (Abkürzung: DFLDPBi) und 4,4'-Bis [N-(spiro-9,9'-bifluoren-2-yl)-N-phenylamino]biphenyl (Abkürzung: BSPB).

[0104] Alternativ ist es möglich, ein Carbazol-Derivat zu verwenden, wie 4,4'-Di(N-carbazolyl)biphenyl (Abkürzung: CBP), 9-[4-(10-Phenyl-9-anthracenyl)phenyl]-9H-carbazol (Abkürzung: CzPA) oder 9-Phenyl-3-[4-(10-phenyl-9-anthryl)phenyl]-9H-carbazol (Abkürzung: PCzPA).

[0105] Als weitere Alternative ist es möglich, eine aromatische Kohlenwasserstoffverbindung, wie 2-tert-Butyl-9,10-di-(2-naphthyl)anthracen (Abkürzung: t-BuDNA), 9,10-Di(2-naphthyl) anthracen (Abkürzung: DNA) oder 9, 10-Diphenylanthracen (Abkürzung: DPAnth) zu verwenden.

[0106] Eine hochmolekulare Verbindung, wie PVK, PvTPA, PTPDMA oder Poly-TPD kann ebenso verwendet werden.

<Elektronentransportschicht 304>

[0107] Die Elektronentransportschicht 304 enthält eine Substanz, die eine hohe Elektronentransporteigenschaft aufweist.

[0108] Die Substanz mit einer hohen Elektronentransporteigenschaft ist eine organische Verbindung mit einer Eigenschaft mehr Elektronen als Löcher zu transportieren und eine Substanz mit einer Elektronenbeweglichkeit von 10^{-6} cm²/Vs oder mehr ist besonders bevorzugt.

[0109] Für die Elektronentransportschicht 304 kann die zweite organische Verbindung (die Verbindung mit der Elektronentransporteigenschaft), welche in der lichtemittierenden Schicht 303 enthalten ist, verwendet werden.

[0110] Ein Metallkomplex, wie Tris(8-chinolinolato)aluminium(III) (Abkürzung: Alq) oder Tris(4-methyl-8-chinolinolato)aluminium(III) (Abkürzung: Alm_{q3}) kann für die Elektronentransportschicht 304 verwendet werden.

[0111] Ferner kann eine heteroaromatische Verbindung, wie Bathophenanthrolin (Abkürzung: BPhen) Bathocuproin (Abkürzung: BCP), 3-(4-tert-Butylphenyl)-4-(4-ethylphenyl)-5-(4-biphenyl)-1,2,4-triazol (Abkürzung: p-EtTAZ) oder 4,4'-Bis(5-methylbenzoxazol-2-yl)stilben (Abkürzung: BzOs) verwendet werden.

[0112] Ferner kann eine hochmolekulare Verbindung, wie Poly(2,5-pyridindiy) (Abkürzung: PPy), Poly[(9,9-dihexylfluoren-2,7-diy)co-(pyridin-3,5-diy)] (Abkürzung: PF-Py) oder Poly[(9,9-dioctylfluoren-2,7-diy)co-(2,2'-bipyridin-6,6'-diyl)] (Abkürzung: PF-bpy) verwendet werden.

<Elektroneninjectionsschicht 305>

[0113] Die Elektroneninjectionsschicht 305 enthält eine Substanz, die eine hohe Elektroneninjectionseigenschaft aufweist.

[0114] Beispiele für die Substanz mit einer hohen Elektroneninjectionseigenschaft umfassen ein Alkalimetall, ein Erdalkalimetall, ein Seltenerdmetall und eine Verbindung dieser (z.B. ein Oxid dieser, ein Carbonat dieser und ein Halogenid dieser), wie Lithium, Cäsium, Calcium, Lithiumoxid, Lithiumcarbonat, Cäsiumcarbonat, Lithiumfluorid, Cäsiumfluorid, Calciumfluorid und Erbiumfluorid.

[0115] Die Elektroneninjectionsschicht 305 kann die vorstehend beschriebene Substanz mit der hohen Elektronentransporteigenschaft und eine Donator-Substanz enthalten. Zum Beispiel kann die Elektroneninjectionsschicht 305 unter Verwendung einer Alq-Schicht, die Magnesium (Mg) enthält, gebildet werden. Wenn die Substanz mit einer hohen Elektronentransporteigenschaft und die Donator-Substanz enthalten sind,

beträgt das Massenverhältnis der Donator-Substanz zu der Substanz mit der hohen Elektronentransporteigenschaften bevorzugt von 0,001:1 bis 0,1:1.

[0116] Beispiele der Donator-Substanz umfassen ein Alkalimetall, ein Erdalkalimetall, ein Seltenerdmetall und eine Verbindung dieser (z.B. ein Oxid dieser), wie beispielsweise Lithium, Cäsium, Magnesium, Calcium, Erbium, Ytterbium, Lithiumoxid, Calciumoxid, Bariumoxid und Magnesiumoxid; eine Lewis-Base; und eine organische Verbindung, wie Tetrathiafulvalen (Abkürzung: TTF), Tetrathianaphthacen (Abkürzung: TTN), Nickelocen oder Decamethylnickelocen.

<Ladungserzeugungsabschnitt>

[0117] Der Ladungserzeugungsabschnitt, welcher in Lochinjektionsschicht enthalten ist, und der Ladungserzeugungsabschnitt 308 enthalten jeweils eine Substanz mit einer hohen Lochtransporteigenschaft und einer Akzeptor-Substanz (Elektronenakzeptor). Die Akzeptor-Substanz wird vorzugsweise so zugegeben, dass das Massenverhältnis der Akzeptor-Substanz zu der Substanz mit der hohen Lochtransporteigenschaft 0,1:1 bis 4,0:1 beträgt.

[0118] Die Ladungserzeugungsabschnitt ist nicht auf eine Struktur beschränkt, bei welcher eine Substanz mit einer hohen Lochtransporteigenschaft und eine Akzeptor-Substanz in dem gleichen Film enthalten sind und kann eine Struktur aufweisen, bei welcher eine Schicht eine Substanz enthält, die eine hohe Lochtransporteigenschaft aufweist, und eine Schicht, die eine Akzeptor-Substanz aufweist, gestapelt sind. Es sollte festgehalten werden, dass in dem Fall einer gestapelten Schichtstruktur, bei der der Ladungserzeugungsabschnitt auf der Kathodenseite vorgesehen ist, sich die Schicht, die die Substanz mit der hohen Lochtransporteigenschaft aufweist, in Kontakt mit der Kathode befindet, und in dem Falle einer gestapelten Schichtstruktur, bei welcher sich der Ladungserzeugungsabschnitt auf der Anodenseite bereitgestellt ist, befindet sich die Schicht, welche die Akzeptor-Substanz enthält, in Kontakt mit der Anode.

[0119] Die Substanz mit der hohen Lochtransporteigenschaft ist eine organische Verbindung mit einer Eigenschaft mehr Löcher als Elektronen zu transportieren, und ist besonders bevorzugt eine organische Verbindung, die eine Lochbeweglichkeit von 10^{-6} cm²/Vs oder mehr aufweist.

[0120] Insbesondere ist es möglich, die Verbindung zu verwenden, dargestellt durch die obige allgemeinen Formel (G0) oder eine der Substanzen mit der hohen Lochtransporteigenschaft, welche als Beispiele für Substanzen angegeben sind, die für die Lochtransportschicht 302 verwendet werden können, z.B. aromatische Aminverbindungen, wie NPB und BPAFLP, Carbazol-Derivate, wie CBP, CzPA und PCzPA, aromatische Kohlenwasserstoffverbindungen, wie t-BuDNA, DNA und DPAnth, und hochmolekulare Verbindungen, wie PVK und PVTPA.

[0121] Beispiele der Akzeptor-Substanz schließen Halogenverbindungen ein, wie 7,7,8,8-Tetracyano-2,3,5,6-tetrafluorchinodimethan (Abkürzung: F4-TCNQ) und Chloranil, Cyanoverbindungen, wie Pirazino [2,3-f] [1,10]phenanthrolin-2,3-dicarbonitril (Abkürzung: PPDN) und Dipyrazino[2,3-f 2',3'-h]chinoxalin-2,3,6,7,10,11-hexacarbonitril (Abkürzung: HAT-CN), Übergangsmetalloxide und Oxide von Metallen der Gruppen 4 bis 8 des Periodensystems. Genauer gesagt sind Vanadiumoxid, Nioboxid, Tantaloxid, Chromoxid, Molybdänoxid, Wolframoxid, Manganoxid und Rheniumoxid wegen ihrer hohen Elektronen aufnehmenden Eigenschaft bevorzugt. Insbesondere ist Molybdänoxid aufgrund seiner Stabilität in der Atmosphäre, geringen hygroskopischen Eigenschaft und der Leichtigkeit der Handhabung bevorzugt.

<Elektroneninjektionspufferschicht 306>

[0122] Die Elektroneninjektionspufferschicht 306 enthält eine Substanz, die eine hohe Elektroneninjektionseigenschaft aufweist. Die Elektroneninjektionspufferschicht 306 erleichtert die Elektroneninjektion von dem Ladungserzeugungsabschnitt 308 in die EL-Schicht 203. Als die Substanz mit der hohen Elektroneninjektionseigenschaft, kann jedes der oben beschriebenen Materialien verwendet werden. Alternativ kann die Elektroneninjektionspufferschicht 306 eine der oben beschriebenen Substanzen mit hoher Elektronentransporteigenschaft und Donator-Substanzen enthalten.

<Elektronenrelaisschicht 307>

[0123] Die Elektronenrelaisschicht 307 akzeptiert unmittelbar Elektronen, die von der Akzeptor-Substanz im Ladungserzeugungsabschnitt 308 gezogen werden.

[0124] Die Elektronenrelaisschicht 307 enthält eine Substanz, die eine hohe Elektronentransporteigenschaft aufweist. Als die Substanz mit einer hohen Elektronentransporteigenschaft, wird ein auf Phthalocyanin basierendes Material oder ein Metallkomplex mit einer Metall-Sauerstoff-Bindung und einem aromatischen Liganden bevorzugt verwendet.

[0125] Als das auf Phthalocyanin basierende Material, ist es insbesondere möglich, CuPc, einen Phthalocyaninzinn(II)-Komplex (SnPc), einen Phthalocyanin-Zink-Komplex (ZnPc), Cobalt (II) Phthalocyanin, β -Form (CoPc), Phthalocyanineisen (FePc) oder Vanadyl-2,9,16,23-tetraphenoxy-29H,31H-phthalocyanin (PhO-VOPc) zu verwenden.

[0126] Als Metallkomplex mit einer Metall-Sauerstoff-Bindung und einem aromatischen Liganden wird ein Metallkomplex mit einer Metall-Sauerstoff-Doppelbindung vorzugsweise verwendet. Eine Metall-Sauerstoff-Doppelbindung weist eine Akzeptor-Eigenschaften auf; so können Elektronen übertragen leichter werden (gespendet und akzeptiert).

[0127] Als der Metallkomplex mit einer Metall-Sauerstoff-Bindung und einem aromatischen Liganden wird ein auf Phthalocyanin basierendes Material besonders bevorzugt verwendet. Insbesondere ist Vanadylphthalocyanin (VOPc), ein Phthalocyaninzinn(IV)oxidkomplex (SnOPc) oder ein Phthalocyanintitanoxidkomplex (TiOPc) bevorzugt, da eine Metall-Sauerstoff-Doppelbindung eher auf ein anderes Molekül agiert, im Hinblick auf eine Molekülstruktur und eine Akzeptor-Eigenschaft ist hoch.

[0128] Als das auf Phthalocyanin basierende Material wird ein auf Phthalocyanin basierendes Material mit einer Phenoxygruppe bevorzugt verwendet. Insbesondere wird ein Phthalocyanin-Derivat mit einer Phenoxy-Gruppe, wie PhO-VOPc, bevorzugt verwendet. Das Phthalocyanin-Derivat mit einer Phenoxy-Gruppe ist in einem Lösungsmittel löslich; daher hat das Phthalocyanin-Derivat einen Vorteil, während der Bildung eines lichtemittierenden Elementes einfach gehandhabt zu werden und einem Vorteil die Wartung einer Vorrichtung zur Filmbildung zu vereinfachen.

[0129] Beispiele für andere Substanzen mit der hohen Elektronentransporteigenschaft umfassen Perylen-derivate, wie 3,4,9,10-Perylentetracarbonsäuredianhydrid (Abkürzung: PTCDA), 3,4,9,10-Perylentetracarbonsäurebisbenzimidazol (Abkürzung: PTCB1), N,N'-dioctyl-3,4,9, 10-Perylentetracarbonsäurediimid (Abkürzung: PTCDI-C8H), N,N'-Dihexyl-3,4,9,10-Perylentetracarbonsäurediimid (Abkürzung: Hex PTC) und dergleichen. Alternativ ist es möglich, eine stickstoffhaltige kondensierte aromatische Verbindung zu verwenden, wie Pirazino[2,3-t[1,10]phenanthrolin-2,3-dicarbonitril (Abkürzung: PPDN), 2,3,6,7,10,11-hexacyano-1,4,5,8,9,12-hexaazatriphenylen (Abkürzung: HAT(CN)₆), 2,3-Diphenylpyrido[2,3-b]pyrazin (Abkürzung: 2PYPR) oder 2,3-Bis(4-fluorphenyl)pyrido[2,3-b]pyrazin (Abkürzung: F2PYPR). Die stickstoffhaltige kondensierte aromatische Verbindung wird aufgrund der Stabilität vorzugsweise für die Elektronenrelaisschicht 307 verwendet.

[0130] Ferner ist es möglich 7,7,8,8-Tetracyanochinodimethan (Abkürzung: TCNQ), 1,4,5,8-Naphthalintetracarbonsäuredianhydrid (Abkürzung: NTCDA) Perfluorpentacen, Kupferhexadecafluorphthalocyanin (Abkürzung: F₁₆CuPc), N,N'-Bis(2,2,3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,8-pentadecafluorooctyl)-1,4,5,8-naphthalintetracarbondiimid (Abkürzung: NTCD1-C8F), 3',4'-Dibutyl-5,5''-bis(dicyanomethylen)-5,5''-dihydro-2,2':5,2''-terthiophen (Abkürzung: DCMT) oder ein Methanofulleren (z.B. [6,6]-Phenyl C₆₁ Buttersäuremethylester) zu verwenden.

[0131] Die Elektronenrelaisschicht 307 kann weiterhin eine der oben beschriebenen Donator-Substanzen enthalten. Wenn die Donator-Substanz in der Elektronenrelaisschicht 307 enthalten ist, können Elektronen leicht übertragen werden und das lichtemittierende Element kann mit einer niedrigeren Spannung betrieben werden.

[0132] Die LUMO-Niveaus der Substanz mit der hohen Elektronentransporteigenschaft und der Donator-Substanz betragen vorzugsweise -5,0 eV bis -3,0 eV, d.h. zwischen dem LUMO-Niveau der in dem Ladungserzeugungsabschnitt 308 enthaltenen Akzeptor-Substanz und dem LUMO-Niveau der Substanz mit der hohen Elektronentransporteigenschaften, welche in der Elektronentransportschicht 304 enthalten ist (oder das LUMO-Niveau der EL-Schicht 203 in Kontakt mit der Elektronenrelaisschicht 307 oder mit der Elektroneninjektionspufferschicht 306 dazwischen). Wenn eine Donator-Substanz in der Elektronenrelaisschicht 307 enthalten ist, als die Substanz mit der hohen Elektronentransporteigenschaft, kann eine Substanz mit einem höheren LUMO-Niveau als das Akzeptor-Niveau der Akzeptor-Substanz, welche in dem Ladungserzeugungsabschnitt 308 enthalten ist, verwendet werden.

[0133] Die oben beschriebenen Schichten, welche in der EL-Schicht 203 und der Zwischenschicht 207 enthalten sind, können getrennt durch jedes der folgenden Verfahren gebildet werden: ein Verdampfungsverfahren (einschließlich eines Vakuumverdampfungsverfahrens), ein Übertragungsverfahren, ein Druckverfahren, ein Tintenstrahlverfahren, ein Beschichtungsverfahren, und dergleichen.

[0134] Durch die Verwendung des in dieser Ausführungsform beschriebenen lichtemittierenden Elementes kann eine Passiv-Matrix-lichtemittierende Vorrichtung oder eine Aktiv-Matrix-lichtemittierende Vorrichtung hergestellt werden, bei welcher die Ansteuerung des lichtemittierenden Elementes durch einen Transistor gesteuert wird. Des Weiteren kann die lichtemittierende Vorrichtung in einer elektronischen Vorrichtung, einer Beleuchtungseinrichtung oder dergleichen eingesetzt werden.

[0135] Diese Ausführungsform kann mit jeder der anderen Ausführungsformen nach Bedarf kombiniert werden.

(Ausführungsform 2)

[0136] In diesem Ausführungsbeispiel wird ein lichtemittierendes Element in einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf die **Fig. 2A** bis **Fig. 2C** beschrieben.

[0137] Ein in **Fig. 2A** dargestelltes lichtemittierendes Element umfasst eine EL-Schicht 203 zwischen einer ersten Elektrode 201 und einer zweiten Elektrode 205. Die EL-Schicht 203 umfasst eine lichtemittierende Schicht 213.

[0138] Bei dem in **Fig. 2A** dargestellten lichtemittierenden Element, enthält die lichtemittierende Schicht 213 eine erste organische Verbindung 221, eine zweite organische Verbindung 222 und eine phosphoreszierende Verbindung 223. Die erste organische Verbindung 221 wird durch die in der Ausführungsform 1 gezeigt allgemeine Formel (G0) dargestellt und hat ein Molekulargewicht, welches größer als oder gleich 500 ist und kleiner als oder gleich 2000 ist. Die zweite organische Verbindung 222 ist eine Verbindung mit einer Elektronentransporteigenschaft.

[0139] Die phosphoreszierende Verbindung 223 ist ein Gastmaterial in der lichtemittierenden Schicht 213. Bei dieser Ausführungsform ist eine der ersten organischen Verbindung 221 und der zweiten organischen Verbindung 222, deren Anteil größer ist als das der anderen in der lichtemittierenden Schicht 213, das Wirtsmaterial in der lichtemittierenden Schicht 213.

[0140] Es sollte festgehalten werden, dass es bevorzugt ist, dass ein Triplett-Anregungsenergieniveau (T_1 -Niveau) von jeder der ersten organischen Verbindung 221 und der zweiten organischen Verbindung 222 höher ist, als das der phosphoreszierende Verbindung 223. Dies liegt daran, dass wenn das T_1 -Niveau des ersten organischen Verbindung 221 (oder der zweiten organische Verbindung 222) niedriger ist als das der phosphoreszierende Verbindung 223, die Triplett-Anregungsenergie der phosphoreszierenden Verbindung 223, die zur Lichtemission beiträgt, durch die erste organische Verbindung 221 (oder die zweite organische Verbindung 222) gequencht wird, und daher wird die Emissionseffizienz verringert.

[0141] Hierbei wird zur Verbesserung des Wirkungsgrades der Energieübertragung von einem Wirtsmaterial auf ein Gastmaterial der Förster-Mechanismus (Dipol-Dipol-Wechselwirkung) und der Dexter-Mechanismus (Elektronenaustauschwechselwirkung) berücksichtigt, bei denen es sich um Mechanismen der Energieübertragung zwischen den Molekülen handelt. Gemäß der Mechanismen, ist es bevorzugt, dass ein Emissionsspektrum eines Wirtmoleküls (ein Fluoreszenzspektrum beim Energietransfer von einem angeregten Singulett-Zustand und ein Phosphoreszenz-Spektrum beim Energietransfer von einem angeregten Triplett-Zustand) deutlich mit einem Absorptionsspektrum eines Gastmolekül überlappt (insbesondere ein Spektrum in einem Absorptionsband auf der Seite der längsten Wellenlänge (niedrigsten Energie)).

[0142] Im Falle, dass eine phosphoreszierende Verbindung als ein Gastmaterial verwendet wird, ist es jedoch schwierig, eine Überlappung zwischen einem Fluoreszenzspektrum eines Wirtsmaterials und einem Absorptionsspektrum in einem Absorptionsband auf der Seite der längsten Wellenlänge (niedrigsten Energie) des Gastmaterials zu erzielen. Der Grund hierfür ist wie folgt: Wenn sich das Fluoreszenzspektrum des Wirtsmaterials mit dem Absorptionsspektrum in dem Absorptionsband auf der Seite der längsten Wellenlänge (niedrigsten Energie) des Gastmaterials überlappt, wird das T_1 -Niveau des Wirtsmaterials niedriger als das T_1 -Niveau der phosphoreszierenden Verbindung, da sich ein Phosphoreszenz-Spektrum des Wirtsmaterials auf einer Seite einer längeren Wellenlänge (niedrigeren Energie) als das Fluoreszenzspektrums befindet,

und das oben beschriebene Problem des Quenching tritt auf; wenn jedoch das Wirtsmaterial so ausgebildet ist, dass das T_1 -Niveau des Wirtsmaterials höher ist als das T_1 -Niveau der phosphoreszierende Verbindung, um das Problem des Quenching zu verhindern, wird das Fluoreszenzspektrum des Wirtsmaterials zu der Seite der kürzeren Wellenlänge verschoben (höhere Energie) und daher kann das Fluoreszenzspektrum nicht mit dem Absorptionsspektrum in dem Absorptionsband auf der Seite der längsten Wellenlänge (niedrigsten Energie) des Gastmaterials überlappen. Aus diesem Grund wird es im Allgemeinen schwierig, eine Überlappung zwischen einem Fluoreszenzspektrum des Wirtsmaterials und einem Absorptionsspektrum in einem Absorptionsband auf der Seite der längsten Wellenlänge (niedrigsten Energie) des Gastmaterials zu erhalten, um so den Energietransfer von einem angeregten Singulett-Zustand des Wirtsmaterials zu maximieren.

[0143] Daher bildet in dieser Ausführungsform eine Kombination aus der ersten organischen Verbindung 221 und der zweiten organische Verbindung 222 einen Exciplex.

[0144] Das Exciplex wird unter Bezugnahme auf die **Fig. 2B** und **Fig. 2C** beschrieben.

[0145] **Fig. 2B** zeigt eine schematische Ansicht, die das Konzept eines Exciplex darstellt; ein Fluoreszenzspektrum des ersten organischen Verbindung 221 (oder der zweiten organischen Verbindung 222), ein Phosphoreszenz-Spektrum der ersten organischen Verbindung 221 (oder der zweiten organischen Verbindung 222), ein Absorptionsspektrum der phosphoreszierenden Verbindung 223, und ein Emissionsspektrum des Exciplex sind dargestellt.

[0146] Beispielsweise wird in der lichtemittierenden Schicht 213, das Fluoreszenzspektrum der ersten organischen Verbindung 221 und das Fluoreszenzspektrum der zweiten organischen Verbindung 222 in ein Emissionsspektrum eines Exciplex überführt, welches auf der Seite der längeren Wellenlängen angeordnet ist. Wenn außerdem die erste organische Verbindung 221 und die zweite organische Verbindung 222 so gewählt sind, dass das Emissionsspektrum des Exciplex weitgehend mit dem Absorptionsspektrum des phosphoreszierenden Verbindung 223 (Gastmaterial) überlappt, kann der Energietransfer von einem angeregten Singulett-Zustand maximiert werden (siehe **Fig. 2B**).

[0147] Es sollte festgehalten werden, dass man auch im Falle eines angeregten Triplett-Zustandes annimmt, dass die Energieübertragung von dem Exciplex, nicht von dem Wirtsmaterial, auftritt.

[0148] Da die Emissionswellenlänge des gebildeten Exciplex länger ist als die Emissionswellenlänge (Fluoreszenzwellenlänge) von jeder der ersten organischen Verbindung 221 und der zweiten organischen Verbindung 222, kann das Fluoreszenzspektrum des ersten organischen Verbindung 221 oder das Fluoreszenzspektrum der zweite organische Verbindung 222 zu einem Emissionsspektrum werden, das auf der Seite der längeren Wellenlängen angeordnet ist.

[0149] Ferner nimmt man an, dass der Exciplex einen extrem kleinen Unterschied zwischen Singulettanregungsenergie und Triplettanregungsenergie aufweisen soll. In anderen Worten, liegen das Emissionsspektrum des Exciplex aus dem Singulettzustand und das Emissionsspektrum derselben aus dem Triplettzustand sehr nahe beieinander. Dementsprechend wird in dem Fall, in dem ein Design derart ausgebildet ist, dass das Emissionsspektrum des Exciplex (im allgemeinen das Emissionsspektrum des Exciplex von dem Singulettzustand) sich mit der Absorptionsband der phosphoreszierenden Verbindung 223 (Gastmaterial), welches sich wie oben beschrieben auf der Seite der längsten Wellenlängen befindet, überlappt, das Emissionsspektrum des Exciplex aus dem Triplettzustand (der in vielen Fällen nicht bei Raumtemperatur und auch nicht bei niedriger Temperatur festgestellt wird) auch mit dem Absorptionsband der phosphoreszierende Verbindung 223 (Gastmaterial), welches sich auf der Seite der längsten Wellenlänge angeordnet ist, überlappen. In anderen Worten kann der Wirkungsgrad der Energieübertragung von dem angeregten Triplettzustand sowie der Wirkungsgrad der Energieübertragung von dem angeregten Singulettzustand erhöht werden, und als ein Ergebnis kann die Lichtemission sowohl von den angeregten Singulett- als auch Triplettzuständen effektiv erhalten werden.

[0150] Auf die obige Weise überträgt das lichtemittierende Element in einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung die Energie unter Verwendung einer Überlappung zwischen dem Emissionsspektrum des in der lichtemittierenden Schicht 213 gebildeten Exciplex und dem Absorptionsspektrum der phosphoreszierenden Verbindung 223 (Gastmaterial) und hat somit eine hohe Energieübertragungseffizienz.

[0151] Darüber hinaus existiert das Exciplex nur in einem angeregten Zustand und besitzt keinen Grundzustand der in der Lage ist Energie zu absorbieren. Daher wird ein Phänomen, bei dem die phosphoreszierende Verbindung 223 (Gastmaterial) durch Energieübertragung von der phosphoreszierende Verbindung 223 (Gastmaterial) in dem angeregten Singulettzustand und angeregten Triplettzustand zu dem Exciplex vor Lichtemission deaktiviert wird (d.h. die Emissionseffizienz verringert wird) nicht berücksichtigt.

[0152] Es sollte festgehalten werden, dass der oben beschriebene Exciplex wird durch eine Interaktion zwischen unterschiedlichen Molekülen in angeregten Zuständen gebildet wird. Das Exciplex ist allgemein dafür bekannt, leicht zwischen einem Material mit einem relativ tiefen LUMO-Niveau und ein Material mit einem relativ flachen höchsten besetzten Molekülorbital (HOMO) Niveau gebildet zu werden.

[0153] Hier werden Konzepte der Energieniveaus der ersten organischen Verbindung 221, der zweiten organischen Verbindung 222 und des Exciplex unter Bezugnahme Bezug auf **Fig. 2C** beschrieben. Es sollte festgehalten werden, dass **Fig. 2C** die Energieniveaus der ersten organischen Verbindung 221, der zweiten organische Verbindung 222 und des Exciplex schematisch zeigt.

[0154] Die HOMO-Niveaus und die LUMO-Niveaus der ersten organischen Verbindung 221 und der zweiten organischen Verbindung 222 sind voneinander verschieden. Genauer gesagt variieren die Energieniveaus in der folgenden Reihenfolge: das HOMO-Niveau der zweiten organischen Verbindung 222 < das HOMO-Niveau der ersten organischen Verbindung 221 < das LUMO-Niveau des zweiten organischen Verbindung 222 < LUMO Niveau der ersten organischen Verbindung 221. Wenn das Exciplex durch diese beiden organischen Verbindungen gebildet wird, stammen das LUMO-Niveau und das HOMO-Niveau des Exciplex von der zweiten organischen Verbindung 222 und der ersten organischen Verbindung 221 (siehe **Fig. 2C**).

[0155] Die Emissionswellenlänge des Exciplex hängt von einer Energiedifferenz zwischen dem HOMO-Niveau und das LUMO-Niveau ab. Als allgemeine Tendenz ist die Emissionswellenlänge lang, wenn die Energiedifferenz groß ist, und ist die Emissionswellenlänge kurz, wenn der Energieunterschied gering ist.

[0156] Daher ist die Energiedifferenz des Exciplex kleiner als die Energiedifferenz der ersten organischen Verbindung 221 und die Energiedifferenz der zweiten organischen Verbindung 222. In anderen Worten ist die Emissionswellenlänge des Exciplex länger als die Emissionswellenlänge der ersten organische Verbindung 221 und der zweiten organischen Verbindung 222.

[0157] Das Verfahren der Exciplex-Bildung in einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann eines der folgenden beiden Verfahren sein.

[0158] Ein Verfahren der Exciplexbildung ist, dass ein Exciplex von der ersten organischen Verbindung 221 und der zweiten organischen Verbindung 222, welche Träger (Kation oder Anion) aufweisen, gebildet wird.

[0159] Im Allgemeinen wird, wenn ein Elektron und ein Loch in einem Wirtsmaterial rekombiniert werden, Anregungsenergie aus dem Wirtsmaterial in einem angeregten Zustand auf ein Gastmaterial übertragen, wodurch das Gastmaterial in einen angeregten Zustand gebracht wird, um Licht zu emittieren. Bevor die Anregungsenergie von dem Wirtsmaterial, auf das Gastmaterial übertragen werden, emittiert das Wirtsmaterial selbst Licht oder die Anregungsenergie wird zu Wärmeenergie, was zu einer teilweisen Deaktivierung der Anregungsenergie führt.

[0160] In einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird ein Exciplex jedoch von der ersten organischen Verbindung 221 und der zweiten organischen Verbindung 222, welche Träger (Kation oder Anion) aufweisen, gebildet; daher kann die Bildung von Singulett-Exzitonen der ersten organischen Verbindung 221 und der zweiten organischen Verbindung 222 unterdrückt werden. Mit anderen Worten, gibt es ein Verfahren, bei welchem ein Exciplex direkt ohne Bildung eines Singulett-Exzitonen gebildet wird. Somit kann die Deaktivierung der Singulettanregungsenergie verhindert werden. Dementsprechend kann ein Lichtemissionselement mit einer langen Lebensdauer erhalten werden.

[0161] Zum Beispiel in dem Fall, in dem die erste organische Verbindung 221 ist eine Locherfang-Verbindung ist, mit der Eigenschaft Löcher (Träger) (mit einem flachen HOMO-Niveau) von den Lochtransportmaterialien leicht einzufangen, und die zweite organische Verbindung 222 ist eine Elektroneneinfang-Verbindung ist, mit der Eigenschaft Elektronen (Träger) (mit einem tiefen LUMO-Niveau) von den Elektronentransportmaterialien leicht einzufangen, ein Exciplex direkt aus einem Kation der ersten organischen Verbindung 221 und

einem Anion der zweiten organischen Verbindung 222 gebildet. Eine durch ein solches Verfahren gebildetes Exciplex wird insbesondere als Electroplex bezeichnet.

[0162] Ein lichtemittierendes Element mit einer hohen Emissionseffizienz kann durch Unterdrücken der Erzeugung des angeregten Singulett-Zustände der ersten organischen Verbindung 221 und der zweiten organischen Verbindung 222 und Übertragen von Energie von einem Electroplex zu der phosphoreszierenden Verbindung 223 (Gastmaterial) in der oben beschriebenen Weise erhalten werden. Es sollte festgehalten werden, dass in diesem Fall die Erzeugung der angeregten Triplett-Zustände der ersten organischen Verbindung 221 und der zweiten organischen Verbindung 222 ähnlich unterdrückt werden und ein Exciplex direkt gebildet wird; daher tritt die Energieübertragung von dem Exciplex an die phosphoreszierende Verbindung 223 (Gastmaterial) auf.

[0163] Das andere Verfahren der Exziplexbildung ist ein elementares Verfahren, bei dem eine der ersten organischen Verbindung 221 und der zweiten organischen Verbindung 222 einen Singulett-Exziton bildet und mit dem anderen im Grundzustand interagiert, um ein Exciplex zu bilden. Im Gegensatz zu einem Electroplex wird ein angeregter Singulettzustand der ersten organischen Verbindung 221 oder der zweiten organische Verbindung 222 in diesem Fall vorübergehend erzeugt, wird aber schnell in ein Exciplex umgewandelt, und somit kann die Deaktivierung von Singulettanregungsenergie, Reaktion von einem angeregten Singulett-Zustand und dergleichen, verhindert werden. Dies macht es möglich, die Deaktivierung von Anregungsenergie von der ersten organischen Verbindung 221 oder der zweiten organischen Verbindung 222 zu verhindern; daher kann ein lichtemittierendes Element mit einer langen Lebensdauer erhalten werden. Es sollte festgehalten werden, dass man in diesem Fall annimmt, dass der angeregte Triplett-Zustand der ersten organischen Verbindung 221 oder der zweiten organische Verbindung 222 auf ähnliche Weise schnell in einen Exciplex umgewandelt wird und die Energie wird von der Exciplex auf die phosphoreszierende Verbindung 223 (Gastmaterial) übertragen.

[0164] Es sollte festgehalten werden, dass in dem Fall, in dem die erste organische Verbindung 221 eine Locheneinfang-Verbindung ist, die zweite organische Verbindung 222 eine Elektroneneinfang-Verbindung ist, und die Differenz zwischen den HOMO-Niveaus und die Differenz zwischen den LUMO-Niveaus dieser Verbindungen groß ist (insbesondere 0,3 eV oder mehr), Löcher selektiv in die erste organische Verbindung 221 injiziert werden und Elektronen selektiv in die zweite organische Verbindung 222. In diesem Fall nimmt man an, dass das Verfahren, bei welchem ein Electroplex gebildet wird, Vorrang vor dem Verfahren hat, bei dem ein Exciplex durch ein Singulett-Exziton gebildet wird.

[0165] In der Regel wird der Energietransfer vom angeregten Singulett-Zustand oder angeregten Triplett-Zustand eines Wirtsmaterials auf eine phosphoreszierende Verbindung betrachtet. Auf der anderen Seite unterscheidet sich eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung stark von einer herkömmlichen Technik, da zuerst ein Exciplex aus einem Wirtsmaterial und einem anderen Material gebildet wird und die Energieübertragung von dem Exciplex verwendet wird. Zusätzlich stellt dieser Unterschied eine unerwartet hohe Emissionseffizienz zur Verfügung.

[0166] Es sollte festgehalten werden, dass die Verwendung eines Exciplex für eine lichtemittierende Schicht eines lichtemittierenden Element einen Wert hat, zum Beispiel, dass man in der Lage ist, die Emissionsfarbe zu steuern, in der Regel führt es jedoch zu einer signifikanten Abnahme der Emissionseffizienz. Daher wurde die Verwendung eines Exciplex als ungeeignet für den Erhalt eines hocheffizienten lichtemittierenden Elementes erachtet. Die Verwendung eines Exciplex als Medium zum Energietransfer ermöglicht jedoch im Gegenteil, dass die Emissionseffizienz maximiert wird, wie in einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung gezeigt. Diese technische Idee widerspricht der herkömmlichen feststehenden Idee.

[0167] Damit das Emissionsspektrum des Exciplex und das Absorptionsspektrum der phosphoreszierenden Verbindung 223 (Gastmaterial) ausreichend überlappen, beträgt die Differenz zwischen der Energie eines Peaks des Emissionsspektrums und der Energie eines Peaks des Absorptionsbands auf der Seite der niedrigsten Energie im Absorptionsspektrum vorzugsweise 0,3 eV oder weniger. Der Unterschied beträgt noch bevorzugter 0,2 eV oder weniger, noch bevorzugter 0,1 eV oder weniger.

[0168] Bei dem lichtemittierenden Element einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist es auch bevorzugt, dass die Anregungsenergie des Exciplex ausreichend auf die phosphoreszierende Verbindung 223 (Gastmaterial) übertragen wird, und dass Lichtemission von dem Exciplex im Wesentlichen nicht beobachtet wird. Daher wird die Energie vorzugsweise auf die phosphoreszierende Verbindung 223 (Gastmate-

rial) durch das Exciplex übertragen, so dass die phosphoreszierende Verbindung 223 Phosphoreszenz emittiert.

[0169] In dem Fall, in dem eine phosphoreszierende Verbindung als Wirtsmaterial in dem lichtemittierenden Element einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung verwendet wird, neigt das Wirtsmaterial selbst dazu Licht zu emittieren und es ist unwahrscheinlich, dass Energie auf das Gastmaterial übertragen wird. In diesem Fall ist es bevorzugt, dass die phosphoreszierende Verbindung, welche als Wirtsmaterial verwendet wird, effizient Licht emittiert, es ist jedoch schwierig eine hohe Emissionseffizienz zu erreichen, da das Wirtsmaterial das Problem des Konzentrationsquenching verursacht. Daher ist der Fall, bei dem zumindest eine der ersten organischen Verbindung 221 und der zweiten organischen Verbindung 222 eine fluoreszierende Verbindung (d.h. eine Verbindung, die geeignet ist, Lichtemission oder thermischer Desaktivierung vom angeregten Singulett-Zustand zu erzielen) ist, wirksam. Daher ist es bevorzugt, dass wenigstens eine der ersten organischen Verbindung 221 und der zweiten organischen Verbindung 222 eine fluoreszierende Verbindung ist.

[0170] Bei dem in dieser Ausführungsform beschriebenen Lichtemissionselement kann eine Energieübertragungseffizienz aufgrund des Energietransfers unter Verwendung einer Überlappung zwischen einem Emissionsspektrum eines Exciplex und eines Absorptionsspektrums einer phosphoreszierenden Verbindung (Gastmaterial) verbessert werden; Dementsprechend kann das lichtemittierende Element eine hohe Emissionseffizienz erzielen.

[0171] Es sollte festgehalten werden, dass die in dieser Ausführungsform beschriebene Struktur gegebenenfalls mit einer der in den anderen Ausführungsformen beschriebenen Strukturen kombiniert werden kann.

(Ausführungsform 3)

[0172] In dieser Ausführungsform wird eine lichtemittierende Vorrichtung in einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf die **Fig. 3A** und **Fig. 3B** beschrieben. **Fig. 3A** zeigt eine Draufsicht einer lichtemittierenden Vorrichtung in einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, und **Fig. 3B** zeigt eine Querschnittsansicht entlang der strichpunktierten Linie AB in **Fig. 3A**.

[0173] In der lichtemittierenden Vorrichtung dieser Ausführungsform wird ein lichtemittierendes Element 403 (eine erste Elektrode 421, eine EL-Schicht 423 und eine zweite Elektrode 425) in einem Raum 41, welcher von einem Trägersubstrat 401 umgeben ist, ein Dichtungssubstrat 405 und ein Dichtungsmaterial 407 bereitgestellt. Das lichtemittierende Element 403 weist eine Bodenemissionsstruktur; Insbesondere ist die erste Elektrode 421, welche sichtbares Licht überträgt, auf dem Trägersubstrat 401 bereitgestellt, die EL-Schicht 423 ist auf der ersten Elektrode 421 bereitgestellt und die zweite Elektrode 425, welche sichtbares Licht reflektiert, ist auf der EL-Schicht 423 vorgesehen.

[0174] Als das Lichtemissionselement 403 dieser Ausführungsform wird das lichtemittierende Element in einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung verwendet. Da das lichtemittierende Element in einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung eine lange Lebensdauer aufweist, kann eine lichtemittierende Vorrichtung mit hoher Zuverlässigkeit erhalten werden. Zusätzlich kann, da das lichtemittierende Element in einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung eine hohe Emissionseffizienz in einem Bereich hoher Leuchtdichte aufweist, eine lichtemittierende Vorrichtung mit hoher Emissionseffizienz erhalten werden.

[0175] Ein erster Anschluss 409a ist elektrisch mit einer Hilfsverdrahtung 417 und der ersten Elektrode 421 verbunden. Eine isolierende Schicht 419 ist auf der ersten Elektrode 421 in einem Bereich bereitgestellt, der mit der Hilfsverdrahtung 417 überlappt. Der erste Anschluss 409a ist durch die isolierende Schicht 419 elektrisch von der zweiten Elektrode 425 isoliert. Ein zweiter Anschluss 409b ist elektrisch mit der zweiten Elektrode 425 verbunden. Es sollte festgehalten werden, dass obwohl die erste Elektrode 421 in dieser Ausführungsform auf der Hilfsverdrahtung 417 gebildet ist, die Hilfsverdrahtung 417 auch auf der ersten Elektrode 421 gebildet werden kann.

[0176] Da das organische EL-Element Licht in einem Bereich mit einem höheren Brechungsindex als dem der Atmosphäre emittiert, kann im Inneren des organischen EL-Elements oder an der Grenzfläche zwischen dem organischen EL-Element und der Atmosphäre unter einer bestimmten Bedingung Totalreflexion auftreten, wenn Licht in die Atmosphäre extrahiert wird, was zu einem Lichtextraktionswirkungsgrad des organischen EL-Elements von weniger als 100% führen kann.

[0177] Daher wird vorzugsweise eine Lichtextraktionsstruktur 411 an der Grenzfläche zwischen dem Trägersubstrat 401 und der Atmosphäre vorgesehen. Der Brechungsindex des Trägersubstrats 401 ist höher als der von der Atmosphäre. Wenn die Lichtextraktionsstruktur 411 daher an der Grenzfläche zwischen dem Trägersubstrat 401 und der Atmosphäre bereitgestellt ist, kann die Lichtextraktionsstruktur 411a Licht, welches aufgrund von Totalreflexion nicht in die Atmosphäre extrahiert werden kann, reduzieren, was zu einer Zunahme der Lichtextraktionseffizienz der lichtemittierenden Vorrichtung führt.

[0178] Zusätzlich ist ein Lichtextraktionsstruktur 411b vorzugsweise an der Grenzfläche zwischen dem lichtemittierenden Element 403 und dem Trägersubstrat 401 vorgesehen.

[0179] Allerdings kann die Unebenheit der ersten Elektrode 421 zu der Erzeugung von Leckstrom in der EL-Schicht 423, welche auf der ersten Elektrode 421 gebildet ist, führen. Daher ist in dieser Ausführungsform eine Planarisierungsschicht 413 mit einem Brechungsindex, der höher als oder gleich dem der EL-Schicht 423 ist, in Kontakt mit der Lichtextraktionsstruktur 411b bereitgestellt. Dementsprechend kann die erste Elektrode 421 ein flacher Film sein und die Erzeugung von Leckstrom in der EL-Schicht 423 aufgrund der Unebenheit der ersten Elektrode 421 kann verhindert werden. Ferner kann, da der Lichtextraktionsstruktur 411b an der Grenzfläche zwischen der Planarisierungsschicht 413 und dem Trägersubstrat 401 bereitgestellt ist, Licht, das aufgrund von Totalreflexion nicht in die Atmosphäre extrahiert werden kann, reduziert werden, so dass die Lichtextraktionseffizienz der lichtemittierenden Vorrichtung erhöht werden kann.

[0180] Die vorliegende Erfindung ist nicht auf die Struktur, bei welcher das Trägersubstrat 401, die Lichtextraktionsstruktur 411a und die Lichtextraktionsstruktur 411b verschiedenen Komponenten sind, wie in **Fig. 3B** dargestellt. Zwei oder alle davon können als eine Komponente ausgebildet werden. Ferner muss die Planarisierungsschicht 413 nicht notwendigerweise in dem Fall bereitgestellt werden, in dem die Lichtextraktionsstruktur 411b nicht dazu führt, dass die erste Elektrode 421 Oberflächenunebenheiten aufweist (z.B. in dem Fall, dass die Lichtextraktionsstruktur 411b keine Oberflächenunebenheiten aufweist).

[0181] Die vorliegende Erfindung ist nicht auf die Struktur beschränkt, bei welcher die lichtemittierende Vorrichtung achteckig ist, wie in **Fig. 3A** dargestellt ist. Die lichtemittierende Vorrichtung kann eine beliebige andere polygonale Form oder eine Form mit einem gekrümmten Abschnitt aufweisen. Insbesondere weist die lichtemittierende Vorrichtung vorzugsweise eine dreieckige, viereckige oder sechseckige Form oder dergleichen auf, so dass eine Vielzahl von lichtemittierenden Vorrichtungen in einem begrenzten Bereich ohne einen redundanten Raum bereitgestellt werden kann, oder so dass eine lichtemittierende Vorrichtung unter effizienter Verwendung eines begrenzten Substratbereich gebildet werden kann. Ferner ist die Anzahl der lichtemittierenden Elemente in der lichtemittierenden Vorrichtung ist nicht auf eine beschränkt und es kann mehr als eine enthalten sein.

[0182] Die Form der Unebenheit der Lichtextraktionsstruktur 411a und der Lichtextraktionsstruktur 411b muss nicht notwendigerweise eine Regelmäßigkeit aufweisen. Wenn die Form der Unebenheit periodisch ist, dient die Unebenheit als ein Beugungsgitter in Abhängigkeit von der Größe der Unebenheiten, so dass ein Interferenzeffekt erhöht wird und Licht mit einer bestimmten Wellenlänge wird leicht in die Atmosphäre extrahiert werden kann. Daher ist es vorzuziehen, dass die Form der Unebenheit nicht periodisch ist.

[0183] Es gibt keine besondere Beschränkung bezüglich der unteren Form der Unebenheit; Beispielsweise kann die Form ein Polygon wie ein Dreieck oder ein Viereck, ein Kreis oder dergleichen sein. Wenn die Bodenform der Unebenheit eine Regelmäßigkeit aufweist wird die Unebenheit vorzugsweise bereitgestellt, so dass keine Lücken nicht zwischen benachbarten Abschnitten der Unebenheit gebildet werden. Ein regelmäßiges Sechseck kann als ein Beispiel für eine bevorzugte untere Form angeführt werden.

[0184] Es gibt keine besondere Beschränkung hinsichtlich der Form der Unebenheit; beispielsweise kann eine Halbkugel oder eine Form mit einem Scheitelpunkt, wie ein kreisförmiger Kegel, ein Pyramide (z.B. eine dreieckige Pyramide oder ein viereckige Pyramide) oder eine Regenschirmform verwendet werden.

[0185] Es ist besonders bevorzugt, dass die Größe bzw. Höhe der Unebenheit größer als oder gleich $1\ \mu\text{m}$ ist, wobei in diesem Fall der Einfluss der Interferenz von Licht verringert werden kann.

[0186] Der Lichtextraktionsstruktur 411a und die Lichtextraktionsstruktur 411b kann direkt auf dem Trägersubstrat 401 hergestellt werden. Zum Beispiel kann die Lichtextraktionsstruktur 411a und die Lichtextraktionsstruktur 411b unter Verwendung eines der folgenden Verfahren gebildet werden, wie geeignet: einem Ätzverfahren, einem Sandstrahlverfahren, ein Mikroverarbeitungsverfahren, einem Frostverarbeitungsverfahren

ren, ein Tröpfchenentladungsverfahren, einem Druckverfahren (Siebdruck oder Offsetdruck, mit dem ein Muster gebildet wird), einem Beschichtungsverfahren, wie einem Schleuderbeschichtungsverfahren, einem Tauchverfahren, einem Dispenserverfahren, einem Abdruckverfahren, ein Nanoabdruckverfahren und dergleichen.

[0187] Als ein Material der Lichtextraktionsstruktur 411a und die Lichtextraktionsstruktur 411b kann zum Beispiel ein Harz verwendet werden. Alternativ kann für die Lichtextraktionsstruktur 411a und die Lichtextraktionsstruktur 411b eine halbkugelförmigen Linse, eine Mikrolinsenanordnung, ein Film mit einer unebenen Oberflächenstruktur, eine Lichtdiffusionsfolie oder dergleichen verwendet werden. Zum Beispiel kann die Lichtextraktionsstruktur 411a und die Lichtextraktionsstruktur 411b durch Anbringen der Linse oder des Films auf dem Trägersubstrat 401 mit einem Kleber oder dergleichen gebildet werden, welcher im Wesentlichen den gleichen Brechungsindex wie das Trägersubstrat 401 oder die Linse aufweist.

[0188] Die Oberfläche der Planarisierungsschicht 413, die in Kontakt mit der ersten Elektrode 421 ist flacher als die Oberfläche der Planarisierungsschicht 413, die in Kontakt mit der Lichtextraktionsstruktur 411b ist. Daher kann die erste Elektrode 421 eine flache Folie sein. Als Ergebnis kann die Erzeugung von Leckstrom in der EL-Schicht 423 aufgrund der Unebenheit der ersten Elektrode 421 unterdrückt werden. Als Material der Planarisierungsschicht 413, Glas, Harz oder dergleichen, mit einem hohen Brechungsindex verwendet werden. Die Planarisierungsschicht 413 hat eine lichtdurchlässige Eigenschaft.

[0189] Diese Ausführungsform kann mit jeder der anderen Ausführungsformen nach Bedarf kombiniert werden.

(Ausführungsform 4)

[0190] In dieser Ausführungsform wird eine lichtemittierende Vorrichtung in einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf die **Fig. 4A** und **Fig. 4B** beschrieben. **Fig. 4A** zeigt eine Draufsicht einer lichtemittierenden Vorrichtung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, und **Fig. 4B** zeigt eine Querschnittansicht entlang der strichpunktierten Linie CD in **Fig. 4A**.

[0191] Eine lichtemittierende Aktiv-Matrix-Vorrichtung dieser Ausführungsform enthält auf einem Trägersubstrat 501 einen lichtemittierenden Abschnitt 551, einen Treiberschaltungsabschnitt 552 (Gate-Seite-Treiberschaltungsabschnitt), einem Treiberschaltungsabschnitt 553 (Source-Seite-Treiberschaltungsabschnitt) und ein Dichtungsmaterial 507. Der lichtemittierenden Abschnitt 551 und die Treiberschaltungsabschnitte 552 und 553 sind in einem Raum 515 abgedichtet, welcher von dem Trägersubstrat 501, dem Dichtungssubstrat 505 und dem Dichtungsmaterial 507 umgeben ist.

[0192] Der lichtemittierende Abschnitt 551 in **Fig. 4B** enthält eine Vielzahl von lichtemittierenden Einheiten, die jeweils einen Schalttransistor 541a, einen Stromsteuertransistor 541b und eine zweiten Elektrode 525 umfassen, die elektrisch mit einer Verdrahtung (einer Source-Elektrode bzw. einer Drain-Elektrode) des Transistors 541b verbunden ist.

[0193] Ein lichtemittierendes Element 503 weist eine Top-Emissionsstruktur und umfasst eine erste Elektrode 521, die sichtbares Licht überträgt, eine EL-Schicht 523 und die zweite Elektrode 525, die sichtbares Licht reflektiert. Ferner ist eine Trennwand 519 ausgebildet, um einen Endabschnitt der zweiten Elektrode 525 zu bedecken.

[0194] Als das lichtemittierende Element 503 dieser Ausführungsform wird das lichtemittierende Element einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung verwendet. Da das lichtemittierende Element einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung eine lange Lebensdauer aufweist, kann eine lichtemittierende Vorrichtung mit hoher Zuverlässigkeit erhalten werden. Zusätzlich kann, da das lichtemittierende Element einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung eine hohe Emissionseffizienz in einem hoher Leuchtdichte aufweist, kann eine lichtemittierende Vorrichtung mit hoher Emissionseffizienz erhalten werden.

[0195] Auf dem Trägersubstrat 501 ist eine Leiterverdrahtung 517 für einen externen Eingangsanschluss, durch welchen ein Signal (beispielsweise ein Videosignal, ein Zeitsignal, ein Startsignal oder ein Reset-Signal) oder ein Potential von außen an den Treiberschaltungsabschnitt 552 oder 553 übertragen wird. Hier wird ein Beispiel beschrieben, bei dem eine flexible gedruckte Schaltung (FPC) 509 als externer Eingangsanschluss bereitgestellt ist. Es sollte festgehalten werden, dass eine gedruckte Leiterplatte (PWB) an dem FPC 509 angebracht werden kann. In dieser Beschreibung umfasst die lichtemittierende Vorrichtung in ihrem

Bereich die lichtemittierende Vorrichtung selbst und die mit FPC oder PWB bereitgestellt lichtemittierende Vorrichtung.

[0196] Die Treiberschaltungsabschnitte 552 und 553 umfassen eine Mehrzahl von Transistoren. **Fig. 4B** veranschaulicht ein Beispiel, bei dem der Treiberschaltungsabschnitt 552 eine CMOS-Schaltung aufweist, die eine Kombination eines n-Kanal-Transistor 542 und eines p-Kanal-Transistors 543 ist. Eine Schaltung, die im Treiberschaltungsabschnitt enthalten sein kann, kann mit verschiedenen Schaltungsarten gebildet werden, wie einer CMOS-Schaltung, einer PMOS-Schaltung oder einer NMOS-Schaltung. Die vorliegende Erfindung ist nicht auf eine in diesem Ausführungsbeispiel beschriebene Treiberschaltung beschränkt, bei welcher die Treiberschaltung auf dem Substrat gebildet ist, auf dem der lichtemittierende Abschnitt gebildet ist. Die Treiberschaltung kann auf einem Substrat gebildet werden, das sich von dem Substrat auf dem der lichtemittierende Abschnitt gebildet ist, unterscheidet.

[0197] Um eine Zunahme der Anzahl der Herstellungsschritte zu vermeiden, wird die Leiterverdrahtung 517 vorzugsweise aus dem gleichen Material und mit den gleichen Schritt(en), wie die der Elektrode oder der Verdrahtung des lichtemittierende Abschnitts oder des Treiberschaltungsabschnitt ausgebildet.

[0198] In dieser Ausführungsform wird ein Beispiel beschrieben, bei welchem die Leiterverdrahtung 517 aus dem gleichen Material und mit den gleichen Schritt(en) gebildet wird, wie die Source-Elektrode und die Drain-Elektroden der Transistoren, die in dem lichtemittierende Abschnitt 551 und dem Treiberschaltungsabschnitt 552 enthalten sind.

[0199] In **Fig. 4B** befindet sich das Dichtungsmaterial 507 in Kontakt mit einer ersten Isolierschicht 511 auf der Leiterverdrahtung 517. Die Haftung des Dichtungsmaterials 507 an Metall ist in einigen Fällen gering. Daher befindet sich das Dichtungsmaterial 507 vorzugsweise in Kontakt mit einer anorganischen Isolationschicht auf der Leiterverdrahtung 517. Solche eine Struktur ermöglicht eine lichtemittierende Vorrichtung mit einer hohen Dichtungsfähigkeit, hoher Haftung und einer hohe Zuverlässigkeit. Beispiele des anorganischen Isolationsschicht umfassen Oxidfilme von Metallen und Halbleitern, Nitridfilme von Metallen und Halbleitern und Oxynitridfilme von Metallen und Halbleitern, und insbesondere einen Siliziumoxidfilm, einen Siliziumnitridfilm, ein Siliziumoxynitridfilm, ein Siliziumnitridoxidfilm, ein Aluminiumoxidfilm, ein Film aus Titanoxid und dergleichen.

[0200] Die erste Isolationsschicht 511 besitzt die Wirkung, die Diffusion von Verunreinigungen in einen im Transistor enthalten Halbleiter zu verhindern. Als die zweite Isolierschicht 513, wird vorzugsweise eine Isolationsschicht mit einer Planarisierungsfunktion gewählt, um Oberflächenunebenheiten aufgrund des Transistors zu verringern.

[0201] Es gibt keine besondere Beschränkung bezüglich der Struktur des Transistors, welcher in der lichtemittierenden Vorrichtung eines Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung verwendet wird. Ein Top-Gate-Transistor kann verwendet werden oder ein Bottom-Gate-Transistor, wie ein invertierter Staggerd-Transistor kann verwendet werden. Der Transistor kann ein Kanal geätzter Transistor oder ein Kanal-Schutz-Transistor sein. Darüber hinaus gibt es keine besondere Einschränkung des für den Transistor verwendeten Materials.

[0202] Eine Halbleiterschicht kann unter Verwendung von Silicium oder einem Oxidhalbleiter gebildet werden. Silizium, einkristallines Silizium, polykristallines Silizium, oder dergleichen kann entsprechend verwendet werden. Als Oxidhalbleiter kann ein auf In-Ga-Zn-basierendes Metalloxid oder dergleichen entsprechend verwendet werden. es sollte festgehalten werden, dass der Transistor vorzugsweise unter Verwendung eines Oxidhalbleiters gebildet wird, welcher ein auf In-Ga-Zn-basierendes Metalloxid für eine Halbleiterschicht ist, um so niedriger Sperrstrom aufzuweisen, wobei ein Leckstrom im Aus-Zustand des lichtemittierenden Elementes verringert werden kann.

[0203] Das Dichtungssubstrat 505 wird mit einem Farbfilter 533, welcher eine mit dem lichtemittierenden Element 503 (dessen lichtemittierenden Abschnitt) überlappende Farbschicht ist, bereitgestellt werden. Der Farbfilter 533 ist vorgesehen, um die Farbe des von dem lichtemittierenden Element 503 emittierten Lichts zu steuern. Zum Beispiel werden in einer Vollfarb-Displayvorrichtung, welche weißes Licht emittierende Elementen verwendet, eine Vielzahl von lichtemittierenden Einheiten mit Farbfiltern mit verschiedenen Farben verwendet. In diesem Fall werden drei Farben, Rot (R), Grün (G) und Blau (B), verwendet oder vier Farben, Rot (R), Grün (G), Blau (B) und Gelb (Y), können verwendet werden.

[0204] Ferner ist eine schwarze Matrix 531 zwischen den benachbarten Farbfiltern 533 bereitgestellt (so dass sie mit der Trennwand 51 überlappt). Die schwarze Matrix 531 schirmt eine lichtemittierende Einheit vor Licht ab, welches von den lichtemittierenden Elementen 503 in benachbarten lichtemittierenden Einheiten emittiert wird, und verhindert eine Farbmischung zwischen benachbarten lichtemittierenden Einheiten. Wenn der Farbfilter 533 vorgesehen ist, so dass die Endabschnitte mit der schwarzen Matrix 531 überlappen kann der Lichtverlust reduziert werden. Die schwarze Matrix 531 kann unter Verwendung eines Materials, welches von dem lichtemittierenden Element 503 emittiertes Licht blockiert, hergestellt werden, beispielsweise aus einem Material, wie einem Metall oder einem Harz. Es sollte festgehalten werden, dass die schwarze Matrix 531 auch in einem mit dem Treiberschaltungsabschnitt 552 überlappenden Bereich oder dergleichen neben dem lichtemittierenden Abschnitt 551 vorgesehen sein kann.

[0205] Ferner ist eine Deckschicht 535 ausgebildet, um den Farbfilter 533 und die schwarze Matrix 531 zu bedecken. Für die Deckschicht 535 kann ein Material verwendet werden, das von dem lichtemittierenden Element 503 emittiertes Licht überträgt, und eine anorganische Isolationsschicht oder eine organische Isolationsschicht kann z.B. verwendet werden. Die Deckschicht 535 ist nicht notwendigerweise vorgesehen, wenn sie nicht benötigt wird.

[0206] Eine Struktur der vorliegenden Erfindung ist nicht auf die lichtemittierende Vorrichtung unter Verwendung eines Farbfilterverfahrens beschränkt, die als ein Beispiel in dieser Ausführungsform beschrieben ist. Zum Beispiel kann eine separate Färbefahren oder ein Farbkonvertierungsverfahren eingesetzt werden.

[0207] Diese Ausführungsform kann mit jeder der anderen Ausführungsformen kombiniert werden, sofern geeignet.

(Ausführungsform 5)

[0208] Bei dieser Ausführungsform werden Beispiele von elektronischen Geräten und Beleuchtungsvorrichtungen, in denen die lichtemittierende Vorrichtung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung eingesetzt wird, unter Bezugnahme auf die **Fig. 5A** bis **Fig. 5E** und **Fig. 6A** bis **Fig. 6B** beschrieben.

[0209] Elektronische Geräte dieser Ausführungsform umfassen jeweils die lichtemittierende Vorrichtung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung in einem Displayabschnitt.

[0210] Beleuchtungsvorrichtungen dieser Ausführungsform umfassen jeweils die lichtemittierende Vorrichtung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung in einem lichtemittierenden Abschnitt (Beleuchtungsabschnitt). Hochzuverlässige elektronische Geräte und sehr zuverlässige Beleuchtungsvorrichtungen können durch Einsatz der lichtemittierenden Vorrichtung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung bereitgestellt werden. Darüber hinaus können elektronische Geräte und Beleuchtungsvorrichtungen mit hoher Emissionseffizienz durch Einsatz der lichtemittierenden Vorrichtung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung bereitgestellt werden.

[0211] Beispiele für elektronische Geräte, in welchen die lichtemittierende Vorrichtung eingesetzt werden, sind Fernsehgeräte (auch als Fernseher oder TV-Empfänger bezeichnet), Monitore für Computer und dergleichen, Kameras wie Digitalkameras und digitale Videokameras, digitale Bilderrahmen, Handys (im folgenden auch als Mobiltelefone bezeichnet), tragbare Spielekonsolen, tragbare Informationsterminals, Audio-Wiedergabegeräte, große Spielautomaten wie Flipper, und dergleichen. Spezifische Beispiele für diese elektronischen Vorrichtungen und Beleuchtungsvorrichtungen sind in den **Fig. 5A** bis **Fig. 5E** und **Fig. 6A** und **Fig. 6B** dargestellt.

[0212] **Fig. 5A** zeigt ein Beispiel eines Fernsehgerätes. In einem Fernsehgerät 7100 ist ein Displayabschnitt 7102 in einem Gehäuse 7101 eingebaut. Der Displayabschnitt 7102 ist in der Lage, Bilder darzustellen. Die lichtemittierende Vorrichtung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann für den Displayabschnitt 7102 verwendet werden. Zusätzlich wird das Gehäuse 7101 hier von einem Ständer 7103 getragen.

[0213] Das Fernsehgerät 7100 kann mit einem im Gehäuse 7101 bereitgestellten Betriebsschalter oder einer separaten Fernbedienung 7111 betrieben werden. Über Bedienungstasten der Fernbedienung 7111 können Kanäle und Volumen gesteuert werden und auf dem Displayabschnitt 7102 angezeigte Bilder können gesteuert werden. Die Fernbedienung 7111 kann mit einem Displayabschnitt zum Anzeigen von Daten, die von der Fernsteuerung 7111 ausgegeben werden, bereitgestellt sein.

[0214] Es sollte festgehalten werden, dass das Fernsehgerät 7100 ist mit einem Empfänger, einem Modem und dergleichen bereitgestellt ist. Unter Verwendung des Empfängers können allgemeine Fernsehübertragung empfangen werden. Darüber hinaus kann, wenn das Fernsehgerät mit einem Kommunikationsnetzwerk mit oder ohne Kabel über das Modem verbunden ist, eine einseitige (von einem Sender zu einem Empfänger) oder zweiseitige (zwischen einem Sender und einem Empfänger oder zwischen Empfängern) Informationsaustausch durchgeführt werden.

[0215] Fig. 5B veranschaulicht ein Beispiel eines Computers. Ein Computer 7200 umfasst einen Hauptkörper 7201, ein Gehäuse 7202, einen Displayabschnitt 7203, eine Tastatur 7204, einen externen Verbindungsanschluss 7205, eine Zeigevorrichtung 7206, und dergleichen. Es sollte festgehalten werden, dass dieser Computer wird unter Verwendung der lichtemittierenden Vorrichtung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung für den Displayabschnitt 7203 hergestellt wird.

[0216] Fig. 5C zeigt ein Beispiel einer tragbaren Spielekonsole. Eine tragbare Spielekonsole 7300 weist zwei Gehäuse auf, ein Gehäuse 7301a, und ein Gehäuse 7301b, die über einen Verbindungsabschnitt 7302 verbunden sind, so dass die tragbare Spielekonsole geöffnet oder geschlossen werden kann. Das Gehäuse 7301a umfasst einen Displayabschnitt 7303a und das Gehäuse 7301b enthält einen Displayabschnitt 7303b. Darüber hinaus umfasst die in **Fig. 5C** dargestellte tragbare Spielekonsole einen Lautsprecherabschnitt 7304, ein Aufzeichnungsmedium-einführungsabschnitt 7305, eine Bedienungstaste 7306, einen Verbindungsanschluss 7307, einen Sensor 7308 (ein Sensor mit einer Funktion zum Messen oder Erfassen von Kraft, Position, Geschwindigkeit, Beschleunigung, Winkelgeschwindigkeit, Rotationsfrequenz, Entfernung, Licht, Flüssigkeit, Magnetismus, Temperatur, chemischer Substanz, Klang, Zeit, Härte, elektrischen Feldes, elektrischen Stroms, Spannung, Strom, Strahlung, Durchflussrate, Feuchtigkeit, Gradient, Schwingung, Geruch oder Infrarotstrahlen) eine LED-Lampe, ein Mikrofon und dergleichen. Es ist unnötig zu sagen, dass die Struktur der tragbaren Spielekonsole ist nicht auf die obige Struktur beschränkt ist, solange die lichtemittierenden Vorrichtung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wenigstens für den Displayabschnitt 7303a oder den Displayabschnitt 7303b oder beide verwendet wird, und kann weiteres Zubehör aufweisen, sofern angemessen. Die tragbare Spielekonsole in **Fig. 5C** weist eine Funktion zum Auslesen eines Programms oder von Daten auf, die auf einem Aufzeichnungsmedium gespeichert sind, um diese auf dem Displayabschnitt anzuzeigen, und eine Funktion zum Austausch von Informationen mit anderen tragbaren Spielgerät durch drahtlose Kommunikation. Es sollte festgehalten werden, dass die Funktionen der tragbaren Spielekonsole, welche in **Fig. 5C** dargestellt ist, nicht auf diese beschränkt sind, und die tragbare Spielekonsole kann verschiedene Funktionen haben.

[0217] Fig. 5D zeigt ein Beispiel eines Mobiltelefons. Ein Mobiltelefon 7400 ist mit einem Displayabschnitt 7402, welcher in einem Gehäuse 7401 angeordnet ist, einer Bedientaste 7403, einem externen Verbindungsanschluss 7404, einem Lautsprecher 7405, einem Mikrofon 7406, und dergleichen bereitgestellt. Es sollte festgehalten werden, dass das Mobiltelefon 7400 unter Verwendung der lichtemittierenden Vorrichtung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung für den Displayabschnitt 7402 hergestellt wird.

[0218] Wenn der Displayabschnitt 7402 des Mobiltelefons 7400 in **Fig. 5D** mit einem Finger oder dergleichen berührt wird, können die Daten in das Mobiltelefon eingegeben werden. Ferner können Operationen, wie ein Anruf und Erstellen einer E-Mail durch Berühren des Displayabschnitts 7402 mit einem Finger oder dergleichen durchgeführt werden.

[0219] Es gibt hauptsächlich drei Bildschirm-Modi des Displayabschnitts 7402. Der erste Modus ist ein Displaymodus, welcher hauptsächlich zum Anzeigen eines Bildes dient. Der zweite Modus ist ein Eingabebetriebsmodus, der hauptsächlich zum Eingeben von Information wie Zeichen dient. Die dritte Betriebsart ist ein Display- und Eingabemodus, bei dem die zwei Betriebsarten des Displaymodus und Eingabemodus kombiniert werden.

[0220] Beispielsweise wird in dem Fall der Durchführung eines Anrufs oder des Erstellens einer E-Mail, einen Zeicheneingabemodus, der hauptsächlich zum Eingeben von Zeichen dient, für den Displayabschnitt 7402 gewählt, so dass auf dem Bildschirm angezeigte Zeichen eingegeben werden können.

[0221] Wenn eine Erfassungsvorrichtung, die einen Sensor, wie einen Gyroskop-Sensor oder einen Beschleunigungssensor zum Erfassen der Neigung innerhalb des Mobiltelefons 7400 vorgesehen ist, kann die Anzeige auf dem Bildschirm des Displayabschnitts 7402 automatisch durch die Bestimmung der Orientierung des Mobiltelefons 7400 geändert werden (ob das Mobiltelefon 7400 ist horizontal oder vertikal zu einem Querformat oder Hochformat angeordnet ist).

[0222] Die Bildschirm-Modi werden durch Berührung des Displayabschnitts 7402 oder durch Bedienung der Betätigungstaste 7403 des Gehäuses 7401 verändert. Die Bildschirm-Modi können in Abhängigkeit der Art von Bildern auf dem Displayabschnitt 7402 umgeschaltet werden. Wenn beispielsweise ein Signal eines Bildes, welches auf dem Displayabschnitt dargestellt ist, ein Signal von bewegten Bilddaten ist, wird der Bildmodus in den Displaymodus umgeschaltet. Wenn das Signal ein Signal von Textdaten ist, wird der Bildmodus in den Eingabemodus umgeschaltet.

[0223] Darüber hinaus wird in den Eingabemodus, wenn ein durch einen optischen Sensor in dem Displayabschnitt 7402 detektiertes Signal erfasst wird, und die Eingabe durch Berührung auf dem Displayabschnitt 7402 nicht in einem bestimmten Zeitraum durchgeführt wird, der Bildschirmmodus kann so gesteuert werden, dass er vom Eingabemodus auf den Displaymodus umgeschaltet wird.

[0224] Der Displayabschnitt 7402 kann als Bildsensor funktionieren. Zum Beispiel kann ein Bild eines Handabdrucks, eines Fingerabdrucks oder dergleichen durch den Displayabschnitt 7402 aufgenommen werden, durch Berührung mit der Handfläche oder dem Finger, wodurch eine persönliche Authentifizierung durchgeführt werden kann. Ferner kann, wenn eine Hintergrundbeleuchtung oder eine Sensorlichtquelle, die Licht im nahen Infrarot emittiert, in dem Anzeigeabschnitt vorgesehen ist, ein Bild einer Fingervene, eines Handflächenvenenmusters oder dergleichen aufgenommen werden.

[0225] Fig. 5E stellt ein Beispiel eines Tablet-Terminals (in einem offenen Zustand) dar. Ein Tablet-Terminal 7500 umfasst ein Gehäuse 7501a, ein Gehäuse 7501b, einen Displayabschnitt 7502a und einen Displayabschnitt 7502b. Das Gehäuse 7501 und das Gehäuse 7501 b sind durch ein Gelenk 7503 verbunden und kann unter Verwendung des Gelenks 7503 als eine Achse geöffnet und geschlossen werden. Das Gehäuse 7501 umfasst einen Netzschalter 7504, Bedienungstasten 7505, einen Lautsprecher 7506, und dergleichen. Es sollte festgehalten werden, dass das Tablet-Terminal 7500 unter Verwendung der lichtemittierenden Vorrichtung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung für den Displayabschnitt 7502a oder den Displayabschnitt 7502b oder beide hergestellt wird.

[0226] Ein Teil des Displayabschnitts 7502a oder des Displayabschnitts 7502b kann als ein Touchpanelabschnitt verwendet werden, in welchem Daten eingegeben werden können, indem Bedienungstasten berührt werden. Beispielsweise kann eine Tastatur auf dem gesamten Bereich des Displayabschnitts 7502a dargestellt werden, so dass der Displayabschnitt 7502a ist als ein Touch-Screen verwendet wird, und der Displayabschnitt 7502b kann als ein Bildschirm verwendet werden.

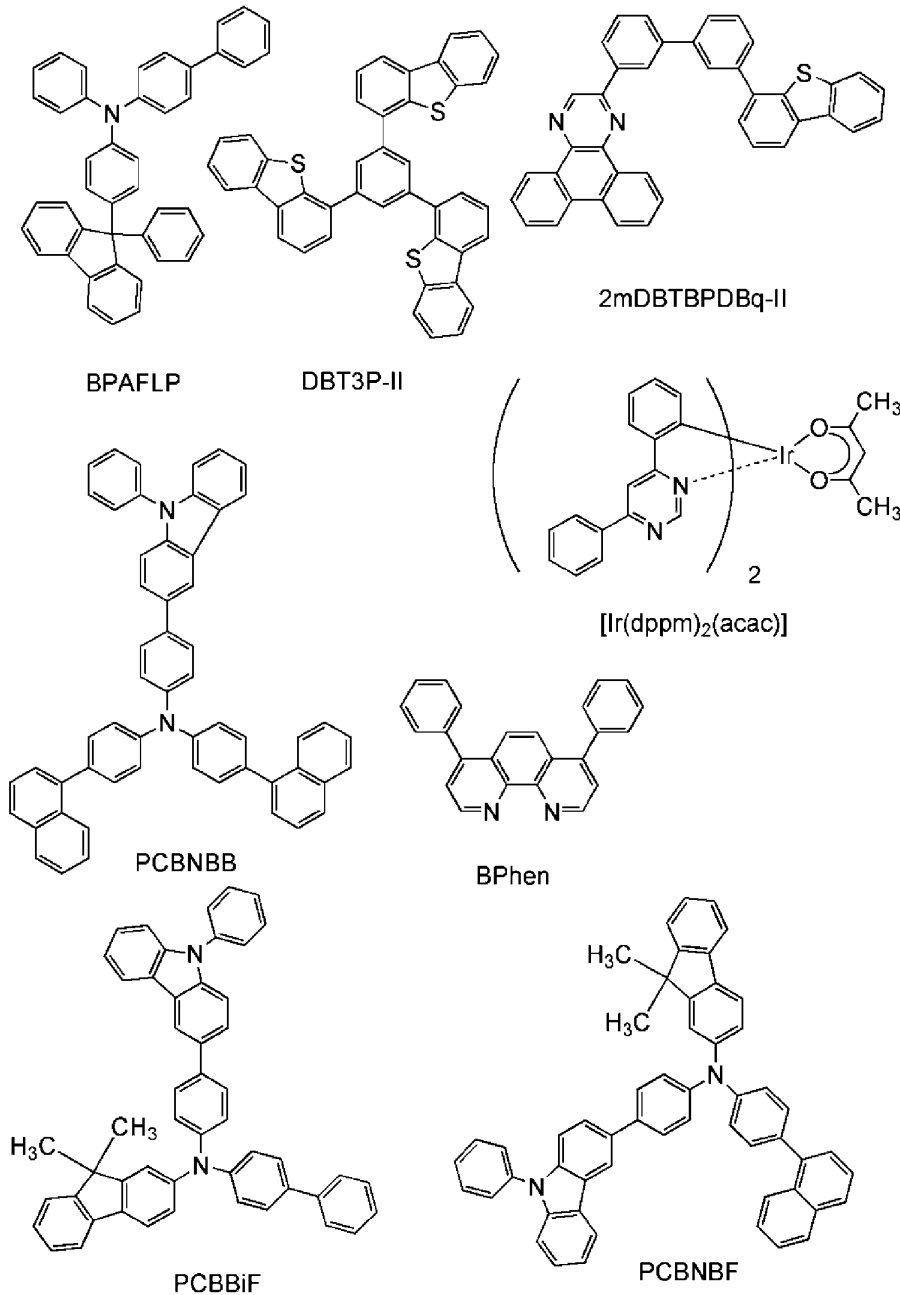
[0227] Fig. 6A stellt eine Schreibtischlampe dar, welche einen Beleuchtungsabschnitt 7601, einen Schirm 7602, einen einstellbaren Arm 7603, einen Träger 7604, eine Basis 7605 und einen Netzschalter 7606 aufweist. Die Schreibtischlampe wird unter Verwendung der lichtemittierenden Vorrichtung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung als Beleuchtungsabschnitt 7601 hergestellt. Es sollte festgehalten werden, dass die Lampe auch Deckenleuchten, Wandleuchten und dergleichen in seiner Kategorie umfasst.

[0228] Fig. 6B zeigt ein Beispiel, bei dem die lichtemittierende Vorrichtung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung für eine Innenlampe 7701 verwendet wird. Da die lichtemittierende Vorrichtung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung eine größere Fläche aufweisen kann, kann sie als großflächige Beleuchtungsvorrichtung verwendet werden. Zusätzlich kann die lichtemittierende Vorrichtung als eine rollenartige Lampe 7702 verwendet werden. Wie in Fig. 6B dargestellt, kann eine Schreibtischlampe 7703, welche unter Bezugnahme auf Fig. 6A beschrieben wird, in einem mit der Innenlampe 7701 versehenen Raum verwendet werden.

[Beispiel 1]

[0229] In diesem Beispiel wird ein Lichtemissionselement eines Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf beschrieben. 7. Chemische Formeln der Materialien in diesem Beispiel verwendet werden unten gezeigt.

[Chemische Formel 24]



[0230] Verfahren zum Herstellen eines lichtemittierenden Elementes 1, eines lichtemittierenden Vergleichselementes 2 und eines lichtemittierenden Vergleichselementes 3 dieses Beispiels werden nachfolgend beschrieben.

(Lichtemittierendes Element 1)

[0231] Zunächst wurde ein Film aus Indiumzinnoxid enthaltend Siliziumoxid (ITSO) auf einem Glassubstrat 1100 durch ein Sputterverfahren gebildet, so dass eine erste Elektrode 1101 gebildet wurde. Die Dicke dieser betrug 110 nm und die Elektrodenfläche 2mm x 2mm. Hierbei dient die erste Elektrode 1101 als eine Anode des lichtemittierenden Elementes.

[0232] Nachfolgend wurde als Vorbehandlung zur Bildung des lichtemittierenden Elementes auf dem Substrat, eine UV-Ozonbehandlung für 370 Sekunden durchgeführt, nachdem eine Oberfläche des Substrates mit Wasser gewaschen wurde, und das Substrat eine Stunde bei 200°C geheizt wurde.

[0233] Danach wurde das Glassubstrat 1100 in eine Vakuumdampfeinrichtung überführt, in der der Druck auf ca. 10^{-4} Pa verringert worden war, und in einer Heizkammer der Vakuumdampfeinrichtung 30 Minuten lang im Vakuum bei 170 °C geheizt, und dann wurde das Substrat für ungefähr 30 Minuten abgekühlt.

[0234] Anschließend wurde das Glassubstrat 1100, auf welchem die erste Elektrode 1101 gebildet wurde, an einem in der Vakuumaufdampfeinrichtung bereitgestellten Substrathalter derart befestigt, dass die Oberfläche auf welcher die erste Elektrode 1101 gebildet wurde, nach unten gerichtet war. Der Druck in der Vakuumdampfeinrichtung wurde auf ungefähr 10^{-4} Pa verringert. Anschließend wurden auf der ersten Elektrode 1101, 4,4',4"- (1,3,5-Benzoltriyli)tri(dibenzothiophen) (Abkürzung: DBT3P-II) und Molybdän(VI)oxid durch Co-Aufdampfung durch ein Aufdampfverfahren unter Verwendung von Widerstandserwärmern abgedampft, so dass eine Lochinjektionsschicht 1111 gebildet wurde. Die Dicke der Lochinjektionsschicht 1111 wurde auf 40 nm eingestellt, und das Gewichtsverhältnis von DBT3P-II zu Molybdänoxid wurde auf 4:2 (=DBT3P-II : Molybdänoxid) eingestellt. Es sollte festgehalten werden, dass das Co-Aufdampfverfahren ein Aufdampfverfahren ist, bei welchem die Aufdampfung gleichzeitig von einer Vielzahl von Aufdampfquellen in einer Behandlungskammer durchgeführt wird.

[0235] Nachfolgend wurde ein Film aus 4-Phenyl-4'-(9-phenylfluoren-9-yl)triphenylamin (Abkürzung: BPAFLP) mit einer Dicke von 20 nm auf der Lochinjektionsschicht 1111 gebildet, um die Lochtransportschicht 1112 zu bilden.

[0236] Des Weiteren wurden auf der Lochtransportschicht 1112 eine lichtemittierende Schicht 1113 durch Co-Aufdampfung von 2-[3'-(Dibenzothiophen-4-yl)biphenyl-3-yl]dibenzo[f,h]chinoxalin (Abkürzung: 2mDBTBPDBq-II), N-(1,1'-bBiphenyl-4-yl)-N-[4-(9-phenyl-9H-carbazol-3-yl)phenyl]-9,9-dimethyl-9H-fluoren-2-amin (Abkürzung: PCBBiF), und (Acetylacetonato)bis(4,6-diphenylpyrimidinato)iridium(III) (Abkürzung: [Ir(dppm)₂(acac)]) gebildet. Hierbei wurde das Gewichtsverhältnis von 2mDBTBPDBq-II zu PCBBiF und Ir(dppm)₂(acac) auf 0,8:0,2:0,05 (= 2mDBTBPDBq-II : PCBBiF : [Ir(dppm)₂(acac)]) eingestellt. Die Dicke der lichtemittierenden Schicht wurde 1113 auf 40 nm eingestellt.

[0237] Dann wurde eine Elektronentransportschicht 1114 auf der lichtemittierenden Schicht 1113 auf solch eine Weise gebildet, dass ein 15-nm-dicker Film aus 2mDBTBPDBq-II gebildet wurde und ein 15-nm-dicker Film aus Bathophenanthrolin (Abkürzung: BPhen) gebildet wurde.

[0238] Anschließend wurde ein Lithiumfluorid (LiF) -film auf der Elektronentransportschicht 1114 durch Aufdampfung mit einer Dicke von 1 nm abgeschieden, so dass eine Elektroneninjectionsschicht 1115 gebildet wurde.

[0239] Zuletzt wurde Aluminium durch Aufdampfung mit einer Dicke von 200 nm abgeschieden, um eine zweite Elektrode 1103 zu bilden, welche als eine Kathode diente. Auf diese Weise wurde ein lichtemittierendes Element 1

(Lichtemittierendes Vergleichselement 2)

[0240] Eine lichtemittierende Schicht 1113 des lichtemittierenden Vergleichselementes 2 wurde durch Co-Aufdampfung von 2mDBTBPDBq-II, 4,4'-Di(1-Naphthyl)-4''(9-phenyl-9H-carbazol-3-yl)triphenylamin (Abkürzung: PCBNBB) und [Ir(dppm)₂(acac)] gebildet. Hierbei wurde das Gewichtsverhältnis von 2mDBTBPDBq-II zu PCBNBB und [Ir(dppm)₂(acac)] auf 0,8:0,2:0,05 (= 2mDBTBPDBq-II : PCBNBB : [Ir(dppm)₂(acac)]). Die Dicke der lichtemittierenden Schicht 1113 wurde auf 40 nm eingestellt. Die anderen Komponenten als die lichtemittierende Schicht 1113 wurden auf eine ähnliche Weise wie die des lichtemittierenden Elementes 1 hergestellt.

(Lichtemittierendes Vergleichselement 3)

[0241] Eine lichtemittierende Schicht 1113 des lichtemittierenden Vergleichselementes 3 wurde durch Co-Aufdampfung von 2mDBTBPDBq-II, N-[4-(9-Phenyl-9H-carbazol-3-yl)phenyl]-9,9-dimethyl-N-[4-(1-naphthyl)phenyl]-9H-fluoren-2-amin (Abkürzung: PCBNBF) und [Ir(dppm)₂(acac)] gebildet. Hierbei wurde das Gewichtsverhältnis von 2mDBTBPDBq-II zu PCBNBF und [Ir(dppm)₂(acac)] auf 0,8:0,2:0,05

(=2mDBTBPDBq-II: PCBNBF:[Ir(dppm)₂(acac)]) eingestellt. Die Dicke der lichtemittierenden Schicht 1113 wurde auf 40 nm eingestellt. Andere Komponenten als die lichtemittierende Schicht 1113 wurden auf eine ähnliche Weise wie die des lichtemittierenden Elementes 1 hergestellt.

[0242] Tabelle 1 zeigt die Elementstrukturen der lichtemittierenden Elemente, welche wie oben in diesem Beispiel beschrieben erhalten wurden

[Tabelle 1]

	Erste Elektrode	Lochinjektions-schicht	Locht-ran-sport-schicht	Licht-emittierende Schicht	Elektronentransportschicht		Elektro-ntran-sport-schicht	Zweite Elektrode
Lichtemittierendes Element 1	ITSO 110nm	DBT3P-II : MoOx (=4:2) 40nm	BPAF- LP 20nm	2mDBTBPDBq-II : PCBBiF : [Ir(dppm) ₂ (acac)] (=0,8:0,2:0,05) 40nm	2mDB- T BPDB- q-II 15nm	BPhen 15nm	LiF 1nm	Al 200nm
Lichtemittierendes Vergleichselement 2				2mDBTBPDBq-II : PCBNBB: [Ir(dppm) ₂ (acac)] (=0,8:0,2:0,05) 40nm				
Lichtemittierendes Vergleichselement 3				2mDBTBPDBq-II : PCBNBF: [Ir(dppm) ₂ (acac)] (=0,8:0,2:0,05) 40nm				

[0243] Das lichtemittierende Element 1, das lichtemittierende Vergleichselement 2 und das lichtemittierende Vergleichselement 3 wurden jeweils unter Verwendung eines Glassubstrates in einem Handschuhfach, welches eine Stickstoffatmosphäre enthielt, abgedichtet, um nicht der Luft ausgesetzt zu werden. Dann wurden die Betriebseigenschaften dieser lichtemittierenden Elemente gemessen. Es sollte festgehalten werden, dass die Messungen bei Raumtemperatur (in einer auf 25°C gehaltenen Atmosphäre) durchgeführt wurden.

[0244] Fig. 8 zeigt die Leuchtdichte-Stromausbeute-Charakteristiken der lichtemittierenden Elemente dieses Beispiels. In Fig. 8 stellt die horizontale Achse die Leuchtdichte (cd/m²) dar und die vertikale Achse stellt die Stromausbeute (cd/A) dar. Fig. 9 zeigt die Spannungs-Leuchtdichte-Charakteristiken. In Fig. 9 stellt die horizontale Achse die Spannung (V) dar und die vertikale Achse stellt die Leuchtdichte (cd/m²) dar. Fig. 10 zeigt die Leuchtdichte-externe Quanteneffizienz-Charakteristiken. In Fig. 10 stellt die horizontale Achse die Leuchtdichte (cd/m²) dar und die vertikale Achse stellt die externe Quanteneffizienz (%) dar. Tabelle 2 zeigt die Spannung (V), Stromdichte (mA/cm²), CIE-Farbwertanteile (x, y), Stromausbeute (cd/A), Wirkungsgrad (lm/W) und externe Quanteneffizienz (%) jedes der lichtemittierenden Elemente bei einer Leuchtdichte von etwa 1000 cd/m² dar.

[Tabelle 2]

	Spannung (V)	Strom-dichte (mA/cm ²)	Chromatizität x y		Leucht-dichte (cd/m ²)	Strom-ausbeute (cd/A)	Wirkungs-grad (lm/W)	Externe Quanten-effizienz
Lichtemittierendes Element 1	3,0	1,7	0,55	0,45	1200	67	70	26
Lichtemittierendes Vergleichselement 2	3,0	1,4	0,55	0,44	900	63	66	25
Lichtemittierendes Vergleichselement 3	3,0	1,5	0,55	0,45	1000	66	69	25

[0245] Wie in Tabelle 2 dargestellt betragen die CIE-Farbwertanteile des lichtemittierenden Elementes 1 bei einer Leuchtdichte von 1200 cd/m^2 $(x, y) = (0,55, 0,45)$. Die CIE-Farbwertanteile des lichtemittierenden Vergleichselementes 2 betragen bei einer Leuchtdichte von 900 cd/m^2 $(x, y) = (0,55, 0,44)$. Die CIE-Farbwertanteile des lichtemittierenden Vergleichselementes 3 betragen bei einer Leuchtdichte von 1000 cd/m^2 $(x, y) = (0,55, 0,45)$. Es hat sich herausgestellt, dass eine orange Lichtemission, welche von $[\text{Ir}(\text{dppm})_2(\text{acac})]$ stammt, von den lichtemittierenden Elementen dieses Beispiels erhalten wurde.

[0246] Fig. 8 bis Fig. 10 und Tabelle 2 zeigen, dass das lichtemittierende Element 1, das lichtemittierende Vergleichselement 2 und das lichtemittierende Vergleichselement 3 jeweils bei einer niedrigen Spannung betrieben werden kann und hohe Stromausbeute, hohen Wirkungsgrad und hohe externe Quanteneffizienz aufweisen.

[0247] Es wurde auch festgestellt, dass die Stromausbeute und die externe Quanteneffizienz in einem Bereich hoher Leuchtdichte bei dem lichtemittierenden Element 1 höher sind als bei dem lichtemittierenden Vergleichselement 2 und dem lichtemittierenden Vergleichselement 3 (siehe die Stromausbeute oder die externe Quanteneffizienz bei einer Leuchtdichte von 1000 cd/m^2 bis 10000 cd/m^2 in Fig. 8 oder Fig. 10). Bei dem lichtemittierenden Element 1 enthält die lichtemittierende Schicht PCBBiF, welches eine Fluorenylgruppe, eine Biphenylgruppe, und einen Substituenten mit einem Carbazolgerüst aufweist. Bei dem lichtemittierenden Vergleichselement 2 enthält die lichtemittierende Schicht PCBNBB, welches zwei Naphthylgruppen und einen Substituenten mit einem Carbazolgerüst aufweist. Bei dem lichtemittierenden Vergleichselement 3 enthält die lichtemittierende Schicht PCBNBF, welches eine Fluorenylgruppe, eine Naphthylgruppe und einen Substituenten mit einem Carbazolgerüst aufweist. Das heißt, ein Hauptunterschied zwischen dem lichtemittierenden Element 1 und den lichtemittierenden Vergleichselementen 2 oder 3 ist, ob das tertiäre Amin in der lichtemittierenden Schicht eine Naphthylgruppe aufweist oder nicht. Da das tertiäre Amin, welches in der lichtemittierenden Schicht 1 einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung verwendet wird, ein Biphenylamingerüst und ein Fluorenylamingerüst aufweist, besitzt es eine hohe Lochtransporteigenschaft und eine hohe Elektronensperreigenschaft. Da das tertiäre Amin eine höhere Triplettanregungsenergie als ein Amin enthaltend ein Naphthalingerüst oder dergleichen aufweist, besitzt es eine ausgezeichnete Exzitonen-Sperreigenschaft. Daher kann Elektronenleckage und Exzitonen-Diffusion selbst in einem Bereich hoher Leuchtdichte verhindert werden, und daher kann ein lichtemittierendes Element mit einer hohen Emissionseffizienz erhalten werden.

[0248] Nachfolgend wurden das lichtemittierende Element 1, das lichtemittierende Vergleichselement 2 und das lichtemittierende Vergleichselement 3 Zuverlässigkeitsuntersuchungen unterworfen. Die Ergebnisse der Zuverlässigkeitsuntersuchungen sind in den Fig. 11A und Fig. 11B dargestellt. In den Fig. 11A und Fig. 11B stellt die vertikale Achse die normalisierte Leuchtdichte (%) bei einer anfänglichen Leuchtdichte von 100% dar, und die horizontale Achse stellt die Ansteuerdauer (h) der Elemente dar. Bei den Zuverlässigkeitstests wurden die lichtemittierenden Elemente in diesem Beispiel bei Raumtemperatur unter Bedingungen, bei denen die anfängliche Leuchtdichte auf 5000 cd/m^2 eingestellt wurde und die Stromdichte konstant war, angetrieben. Fig. 11A und Fig. 11B zeigen, dass das lichtemittierende Element 1 95% der anfänglichen Leuchtdichte gehalten hatte, nachdem 460 Stunden verstrichen waren, das lichtemittierende Vergleichselement 2 wies 92% der anfänglichen Leuchtdichte auf, nachdem 460 Stunden verstrichen waren, und das lichtemittierende Vergleichselement 3 wies 94% der anfänglichen Leuchtdichte auf, nachdem 370 Stunden vergangen waren. Die Ergebnisse der Zuverlässigkeitsuntersuchungen haben gezeigt, dass das lichtemittierende Element 1 eine längere Lebensdauer aufweist, als das lichtemittierende Vergleichselement 2 und das lichtemittierende Vergleichselement 3.

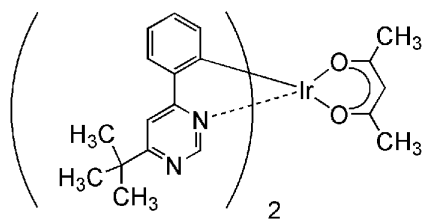
[0249] Wie oben beschrieben, kann bei dem lichtemittierenden Element 1 einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung Elektronenleckage und Exzitonen-Diffusion selbst in einem Bereich hoher Leuchtdichte verhindert werden; daher gibt es nur wenige Deaktivierungswege (nichtstrahlende Deaktivierung) im Vergleich mit dem Übergang durch Lichtemission der lichtemittierenden Substanz (strahlende Deaktivierung). Daher kann der Leuchtdichteabbau des Elements verringert werden. Darüber hinaus kann solch ein lichtemittierendes Element mit geringer Verschlechterung leicht und stabil mit hoher Reproduzierbarkeit erhalten werden.

[0250] Wie oben beschrieben, wurde herausgefunden, dass ein lichtemittierendes Element, welches eine hohe Emissionseffizienz in einem Bereich hoher Leuchtdichte aufweist, gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung erhalten werden kann. Es wurde auch festgestellt, dass ein lichtemittierendes Element mit einer langen Lebensdauer gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung erhalten werden kann.

[Beispiel 2]

[0251] In diesem Beispiel wird ein leuchtendes Element eines Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf **Fig. 7** beschrieben. Die chemischen Formeln der Materialien in diesem Beispiel verwendet wurden, sind nachfolgend dargestellt. Es sollte festgehalten werden, dass die chemischen Formeln der oben bereits dargestellten Materialien weggelassen werden.

[Chemische Formel 25]

[Ir(tBuppm)₂(acac)]

[0252] Verfahren zur Herstellung eines leuchtenden Elementes 4 und eines leuchtenden Vergleichselementes 5 dieses Beispiels wird nachfolgend beschrieben.

(Leuchtendes Element 4)

[0253] Zuerst wurde auf eine der des leuchtenden Elementes 1 ähnliche Weise eine erste Elektrode 1101 und eine Lochinjektionsschicht 1111 auf einem Glassubstrat 1100 gebildet.

[0254] Anschließend wurde auf der Lochinjektionsschicht 1111 wurde ein Film aus PCBBiF mit einer Dicke von 20 nm gebildet, um eine Lochtransportschicht 1112 zu bilden.

[0255] Des Weiteren wurde eine leuchtende Schicht 1113 auf der Lochtransportschicht 1112 durch Co-Aufdampfung von 2mDBTBPDBq-II, PCBBiF und (Acetylacetonato)bis(6-tert-butyl-4-phenylpyrimidinato)iridium(III) (Abkürzung: [Ir(tBuppm)₂(acac)]) gebildet. Hierbei wurden eine 20 nm dicke Schicht gebildet mit dem Gewichtsverhältnis von 2mDBTBPDBq-II zu PCBBiF und [Ir(tBuppm)₂(acac)], welches auf 0,7:0,3:0,05 (= 2mDBTBPDBq-II:PCBBiF:[Ir(tBuppm)₂(acac)]) eingestellt wurde, und eine 20 nm dicke Schicht gebildet mit einem Gewichtsverhältnis von 2mDBTBPDBq-II zu PCBBiF und [Ir(tBuppm)₂(acac)], welches auf 0,8:0,2:0,05 (= 2mDBTBPDBq-II:PCBBiF:[Ir(tBuppm)₂(acac)]) eingestellt wurde, aufeinander gestapelt.

[0256] Anschließend wurde eine Elektronentransportschicht 1114 auf der leuchtenden Schicht 1113 auf solch eine Weise gebildet, dass eine 5 nm dicke Schicht aus 2mDBTBPDBq-II gebildet wurde und ein 15 nm dicker Film aus BPhen gebildet wurde.

[0257] Des Weiteren wurde auf der Elektronentransportschicht 1114 ein Film aus LiF durch Aufdampfen mit einer Dicke von 1 nm aufgebracht, um eine Elektroneninjectionsschicht 1115 zu bilden.

[0258] Schließlich wurde Aluminium durch Aufdampfen mit einer Dicke von 200 nm abgeschieden, um eine zweite Elektrode 1103 zu bilden, die als eine Kathode diente. Auf diese Weise wurde das leuchtende Element 4 dieses Beispiels hergestellt.

[0259] Es sollte festgehalten werden, dass bei den ganzen obigen Aufdampfungsschritten die Aufdampfung durch ein Widerstandsheizverfahren erfolgte.

(Leuchtendes Vergleichselement 5)

[0260] Eine Lochtransportschicht 1 112 des leuchtenden Vergleichselementes 5 wurde durch Bildung eines Films aus PCBNBB mit einer Dicke von 20 nm gebildet. Eine leuchtende Schicht 1113 wurde durch Co-Aufdampfung von 2mDBTBPDBq-II, PCBNBB und [Ir(tBuppm)₂(acac)] gebildet. Hierbei wurden eine 20 nm dicke Schicht gebildet mit dem Gewichtsverhältnis von 2mDBTBPDBq-II zu PCBNBB und [Ir

(tBuppm)₂(acac)], welches auf 0,7:0,3:0,05 (= 2mDBTBPDBq-II : PCBNBB : [Ir(tBuppm)₂(acac)]) eingestellt wurde, und eine 20 nm dicke Schicht gebildet mit dem Gewichtsverhältnis von 2mDBTBPDBq-II zu PCBNBB und [Ir(tBuppm)₂(acac)], welches auf 0,8:0,2:0,05 (= 2mDBTBPDBq-II PCBNBB : [Ir(tBuppm)₂(acac)]) eingestellt wurde, aufeinander gestapelt. Andere Komponenten als die Lochtransportschicht 1112 und die lichtemittierenden Schicht 1113 Komponenten wurden auf eine ähnliche Weise wie bei dem lichtemittierenden Element 4 hergestellt.

[0261] Tabelle 3 zeigt die Elementstrukturen der lichtemittierenden Elemente, welche wie oben in diesem Beispiel beschrieben erhalten wurden

[Tabelle 3]

	Erste Elektrode	Lochinjektions-schicht	Lochtransport-schicht	Lichtemittierende Schicht		Elektronentransportschicht		Elektro-nentrans-portschicht	Zweite Elektrode
Lichtemittierendes Element 4	ITSO 110nm	DBT3P-II : MoOx (=4:2) 20nm	PCBBi-F 20nm	2mDBTBPDBq-II : PCBBiF : [Ir(tBuppm) ₂ (acac)]		2mDB-T BPDB-q-II 5nm	BPhen 15nm	LiF 1nm	Al 200nm
				(=0,7:0,3:0,05) 20nm	(=0,8:0,2:0,05) 20nm				
Lichtemittierendes Vergleichselement 5			PCBNBB 20nm	2mDBTBPDBq-II : PCBNBB: [Ir(tBuppm) ₂ (acac)]					
				(=0,8:0,3:0,05) 20nm	(=0,8:0,2:0,05) 20nm				

[0262] Das lichtemittierende Element 4 und das lichtemittierende Vergleichselement 5 wurden jeweils unter Verwendung eines Glassubstrates in einem Handschuhfach, welches eine Stickstoffatmosphäre enthielt, abgedichtet, um nicht der Luft ausgesetzt zu werden. Dann wurden die Betriebseigenschaften dieser lichtemittierenden Elemente gemessen. Es sollte festgehalten werden, dass die Messungen bei Raumtemperatur (in einer auf 25°C gehaltenen Atmosphäre) durchgeführt wurden.

[0263] Fig. 12 zeigt die Leuchtdichte-Stromausbeute-Charakteristiken der lichtemittierenden Elemente dieses Beispiels. In Fig. 12 stellt die horizontale Achse die Leuchtdichte (cd/m²) dar und die vertikale Achse stellt die Stromausbeute (cd/A) dar. Fig. 13 zeigt die Spannungs-Leuchtdichte-Charakteristiken. In Fig. 13 stellt die horizontale Achse die Spannung (V) dar und die vertikale Achse stellt die Leuchtdichte (cd/m²) dar. Fig. 14 zeigt die Leuchtdichte-Wirkungsgrad-Charakteristiken. In Fig. 14 stellt die horizontale Achse die Leuchtdichte (cd/m²) dar und die vertikale Achse stellt den Wirkungsgrad (lm/W) dar. Fig. 15 zeigt die Leuchtdichte- externe Quanteneffizienz-Charakteristiken. In Fig. 15 stellt die horizontale Achse die Leuchtdichte (cd/m²) dar und die vertikale Achse stellt die externe Quanteneffizienz (%) dar. Tabelle 4 zeigt die Spannung (V), Stromdichte (mA/cm²), CIE-Farbwertanteile (x, y), Stromausbeute (cd/A), Wirkungsgrad (lm/W) und externe Quanteneffizienz (%) des lichtemittierenden Elementes 4 und des lichtemittierenden Vergleichselementes 5 bei einer Leuchtdichte von etwa 900 cd/m² dar.

[Tabelle 4]

	Spannung (V)	Stromdichte (mA/cm ²)	Chromatizität		Leuchtdichte (cd/m ²)	Stromausbeute (cd/A)	Wirkungsgrad (lm/W)	Externe Quanteneffizienz
			x	y				
Lichtemittierendes Element 4	2,6	0,82	0,41	0,59	900	106	128	27

	Spannung (V)	Strom- dichte (mA/cm ²)	Chromatizität		Leucht- dichte (cd/m ²)	Strom- ausbeute (cd/A)	Wirkungs- grad (lm/W)	Externe Quanten- effizienz
			x	y				
Lichtemit- tierendes Vergleichs- element 5	2,7	0,94	0,40	0,59	900	92	108	24

[0264] Wie in Tabelle 2 dargestellt betragen die CIE-Farbwertanteile des lichtemittierenden Elementes 4 bei einer Leuchtdichte von 900 cd/m² $(x, y) = (0,41, 0,59)$ und die CIE-Farbwertanteile des lichtemittierenden Vergleichselementes 5 betragen $(x, y) = (0,40, 0,59)$. Es hat sich herausgestellt, dass eine grüne Lichtemission, welche von $[\text{Ir}(\text{tBuppm})_2(\text{acac})]$ stammt, von dem lichtemittierenden Element 4 und dem lichtemittierenden Vergleichselement 5 erhalten wurde.

[0265] Fig. 12 bis Fig. 15 und Tabelle 4 zeigen, dass das lichtemittierende Element 4 und das lichtemittierende Vergleichselement 5 jeweils bei einer niedrigen Spannung betrieben werden können. Es wurde auch festgestellt, dass das lichtemittierende Element 4 eine höhere Stromausbeute, höheren Wirkungsgrad und eine höhere externe Quanteneffizienz als das lichtemittierende Vergleichselement 5 aufweist (vergleiche die Stromausbeute, den Wirkungsgrad oder die externe Quanteneffizienz bei einer Leuchtdichte von 1000 cd/m² bis 10000 cd/m² in Fig. 12, Fig. 14 oder Fig. 15).

[0266] Bei dem lichtemittierenden Element 4, enthalten die lichtemittierende Schicht und die Lochtransportschicht PCBBiF, welches eine Fluorenylgruppe, eine Biphenylgruppe und einen Substituenten mit einem Carbazolgerüst aufweist. Bei dem lichtemittierenden Vergleichselement 5 enthalten die lichtemittierende Schicht und die Lochtransportschicht PCBNBB, welches die zwei Naphthylgruppen und einen Substituenten mit einem Carbazolgerüst aufweist. Das heißt, ein großer Unterschied zwischen dem lichtemittierenden Element 4 und dem lichtemittierenden Vergleichselement 5 ist, ob das tertiäre Amin in der lichtemittierenden Schicht eine Naphthylgruppe aufweist oder nicht. Da das in dem lichtemittierenden Element 4 einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung verwendete tertiäre Amin ein Biphenylamingerüst und ein Fluorenylamingerüst aufweist, besitzt es eine hohe Lochtransporteigenschaft und eine hohe Elektronensperreigenschaften. Da das tertiäre Amin eine höhere Triplettanregungsenergie als ein Amin, welches ein Naphthalingerüst oder dergleichen enthält, aufweist, hat es eine ausgezeichnete Exzitonen-Sperreigenschaft. Daher kann Elektronenleckage und Exzitonen-Diffusion selbst in einem Bereich hoher Leuchtdichte verhindert werden, und somit ein lichtemittierendes Element mit hoher Emissionseffizienz erhalten werden. Die Emissionseffizienz wird höher, wenn die gleiche Verbindung wie das in der lichtemittierenden Schicht enthaltene tertiäre Amin für die Lochtransportschicht verwendet wird. Das heißt, obwohl die Ansteuerspannung durch die Verwendung der gleichen Verbindung wie das in der lichtemittierenden Schicht für die Lochtransportschicht enthaltene tertiäre Amins wie in dem lichtemittierenden Element 4 und dem lichtemittierenden Vergleichselement verringert werden kann, wird die Emissionseffizienz wie in dem Vergleichsleuchtelement 5 verringert, sofern nicht eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung eingesetzt wird (es sei denn, das durch die obige allgemeine Formel (G0) dargestellte tertiäre Amin, wird verwendet).

[0267] Wie oben beschrieben, hat es sich herausgestellt, dass ein lichtemittierendes Element, das eine hohe Emissionseffizienz in einem Bereich hoher Leuchtdichte aufweist, gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung erhalten werden kann. Es wurde auch festgestellt, dass ein lichtemittierendes Element, das bei einer niedrigen Spannung betrieben werden kann, gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung erhalten werden kann. Es hat sich herausgestellt, dass ein lichtemittierendes Element mit einer besonders hohen Emissionseffizienz durch die Verwendung der ersten organischen Verbindung (die Verbindung dargestellt durch die allgemeine Formel (G0), welche in der Ausführungsform 1 dargestellt ist) in einer Lochtransportschicht wie auch als eine lichtemittierende Schicht erhalten werden kann.

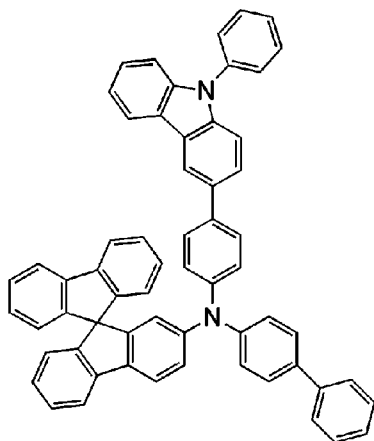
[0268] Nachfolgend wurden das lichtemittierende Element 4 und das lichtemittierende Vergleichselement 5 Zuverlässigkeitsuntersuchungen unterworfen. Die Ergebnisse der Zuverlässigkeitsuntersuchungen sind in Fig. 16 dargestellt. In Fig. 16 stellt die vertikale Achse die normalisierte Leuchtdichte (%) bei einer anfänglichen Leuchtdichte von 100% dar, und die horizontale Achse stellt die Ansteuerdauer (h) der Elemente dar. Bei den Zuverlässigkeitsuntersuchungen wurden die lichtemittierenden Elemente in diesem Beispiel bei Raumtemperatur unter Bedingungen betrieben, bei denen die anfängliche Leuchtdichte auf 5000 cd/m² eingestellt wurde und die Stromdichte konstant war. Fig. 16 zeigt, dass das lichtemittierende Element 4 93%

der anfänglichen Leuchtdichte beibehalten hatte, nachdem 160 Stunden verstrichen waren, das lichtemittierende Vergleichselement 5 wies 89% der anfänglichen Leuchtdichte auf, nachdem 360 Stunden verstrichen waren.

[Beispiel 3]

[0269] In diesem Beispiel wird ein lichtemittierendes Element einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf **Fig. 7** beschrieben. Die chemischen Formeln der in diesem Beispiel verwendeten Materialien werden nachfolgend dargestellt. Es sollte festgehalten werden, dass die chemischen Formeln der bereits oben dargestellten Materialien weggelassen werden.

[Chemische Formel 26]



PCBBiSF

[0270] Verfahren zum Herstellen eines lichtemittierenden Elements 6 und eines lichtemittierenden Vergleichselementes 7 dieses Beispiels wird nachfolgend beschrieben.

(Lichtemittierendes Element 6)

[0271] Zunächst wurde auf eine ähnliche Weise wie bei dem lichtemittierenden Element 1 eine erste Elektrode 1101 und eine Lochinjektionsschicht 1111 auf einem Glassubstrat 1100 ausgebildet.

[0272] Nachfolgend wurde auf der Lochinjektionsschicht 1111 ein Film aus N-(1,1'-Biphenyl-4-yl) N-[4-(9-phenyl-9H-carbazol-3-yl)phenyl]-9,9'-spirobi[9H-fluorene]-2-amin (Abkürzung: PCBBiSF) mit einer Dicke von 20 nm ausgebildet, um eine Lochtransportschicht 1112 zu bilden.

[0273] Des Weiteren wurde eine lichtemittierende Schicht 1113 auf der Lochtransportschicht 1112 durch Co-Aufdampfung von 2mDBTBPDBq-II, PCBBiSF und $[\text{Ir}(\text{dppm})_2(\text{acac})]$ ausgebildet. Hierbei wurden eine 20 nm dicke Schicht gebildet mit dem Gewichtsverhältnis von 2mDBTBPDBq-II zu PCBBiSF und $[\text{Ir}(\text{dppm})_2(\text{acac})]$, welches auf 0,7:0,3:0,05 (= 2mDBTBPDBq-II : PCBBiSF : $[\text{Ir}(\text{dppm})_2(\text{acac})]$) eingestellt wurde, und eine 20 nm dicke Schicht gebildet mit einem Gewichtsverhältnis von 2mDBTBPDBq-II zu PCBBiSF und $[\text{Ir}(\text{dppm})_2(\text{acac})]$, welches auf 0,8:0,2:0,05 (= 2mDBTBPDBq-II: PCBBiSF: $[\text{Ir}(\text{dppm})_2(\text{acac})]$) eingestellt wurde, aufeinander gestapelt.

[0274] Anschließend wurde eine Elektronentransportschicht 1114 auf der lichtemittierenden Schicht 1113 auf solch eine Weise ausgebildet, dass ein 20 nm dicker Film aus 2mDBTBPDBq-II gebildet wurde und ein 20 nm dicker Film aus BPhen gebildet wurde.

[0275] Des Weiteren wurde auf der Elektronentransportschicht 1114 ein Film aus LiF durch Aufdampfen mit einer Dicke von 1 nm ausgebildet, um eine Elektroneninjectionsschicht 1115 zu bilden.

[0276] Schließlich wurde Aluminium durch Aufdampfen mit einer Dicke von 200 nm abgeschieden, um eine zweite Elektrode 1103 zu bilden, die als eine Kathode diente. Auf diese Weise wurde das lichtemittierende Element 6 dieses Beispiels hergestellt.

[0277] Es sollte festgehalten werden, dass bei den ganzen obigen Aufdampfungsschritten die Aufdampfung durch ein Widerstandsheizverfahren erfolgte.

(Lichtemittierendes Element 7)

[0278] Eine Lochtransportschicht 1112 des lichtemittierenden Elementes 7 wurde durch Bildung eines Films aus BPAFLP mit einer Dicke von 20 nm geformt. Andere Komponenten als die Lochtransportschicht 1112 auf eine ähnliche Weise wie bei dem lichtemittierenden Element 6 hergestellt.

[0279] Tabelle 5 zeigt die Elementstrukturen der lichtemittierenden Elemente, welche wie oben in diesem Beispiel beschrieben, erhalten wurden

[Tabelle 5]

	Erste Elektrode	Lochinjektions-schicht	Lochtransport-schicht	Lichtemittierende Schicht		Elektronentransportschicht		Elektro-ntransport-schicht	Zweite Elektrode
Lichtemittierendes Element 6	ITSO 110nm	DBT3P-II : MoOx (=4:2) 20nm	PCBBi-SF 20nm	2mDBTBPDBq-II : PCBBiSF : [Ir(ppm) ₂ (acac)(=0,7:0,3: 0,05) : (=0,8:0,2: 0,05) 20nm		2mDB-T BPDB-q-II 5nm	BPhen 20nm	LiF 1nm	Al 200nm
Lichtemittierendes Element 7			BPAF-LP 20nm						

[0280] Das lichtemittierende Element 6 und das lichtemittierende Element 7 wurden jeweils unter Verwendung eines Glassubstrates in einem Handschuhfach, welches eine Stickstoffatmosphäre enthielt, abgedichtet, um nicht der Luft ausgesetzt zu werden. Dann wurden die Betriebseigenschaften dieser lichtemittierenden Elemente gemessen. Es sollte festgehalten werden, dass die Messungen bei Raumtemperatur (in einer auf 25°C gehaltenen Atmosphäre) durchgeführt wurden.

[0281] Fig. 17 zeigt die Leuchtdichte-Stromausbeute-Charakteristiken der lichtemittierenden Elemente dieses Beispiels. In Fig. 17 stellt die horizontale Achse die Leuchtdichte (cd/m²) dar und die vertikale Achse stellt die Stromausbeute (cd/A) dar. Fig. 18 zeigt die Spannungs-Leuchtdichte-Charakteristiken. In Fig. 18 stellt die horizontale Achse die Spannung (V) dar und die vertikale Achse stellt die Leuchtdichte (cd/m²) dar. Fig. 19 zeigt die Leuchtdichte-Wirkungsgrad-Charakteristiken. In Fig. 19 stellt die horizontale Achse die Leuchtdichte (cd/m²) dar und die vertikale Achse stellt den Wirkungsgrad (lm/W) dar. Fig. 20 zeigt die Leuchtdichte-externe Quanteneffizienz-Charakteristiken. In Fig. 20 stellt die horizontale Achse die Leuchtdichte (cd/m²) dar und die vertikale Achse stellt die externe Quanteneffizienz (%) dar. Tabelle 6 zeigt die Spannung (V), Stromdichte (mA/cm²), CIE-Farbwertanteile (x,y), Stromausbeute (cd/A), Wirkungsgrad (lm/W) und externe Quanteneffizienz (%) des lichtemittierenden Elementes 6 und des lichtemittierenden Elementes 7 bei einer Leuchtdichte von etwa 1000 cd/m² dar.

[Tabelle 6]

	Spannung (V)	Stromdichte (mA/cm ²)	Chromatizität		Leuchtdichte (cd/m ²)	Stromausbeute (cd/A)	Wirkungsgrad (lm/W)	Externe Quanteneffizienz
			x	y				
Lichtemittierendes Element 6	2,8	1,1	0,56	0,44	960	85	95	31

	Spannung (V)	Strom- dichte (mA/cm ²)	Chromatizität		Leucht- dichte (cd/m ²)	Strom- ausbeute (cd/A)	Wirkungs- grad (lm/W)	Externe Quanten- effizienz
			x	y				
Lichtemittierendes Vergleichselement 7	3,3	2,1	0,56	0,44	1100	53	50	21

[0282] Wie in Tabelle 6 dargestellt betragen die CIE-Farbwertanteile des lichtemittierenden Elementes 6 bei einer Leuchtdichte von 900 cd/m² (x, y) = (0,56, 0,44) und die CIE-Farbwertanteile des lichtemittierenden Elementes 7 betragen bei einer Leuchtdichte von 1000 cd/m² (x, y) = (0,55, 0,44). Es hat sich herausgestellt, dass eine orange Lichtemission, welche von [Ir(dppm)₂(acac)] stammt, von dem lichtemittierenden Element 6 und dem lichtemittierenden Element 7 erhalten wurde.

[0283] Fig. 17 bis Fig. 20 und Tabelle 6 zeigen, dass das lichtemittierende Element 6 und das lichtemittierende Element 7 jeweils bei einer niedrigen Spannung betrieben werden können und hohe Stromausbeute, hohen Wirkungsgrad und hohe externe Quanteneffizienz aufweisen. Da das für die lichtemittierende Schicht jedes des lichtemittierenden Elementes 6 und des lichtemittierenden Elementes 7 einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung verwendete tertiäre Amin ein Biphenylamingerüst und ein Spirofluorenylamingerüst aufweist, besitzt es eine hohe Lochtransporteigenschaft und eine hohe Elektronensperreigenschaft und auch eine ausgezeichnete Exzitonen-Sperreigenschaft. Daher kann Elektronenleckage und Exzitonen-Diffusion selbst in einem Bereich hoher Leuchtdichte verhindert werden, und somit ein lichtemittierendes Element, das eine hohe Emissionseffizienz aufweist, erhalten werden. Ferner kann gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung die Ansteuerspannung verringert werden, wobei die hohe Emissionseffizienz aufrechterhalten wird (ohne dabei die Emissionseffizienz zu verringern), indem die gleiche Verbindung, wie das in der lichtemittierenden Schicht enthaltene tertiäres Amin für die Lochtransportschicht verwendet wird, wie in dem lichtemittierenden Element 6.

[Beispiel 4]

[0284] In diesem Beispiel wird ein lichtemittierendes Element einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme Fig. 7 beschrieben. Es sollte festgehalten werden, dass die chemischen Materialien, die in diesem Beispiel verwendet wurden, bereits dargestellt wurden.

[0285] Verfahren zur Herstellung eines lichtemittierenden Elementes 8 und eines lichtemittierenden Vergleichselementes 9 dieses Beispiels wird nachstehend beschrieben.

(Lichtemittierendes Element 8)

[0286] Zuerst wurde auf eine ähnliche Weise wie bei dem lichtemittierenden Element 1 eine erste Elektrode 1101, eine Lochinjektionsschicht 1111 und eine Lochtransportschicht 1112 auf einem Glassubstrat 1100 gebildet. Die Dicke der Lochinjektionsschicht 1111 wurde auf 20 nm eingestellt.

[0287] Des Weiteren wurde eine lichtemittierende Schicht 1113 auf der Lochtransportschicht 1112 durch Co-Aufdampfung von 2mDBTBPDBq-II, PCBBiF und [Ir(dppm)₂(acac)] gebildet. Hierbei wurden eine 20 nm dicke Schicht gebildet mit einem Gewichtsverhältnis von 2mDBTBPDBq-II zu PCBBiF und [Ir(dppm)₂(acac)], welches auf 0,7:0,3:0,05 (= 2mDBTBPDBq-II : PCBBiF : [Ir(dppm)₂(acac)]) eingestellt wurde, und eine 20 nm dicke Schicht gebildet mit dem Gewichtsverhältnis von 2mDBTBPDBq-II zu PCBBiF und [Ir(dppm)₂(acac)], welches auf 0,8:0,2:0,05 (= 2mDBTBPDBq-II : PCBBiF : [Ir(dppm)₂(acac)]) eingestellt wurde, aufeinander gestapelt.

[0288] Anschließend wurde eine Elektronentransportschicht 1114 auf der lichtemittierenden Schicht 1113 auf solche eine Weise gebildet, dass ein 20 nm dicker Film aus 2mDBTBPDBq-II gebildet wurde und ein 20 nm dicker Film aus BPhen gebildet wurde.

[0289] Anschließend wurde auf der Elektronentransportschicht 1114 ein Film aus LiF durch Aufdampfung mit einer Dicke von 1 nm ausgebildet, um eine Elektroneninjectionsschicht 1115 bilden.

[0290] Schließlich wurde Aluminium durch Aufdampfen mit einer Dicke von 200 nm abgeschieden, um eine zweite Elektrode 1103 zu bilden, die als eine Kathode zu bilden. Auf diese Weise wurde das lichtemittierende Element 8 dieses Beispiels hergestellt.

[0291] Es sollte festgehalten werden, dass bei den ganzen obigen Aufdampfungsschritten die Aufdampfung durch ein Widerstandsheizverfahren erfolgte.

(Lichtemittierendes Vergleichselement 9)

[0292] Eine lichtemittierende Schicht 1113 des lichtemittierenden Vergleichselementes 9 wurde durch Co-Aufdampfung von 2mDBTBPDBq-II und [Ir(dppm)₂(acac)] ausgebildet. Hierbei wurde das Gewichtsverhältnis von 2mDBTBPDBq-II zu [Ir(dppm)₂(acac)] auf 1:0,05 (= 2mDBTBPDBq-II: [Ir(dppm)₂(acac)]) eingestellt. Die Dicke der lichtemittierenden Schicht 1113 wurde auf 40 nm eingestellt. Eine Elektronentransportschicht 1114 des lichtemittierenden Vergleichselementes 9 wurde auf solch eine Weise gebildet, dass ein 10 nm dicker Film aus 2mDBTBPDBq-II gebildet wurde und des Weiteren wurde ein 15 nm dicken Film aus BPhen gebildet. Andere Komponenten als die lichtemittierenden Schicht 1113 und die Elektronentransportschicht 1114 wurden in eine ähnliche Weise wie bei dem lichtemittierenden Element 8 hergestellt.

[0293] Tabelle 7 zeigt die Elementstrukturen der lichtemittierenden Elemente, welche wie oben in diesem Beispiel beschrieben erhalten wurden

[Tabelle 7]

	Erste Elektrode	Lochinjektions-schicht	Locht-ran-sport-schicht	Lichtemittierende Schicht		Elektronentransportschicht		Elektro-nen-tran-sport-schicht	Zweite Elektrode
Lichtemit-tierendes Element 8	ITSO 110nm	DBT3P-II : MoOx (=4:2) 20nm	BPAF- LP 20nm	2mDBTBPDBq-II : PCBBiF : [Ir(dppm) ₂ (acac)]		2mDB- T BPDB- q-II 20nm	BPhen 15nm	LiF 1nm	Al 200nm
				(=0,7:0,3: 0,05) 20nm	(=0,8:0,2: 0,05) 20nm				
Lichtemit-tierendes Vergleichs-element 9				2mDBTBPDBq-II : [Ir (dppm) ₂ (acac)]		2mDB- T BPDB- q-II 10nm	BPhen 15nm		
				(=01,0:0,05) 40nm					

[0294] Das lichtemittierende Element 8 und das lichtemittierende Vergleichselement 9 wurden jeweils unter Verwendung eines Glassubstrates in einem Handschuhfach, welches eine Stickstoffatmosphäre enthielt, abgedichtet, um nicht der Luft ausgesetzt zu werden. Dann wurden die Betriebseigenschaften dieser lichtemittierenden Elemente gemessen. Es sollte festgehalten werden, dass die Messungen bei Raumtemperatur (in einer auf 25°C gehaltenen Atmosphäre) durchgeführt wurden.

[0295] Fig. 27 zeigt die Spannungs-Strom-Charakteristiken der lichtemittierenden Elemente dieses Beispiels. In Fig. 27 stellt die horizontale Achse die Spannung (V) dar und die vertikale Achse stellt den Strom (mA) dar. Fig. 28 zeigt die Leuchtdichte-externe Quanteneffizienz-Charakteristiken. In Fig. 28 stellt die horizontale Achse die Leuchtdichte (cd/m²) dar und die vertikale Achse stellt die externe Quanteneffizienz (%) dar. Fig. 29 zeigt die Emissionsspektren der lichtemittierenden Elemente dieses Beispiels. Tabelle 8 zeigt die Spannung (V), Stromdichte (mA/cm²), CIE-Farbwertanteile (x, y), Stromausbeute (cd/A), Wirkungsgrad (lm/W) und externe Quanteneffizienz (%) jedes der lichtemittierenden Elemente bei einer Leuchtdichte von etwa 1000 cd/m² dar.

[Tabelle 8]

	Spannung (V)	Stromdichte (mA/cm ²)	Chromatizität		Leuchtdichte (cd/m ²)	Stromausbeute (cd/A)	Wirkungsgrad (lm/W)	Externe Quanteneffizienz
			x	y				
Lichtemittierendes Element 8	3,0	1,7	0,55	0,45	1200	67	70	26
Lichtemittierendes Vergleichselement 9	3,0	1,5	0,55	0,45	1000	66	69	25

[0296] Wie in Tabelle 8 dargestellt betragen die CIE-Farbwertanteile des lichtemittierenden Elementes 8 bei einer Leuchtdichte von 960 cd/m² (x, y) = (0,56, 0,44). Die CIE-Farbwertanteile des lichtemittierenden Vergleichselementes 9 betragen bei einer Leuchtdichte von 91100 cd/m² (x, y) = (0,556, 0,44). Es hat sich herausgestellt, dass eine orange Lichtemission, welche von [Ir(dppm)₂(acac)] stammt, von den lichtemittierenden Elementen dieses Beispiels erhalten wurde.

[0297] Das lichtemittierende Element 8 zeigt eine extrem hohe externe Quanteneffizienz von 31% (entspricht einer Stromausbeute von 85 cd/A) bei ungefähr 1000 cd/m², die höher ist als die des lichtemittierenden Vergleichselementes 9, welches keine Energieübertragung von einem Exciplex umfasst.

[0298] Zusätzlich zeigt das lichtemittierende Element 8 eine extrem niedrige Spannung von 2,8 V bei etwa 1000 cd/m² und die Spannung ist niedriger als die des Vergleichsleuchtelement 9.

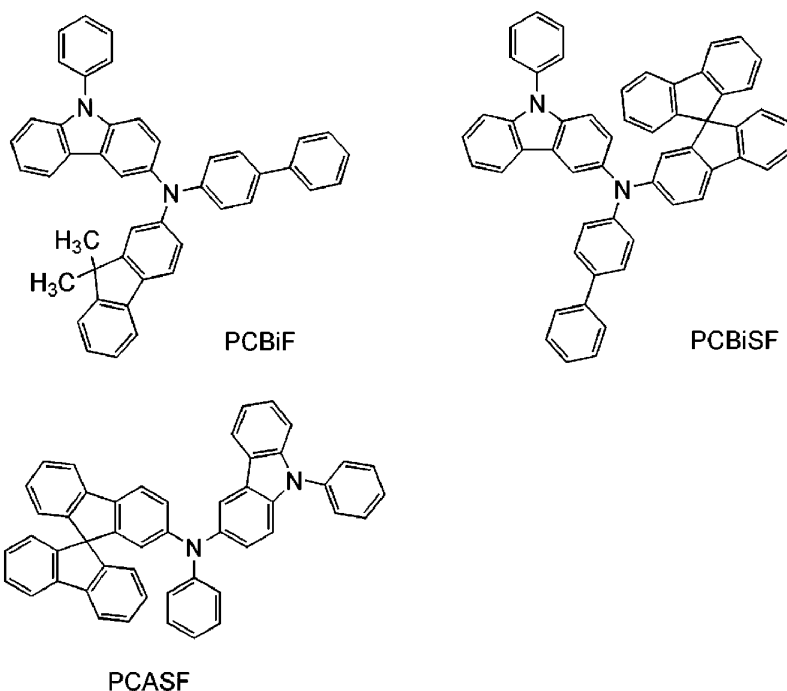
[0299] Nachfolgend wurden das lichtemittierende Element 8 und das lichtemittierende Vergleichselement 9 Zuverlässigkeitsuntersuchungen unterworfen. Die Ergebnisse der Zuverlässigkeitsuntersuchungen sind in **Fig. 30** dargestellt. In **Fig. 30** stellt die vertikale Achse die normalisierte Leuchtdichte (%) bei einer anfänglichen Leuchtdichte von 100% dar, und die horizontale Achse stellt die Ansteuerdauer (h) der Elemente dar. Bei den Zuverlässigkeitsuntersuchungen wurden die lichtemittierenden Elemente in diesem Beispiel bei Raumtemperatur unter Bedingungen betrieben, bei denen die anfängliche Leuchtdichte auf 5000 cd/m² eingestellt wurde und die Stromdichte konstant war. **Fig. 30** zeigt, dass das lichtemittierende Element 8 95% der anfänglichen Leuchtdichte beibehalten hatte, nachdem 3400 Stunden verstrichen waren und die Leuchtdichte des lichtemittierenden Vergleichselement 9 betrug weniger als 89% der anfänglichen Leuchtdichte, nachdem 230 Stunden vergangen waren. Die Ergebnisse der Zuverlässigkeitsuntersuchungen haben gezeigt, dass das lichtemittierende Element 8 eine längere Lebensdauer aufweist, als das lichtemittierende Vergleichselement 9.

[0300] Wie oben beschrieben, wurde herausgefunden, dass ein lichtemittierendes Element, welches eine hohe Emissionseffizienz gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung erhalten werden kann. Es wurde auch festgestellt, dass ein lichtemittierendes Element mit einer langen Lebensdauer gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung erhalten werden kann.

[Beispiel 5]

[0301] In diesem Beispiel wird ein lichtemittierendes Element einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme **Fig. 7** beschrieben. Chemische Formeln der in diesem Beispiel verwendeten Materialien werden nachfolgend dargestellt. Es sollte festgehalten werden, dass die chemischen Formeln der oben bereits dargestellten Materialien weggelassen werden.

[Chemische Formel 27]



[0302] Verfahren zum Herstellen eines lichtemittierenden Elements 10, eines lichtemittierenden Elementes 11 und eines lichtemittierenden Vergleichselementes 12 dieses Beispiels werden nachstehend beschrieben. Es sollte festgehalten werden, dass andere Komponenten als eine lichtemittierende Schicht jedes lichtemittierenden Elementes dieses Beispiels denen des lichtemittierenden Element 8 ähnlich sind; daher wird die Beschreibung hier weggelassen. Die lichtemittierende Schicht jedes lichtemittierenden Elementes dieses Beispiels und dessen Herstellungsverfahren werden nachstehend beschrieben.

(Lichtemittierendes Element 10)

[0303] Bei dem lichtemittierenden Element 10 wurde eine lichtemittierende Schicht 1113 auf der Lochtransportschicht 1112 durch Co-Aufdampfung von 2mDBTBPDBq-II, N-(4-Biphenyl)-N-(9,9-dimethyl-9H-fluoren-2-yl)-9-phenyl-9H-carbazol-3-amin (Abkürzung: PCBiF) und $[\text{Ir}(\text{dppm})_2(\text{acac})]$ gebildet. Hierbei wurden eine 20 nm dicke Schicht gebildet mit einem Gewichtsverhältnis von 2mDBTBPDBq-II zu PCBiF und $[\text{Ir}(\text{dppm})_2(\text{acac})]$, welches auf 0,7:0,3:0,05 (= 2mDBTBPDBq-II : PCBiF : $[\text{Ir}(\text{dppm})_2(\text{acac})]$) eingestellt wurde, und eine 20 nm dicke Schicht gebildet mit dem Gewichtsverhältnis von 2mDBTBPDBq-II zu PCBiF und $[\text{Ir}(\text{dppm})_2(\text{acac})]$, welches auf 0,8:0,2:0,05 (= 2mDBTBPDBq-II : PCBiF : $[\text{Ir}(\text{dppm})_2(\text{acac})]$) eingestellt wurde, aufeinander gestapelt.

(Lichtemittierendes Element 11)

[0304] Bei dem lichtemittierenden Element 11 wurde eine lichtemittierende Schicht 1113 auf der Lochtransportschicht 1112 durch Co-Aufdampfung von 2mDBTBPDBq-II, N-(4-Biphenyl)-N-(9,9'-spirobi[9H-fluoren]-2-yl)-9-phenyl-9H-carbazol-3-amin (Abkürzung: PCBiSF) und $[\text{Ir}(\text{dppm})_2(\text{acac})]$ gebildet. Hierbei wurden eine 20 nm dicke Schicht gebildet mit einem Gewichtsverhältnis von 2mDBTBPDBq-II zu PCBiSF und $[\text{Ir}(\text{dppm})_2(\text{acac})]$, welches auf 0,7:0,3:0,05 (= 2mDBTBPDBq-II : PCBiSF : $[\text{Ir}(\text{dppm})_2(\text{acac})]$) eingestellt wurde, und eine 20 nm dicke Schicht gebildet mit dem Gewichtsverhältnis von 2mDBTBPDBq-II zu PCBiSF und $[\text{Ir}(\text{dppm})_2(\text{acac})]$, welches auf 0,8:0,2:0,05 (= 2mDBTBPDBq-II : PCBiSF : $[\text{Ir}(\text{dppm})_2(\text{acac})]$) eingestellt wurde, aufeinander gestapelt.

(Lichtemittierendes Vergleichselement 12)

[0305] Bei dem lichtemittierenden Vergleichselement 12 wurde eine lichtemittierende Schicht 1113 auf der Lochtransportschicht 1112 durch Co-Aufdampfung von 2mDBTBPDBq-II, 2-[N-(9-Phenylcarbazol-3-yl)-N-

phenylamino]spiro-9,9'-bifluoren (Abkürzung: PCASF) und [Ir(dppm)₂(acac)] gebildet. Hierbei wurden eine 20 nm dicke Schicht gebildet mit einem Gewichtsverhältnis von 2mDBTBPDBq-II zu PCASF und [Ir(dppm)₂(acac)], welches auf 0,7:0,3:0,05 (= 2mDBTBPDBq-II : PCBiF : [Ir(dppm)₂(acac)]) eingestellt wurde, und eine 20 nm dicke Schicht gebildet mit dem Gewichtsverhältnis von 2mDBTBPDBq-II zu PCASF und [Ir(dppm)₂(acac)], welches auf 0,8:0,2:0,05 (= 2mDBTBPDBq-II : PCBiF : [Ir(dppm)₂(acac)]) eingestellt wurde, aufeinander gestapelt.

[0306] Tabelle 9 zeigt die Elementstrukturen der lichtemittierenden Elemente, welche wie oben in diesem Beispiel beschrieben erhalten wurden

[Tabelle 9]

	Erste Elektrode	Lochinjektions-schicht	Lochtransport-schicht	Lichtemittierende Schicht		Elektronentransportschicht		Elektro-nentransport-schicht	Zweite Elektrode
Lichtemittierendes Element 10	ITSO 110nm	DBT3P-II : MoOx (=4:2) 20nm	BPAF-LP 20nm	2mDBTBPDBq-II : PCBiF : [Ir(dppm) ₂ (acac)]		2mDB-T BPDB-q-II 20nm	BPhen 15nm	LiF 1nm	Al 200nm
				(=0,7:0,3:0,05) 20nm	(=0,8:0,2:0,05) 20nm				
Lichtemittierende Element 11				2mDBTBPDBq-II : PCBiSF : [Ir(dppm) ₂ (acac)]					
	(=0,7:0,3:0,05) 20nm	(=0,8:0,2:0,05) 20nm							
Lichtemittierendes Vergleichselement 12	2mDBTBPDBq-II : PCASF : [Ir(dppm) ₂ (acac)]								
	(=0,7:0,3:0,05) 20nm	(=0,8:0,2:0,05) 20nm							

[0307] Das lichtemittierende Element 10, das lichtemittierende Element 11 und das lichtemittierende Vergleichselement 12 wurden jeweils unter Verwendung eines Glassubstrates in einem Handschuhfach, welches eine Stickstoffatmosphäre enthielt, abgedichtet, um nicht der Luft ausgesetzt zu werden. Dann wurden die Betriebseigenschaften dieser lichtemittierenden Elemente gemessen. Es sollte festgehalten werden, dass die Messungen bei Raumtemperatur (in einer auf 25°C gehaltenen Atmosphäre) durchgeführt wurden.

[0308] Fig. 31 zeigt die Leuchtdichte-Stromausbeute-Charakteristiken der lichtemittierenden Elemente dieses Beispiels. In Fig. 31 stellt die horizontale Achse die Leuchtdichte (cd/m²) dar und die vertikale Achse stellt die Stromausbeute (cd/A) dar. Fig. 32 zeigt die Spannungs-Leuchtdichte-Charakteristiken. In Fig. 32 stellt die horizontale Achse die Spannung (V) dar und die vertikale Achse stellt die Leuchtdichte (cd/m²) dar. Fig. 33 zeigt die Leuchtdichte-externe Quanteneffizienz-Charakteristiken. In Fig. 33 stellt die horizontale Achse die Leuchtdichte (cd/m²) dar und die vertikale Achse stellt die externe Quanteneffizienz (%) dar. Des Weiteren zeigt Tabelle 10 die Spannung (V), Stromdichte (mA/cm²), CIE-Farbwertanteile (x, y), Stromausbeute (cd/A), Wirkungsgrad (lm/W) und externe Quanteneffizienz (%) jedes der lichtemittierenden Elemente bei einer Leuchtdichte von etwa 1000 cd/m² dar.

[Tabelle 10]

	Spannung (V)	Strom- dichte (mA/cm ²)	Chromatizität		Leucht- dichte (cd/m ²)	Strom- ausbeute (cd/A)	Wirkungs- grad (lm/W)	Externe Quanten- effizienz
			x	y				
Lichtemit- tierendes Element 10	3,2	1,4	0,57	0,43	960	70	69	29
Lichtemit- tierendes Element 11	3,3	1,5	0,57	0,43	1000	70	67	29
Lichtemit- tierendes Vergleichs- element 12	3,3	1,4	0,57	0,43	930	65	62	27

[0309] Wie in Tabelle 10 dargestellt betragen die CIE-Farbwertanteile des lichtemittierenden Elementes bei einer Leuchtdichte von 1000 cd/m² (x, y) = (0,57, 0,43). Es hat sich herausgestellt, dass eine orange Lichtemission, welche von [Ir(dppm)₂(acac)] stammt, von den lichtemittierenden Elementen dieses Beispiels erhalten wurde.

[0310] Fig. 32 und Tabelle 10 zeigen, dass das lichtemittierende Element 10, das lichtemittierende Element 11 und das lichtemittierende Vergleichselement 12 jeweils bei einer niedrigen Spannung betrieben werden können. Fig. 31, Fig. 33 und Tabelle 10 zeigen, dass das lichtemittierende Element 10 und das lichtemittierende Element 11 höhere Stromausbeuten, höheren Wirkungsgrad und höhere externe Quanteneffizienz als das lichtemittierende Vergleichselement 12 aufweisen.

[0311] Nachfolgend wurden das lichtemittierende Element 10, das lichtemittierende Element 11 und das lichtemittierende Vergleichselement 12 Zuverlässigkeitsuntersuchungen unterworfen. Die Ergebnisse der Zuverlässigkeitsuntersuchungen sind in Fig. 34 dargestellt. In Fig. 34 stellt die vertikale Achse die normalisierte Leuchtdichte (%) bei einer anfänglichen Leuchtdichte von 100% dar, und die horizontale Achse stellt die Ansteuerdauer (h) der Elemente dar. Bei den Zuverlässigkeitsuntersuchungen wurden die lichtemittierenden Elemente in diesem Beispiel bei Raumtemperatur unter Bedingungen betrieben, bei denen die anfängliche Leuchtdichte auf 5000 cd/m² eingestellt wurde und die Stromdichte konstant war. Fig. 34 zeigt, dass das lichtemittierende Element 10 94% der anfänglichen Leuchtdichte beibehalten hatte, nachdem 660 Stunden verstrichen waren, das lichtemittierende Element 11 wies 93% der anfänglichen Leuchtdichte auf, nachdem 660 Stunden verstrichen waren, und die Leuchtdichte des lichtemittierenden Vergleichselementes 12 betrug weniger als 87% der anfänglichen Leuchtdichte nachdem 660 Stunden verstrichen waren. Die Ergebnisse der Zuverlässigkeitsuntersuchungen zeigten, dass das lichtemittierende Element 10 und das lichtemittierende Element 11 eine längere Lebensdauer aufweisen, als das lichtemittierende Vergleichselement 12.

[0312] Als nächstes wurden die Lichtemissionselement 10, das Lichtemissionselement 1 1, und das Vergleichsleuchtelement 12 bis Zuverlässigkeitstests unterzogen. Ergebnisse der Zuverlässigkeitstests sind in Fig. 34. In Fig. 34 stellt die vertikale Achse normalisierten Luminanz (%) bei einer anfänglichen Leuchtdichte von 100%, und die horizontale Achse stellt die Fahrzeit (h) der Elemente. In den Zuverlässigkeitstests wurden die lichtemittierenden Elemente in diesem Beispiel bei Raumtemperatur unter den Bedingungen, bei denen die anfängliche Leuchtdichte auf 5000 cd / m eingestellt angetrieben ² und die Stromdichte war konstant. Fig. 34 zeigt, dass das Lichtemissionselement 10 gehalten 94% der anfänglichen Leuchtdichte nach 660 Stunden verstrichen ist, das Licht emittierende Element 11 gehalten 93% der anfänglichen Leuchtdichte nach 660 Stunden verstrichen ist, und die Luminanz des Vergleichsleuchtelement 12 weniger als 87% der anfänglichen Leuchtdichte nach 660 Stunden vergangen. Die Ergebnisse der Zuverlässigkeitstests haben gezeigt, dass das Licht emittierende Element 10 und das Lichtemissionselement 1 1 haben eine längere Lebensdauer als die Vergleichs lichtemittierende Element 12.

[0313] Bei dem lichtemittierenden Element 11 enthält die lichtemittierende Schicht PCBiSF, welches eine Spirofluorenylgruppe, eine Biphenylgruppe und einen Substituenten mit einem Carbazolgerüst aufweist. Bei dem lichtemittierenden Element 12 enthält die lichtemittierende Schicht PCASF, welches eine Spirofluorenylgruppe, eine Phenylgruppe und einen Substituenten mit einem Carbazolgerüst aufweist. Das heißt, der ein-

zige Unterschied zwischen dem lichtemittierenden Element 11 und des lichtemittierenden Vergleichselement 12 ist, ob der Substituenten des tertiären Amins, welches in der lichtemittierenden Schicht enthalten ist, eine Biphenylgruppe oder eine Phenylgruppe ist. Das in dem lichtemittierenden Element 11 einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung verwendete tertiäre Amin bildet ein p-Biphenylamingerüst, bei welchem die 4-Position der Phenylgruppe des hochreaktiven Phenylamingerüsts mit der Phenylgruppe gekappt ist. Auf diese Weise kann ein sehr zuverlässiges lichtemittierendes Element erhalten werden.

[0314] Wie oben beschrieben, wurde festgestellt, dass ein lichtemittierendes Element, welches eine hohe Emissionseffizienz aufweist, gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung erhalten werden kann. Es wurde auch festgestellt, dass ein lichtemittierendes Element mit einer langen Lebensdauer gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung erhalten werden kann.

[Beispiel 6]

[0315] In diesem Beispiel wird ein Lichtemissionselement eines Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf beschrieben. 7. Man beachte, dass die chemischen Formeln der Materialien in diesem Beispiel verwendet werden, bereits gezeigt.

[0316] Verfahren zum Herstellen eines lichtemittierenden Elements 13, eines lichtemittierenden Elementes 14, eines lichtemittierenden Elementes 15 und eines lichtemittierenden Vergleichselement 16 dieses Beispiels werden nachfolgendstehend beschrieben. Es sollte festgehalten werden, dass andere Komponenten als eine lichtemittierende Schicht und eine Elektronentransportschicht jedes lichtemittierenden Elementes dieses Beispiels und deren Herstellungsverfahren denen des lichtemittierenden Elementes 8 ähnlich sind; daher wird die Beschreibung hier weggelassen. Die lichtemittierende Schicht und die Elektronentransportschicht jedes lichtemittierenden Elementes dieses Beispiels und deren Herstellungsverfahren werden nachstehend beschrieben.

(Lichtemittierendes Element 13)

[0317] Bei dem lichtemittierenden Element 13 wurde eine lichtemittierende Schicht 1113 auf der Lochtransportschicht 1112 durch Co-Aufdampfung von 2mDBTBPDBq-II, PCBBiF und $[\text{Ir}(\text{tBuppm})_2(\text{acac})]$ gebildet. Hierbei wurden eine 20 nm dicke Schicht gebildet mit einem Gewichtsverhältnis von 2mDBTBPDBq-II zu PCBBiF und $[\text{Ir}(\text{tBuppm})_2(\text{acac})]$, welches auf 0,7:0,3:0,05 (= 2mDBTBPDBq-II : PCBBiF : $[\text{Ir}(\text{tBuppm})_2(\text{acac})]$) eingestellt wurde, und eine 20 nm dicke Schicht gebildet mit dem Gewichtsverhältnis von 2mDBTBPDBq-II zu PCBBiF und $[\text{Ir}(\text{tBuppm})_2(\text{acac})]$, welches auf 0,8:0,2:0,05 (= 2mDBTBPDBq-II PCBBiF $[\text{Ir}(\text{tBuppm})_2(\text{acac})]$) eingestellt wurde, aufeinander gestapelt.

(Lichtemittierendes Element 14)

[0318] Bei dem lichtemittierenden Element 14 wurde eine lichtemittierende Schicht 1113 auf der Lochtransportschicht 1112 durch Co-Aufdampfung von 2mDBTBPDBq-II, PCBiF und $[\text{Ir}(\text{tBuppm})_2(\text{acac})]$ gebildet. Hierbei wurden eine 20 nm dicke Schicht gebildet mit einem Gewichtsverhältnis von 2mDBTBPDBq-II zu PCBiF und $[\text{Ir}(\text{tBuppm})_2(\text{acac})]$, welches auf 0,7:0,3:0,05 (= 2mDBTBPDBq-II : PCBiF : $[\text{Ir}(\text{tBuppm})_2(\text{acac})]$) eingestellt wurde, und eine 20 nm dicke Schicht gebildet mit dem Gewichtsverhältnis von 2mDBTBPDBq-II zu PCBiF und $[\text{Ir}(\text{tBuppm})_2(\text{acac})]$, welches auf 0,8:0,2:0,05 (= 2mDBTBPDBq-II PCBiF $[\text{Ir}(\text{tBuppm})_2(\text{acac})]$) eingestellt wurde, aufeinander gestapelt.

(Lichtemittierendes Element 15)

[0319] Bei dem lichtemittierenden Element 15 wurde eine lichtemittierende Schicht 1113 auf der Lochtransportschicht 1112 durch Co-Aufdampfung von 2mDBTBPDBq-II, PCBiSF und $[\text{Ir}(\text{tBuppm})_2(\text{acac})]$ gebildet. Hierbei wurden eine 20 nm dicke Schicht gebildet mit einem Gewichtsverhältnis von 2mDBTBPDBq-II zu PCBiSF und $[\text{Ir}(\text{tBuppm})_2(\text{acac})]$, welches auf 0,7:0,3:0,05 (= 2mDBTBPDBq-II : PCBiSF : $[\text{Ir}(\text{tBuppm})_2(\text{acac})]$) eingestellt wurde, und eine 20 nm dicke Schicht gebildet mit dem Gewichtsverhältnis von 2mDBTBPDBq-II zu PCBiSF und $[\text{Ir}(\text{tBuppm})_2(\text{acac})]$, welches auf 0,8:0,2:0,05 (= 2mDBTBPDBq-II PCBiSF $[\text{Ir}(\text{tBuppm})_2(\text{acac})]$) eingestellt wurde, aufeinander gestapelt.

(Lichtemittierendes Vergleichselement 16)

[0320] Bei dem lichtemittierenden Vergleichselement 16 wurde eine lichtemittierende Schicht 1113 auf der Lochtransportschicht 1112 durch Co-Aufdampfung von 2mDBTBPDBq-II, PCASF und $[\text{Ir}(\text{tBuppm})_2(\text{acac})]$ gebildet. Hierbei wurden eine 20 nm dicke Schicht gebildet mit einem Gewichtsverhältnis von 2mDBTBPDBq-II zu PCASF und $[\text{Ir}(\text{tBuppm})_2(\text{acac})]$, welches auf 0,7:0,3:0,05 (= 2mDBTBPDBq-II : PCASF : $[\text{Ir}(\text{tBuppm})_2(\text{acac})]$) eingestellt wurde, und eine 20 nm dicke Schicht gebildet mit dem Gewichtsverhältnis von 2mDBTBPDBq-II zu PCASF und $[\text{Ir}(\text{tBuppm})_2(\text{acac})]$, welches auf 0,8:0,2:0,05 (= 2mDBTBPDBq-II : PCASF $[\text{Ir}(\text{tBuppm})_2(\text{acac})]$) eingestellt wurde, aufeinander gestapelt.

[0321] Bes Weiteren wurde bei jedem des lichtemittierenden Elementes 13, des lichtemittierenden Elementes 14, des lichtemittierenden Elementes 15 und des lichtemittierenden Vergleichselementes 16 ein Elektronentransportschicht 1114 auf der lichtemittierende Schicht 1113 gebildet, so dass ein 10 nm dicker Film aus 2mDBTBPDBq-II gebildet wurde und ein 15 nm dicker Film aus BPhen gebildet wurde.

[0322] Tabelle 11 zeigt die Elementstrukturen der lichtemittierenden Elemente, welche wie oben in diesem Beispiel beschrieben erhalten wurden

[Tabelle 11]

	Erste Elektrode	Lochinjektions-schicht	Lochtransport-schicht	Lichtemittierende Schicht		Elektronentransportschicht	Elektronentransportschicht	Zweite Elektrode	
Lichtemittierendes Element 13	ITSO 110nm	DBT3P-II : MoOx (=4:2) 20nm	BPAF-LP 20nm	2mDBTBPDBq-II : PCBBiF : $[\text{Ir}(\text{tBuppm})_2(\text{acac})]$		2mDB-T BPDB-q-II 10nm	BPhen 15nm	LiF 1nm	Al 200nm
				(=0,7:0,3:0,05) 20nm	(=0,8:0,2:0,05) 20nm				
				2mDBTBPDBq-II : PCBiF : $[\text{Ir}(\text{tBudppm})_2(\text{acac})]$					
Lichtemittierende Element 14 Lichtemittierendes				(=0,7:0,3:0,05) 20nm	(=0,8:0,2:0,05) 20nm				
				2mDBTBPDBq-II : PCBiSF : $[\text{Ir}(\text{tBuppm})_2(\text{acac})]$					
Element 15 Lichtemittierendes Vergleichselement 16				(=0,7:0,3:0,05) 20nm	(=0,8:0,2:0,05) 20nm				
	2mDBTBPDBq-II : PCASF : $[\text{Ir}(\text{tBuppm})_2(\text{acac})]$								
	(=0,7:0,3:0,05) 20nm	(=0,8:0,2:0,05) 20nm							

[0323] Das lichtemittierende Element 13, das lichtemittierende Element 14, das lichtemittierende Element 15 und das lichtemittierende Vergleichselement 16 wurden jeweils unter Verwendung eines Glassubstrates in einem Handschuhfach, welches eine Stickstoffatmosphäre enthielt, abgedichtet, um nicht der Luft ausgesetzt zu werden. Dann wurden die Betriebseigenschaften dieser lichtemittierenden Elemente gemessen. Es sollte festgehalten werden, dass die Messungen bei Raumtemperatur (in einer auf 25°C gehaltenen Atmosphäre) durchgeführt wurden.

[0324] Fig. 35 zeigt die Leuchtdichte-Stromausbeute-Charakteristiken der lichtemittierenden Elemente dieses Beispiels. In Fig. 35 stellt die horizontale Achse die Leuchtdichte (cd/m^2) dar und die vertikale Achse stellt die Stromausbeute (cd/A) dar. Fig. 36 zeigt die Spannungs-Leuchtdichte-Charakteristiken. In Fig. 36 stellt die horizontale Achse die Spannung (V) dar und die vertikale Achse stellt die Leuchtdichte (cd/m^2) dar. Fig. 37 zeigt die Leuchtdichte-externe Quanteneffizienz-Charakteristiken. In Fig. 37 stellt die horizontale Achse die Leuchtdichte (cd/m^2) dar und die vertikale Achse stellt die externe Quanteneffizienz (%) dar. Des Weiteren zeigt Tabelle 12 die Spannung (V), Stromdichte (mA/cm^2), CIE-Farbwertanteile (x, y), Stromausbeute (cd/A), Wirkungsgrad (lm/W) und externe Quanteneffizienz (%) jedes der lichtemittierenden Elemente bei einer Leuchtdichte von etwa 1000 cd/m^2 dar.

[Tabelle 12]

	Spannung (V)	Stromdichte (mA/cm^2)	Chromatizität		Leuchtdichte (cd/m^2)	Stromausbeute (cd/A)	Wirkungsgrad (lm/W)	Externe Quanteneffizienz
			x	y				
Lichtemittierendes Element 13	2,8	0,80	0,41	0,58	870	107	120	28
Lichtemittierendes Element 14	2,9	0,89	0,41	0,58	970	109	118	29
Lichtemittierendes Element 15	2,9	0,95	0,42	0,57	1000	109	119	29
Lichtemittierendes Vergleichselement 16	3,0	0,10	0,42	0,57	1100	1120	114	29

[0325] Wie in Tabelle 12 dargestellt betragen die CIE-Farbwertanteile des lichtemittierenden Elementes 13 bei einer Leuchtdichte von 860 cd/m^2 (x, y) = (0,41, 0,58). Die CIE-Farbwertanteile des lichtemittierenden Elementes 14 betragen bei einer Leuchtdichte von 970 cd/m^2 (x, y) = (0,41, 0,58). Die CIE-Farbwertanteile des lichtemittierenden Elementes 15 betragen bei einer Leuchtdichte von 1000 cd/m^2 (x, y) = (0,42, 0,57). Die CIE-Farbwertanteile des lichtemittierenden Vergleichselementes 16 betragen bei einer Leuchtdichte von 1100 cd/m^2 (x, y) = (0,42, 0,57). Es hat sich herausgestellt, dass eine gelbgrüne Lichtemission, welche von $[\text{Ir}(\text{tBuppm})_2(\text{acac})]$ stammt, von den lichtemittierenden Elementen dieses Beispiels erhalten wurde.

[0326] Fig. 35 bis Fig. 37 und Tabelle 12 zeigen, dass das lichtemittierende Element 13, das lichtemittierende Element 14, das lichtemittierende Element 15 und das lichtemittierende Vergleichselement 16 jeweils bei einer niedrigen Spannung betrieben werden können und hohe Stromausbeute, hohen Wirkungsgrad und hohe externe Quanteneffizienz aufweisen.

[0327] Nachfolgend wurden das lichtemittierende Element 13, das lichtemittierende Element 14, das lichtemittierende Element 15 und das lichtemittierende Vergleichselement 16 Zuverlässigkeitsuntersuchungen unterworfen. Die Ergebnisse der Zuverlässigkeitsuntersuchungen sind in Fig. 38 dargestellt. In Fig. 38 stellt die vertikale Achse die normalisierte Leuchtdichte (%) bei einer anfänglichen Leuchtdichte von 100% dar, und die horizontale Achse stellt die Ansteuerdauer (h) der Elemente dar. Bei den Zuverlässigkeitsuntersuchungen wurden die lichtemittierenden Elemente in diesem Beispiel bei Raumtemperatur unter Bedingungen betrieben, bei denen die anfängliche Leuchtdichte auf 5000 cd/m^2 eingestellt wurde und die Stromdichte konstant war. Fig. 38 zeigt, dass das lichtemittierende Element 13 90% der anfänglichen Leuchtdichte beibehalten hatte, nachdem 520 Stunden verstrichen waren, das lichtemittierende Element 14 wies 84% der anfänglichen Leuchtdichte auf, nachdem 600 Stunden verstrichen waren, das lichtemittierende Element 15 wies 85% der anfänglichen Leuchtdichte auf, nachdem 520 Stunden verstrichen waren und die Leuchtdichte des lichtemittierenden Vergleichselementes 16 betrug weniger als 75% der anfänglichen Leuchtdichte nachdem 600 Stunden verstrichen waren. Die Ergebnisse der Zuverlässigkeitsuntersuchungen zeigten, dass das lichtemittierende Element 13, das lichtemittierende Element 14 und das lichtemittierende Element 15 eine längere Lebensdauer aufweisen, als das lichtemittierende Vergleichselement 16.

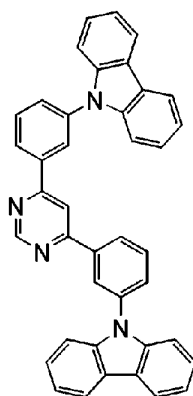
[0328] Wie oben beschrieben, behält das lichtemittierende Element 15 85% der anfänglichen Leuchtdichte bei nachdem 520 Stunden verstrichen waren, aber die Leuchtdichte des lichtemittierenden Vergleichselementes 16 betrug weniger als 77% der anfänglichen Leuchtdichte nachdem 520 Stunden vergangen waren. Bei dem lichtemittierenden Element 15 enthält die lichtemittierende Schicht PCBiSF, welches eine Spirofluorenylgruppe, eine Biphenylgruppe und einen Substituenten mit einem Carbazolgerüst aufweist. Bei dem lichtemittierenden Vergleichselement 16 enthält die lichtemittierende Schicht PCASF, welches eine Spirofluorenylgruppe, eine Phenylgruppe und einen Substituenten mit einem Carbazolgerüst aufweist. Das heißt, der einzige Unterschied zwischen dem lichtemittierenden Element 15 und dem lichtemittierenden Vergleichselement 16 ist, ob der Substituenten des tertiären Amins, das in der lichtemittierenden Schicht enthalten ist, eine Biphenylgruppe oder eine Phenylgruppe ist. Das tertiäre Amin in dem lichtemittierenden Element 15 einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung bildet ein p-Biphenylamingerüst, bei dem die 4-Position der Phenylgruppe des hochreaktiven Phenylamingerüsts mit der Phenylgruppe gekappt ist. Auf diese Weise kann ein sehr zuverlässiges lichtemittierendes Element erhalten werden.

[0329] Wie oben beschrieben, wurde festgestellt, dass ein lichtemittierendes Element, das eine hohe Emissionseffizienz aufweist, gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung erhalten werden kann. Es wurde auch festgestellt, dass ein lichtemittierendes Element mit einer langen Lebensdauer gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung erhalten werden kann.

[Beispiel 7]

[0330] In diesem Beispiel wird ein lichtemittierendes Element einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf **Fig. 7** beschrieben. Chemische Formeln der in diesem Beispiel verwendeten Materialien werden nachfolgend dargestellt. Es sollte festgehalten werden, dass die chemischen Formeln der oben bereits dargestellten Materialien weggelassen werden.

[Chemische Formel 28]



4,6mCzP2Pm

[0331] Verfahren zum Herstellen eines lichtemittierenden Elementes 17 dieses Beispiels wird nachfolgend beschrieben.

(Lichtemittierendes Element 17)

[0332] Zuerst wird auf eine ähnliche Weise wie bei dem lichtemittierenden Element 8 eine erste Elektrode 1101, eine Lochinjektionsschicht 1111 und eine Lochtransportschicht 1112 wurden auf einem Glassubstrat 1100 ausgebildet.

[0333] Nachfolgend wurde eine lichtemittierende Schicht 1113 auf der Lochtransportschicht 1112 durch Co-Aufdampfung von 4,6-Bis [3-(9H-carbazol-9-yl)phenyl]pyrimidin (Abkürzung: 4,6mCzP2Pm), PCBBiF und [Ir(tBuppm)₂(acac)] gebildet. Hierbei wurden eine 20 nm dicke Schicht gebildet mit einem Gewichtsverhältnis von 4,6mCzP2Pm zu PCBBiF und [Ir(tBuppm)₂(acac)], welches auf 0,7:0,3:0,05 (=4,6mCzP2Pm : PCBBiF : [Ir(tBuppm)₂(acac)]) eingestellt wurde, und eine 20 nm dicke Schicht gebildet mit dem Gewichtsver-

hältnis von 4,6mCzP2Pm zu PCBiSF und [Ir(tBuppm)₂(acac)], welches auf 0,8:0,2:0,05 (=4,6mCzP2Pm : PCBBiF : [Ir(tBuppm)₂(acac)]) eingestellt wurde, aufeinander gestapelt.

[0334] Als nächstes wurde eine lichtemittierende Schicht 1 1 13 über die Lochtransportschicht 11 gebildet 12 durch Co-Verdampfung von PCBBiF und [Ir(tBuppm)₂(acac)]. Hier wird eine 20 nm dicke Schicht mit dem Gewichtsverhältnis von 4,6mCzP2Pm zu PCBBiF und [Ir (tBuppm) gebildet₂(acac)] auf 0,7 eingestellt: 0,3: 0,05 (= 4,6mCzP2Pm: PCBBiF: [Ir(tBuppm)₂ (acac)]) und eine 20 nm dicke Schicht mit dem Gewichtsverhältnis von 4,6mCzP2Pm zu PCBBiF und [Ir(tBuppm)gebildet₂(acac)] bis 0,8 eingestellt: 0,2: 0,05 (= 4,6mCzP2Pm: PCBBiF: [Ir(tBuppm)₂(acac)]) wurden gestapelt.

[0335] Anschließend wurde eine Elektronentransportschicht 1114 auf der lichtemittierenden Schicht 1113 auf solch eine Weise gebildet, dass ein 15 nm dicker Film aus 4,6mCzP2Pm gebildet wurde und ein 10 nm dicker Film aus BPhen gebildet wurde.

[0336] Anschließend wurde ein Film aus LiF auf der Elektronentransportschicht 1114 durch Aufdampfung mit einer Dicke von 1 nm gebildet, um eine Elektroneninjektionsschicht 1115 zu bilden.

[0337] Schließlich wurde Aluminium durch Aufdampfen mit einer Dicke von 200 nm abgeschieden, um eine zweite Elektrode 1103 zu bilden, die als eine Kathode diente. Auf diese Weise wurde das lichtemittierende Element 17 dieses Beispiels hergestellt.

[0338] Es sollte festgehalten werden, dass bei den ganzen obigen Aufdampfungsschritten die Aufdampfung durch ein Widerstandsheizverfahren erfolgte.

[0339] Tabelle 13 zeigt die Elementstrukturen der lichtemittierenden Elemente, welche wie oben in diesem Beispiel beschrieben erhalten wurden

[Tabelle 13]

	Erste Elektrode	Lochinjektions-schicht	Lochtransport-schicht	Lichtemittierende Schicht		Elektronentransportschicht		Elektro-nentrans-portschicht	Zweite Elektrode	
Lichtemittierendes Element 17	4,6ITS O 110nm	DBT3P-II : MoOx (=4:2) 20nm	BPAF- LP 20nm	2mCzP2Pm : PCBBiF : [Ir(tBuppm) ₂ (acac)] (=0,7:0,3: 0,05) 20nm		(=0,8:0,2: 0,05) 20nm	4, 6mCz P2Pm 15nm	BPhen 10nm	LiF 1nm	Al 200nm

[0340] Das lichtemittierende Element 17 wurde unter Verwendung eines Glassubstrates in einem Handschuhfach, welches eine Stickstoffatmosphäre enthielt, abgedichtet, um nicht der Luft ausgesetzt zu werden. Dann wurden die Betriebseigenschaften dieses lichtemittierenden Elementes gemessen. Es sollte festgehalten werden, dass die Messungen bei Raumtemperatur (in einer auf 25°C gehaltenen Atmosphäre) durchgeführt wurden.

[0341] Fig. 8 zeigt die Leuchtdichte-Stromausbeute-Charakteristiken des lichtemittierenden Elementes dieses Beispiels. In Fig. 39 stellt die horizontale Achse die Leuchtdichte (cd/m²) dar und die vertikale Achse stellt die Stromausbeute (cd/A) dar. Fig. 40 zeigt die Spannungs-Leuchtdichte-Charakteristiken. In Fig. 40 stellt die horizontale Achse die Spannung (V) dar und die vertikale Achse stellt die Leuchtdichte (cd/m²) dar. Fig. 41 zeigt die Leuchtdichte-externe Quanteneffizienz-Charakteristiken. In Fig. 41 stellt die horizontale Achse die Leuchtdichte (cd/m²) dar und die vertikale Achse stellt die externe Quanteneffizienz (%) dar. Tabelle 14 zeigt die Spannung (V), Stromdichte (mA/cm²), CIE-Farbwertanteile (x,y), Stromausbeute (cd/A), Wirkungsgrad (lm/W) und externe Quanteneffizienz (%) des lichtemittierenden Elementes 17 bei einer Leuchtdichte von 760 cd/m² dar.

[Tabelle 14]

	Spannung (V)	Stromdichte (mA/cm ²)	Chromatizität		Stromausbeute (cd/A)	Wirkungsgrad (lm/W)	Externe Quanteneffizienz
			x	y			
Lichtemittierendes Element 17	2,8	0,67	0,41	0,58	113	127	30

[0342] Wie in Tabelle 14 dargestellt, betragen die CIE-Farbwertanteile des lichtemittierenden Elementes 17 bei einer Leuchtdichte von 760 cd/m² $(x, y) = (0,41, 0,58)$. Es hat sich herausgestellt, dass eine orange Lichtemission, welche von $[\text{Ir}(\text{tBuppm})_2(\text{acac})]$ stammt, von dem lichtemittierenden Element dieses Beispiels erhalten wurde.

[0343] Fig. 39 bis Fig. 41 und Tabelle 14 zeigen, dass das lichtemittierende Element 17 bei einer niedrigen Spannung betrieben werden kann und eine hohe Stromausbeute, hohen Wirkungsgrad und hohe externe Quanteneffizienz aufweist.

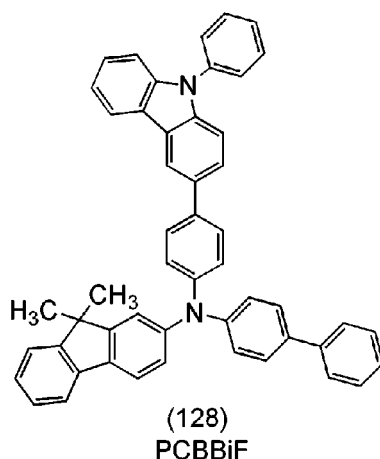
[0344] Nachfolgend wurde das lichtemittierende Element 17 einer Zuverlässigkeitsuntersuchung unterworfen. Die Ergebnisse der Zuverlässigkeitsuntersuchung sind in Fig. 42 dargestellt. In Fig. 42 stellt die vertikale Achse die normalisierte Leuchtdichte (%) bei einer anfänglichen Leuchtdichte von 100% dar, und die horizontale Achse stellt die Ansteuerdauer (h) des Elementes dar. Bei der Zuverlässigkeitsuntersuchung wurde das lichtemittierende Element dieses Beispiels bei Raumtemperatur unter den Bedingungen betrieben, bei denen die anfängliche Leuchtdichte auf 5000 cd/m² eingestellt wurde und die Stromdichte konstant war. Fig. 42 zeigt, dass das lichtemittierende Element 17 90% der anfänglichen Leuchtdichte aufwies, nachdem 180 Stunden verstrichen waren.

[0345] Wie oben beschrieben, wurde herausgefunden, dass ein lichtemittierendes Element, welches eine hohe Emissionseffizienz aufweist, gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung erhalten werden kann. Es wurde auch festgestellt, dass ein lichtemittierendes Element mit einer langen Lebensdauer gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung erhalten werden kann.

(Referenzbeispiel 1)

[0346] Ein Verfahren zur Synthese von N-(1,1'-Biphenyl-4-yl)-N-[4-(9-phenyl-9H-carbazol-3-yl)phenyl]-9,9-dimethyl-9H-fluoren-2-amin (Abkürzung: PCBBiF), welches in den Beispielen 1, 2 und 4 verwendet wird und durch die folgende Strukturformel (128) dargestellt wird, wird beschrieben.

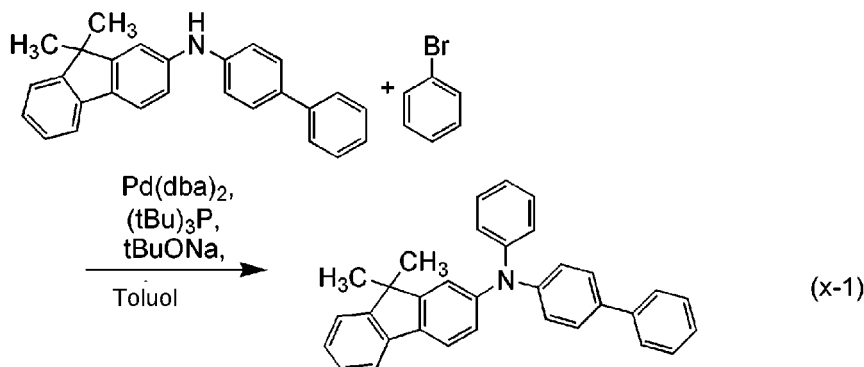
[Chemische Formel 29]



<Schritt 1: Synthese von N-(1,1'-Biphenyl-4-yl)-N-[4-(9-phenyl-9H-carbazol-3-yl)phenyl]-9,9-dimethyl-9H-fluoren-2-amin >

[0347] Ein Syntheschema von Schritt 1 ist in (x-1) dargestellt.

[Chemische Formel 30]



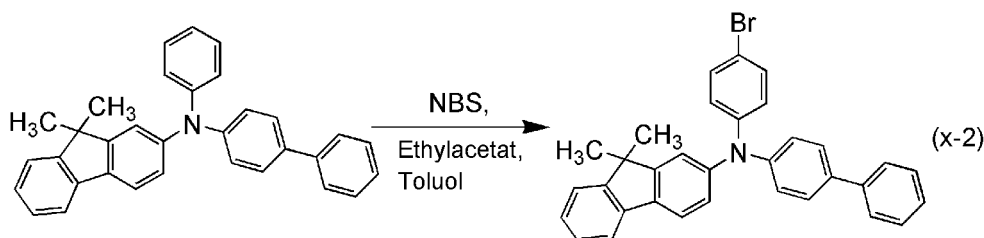
[0348] In einem 1-l-Dreihalskolben wurden 45 g (0,13 mol) N-(1,1'-Biphenyl-4-yl)-9,9-dimethyl-9H-fluoren-2-amin, 36 g (0,38 mol) Natrium-tert-butoxid, 21 g (0,13 mol) Brombenzol und 500 ml Toluol eingeführt. Die Mischung wurde durch Rühren entgast, während der Druck reduziert wurde und nach der Entgasung wurde die Atmosphäre in dem Kolben durch Stickstoff ersetzt. Dann wurden 0,8 g (1,4 mmol) Bis(dibenzylidenaceton)palladium(0) und 12 ml (5,9 mmol) Tri(tert-butyl)phosphin (eine 10 Gew% Hexanlösung) zugegeben.

[0349] Die Mischung wurde unter einem Stickstoffstrom bei 90°C für 2 Stunden gerührt. Dann wurde die Mischung auf Raumtemperatur gekühlt und ein Feststoff wurde durch Saugfiltration abgetrennt. Das erhaltene Filtrat wurde konzentriert, um etwa 200 ml einer braunen Flüssigkeit zu erhalten. Die braune Flüssigkeit wurde mit Toluol gemischt und die resultierende Lösung wurde unter Verwendung von Celite (hergestellt von Wako Pure Chemical Industries, Ltd., Katalog-Nr 531-16.855 (das gleiche gilt für Celite in der folgenden Beschreibung und die Beschreibung wird wiederholt)) Aluminiumoxid, Florisil (hergestellt von Wako Pure Chemical Industries, Ltd., Katalog-Nr 540-00135 (das gleiche gilt für Florisil in der folgenden Beschreibung und die Beschreibung wird wiederholt)) gereinigt. Das resultierende Filtrat wurde konzentriert, um eine hellgelbe Flüssigkeit zu erhalten. Die hellgelbe Flüssigkeit wurde aus Hexan rekristallisiert, um 52 g des gelben Zielpulvers in einer Ausbeute von 95% zu erhalten.

<Schritt 2: Synthese von N(1,1'-Biphenyl-4-yl)-N-(4-bromphenyl)-9,9-dimethyl-9H-fluoren-2-amin>

[0350] Ein Syntheschema von Schritt 2 ist in (x-2) dargestellt.

[Chemische Formel 31]



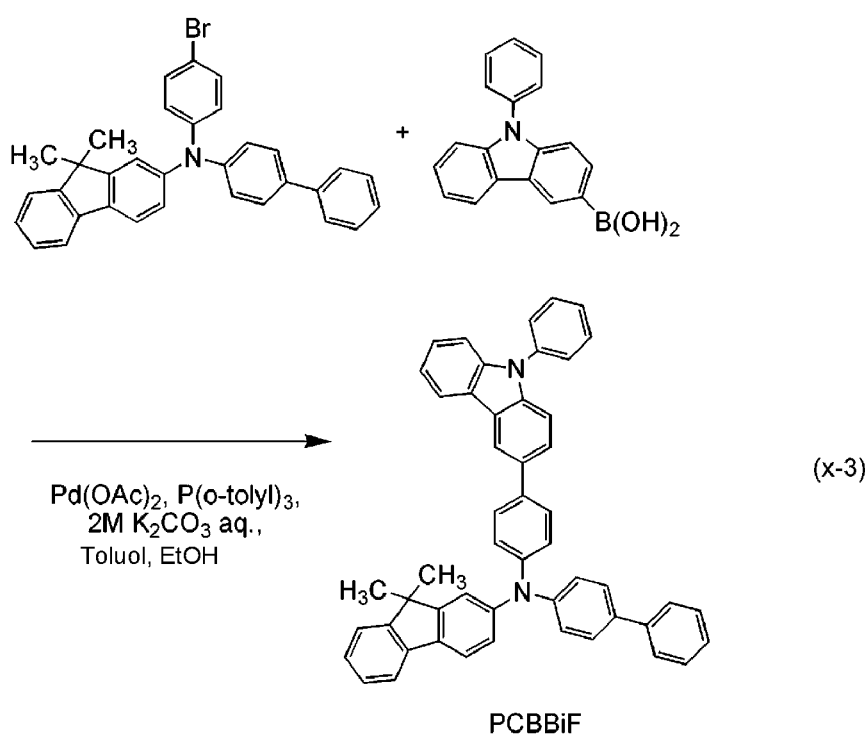
[0351] In einen 1 l Mayer-Kolben wurde 45 g (0,10 mol) N-(1,1'-biphenyl-4-yl)-9,9-dimethyl-N-phenyl-9H-fluoren-2-amin eingeführt, welches in 225 ml Toluol unter Rühren gelöst wurde, während es erwärmt wurde. Nachdem die Lösung auf Raumtemperatur abgekühlt wurde, wurden 225 ml Ethylacetat und 18 g (0,10 mol) N-Bromsuccinimid (Abkürzung: NBS) zugegeben und die Mischung wurde bei Raumtemperatur für 2,5 Stunden gerührt. Nach dem Rühren wurde die Mischung dreimal mit einer gesättigten wässrigen Lösung aus Nat-

riumhydrogencarbonat und einmal mit einer gesättigten wässrigen Lösung aus Natriumchlorid gewaschen. Magnesiumsulfat wurde zu der resultierenden organischen Schicht zugegeben und die Mischung wurde noch 2 Stunden zum Trocknen gelassen. Die Mischung wurde einer Schwerkrafftrennung unterworfen um Magnesiumsulfat zu entfernen, und das resultierende Filtrat wurde konzentriert, um eine gelbe Flüssigkeit zu erhalten. Die gelbe Flüssigkeit wurde mit Toluol versetzt, und die Lösung wurde unter Verwendung von Celite, Aluminiumoxid und Florisil gereinigt. Die resultierende Lösung wurde konzentriert, um einen hellgelben Feststoff zu erhalten. Der hellgelbe Feststoff wurde aus Toluol/Ethanol rekristallisiert, um 47 g des weißen Zielpulvers in einer Ausbeute von 89% zu erhalten.

<Schritt 3: Synthese von PCBBiF>

[0352] Ein Syntheschema von Schritt 3 wird in (x-3) gezeigt.

[Chemische Formel 32]



[0353] In einem 1-l-Dreihalskolben wurden 41 g (80 mmol) N-(1,1'-Biphenyl-4-yl)-N-(4-bromphenyl)-9,9-dimethyl-9H-fluoren-2-amin und 25 g (88 mmol) 9-Phenyl-9H-carbazol-3-boronsäure eingeführt, zu denen 240 ml Toluol, 80 ml Ethanol und 120 ml einer wässrigen Lösung aus Kaliumcarbonat (2,0 mol/l) zugegeben wurden. Die Mischung wurde durch Rühren entgast, während der Druck reduziert wurde und nach der Entgasung wurde die Atmosphäre in dem Kolben durch Stickstoff ersetzt. Ferner wurden 27 mg (0,12 mmol) Palladium(II)acetat und 154 mg (0,5 mmol) Tri(ortho-tolyl)phosphin zugegeben. Die Mischung wurde nochmals durch Rühren entgast, während der Druck reduziert wurde und nach der Entgasung wurde die Atmosphäre in dem Kolben durch Stickstoff ersetzt. Die Mischung wurde unter einem Stickstoffstrom bei 110°C für 1,5 Stunden gerührt.

[0354] Nachdem die Mischung unter Rühren auf Raumtemperatur abgekühlt wurde, wurde die wässrige Schicht der Mischung zweimal mit Toluol extrahiert. Die resultierende Lösung des Extraktes und die organische Schicht wurden vereinigt und zweimal mit Wasser und zweimal mit einer gesättigten wässrigen Natriumchloridlösung gewaschen. Anschließend wurde Magnesiumsulfat zu der Lösung gegeben, und die Mischung wurde getrocknet. Die Mischung wurde einer Schwerkrafftrennung unterworfen, um Magnesiumsulfat zu entfernen, und das resultierende Filtrat wurde konzentriert, um eine braune Lösung zu erhalten. Die braune Lösung wurde mit Toluol gemischt, und die resultierende Lösung wurde unter Verwendung von Celite,

Aluminiumoxid und Florisil gereinigt. Das resultierende Filtrat wurde konzentriert, um einen hellgelben Feststoff zu erhalten. Der hellgelbe Feststoff wurde aus Ethylacetat/Ethanol rekristallisiert, um 46 g des gelben Zielpulvers in einer Ausbeute von 88% zu erhalten.

[0355] Durch ein Train-Sublimationsverfahren wurden 38 g des erhaltenen hellgelben Pulvers durch Sublimation gereinigt. Bei der Sublimationsreinigung wurde das hellgelbe Pulver bei 345°C unter einem Druck von 3,7 Pa in einem Argonstrom mit 15 ml/min erwärmt. Nach der Sublimationsreinigung wurden 31 g eines hellgelben Zielfeststoff in einer Ausbeute von 83% erhalten.

[0356] Diese Verbindung wurde durch magnetische Kernresonanzspektroskopie (NMR) als N-(1,1'-Biphenyl-4-yl)-N-[4-(9-phenyl-9H-carbazol-3-yl)phenyl]-9,9-dimethyl-9H-fluoren-2-amin (Abkürzung: PCBBiF) identifiziert, was das Ziel der Synthese war.

[0357] Die ^1H NMR Daten des erhaltenen hellgelben Feststoffs sind nachstehend gezeigt. ^1H NMR (CDCl_3 , 500 MHz): $\delta = 1,45$ (s, 6H), 7,18 (d, $J = 8,0$ Hz, 1H), 7,27-7,32 (m, 8H), 7,40-7,50 (m, 7H), 7,52 -7,53 (m, 2H), 7,59-7,68 (m, 12H), 8,19 (d, $J = 8,0$ Hz, 1H), 8,36 (d, $J = 1,1$ Hz, 1H).

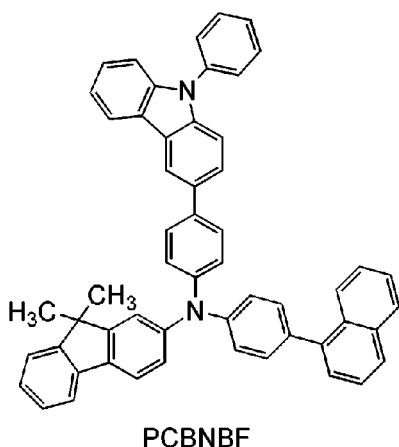
[0358] Fig. 21A und Fig. 21B zeigen ^1H NMR Charts. Es sollte festgehalten werden, dass Fig. 21B ein Chart zeigt, bei welchem der Bereich von 6,00 ppm bis 10,0 ppm in Fig. 21A vergrößert ist.

[0359] Des Weiteren zeigt Fig. 22A das Absorptionsspektrum von PCBBiF in einer Toluol-Lösung von PCBBiF und Fig. 22B zeigt das Emissionsspektrum von diesem. Zusätzlich ist in Fig. 23A das Absorptionsspektrum einer Dünnschicht aus PCBBiF dargestellt und Fig. 23B zeigt das Emissionsspektrum derselben. Ein UV-VIS-Spektrophotometer (V-550, hergestellt von JASCO Corporation) wurde für die Messungen verwendet. Die Proben wurden auf eine Weise hergestellt, dass die Lösung in eine Quarz-Zelle eingeführt wurde und die Dünnschicht wurde durch Aufdampfen auf einem Quarzsubstrat gebildet. Es ist das Absorptionsspektrum für die Lösung dargestellt, welches durch Subtraktion der Absorptionsspektren von Quarz und Toluol von den von Quarz und der Lösung erhalten wurde, und das Absorptionsspektrum der Dünnschicht, welches durch Subtraktion des Absorptionsspektrums des Quarzsubstrats von den des Quarzsubstrates und der Dünnschicht erhalten wurde. In den Fig. 22A und Fig. 22B und den Fig. 23A und Fig. 23B stellt die horizontale Achse die Wellenlänge (nm) dar und die vertikale Achse stellt die Intensität (willkürliche Einheit) dar. In dem Fall der Toluol-Lösung wurde ein Absorptionspeak bei etwa 350 nm festgestellt, und Peaks der Emissionswellenlängen wurden bei 401 nm und 420 nm (bei einer Anregungswellenlänge von 360 nm) festgestellt. Im Fall der Dünnschicht wurde ein Absorptionspeak bei etwa 356 nm festgestellt, und Peaks der Emissionswellenlängen wurden bei 415 nm und 436 nm (bei einer Anregungswellenlänge von 370 nm) festgestellt.

(Referenzbeispiel 2)

[0360] Ein Verfahren zum Synthetisieren von 9,9-Dimethyl-N-[4-(1-naphthyl)phenyl]-N-[4-(9-phenyl-9H-carbazol-3-yl)phenyl]-9H-fluoren-2-amin (Abkürzung: PCBNBF), welches in Beispiel 1 verwendet wurde, wird beschrieben.

[Chemische Formel 33]



<Schritt 1: Synthese von 1-(4-Bromphenyl)-naphthalin>

[0361] Ein Syntheschema von Schritt 1 ist in (y-1) dargestellt.

[Chemische Formel 34]



[0362] In einen 3 l-Dreihalskolben wurden 47 g (0,28 Mol) 1-Naphthalineboronsäure und 82 g (0,29 mol) 4-Bromjodbenzol eingeführt und 750 ml Toluol und 250 ml Ethanol zugegeben. Die Mischung wurde unter Rühren entgast, während der Druck reduziert wurde und nach der Entgasung wurde die Atmosphäre in dem Kolben durch Stickstoff ersetzt. Zu der Lösung wurden 415 ml einer wässrigen Lösung von Kaliumcarbonat (2,0 mol/l). Die Mischung wurde erneut unter Rühren entgast, während der Druck reduziert wurde und nach der Entgasung wurde die Atmosphäre in dem Kolben durch Stickstoff ersetzt. Ferner wurden 4,2 g (14 mmol) Tri(ortho-tolyl)phosphin und 0,7 g (2,8 mmol) Palladium(II)acetat zugegeben. Diese Mischung wurde bei 90 °C für 1 Stunde unter einem Stickstoffstrom gerührt.

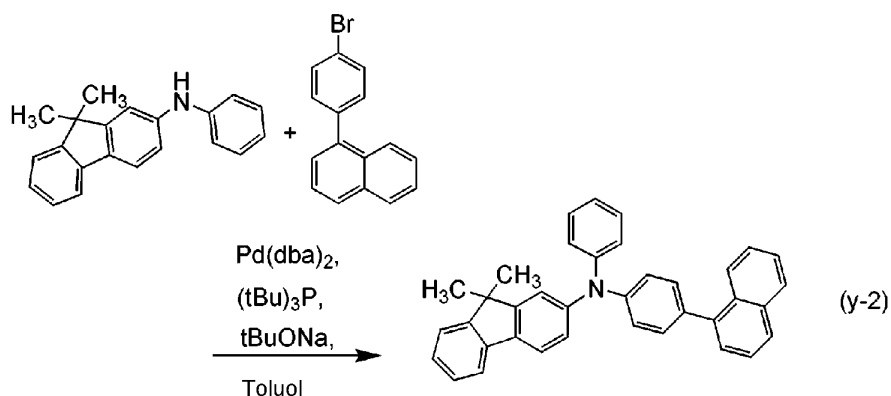
[0363] Nach dem Rühren wurde das Gemisch natürlich auf Raumtemperatur abgekühlt, und die wässrige Schicht der Mischung wird dreimal mit Toluol extrahiert. Die resultierende Lösung des Extraktes und die organische Schicht wurden vereinigt und zweimal mit Wasser und zweimal mit einer gesättigten wässrigen Natriumchloridlösung von gewaschen. Anschließend wurde Magnesiumsulfat zugegeben und die Mischung wurde für 18 Stunden getrocknet. Die Mischung wurde einer Schwerkraftfiltration unterworfen, um Magnesiumsulfat zu entfernen, und das resultierende Filtrat wurde konzentriert, um eine orange Flüssigkeit zu erhalten.

[0364] Zu der orangen Flüssigkeit wurden 500 ml Hexan zugegeben und die resultierende Lösung wurde durch Celite und Florisil gereinigt. Das erhaltene Filtrat wurde konzentriert, um eine farblose Flüssigkeit zu erhalten. Zu der farblosen Flüssigkeit wurde Hexan zugegeben, und die Mischung wurde bei -10 °C stehen gelassen, und die ausgefällten Verunreinigungen durch Filtration abgetrennt. Das resultierende Filtrat wurde konzentriert, um eine farblose Flüssigkeit zu erhalten. Die farblose Flüssigkeit wurde durch Destillation unter reduziertem Druck gereinigt, und die erhaltene gelbe Flüssigkeit wurde durch Kieselgel-Säulenchromatographie (Laufmittel: Hexan) gereinigt, um 56 g einer farblosen Zielflüssigkeit in einer Ausbeute von 72% zu erhalten.

<Schritt 2: Synthese von 9,9-Dimethyl-N-(4-naphthyl)phenyl-N-phenyl-9H-fluoren-2-amin>

[0365] Ein Syntheschema von Schritt 2 ist in (y-2) dargestellt.

[Chemische Formel 35]



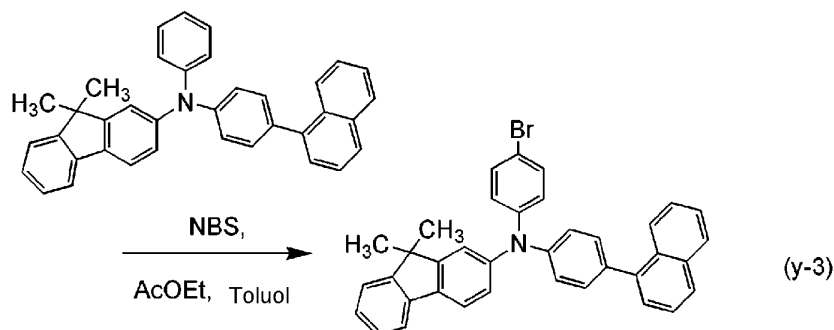
[0366] In einen Dreihalskolben wurden 40 g (0,14 mol) 9,9-Dimethyl-N-phenyl-9H-fluoren-2-amin, 40 g (0,42 mol) Natrium-tert-butoxid und 2,8 g (1,4 mmol) Bis(dibenzylidenacetone)palladium (0) eingeführt und 560 ml einer Toluol-Lösung von 44 g (0,15 mol) 1-(4-Bromphenyl) naphthalin zugegeben. Die Mischung wurde durch Rühren entgast, während der Druck reduziert wurde und nach der Entgasung wurde die Atmosphäre in dem Kolben durch Stickstoff ersetzt. Anschließend wurden 14 ml (7,0 mmol) Tri(tert-butyl)phosphin (eine 10 Gew% Hexanlösung) zugegeben, und die Mischung wurde unter einem Stickstoffstrom bei 110 ° C für 2 Stunden gerührt.

[0367] Dann wurde das Gemisch auf Raumtemperatur abgekühlt und ein Feststoff wurde durch Saugfiltration abgetrennt. Das erhaltene Filtrat wurde konzentriert, um eine dunkelbraune Flüssigkeit zu erhalten. Die dunkelbraune Flüssigkeit wurde mit Toluol gemischt, und die resultierende Lösung wurde durch Celite, Aluminiumoxid und Florisil gereinigt. Das resultierende Filtrat wurde konzentriert, um eine hellgelbe Flüssigkeit zu ergeben. Die hellgelbe Flüssigkeit wurde aus Acetonitril rekristallisiert, um 53 g der des hellgelben Zielpulver in einer Ausbeute von 78% zu erhalten.

<Schritt 3: Synthese von N-(4-Bromphenyl)-9,9-dimethyl-N-[4-(1-naphthyl)phenyl]-9H-fluoren-2-amin>

[0368] Ein Syntheschema von Schritt 3 ist in (Y-3) dargestellt.

[Chemische Formel 36]



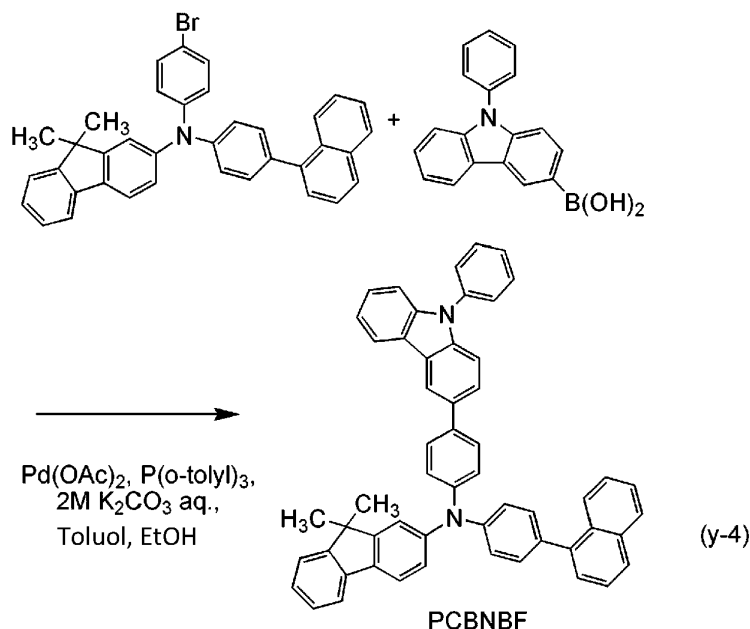
[0369] Zu einem 2 l Mayer-Kolben wurden 59 g (0,12 mol) 9,9-Dimethyl-N-(4-naphthyl)phenyl-N-phenyl-9H-fluoren-2-amin und 300 ml Toluol zugegeben und die Mischung wurde unter Heizen gerührt. Nachdem die resultierende Lösung natürlich auf Raumtemperatur abgekühlt wurde, wurden 300 ml Ethylacetat und dann 21 g (0,12 mol) N-Bromsuccinimid (Abkürzung: NBS) zugegeben und die Mischung wurde bei Raumtemperatur für etwa 2,5 Stunden gerührt. Zu der Mischung wurden 400 ml einer gesättigten wässrigen

Natriumhydrogencarbonatlösung zugegeben und die Mischung wurde bei Raumtemperatur gerührt. Die organische Phase der Mischung wurde zweimal mit einer gesättigten wässrigen Natriumhydrogencarbonatlösung und zweimal mit einer gesättigten wässrigen Natriumchloridlösung gewaschen. Anschließend wurde Magnesiumsulfat zugegeben und die Mischung wurde 2 Stunden getrocknet. Nachdem die Mischung einer Schwerkraftfiltration unterworfen wurde, um Magnesiumsulfat zu entfernen, wurde das erhaltene Filtrat konzentriert, um eine gelbe Flüssigkeit zu erhalten. Anschließend wurde die Flüssigkeit in Toluol gelöst und die Lösung durch Celite, Aluminiumoxid, und Florisil gereinigt, um einen hellgelben Feststoff zu erhalten. Der erhaltene hellgelbe Feststoff wurde mit Toluol/Acetonitril rekristallisiert, um 56 g eines weißen Zielpulver in einer Ausbeute von 85% zu erhalten.

<Schritt 4: Synthese von PCBNBF>

[0370] Ein Syntheschema von Schritt 4 ist in (y-4) dargestellt.

[Chemische Formel 37]



[0371] In einen 1 l Dreihalskolben wurden 51 g (90 mmol) N-(4-Bromphenyl)-9,9-dimethyl-N-[4-(1-naphthyl)phenyl]-9H-fluoren-2- Amin, 28 g (95 mmol) 9-Phenyl-9H-carbazol-3-boronsäure, 0,4 mg (1,8 mmol) Palladium(II)acetat, 1,4 g (4,5 mmol) Tri(ortho-tolyl)phosphin, 300 ml Toluol, 100 ml Ethanol, 135 ml einer wässrigen Natriumcarbonatlösung (2,0 mol/l) eingeführt. Die Mischung wurde unter Rühren entgast, während der Druck reduziert wurde, und nach der Entgasung wurde die Atmosphäre in dem Kolben durch Stickstoff ersetzt. Die Mischung wurde unter einem Stickstoffstrom bei 90°C für 1,5 Stunden gerührt. Nach dem Rühren wurde die Mischung auf Raumtemperatur gekühlt und ein Feststoff durch Saugfiltration gesammelt. Die organische Schicht wurde von der erhaltenen Mischung aus der Wasserschicht und der organische Schicht extrahiert und konzentriert, um einen braunen Feststoff zu erhalten. Der braune Feststoff wurde aus Toluol/Ethylacetat/Ethanol rekristallisiert, um ein weißes Zielpulver. Der nach dem Rühren gesammelte Feststoff und das durch Rekristallisation erhaltene weiße Pulver gesammelt in Toluol gelöst, und die Lösung wurde durch Celite, Aluminiumoxid und Florisil gereinigt. Die resultierende Lösung wurde konzentriert und aus Toluol/Ethanol rekristallisiert, um 54 g des weißen Zielpulvers in einer Ausbeute von 82% zu erhalten.

[0372] Durch ein Train-Sublimationsverfahren wurden 51 g des erhaltenen weißen Pulvers durch Sublimation gereinigt. Bei der Sublimationsreinigung, wurde das weiße Pulver auf 360 °C unter einem Druck von 3,7 Pa unter einem Argonstrom mit 15 ml/min erhitzt. Nach der Sublimationsreinigung wurden 19 g eines hellgelben Zielfeststoff in einer Ausbeute von 38% erhalten.

[0373] Diese Verbindung wurde durch magnetische Kernresonanzspektroskopie (NMR) als 9,9-Dimethyl-N-[4-(1-naphthyl)phenyl]-N-[4-(9-phenyl-9H-carbazol-3-yl)phenyl]-9H-fluoren-2-amin (Abkürzung: PCBNBF) identifiziert, welches das Ziel der Synthese war.

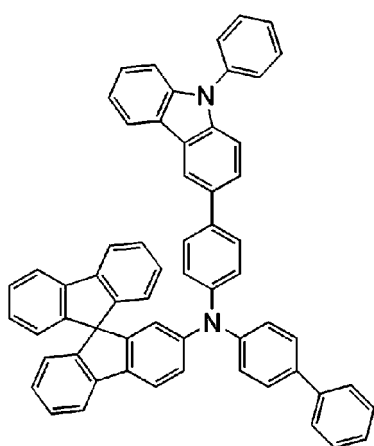
[0374] Die ^1H NMR-Daten der erhaltenen Substanz werden nachstehend gezeigt.

[0375] ^1H NMR (CDCl_3 , 500 MHz): $\delta = 1,50$ (s, 6H), 7,21 (dd, $J = 8,0$ Hz, 1,6 Hz, 1H), 7,26-7,38 (m, 8H), 7,41-7,44 (m, 5H), 7,46-7,55 (m, 6H), 7,59-7,69 (m, 9H), 7,85 (d, $J = 8,0$ Hz, 1H), 7,91 (dd, $J = 7,5$ Hz, 1,7 Hz, 1H), 8,07-8,09 (m, 1H), 8,19 (d, $J = 8,0$ Hz, 1H), 8,37 (d, $J = 1,7$ Hz, 1H).

(Referenzbeispiel 3)

[0376] Ein Verfahren zur Synthese von N-(1,1'-Biphenyl-4-yl)-N-[4-(9-phenyl-9H-carbazol-3-yl)phenyl]-9,9'-spirobi[9H-fluoren]-2-amin (Abkürzung: PCBBiSF), welches in Beispiel 3 verwendet wurde und durch die folgende Strukturformel (119) dargestellt wird, wird beschrieben.

[Chemische Formel 38]

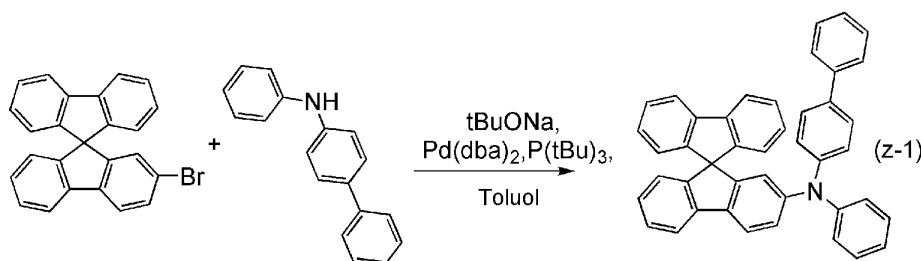


(119)
PCBBiSF

<Schritt 1: Synthese von N-(1,1'-Biphenyl-4-yl)-N-phenyl-9,9'-spirobi[9H-fluoren]-2-amin>

[0377] Ein Syntheschema von Schritt 1 ist in (z-1) dargestellt.

[Chemische Formel 39]



[0378] In einem 200 ml Dreihalskolben wurden 4,8 g (12 mmol) 2-Brom-9,9'-spirobi[9H-fluoren], 3,0 g (12 mmol) 4-Phenyl-diphenylamin, 3,5 g (37 mmol) Natrium-tert-butoxid eingeführt und die Atmosphäre in dem Kolben wurde durch Stickstoff ersetzt. Zu der Mischung wurden 60 ml entwässertes Toluol und 0,2 ml Tri (tert-butyl)phosphin (eine 10%ige Hexanlösung) zugegeben und die Mischung wurde unter Rühren entgast, während der Druck reduziert wurde. Zu der Mischung wurden 70 mg (0,12 mmol) Bis(dibenzylidenaceton)pal-

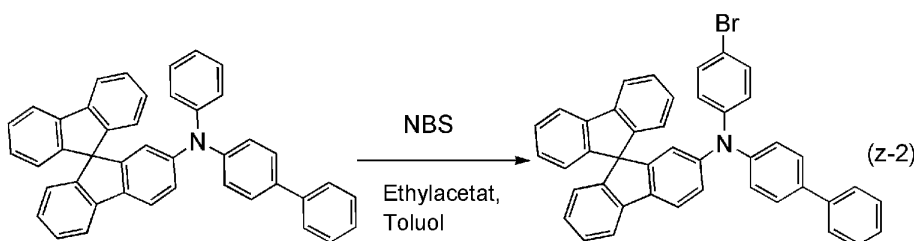
ladium(0) zugegeben und die Mischung wurde erhitzt und unter einem Stickstoffstrom 8 Stunden lang bei 110 °C gerührt. Nach dem Rühren wurde Wasser zu der Mischung gegeben und die wässrige Schicht mit Toluol extrahiert. Die Lösung des Extrakts und die organische Schicht wurden vereinigt und mit einer gesättigten wässrigen Natriumchloridlösung gewaschen. Die organische Schicht wurde mit Magnesiumsulfat getrocknet. Diese Mischung wurde durch Schwerkrafftrennung abgetrennt und das Filtrat konzentriert, um einen Feststoff zu erhalten.

[0379] Dieser Feststoff wurde durch Kieselgel-Säulenchromatographie gereinigt. Bei der Säulenchromatographie wurden Toluol:Hexan = 15 und dann Toluol: Hexan = 1:3 als Laufmittel verwendet. Die resultierende Fraktion wurde konzentriert, um einen Feststoff zu erhalten. Der erhaltene Feststoff wurde aus Toluol/Ethylacetat rekristallisiert, um 5,7 g eines weißen Feststoffs in einer Ausbeute von 83% zu erhalten.

<Schritt 2: Synthese von N-(1,1'-Biphenyl-4-yl)-N-(4-Bromphenyl)-9,9'-spirobi [9H-fluoren]-2-amin>

[0380] Ein Syntheschema von Schritt 2 ist in (Z-2) dargestellt.

[Chemische Formel 40]

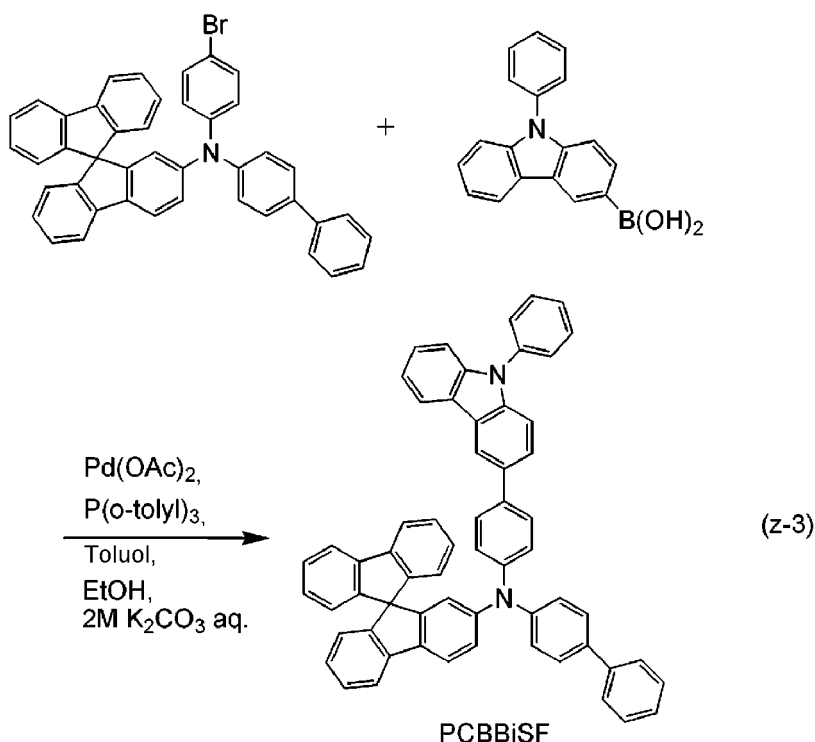


[0381] Zu einem 100 ml Dreihalskolben wurden 3,0 g (5,4 mmol) N-(1,1'-Biphenyl-4-yl)-N-phenyl-9,9'-spirobi [9H-fluoren]-2-amin, 20 ml Toluol und 40 ml Ethylacetat zugegeben. Zu der Lösung wurden 0,93 g (5,2 mmol) N-Bromsuccinimid (Abkürzung: NBS) zugegeben und die Mischung wurde 25 Stunden lang gerührt. Nach dem Rühren wurde die Mischung mit Wasser und einer gesättigten wässrigen Natriumhydrogencarbonatlösung gewaschen und anschließend wurde die organische Schicht über Magnesiumsulfat getrocknet. Diese Mischung wurde durch Schwerkrafftrennung abgetrennt und das Filtrat wurde konzentriert, um einen Feststoff zu erhalten. Dieser Feststoff wurde durch Kieselgel-Säulenchromatographie gereinigt. Bei der Säulenchromatographie wurden Hexan und dann Toluol: Hexan = 1:5 als Laufmittel verwendet. Die resultierende Fraktion wurde konzentriert, um einen Feststoff zu erhalten. Der erhaltene Feststoff wurde aus Ethylacetat/Hexan rekristallisiert, um 2,8 g eines weißen Feststoffs in einer Ausbeute von 83% zu erhalten.

<Schritt 3: Synthese von PCBBiSF>

[0382] Ein Syntheschema von Schritt 3 ist in (Z-3) dargestellt.

[Chemische Formel 41]



[0383] In einen 200 ml Dreihalskolben wurden 2,4 g (3,8 mmol) N-(1,1'-Biphenyl-4-yl)-N-(4-bromphenyl)-9,9'-spirobi[9H-fluoren]-2-amin, 1,3 g (4,5 mmol) 9-Phenylcarbazol-3-boronsäure, 57 mg (0,19 mmol) Tri (ortho-tolyl)phosphin und 1,2 g (9,0 mmol) Kaliumcarbonat. Zu der Mischung wurden 5 ml Wasser, 14 ml Toluol und 7 ml Ethanol zugegeben und die Mischung wurde durch Rühren unter reduziertem Druck entgast. Zu dieser Mischung wurden 8 mg (0,038 mmol) Palladiumacetat zugegeben und die Mischung wurde unter einem Stickstoffstrom bei 90 °C für 7,5 Stunden gerührt. Nach dem Rühren wurde die erhaltene Mischung mit Toluol extrahiert. Die erhaltene Lösung des Extraktes und die organische Schicht wurden vereinigt und mit einer gesättigten wässrigen Natriumchloridlösung gewaschen und anschließend über Magnesiumsulfat getrocknet. Diese Mischung wurde durch Schwerkrafftrennung abgetrennt und das Filtrat wurde konzentriert, um einen Feststoff zu ergeben. Dieser Feststoff wurde durch Kieselgel-Säulenchromatographie gereinigt. Bei der Säulenchromatographie wurden Toluol:Hexan = 1:2 und dann Toluol: Hexan = 2:3 als Laufmittel verwendet. Die resultierende Fraktion wurde konzentriert, um einen Feststoff zu ergeben. Der erhaltene Feststoff wurde aus Ethylacetat/Hexan rekristallisiert, um 2,8 g des weißen Zielfeststoff in einer Ausbeute von 94% zu erhalten.

[0384] Durch ein Train-Sublimationsverfahren wurden 2,8 g des erhaltenen Feststoffes durch Sublimation gereinigt. Die Sublimationsreinigung wurde durch Erwärmen bei 336°C unter einem Druck von 2,9 Pa in einem Argonstrom mit 5 ml/min durchgeführt. Nach der Sublimationsreinigung wurden 0,99 g eines hellgelben Feststoffes mit einer Ausbeute von 83% erhalten.

[0385] Diese Verbindung wurde durch magnetische Kernresonanzspektroskopie (NMR) als N-(1,1'-Biphenyl-4-yl)-N-[4-(9-phenyl-9H-carbazol-3-yl)phenyl]-9,9'-spirobi[9H-fluoren]-2-amin (Abkürzung: PCBBiSF) identifiziert, welches das Ziel der Synthese war.

[0386] ¹H NMR-Daten des erhaltenen hellgelben Feststoffes sind nachstehend angegeben.

[0387] ¹H NMR (CDCl₃, 500 MHz): δ = 6,67-6,69 (m, 2H), 6,84 (d, J₁ = 7,5 Hz, 2H), 7,04-7,11 (m, 5H), 7,13-7,17 (m, 3H), 7,28-7,45 (m, 12H), 7,46-7,53 (m, 5H), 7,57-7,64 (m, 5H), 7,74-7,77 (m, 4H), 8,17 (d, J₁ = 7,5 Hz, 1H), 8,27 (d, J₁ = 1,5 Hz, 1H).

[0388] Fig. 24A und Fig. 24B zeigen ¹H NMR-Charts. Es sollte festgehalten werden, dass Fig. 24B ein Chart darstellt, bei welchem der Bereich von 6,50 ppm bis 8,50 ppm in Fig. 24A vergrößert dargestellt ist.

[0389] Ferner zeigt Fig. 25A das Absorptionsspektrum von PCBBiSF in einer Toluol-Lösung von PCBBiSF, und Fig. 25B zeigt das Emissionsspektrum derselben. Zusätzlich zeigt Fig. 26A das Absorptionsspektrum

einer Dünnschicht aus PCBBiSF und **Fig. 26B** zeigt das Emissionsspektrum derselben. Die Absorptionsspektren wurden auf die gleiche Weise wie in Referenzbeispiel 1 erhalten. In den **Fig. 25A** und **Fig. 25B** und den **Fig. 26A** und **Fig. 26B** stellt die horizontale Achse die Wellenlänge (nm) dar und die vertikale Achse stellt die Intensität (willkürliche Einheit) dar. Im Falle der Toluol-Lösung wurde ein Absorptionspeak bei etwa 352 nm festgestellt und ein Peak der Emissionswellenlänge bei 403 nm (bei einer Anregungswellenlänge von 351 nm). Im Fall der Dünnschicht wurde ein Absorptionspeak bei etwa 357 nm festgestellt und ein Peak der Emissionswellenlänge bei 424 nm (bei einer Anregungswellenlänge von 378 nm).

Bezugszeichenliste

201	erste Elektrode,
203	EL-Schicht,
203a	erste EL-Schicht,
203b	zweite EL-Schicht,
205	zweite Elektrode,
207	Zwischenschicht,
213	lichtemittierende Schicht,
221	erste organische Verbindung,
222	zweite organische Verbindung,
223	phosphoreszierende Verbindung,
301	Lochinjektionsschicht,
302	Lochtransportschicht,
303	lichtemittierende Schicht,
304	Elektronentransportschicht,
305	Elektroneninjektionsschicht,
306	Elektroneninjektionspufferschicht,
307	Elektronenrelaisschicht,
308	Ladungserzeugungsabschnitt,
401	Trägersubstrat,
403	lichtemittierendes Element,
405	Dichtungssubstrat,
407	Dichtungsmaterial,
409a	erstes Terminal,
409b	zweites Terminal,
411a	Lichtextraktionsstruktur,
411b	Lichtextraktionsstruktur,
413	Planarisierungsschicht,
415	Raum,
417	Zusatzverdrahtung,
419	Isolationsschicht,
421	erste Elektrode,
423	EL-Schicht,
425	zweite Elektrode,
501	Trägersubstrat,

503	lichtemittierendes Element,
505	Dichtungssubstrat,
507	Dichtungsmaterial,
509	FPC,
511	Isolationsschicht,
513	Isolierschicht,
515	Raum,
517	Verdrahtung,
519	Trennwand,
521	erste Elektrode,
523	EL-Schicht,
525	zweite Elektrode,
531	schwarze Matrix,
533	Farbfilter,
535	Deckschicht,
541a	Transistor,
541b	Transistor,
542	Transistor,
543	Transistor,
551	lichtemittierender Abschnitt,
552	Treiberschaltungsabschnitt,
553	Treiberschaltungsabschnitt,
1100	Glassubstrat,
1101	erste Elektrode,
1103	zweite Elektrode,
1111	Lochinjektionsschicht,
1112	Lochtransportschicht,
1113	lichtemittierende Schicht,
1114	Elektronentransportschicht,
1115	Elektroneninjektionsschicht,
7100	TV-Gerät,
7101	Gehäuse,
7102	Anzeige- bzw. Displayabschnitt,
7103	Ständer,
7111	Fernbedienung,
7200	Computer,
7201	Grundkörper,
7202	Gehäuse,
7203	Displayabschnitt,
7204	Tastatur,

7205	externer Verbindungsanschluss,
7206	Zeigegerät,
7300	tragbare Spielekonsole,
7301a	Gehäuse,
7301b	Gehäuse,
7302	Verbindungsabschnitt,
7303a	Displayabschnitt,
7303b	Displayabschnitt,
7304	Lautsprecherabschnitt,
7305	Aufzeichnungsmediumeinführungsabschnitt,
7306	Bedienungstaste,
7307	Anschlussklemme,
7308	Sensor
7400	Handy,
7401	Gehäuse,
7402	Displayabschnitt,
7403	Betriebsknopf,
7404	externer Verbindungsanschluss,
7405	Sprecher,
7406	Mikrofon,
7500	Tablet-Terminal,
7501a	Gehäuse,
7501b	Gehäuse,
7502a	Displayabschnitt,
7502b	Displayabschnitt,
7503	Gelenk,
7504	Netzschalter,
7505	Bedienungstaste,
7506	Lautsprecher,
7601	Beleuchtungsabschnitt,
7602	Schirm,
7603	einstellbarer Arm,
7604	Träger,
7605	Basis,
7606	Netzschalter,
7701	Lampe,
7702	Lampe und
7703	Schreibtischlampe.

Patentansprüche

1. Lichtemittierende Vorrichtung umfassend:

eine Anode (201);

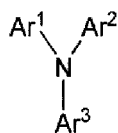
eine Kathode (205);

eine lichtemittierende Schicht (203) umfassend zwei Arten organischer Verbindungen, die konfiguriert sind einen Exciplex zu bilden; und

eine Verbindung, die zwischen der Anode (201) und der lichtemittierenden Schicht (203) angeordnet ist, wobei die lichtemittierende Schicht (203) zwischen der Anode (201) und

der Kathode (205) angeordnet ist,

wobei die Verbindung, die zwischen der Anode (201) und der lichtemittierenden Schicht (203) angeordnet ist repräsentiert ist durch die allgemeine Formel (G0):



(G0)

wobei Ar¹ und Ar² jeweils unabhängig eine substituierte oder nicht substituierte Fluorenylgruppe, eine substituierte oder nicht substituierte Spirofluorenylgruppe oder eine substituierte oder nicht substituierte Biphenylgruppe repräsentieren, und

wobei Ar³ einen ein Carbazolgerüst enthaltenden Substituenten repräsentiert.

2. Lichtemittierende Vorrichtung gemäß Anspruch 1, wobei eine die durch die allgemeine Formel (G0) repräsentierte Verbindung umfassende Schicht in Kontakt mit der lichtemittierenden Schicht (203) ist.

3. Lichtemittierende Vorrichtung umfassend:

eine Anode (201);

eine Kathode (205);

eine lichtemittierende Schicht (203) umfassend zwei Arten organischer Verbindungen, die konfiguriert sind einen Exciplex zu bilden;

einen eine Akzeptorsubstanz umfassenden Bereich; und

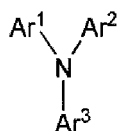
eine Verbindung, die zwischen der lichtemittierenden Schicht (203) und dem Bereich umfassen die Akzeptorsubstanz angeordnet ist,

wobei die lichtemittierende Schicht (203) zwischen der Anode (201) und der Kathode (203) angeordnet ist,

wobei der die Akzeptorsubstanz umfassende Bereich zwischen der Anode (201) und der lichtemittierenden Schicht (203) angeordnet ist;

wobei die Verbindung, die zwischen der lichtemittierenden

Schicht (203) und dem die Akzeptorsubstanz umfassenden Bereich angeordnet ist, repräsentiert ist durch die allgemeine Formel (G0):



(G0)

wobei Ar¹ und Ar² jeweils unabhängig eine substituierte oder

nicht substituierte Fluorenylgruppe, eine substituierte oder

nicht substituierte Spirofluorenylgruppe oder eine substituierte oder nicht substituierte Biphenylgruppe repräsentieren, und

wobei Ar³ einen ein Carbazolgerüst enthaltenden Substituenten repräsentiert.

4. Lichtemittierende Vorrichtung gemäß Anspruch 3, wobei der die Akzeptorsubstanz umfassende Bereich ein Bereich ist, der eine Substanz mit einer hohen Lochtransporteigenschaft und die Akzeptorsubstanz umfasst.

5. Lichtemittierende Vorrichtung gemäß Anspruch 3, wobei in dem die Akzeptorsubstanz umfassenden Bereich eine Schicht umfassend eine Substanz mit einer hohen Lochtransporteigenschaft und eine die Akzeptorsubstanz umfassende Schicht geschichtet sind.

6. Lichtemittierende Vorrichtung gemäß Anspruch 4 oder 5, wobei das Massenverhältnis der Akzeptorsubstanz zu der Substanz mit der hohen Lochtransporteigenschaft in dem die Akzeptorsubstanz umfassenden Bereich 0,1:1 bis 4,0:1 beträgt.

7. Lichtemittierende Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 4 bis 6, wobei die Substanz mit der hohen Lochtransporteigenschaft eine organische Verbindung mit einer Lochmobilität von $10^{-6}\text{cm}^2/\text{Vs}$ oder mehr ist.

8. Lichtemittierende Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 3 bis 7, wobei der die Akzeptorsubstanz umfassende Bereich in Kontakt mit der Anode (201) ist.

9. Lichtemittierende Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei ein Molekulargewicht der durch die allgemeine Formel (G0) repräsentierten Verbindung größer oder gleich 500 und kleiner oder gleich 2000 ist.

Es folgen 33 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1A

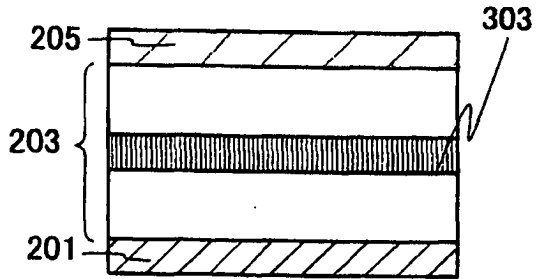


FIG. 1B

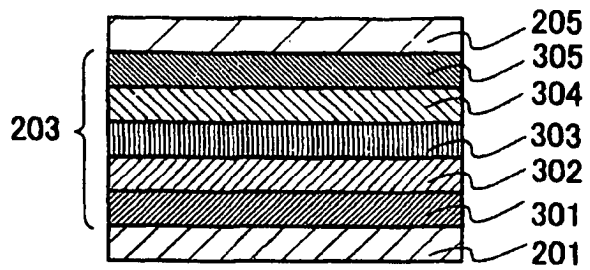


FIG. 1C

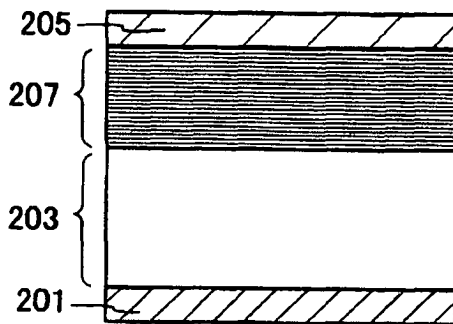


FIG. 1D

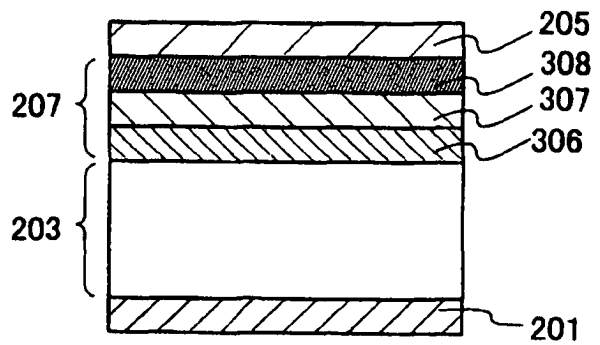


FIG. 1E

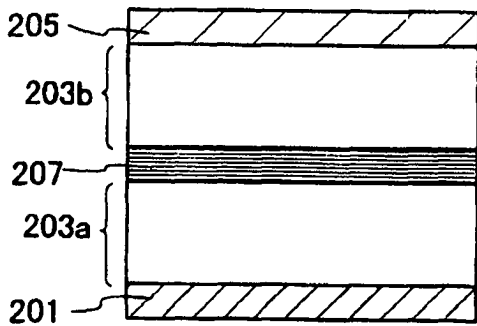


FIG. 1F

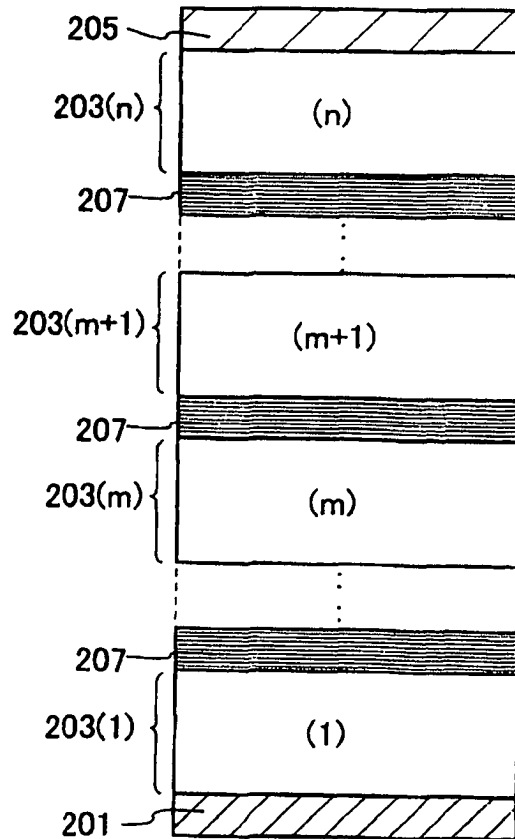


FIG. 2A

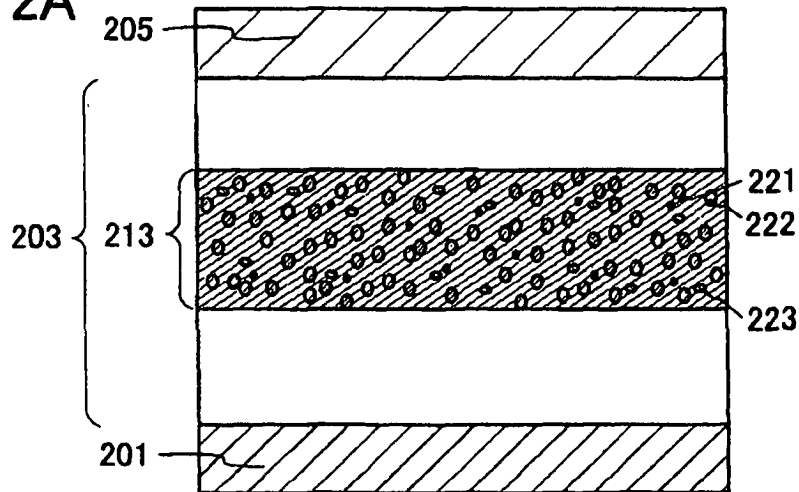
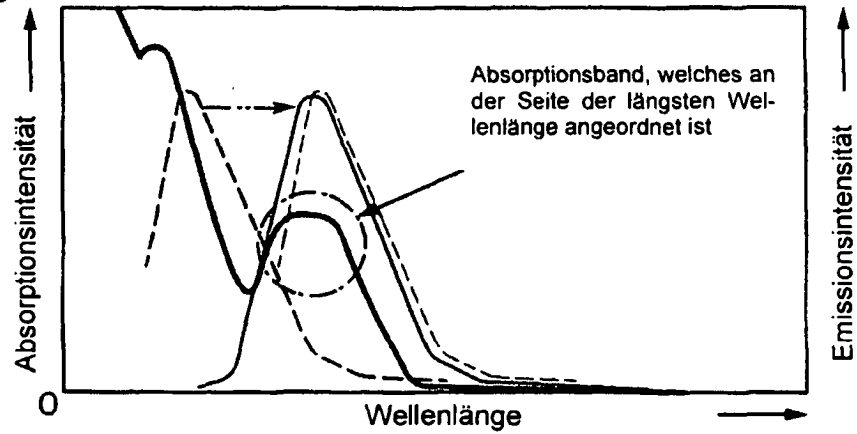


FIG. 2B



- Fluoreszenzspektrum der ersten organischen Verbindung 221 (oder zweiten organischen Verbindung 222)
- Phosphoreszenzspektrum der ersten organischen Verbindung 221 (oder zweiten organischen Verbindung 222)
- Absorptionsspektrum der phosphoreszierenden Verbindung 223
- Emissionsspektrum des Exiplex

FIG. 2C

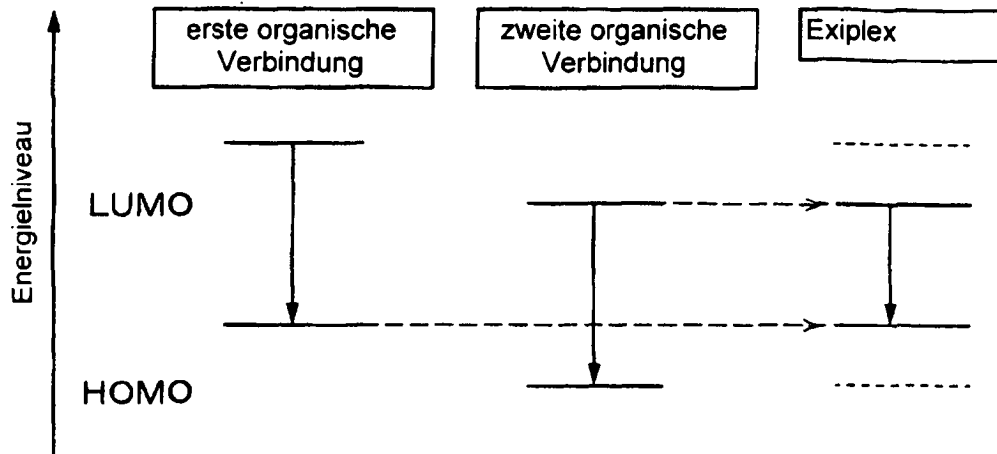


FIG. 3A

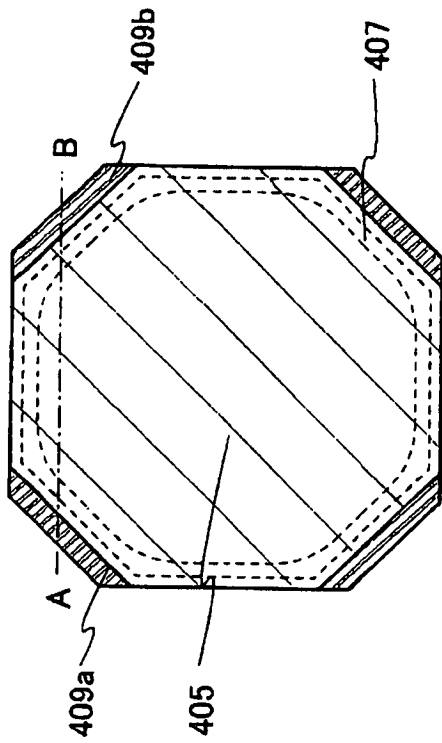


FIG. 3B

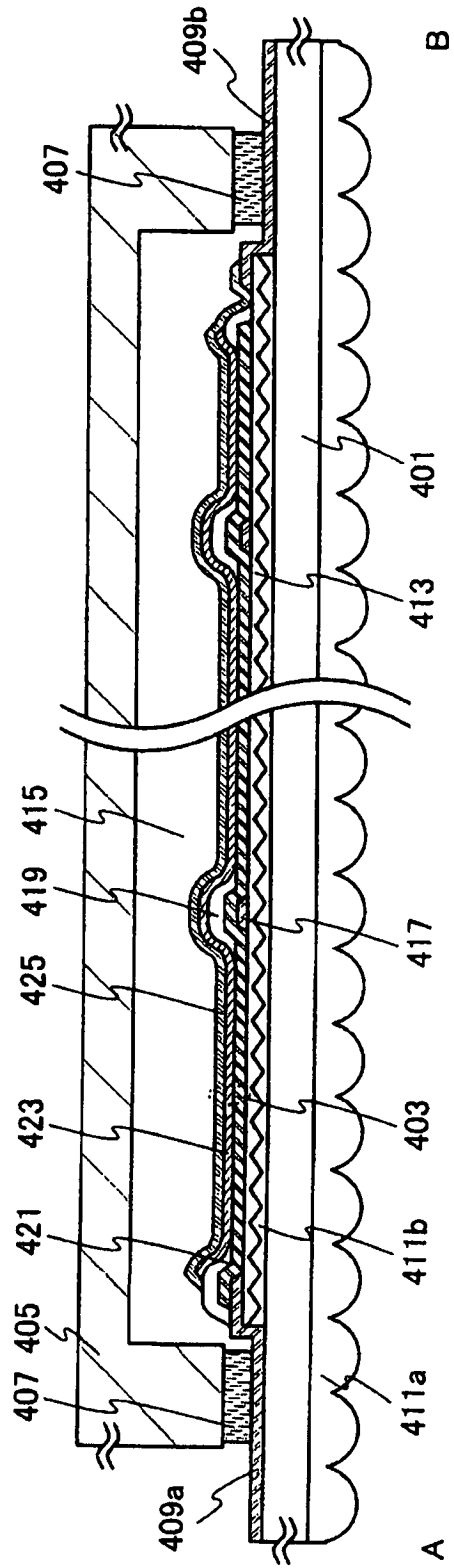


FIG. 4A

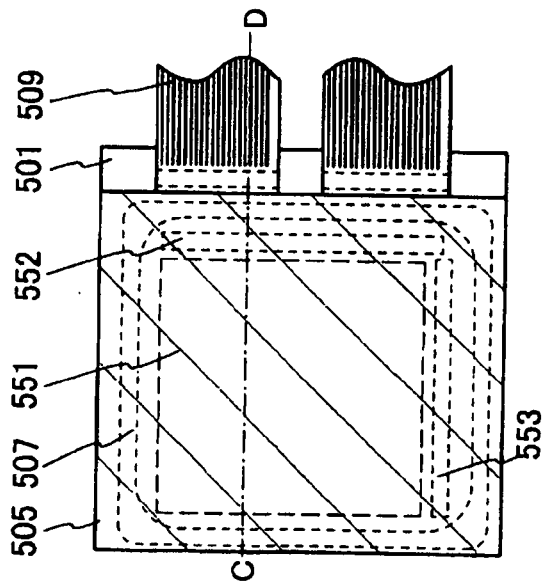
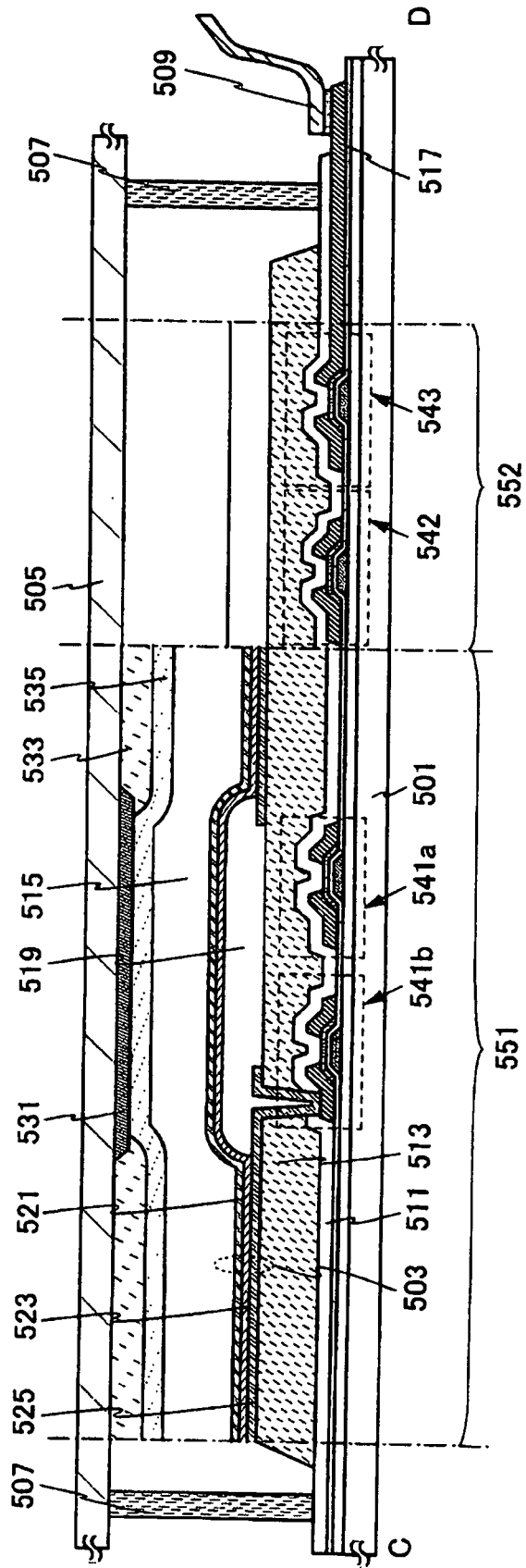


FIG. 4B



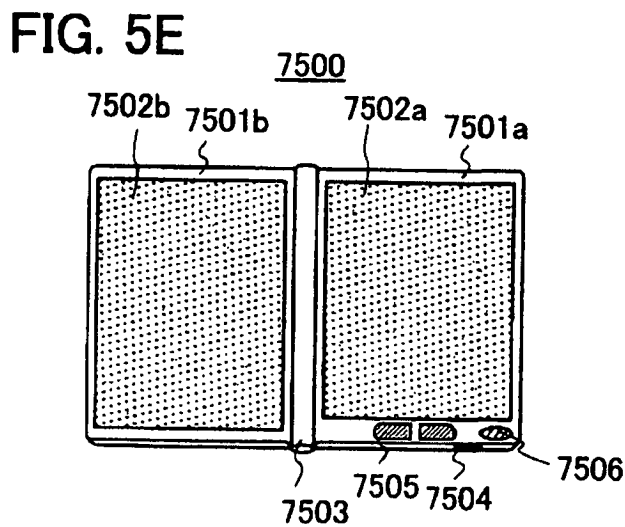
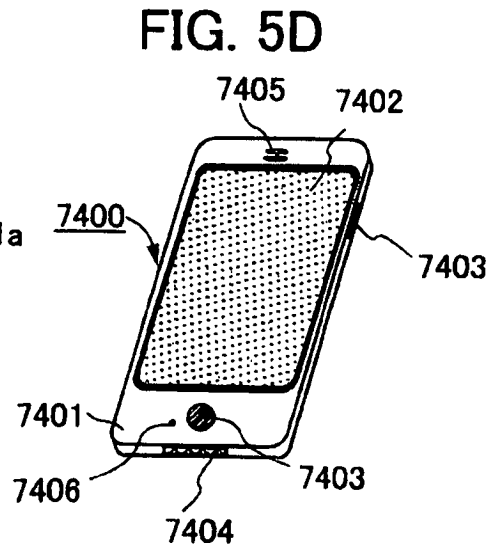
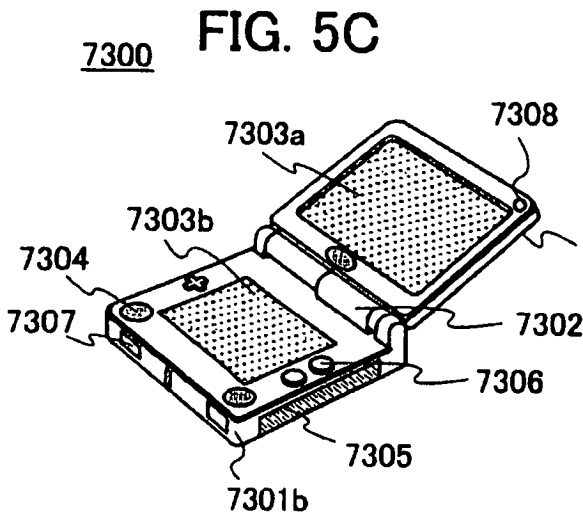
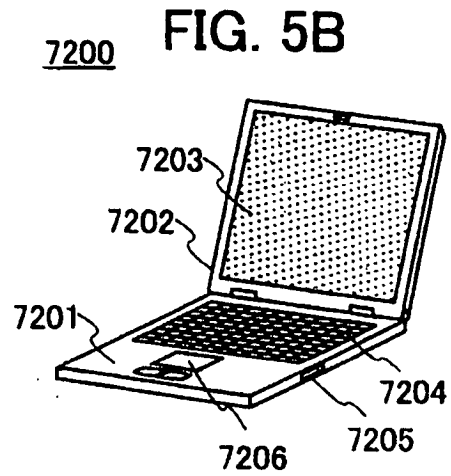
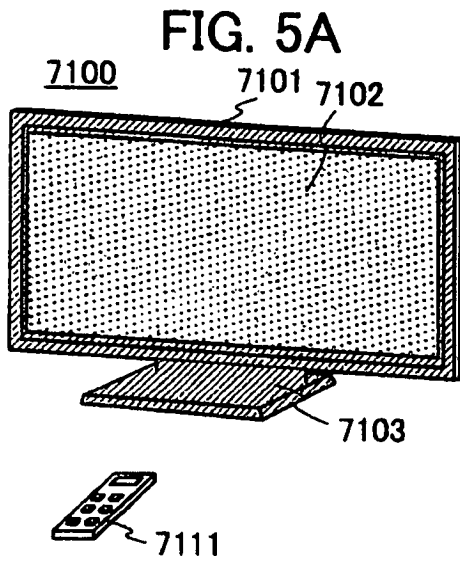


FIG. 6A

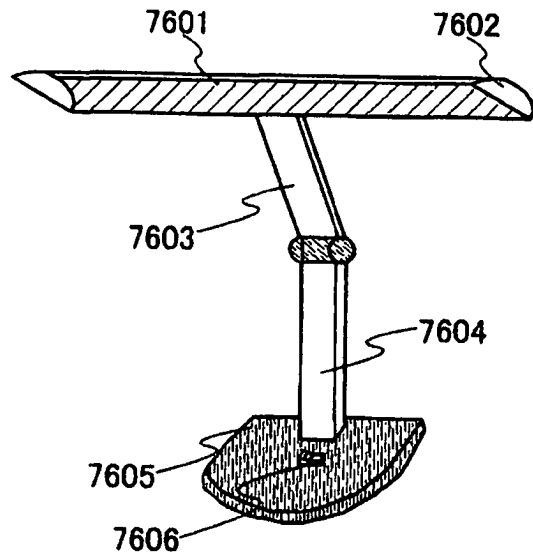


FIG. 6B

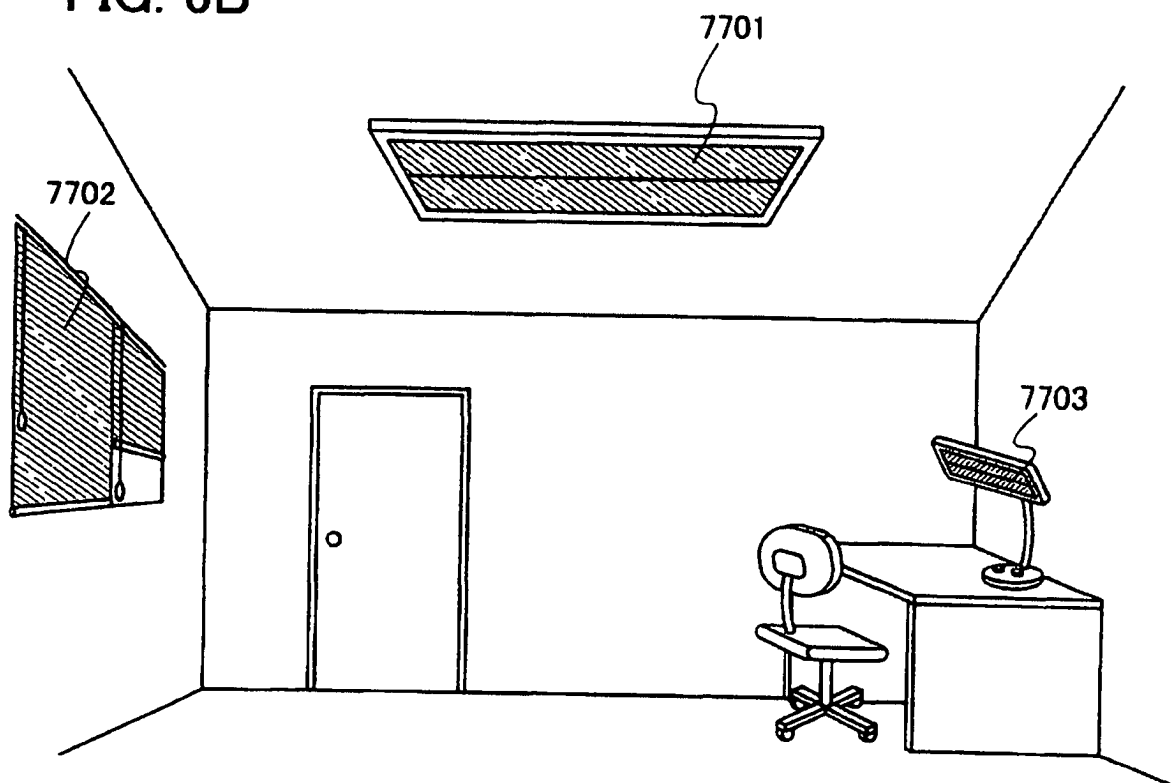


FIG. 7

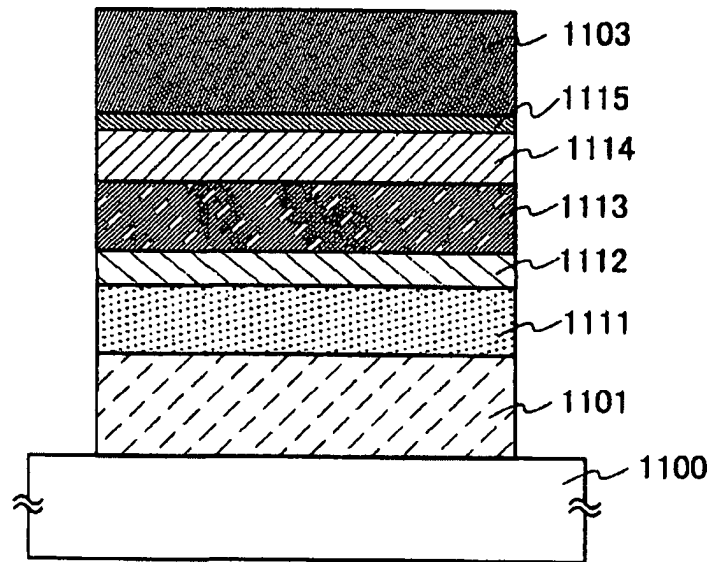


FIG. 8

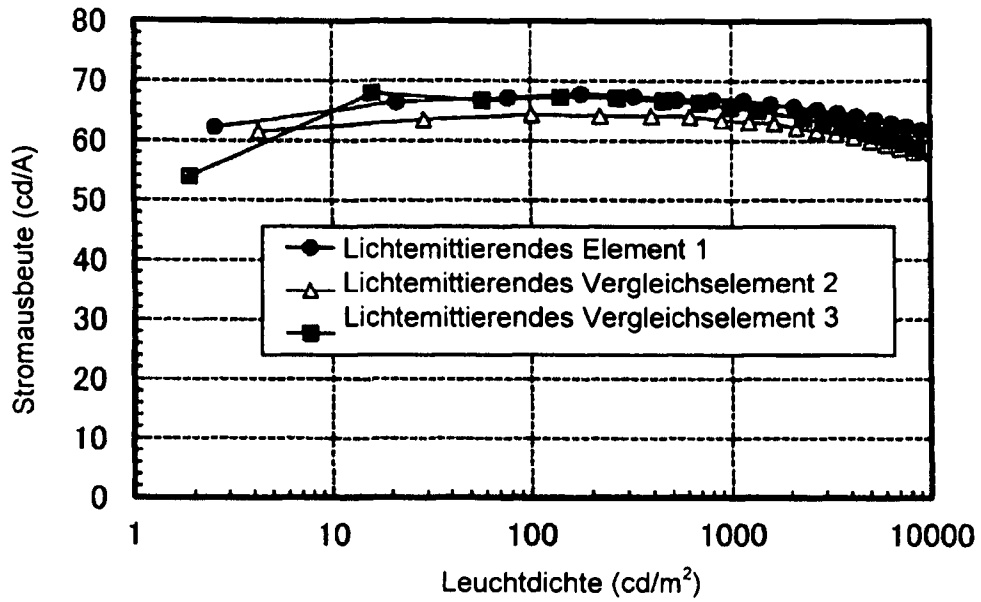


FIG. 9

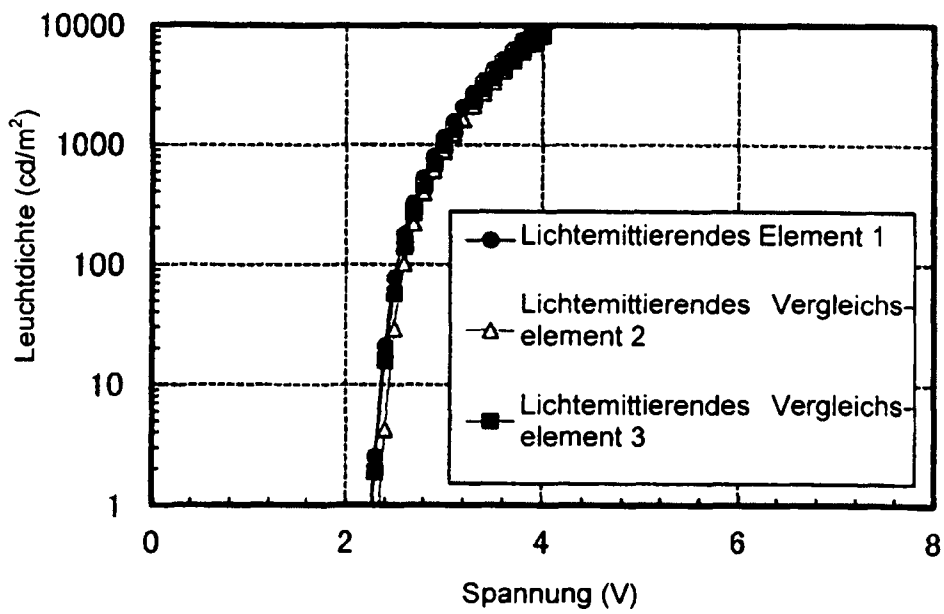


FIG. 10

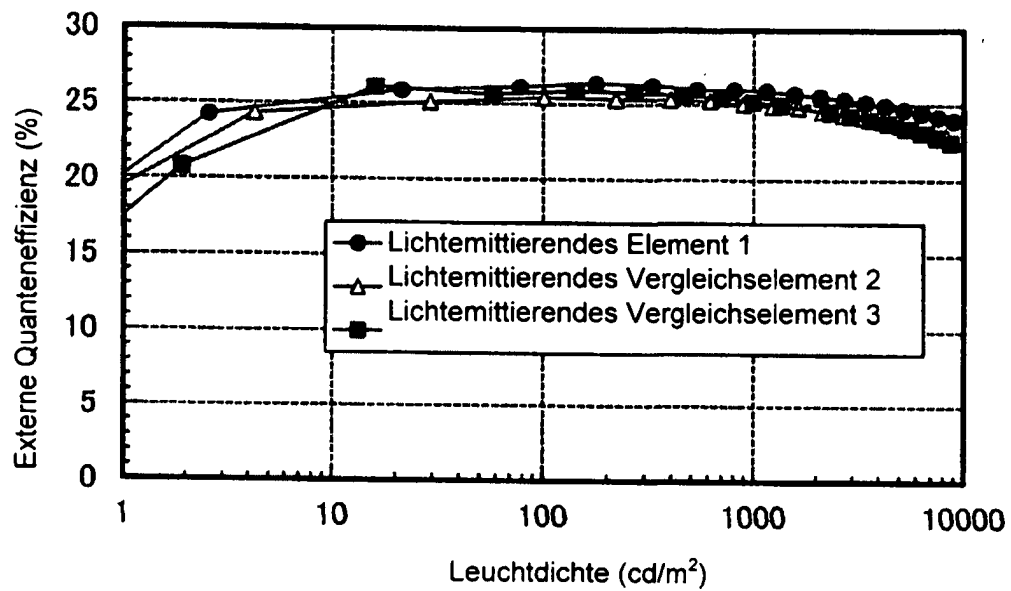


FIG. 11A

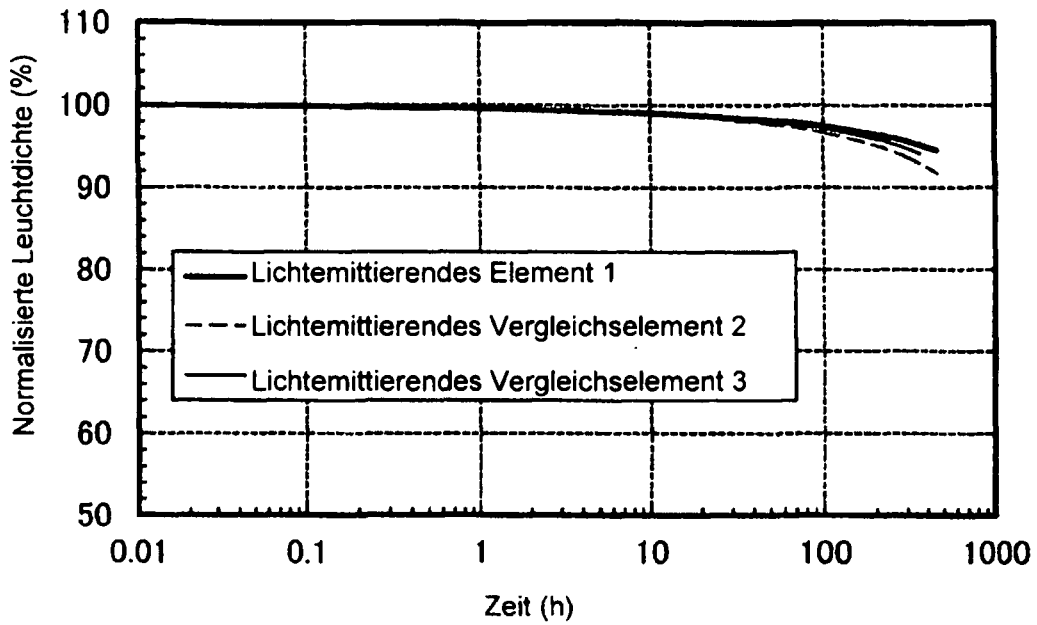


FIG. 11B

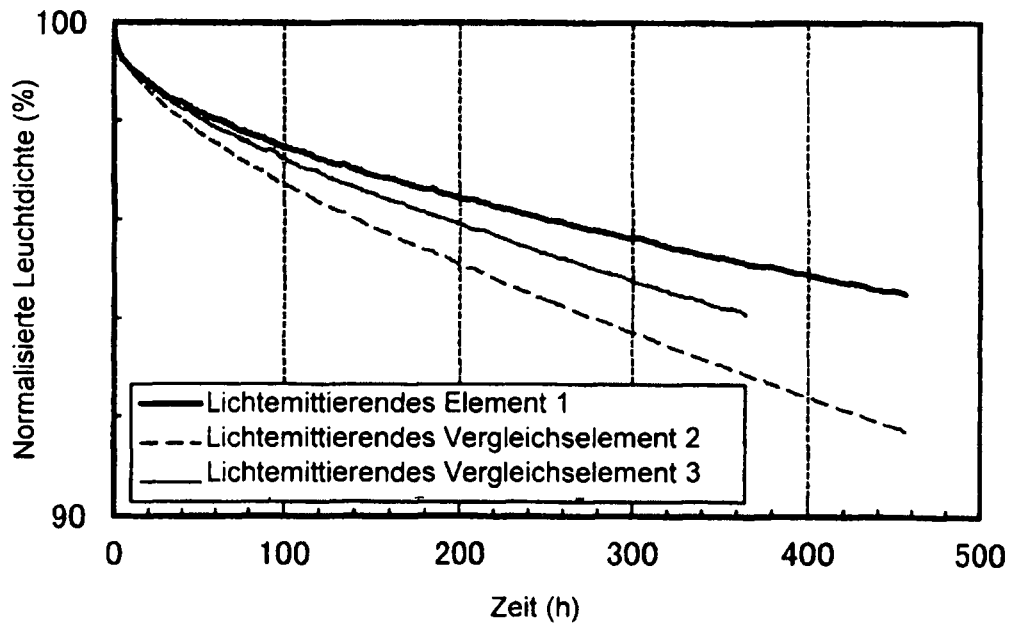


FIG. 12

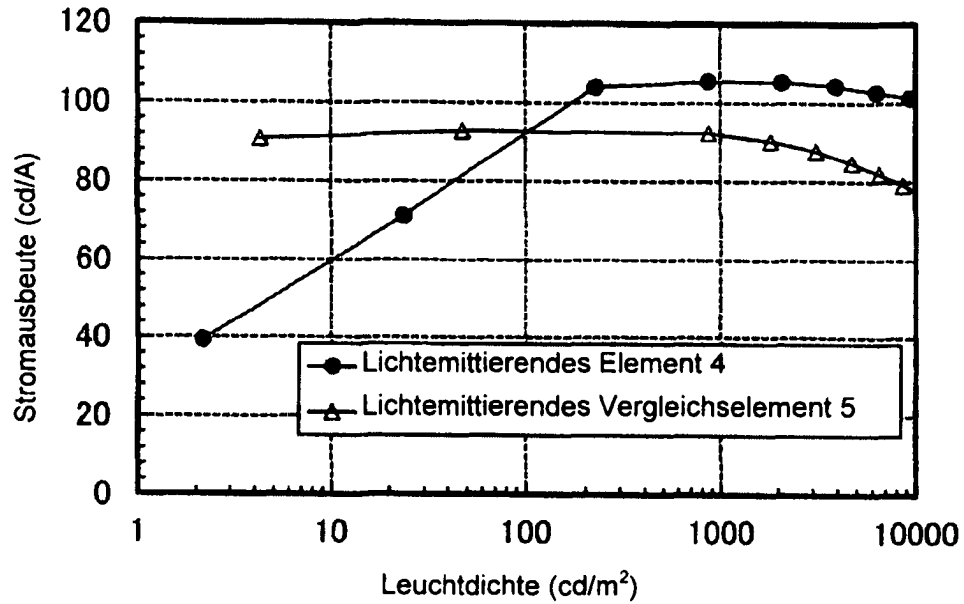


FIG. 13

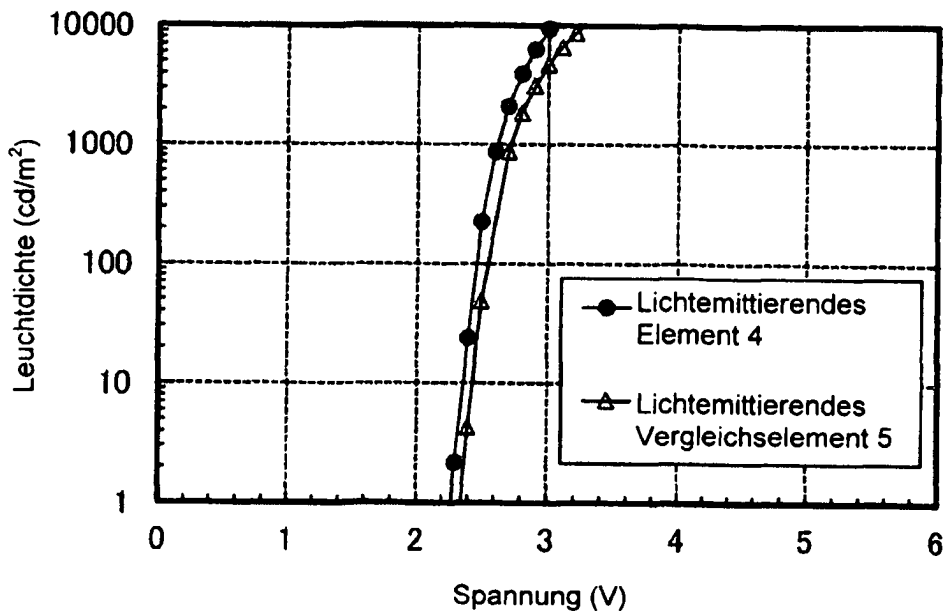


FIG. 14

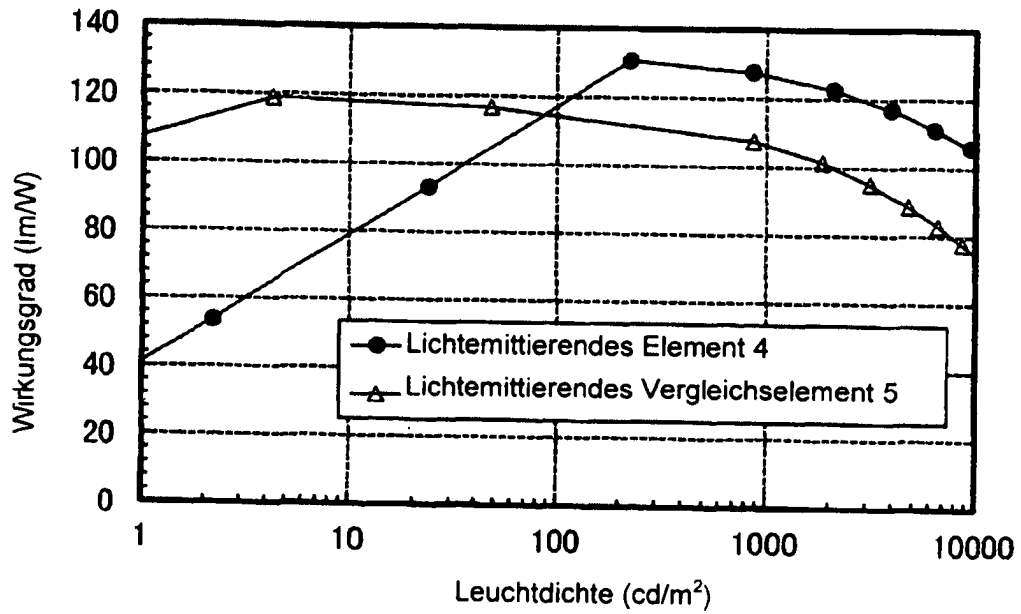


FIG. 15

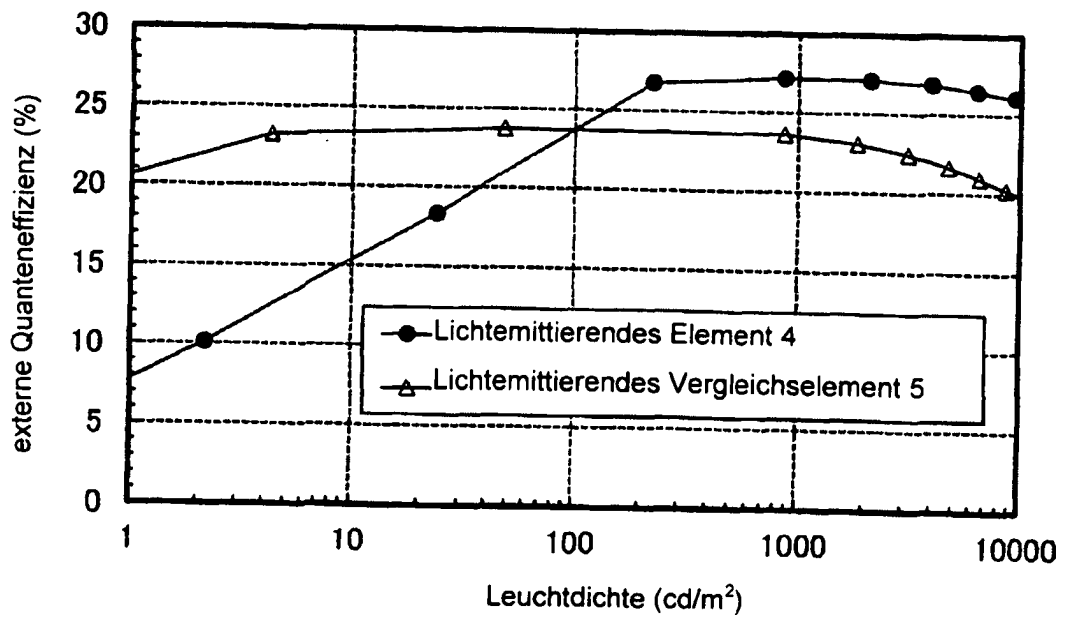


FIG. 16

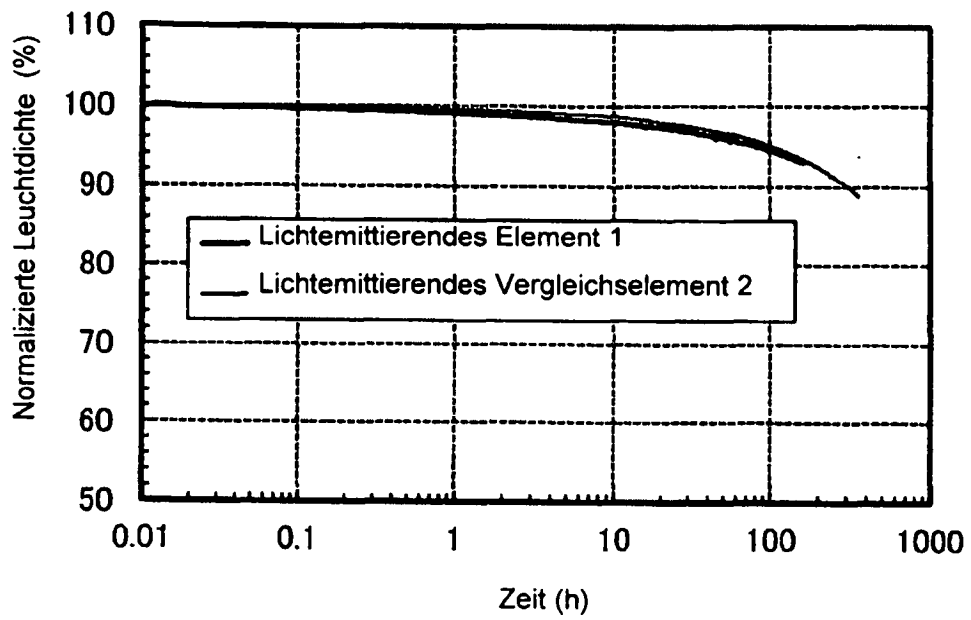


FIG. 17

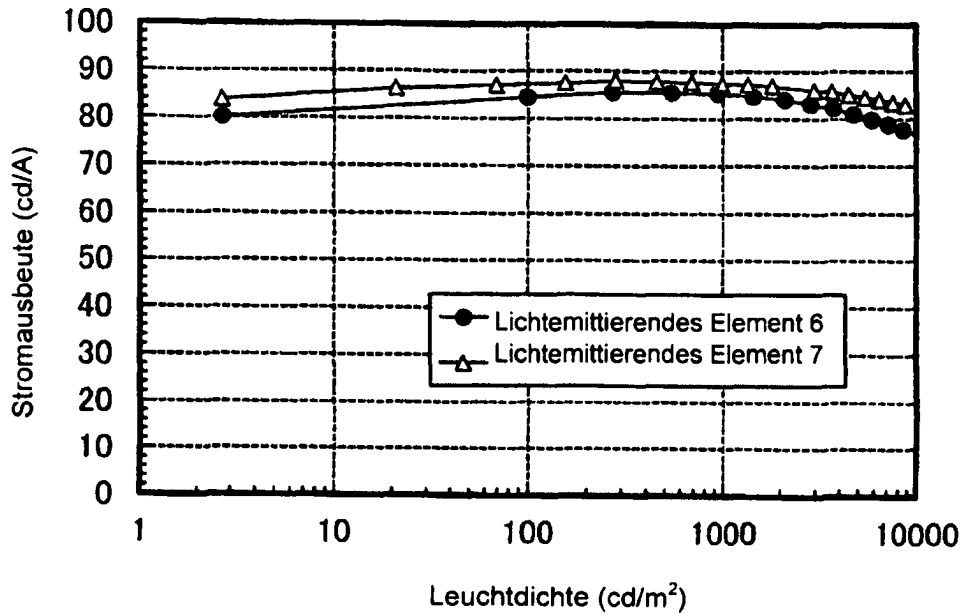


FIG. 18

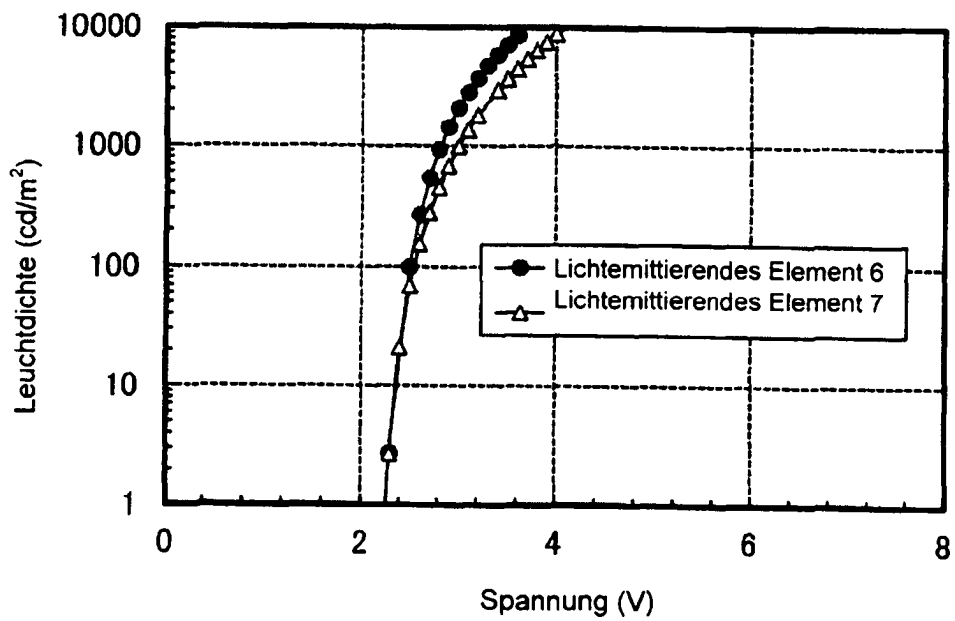


FIG. 19

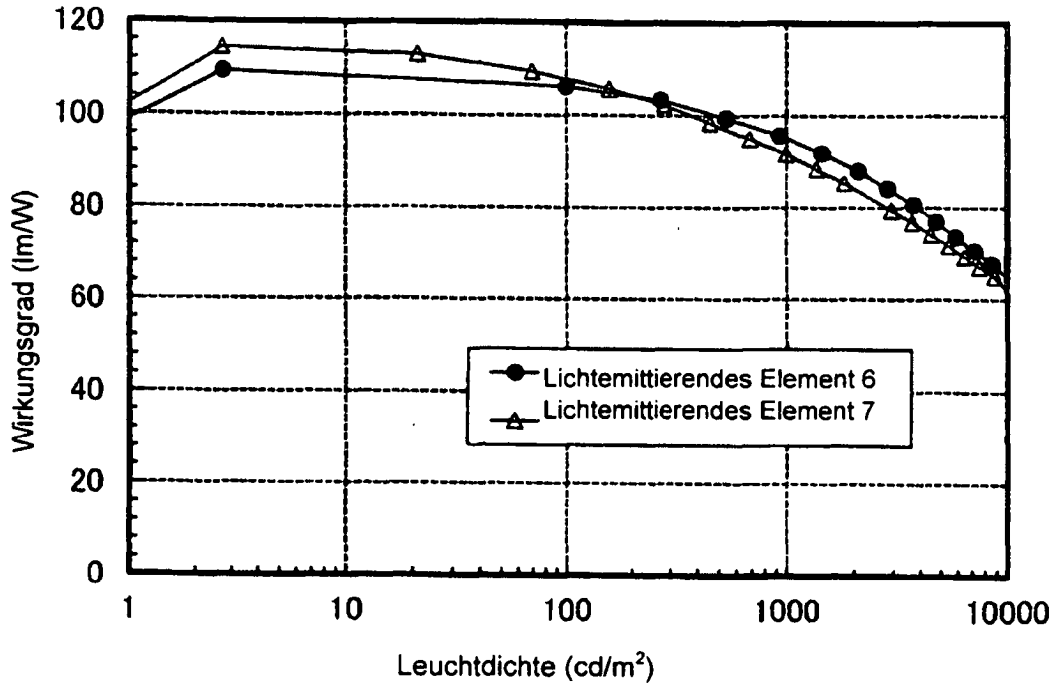


FIG. 20

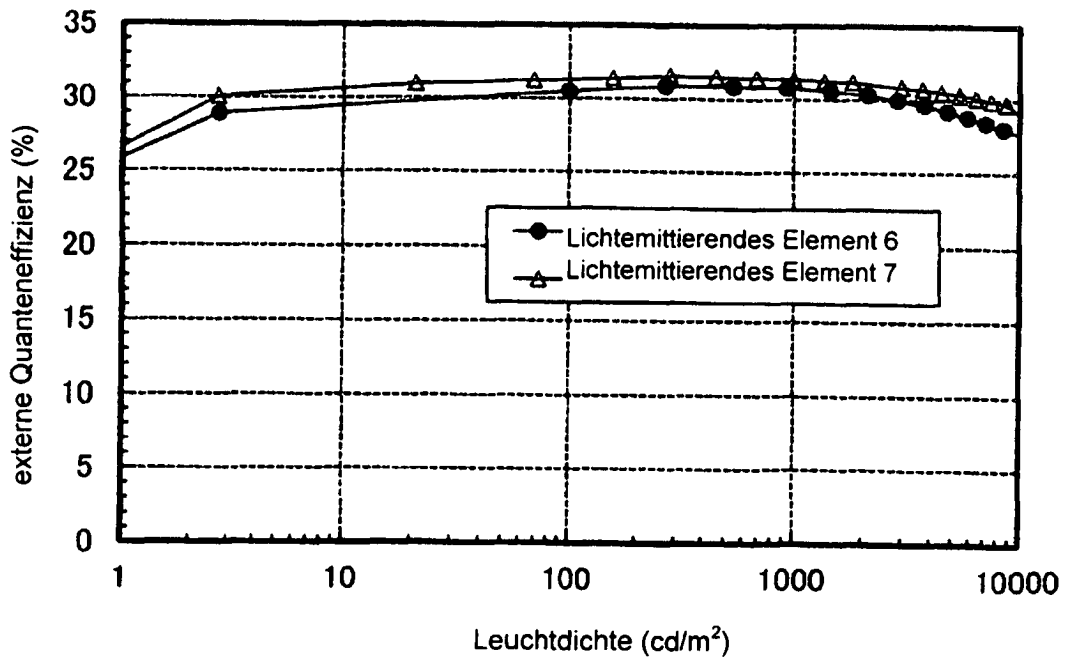


FIG. 21A

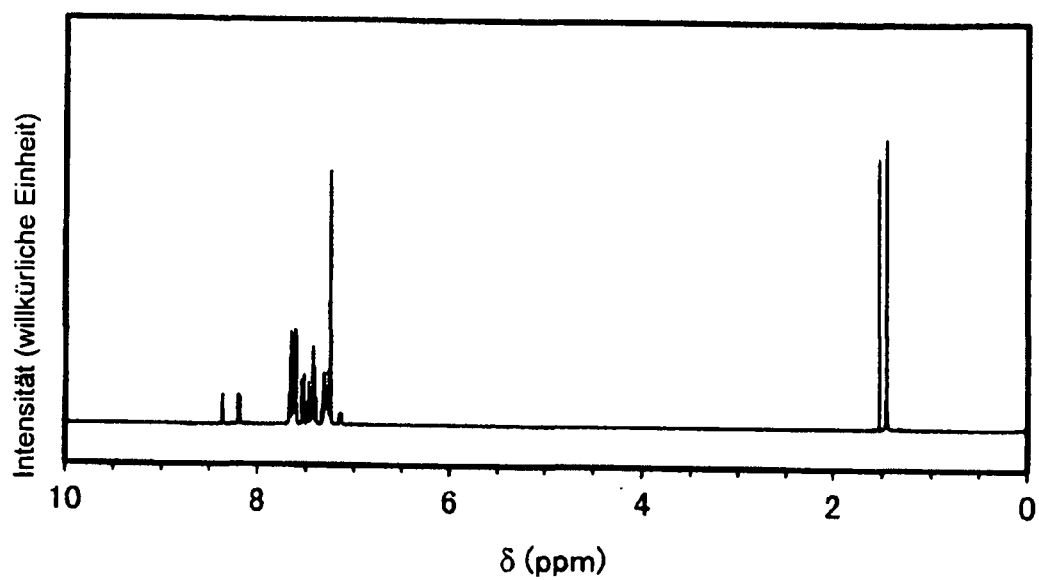


FIG. 21B

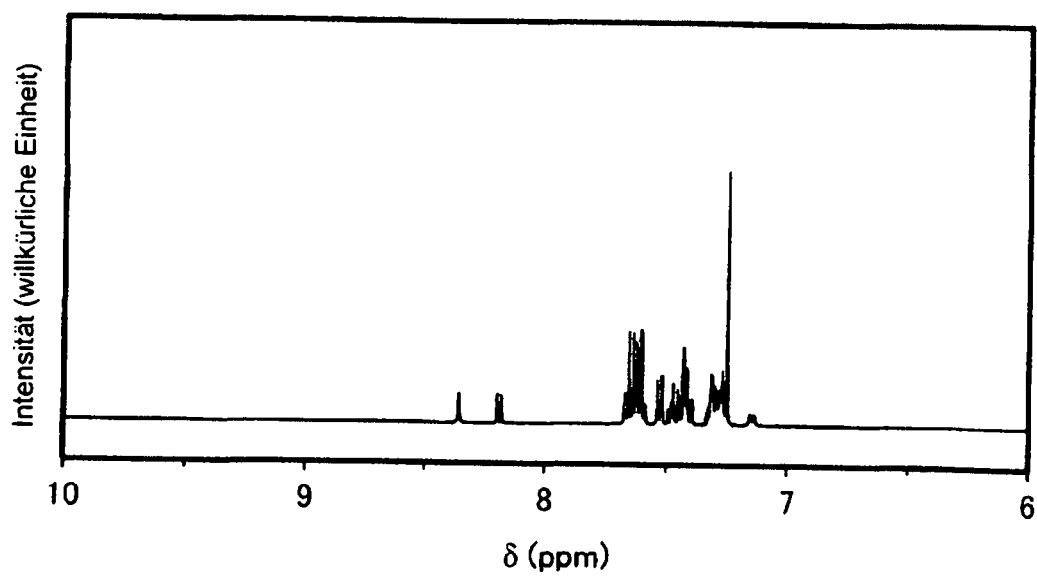


FIG. 22A

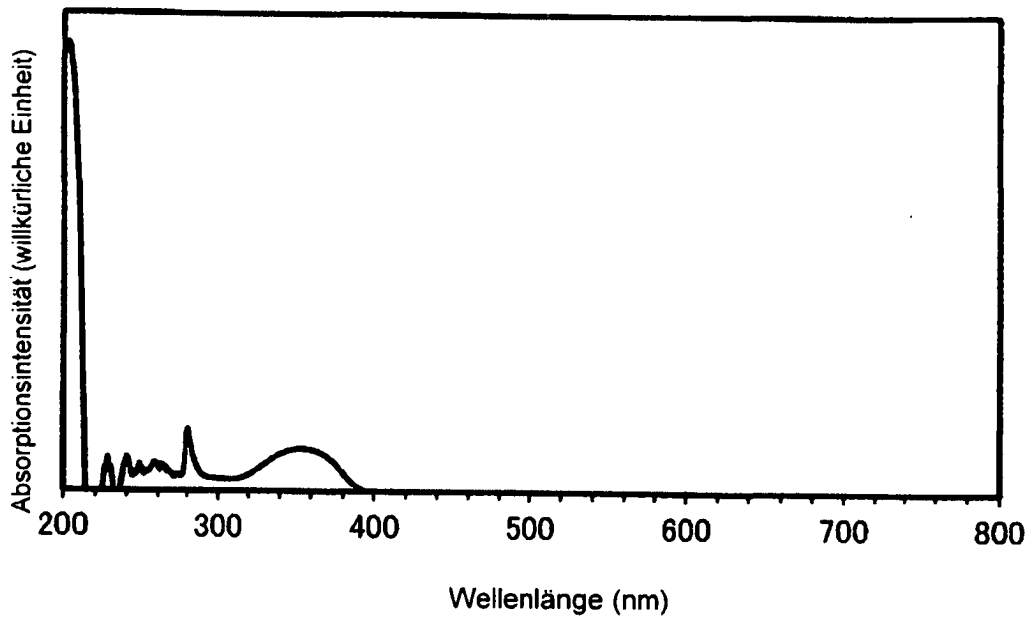


FIG. 22B

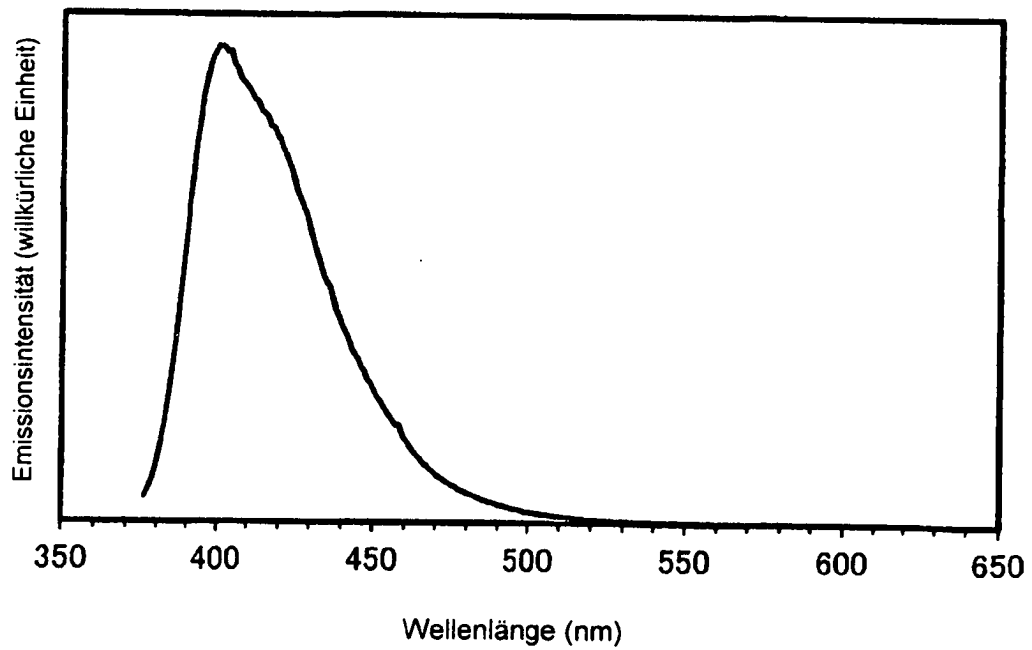


FIG. 23A

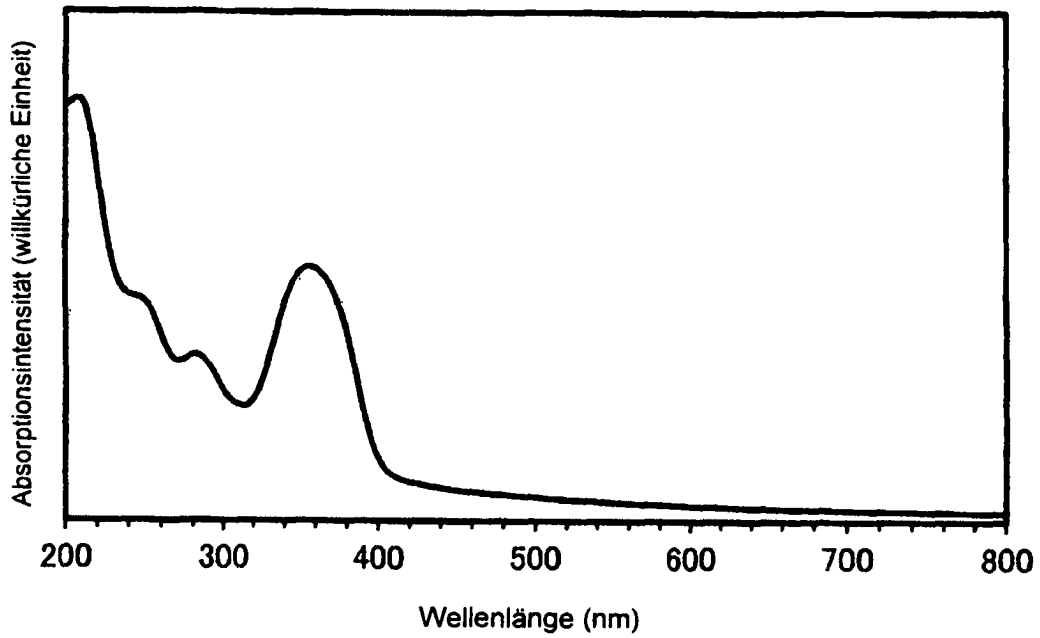


FIG. 23B

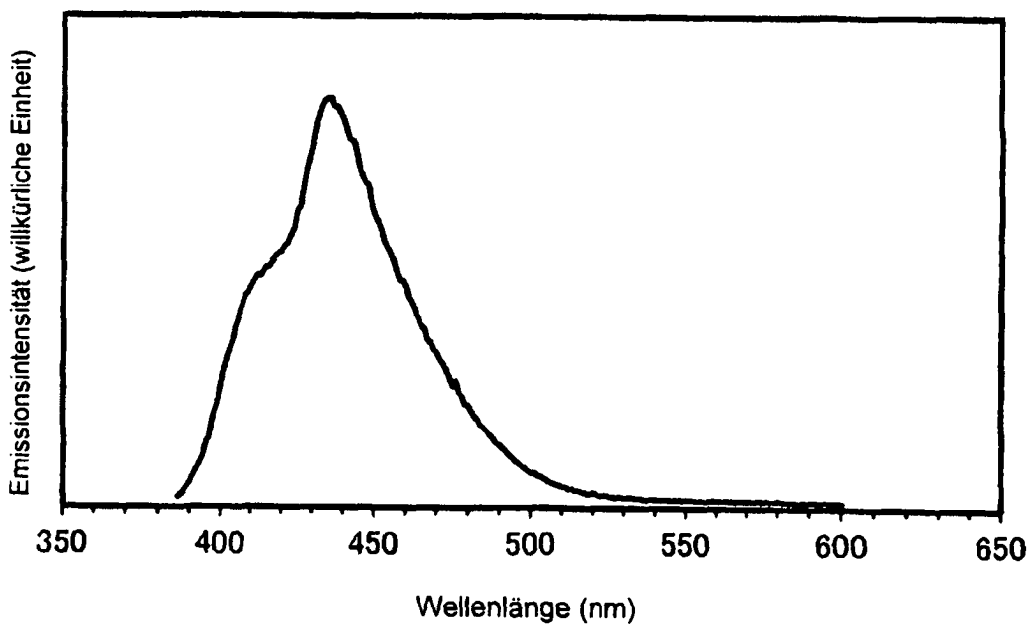


FIG. 24A

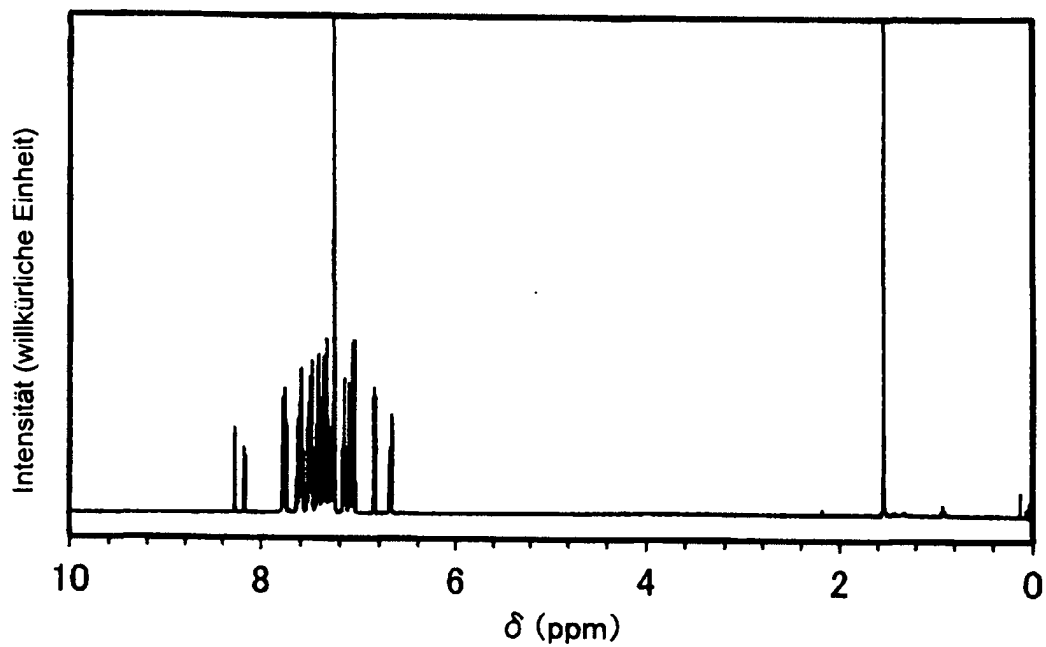


FIG. 24B

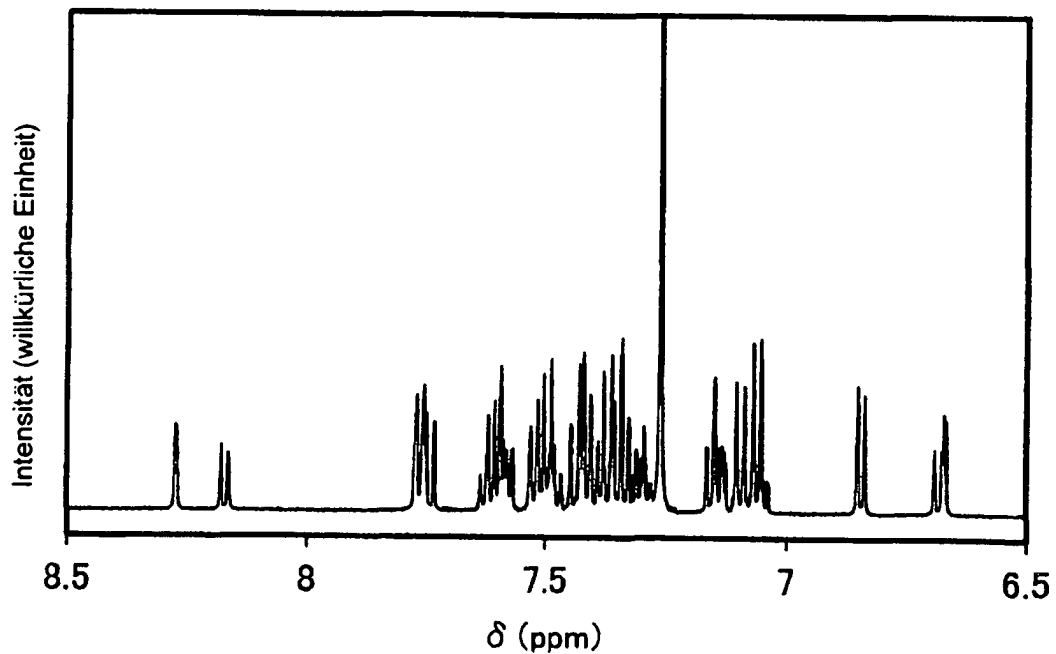


FIG. 25A

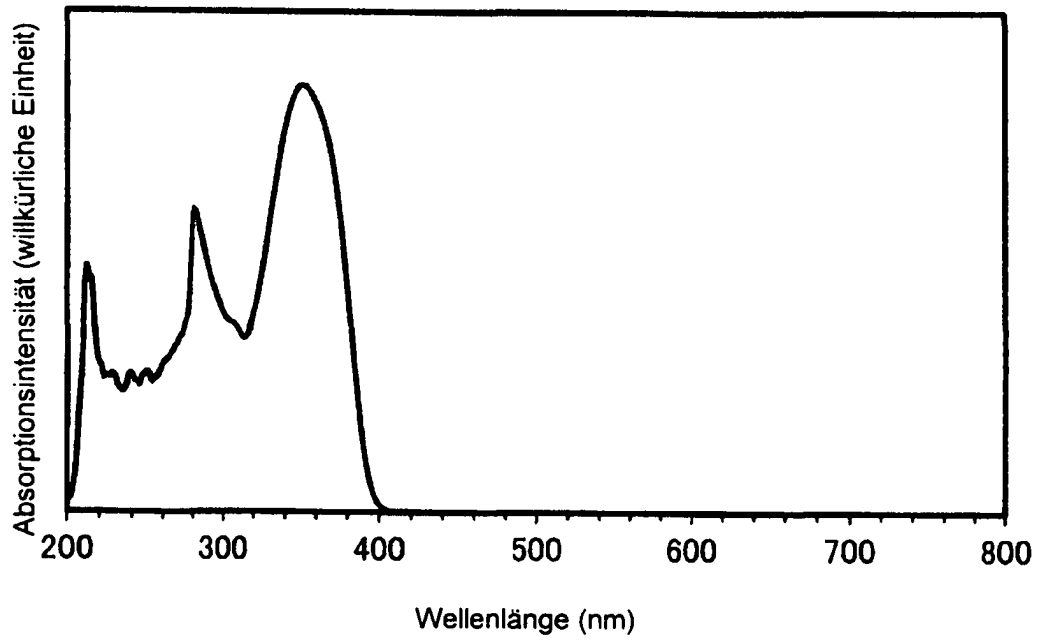


FIG. 25B

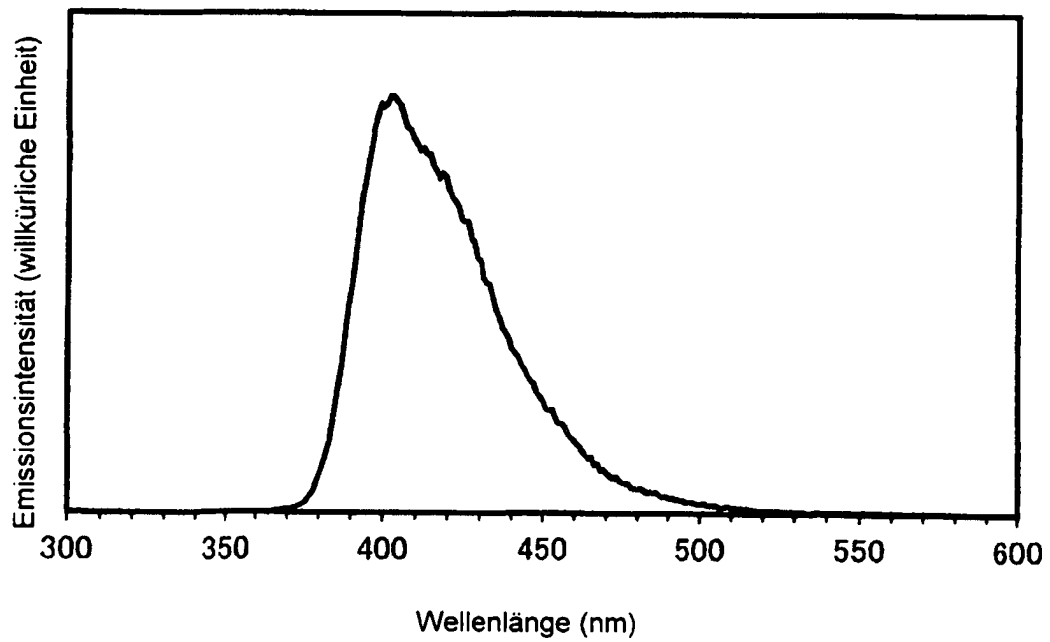


FIG. 26A

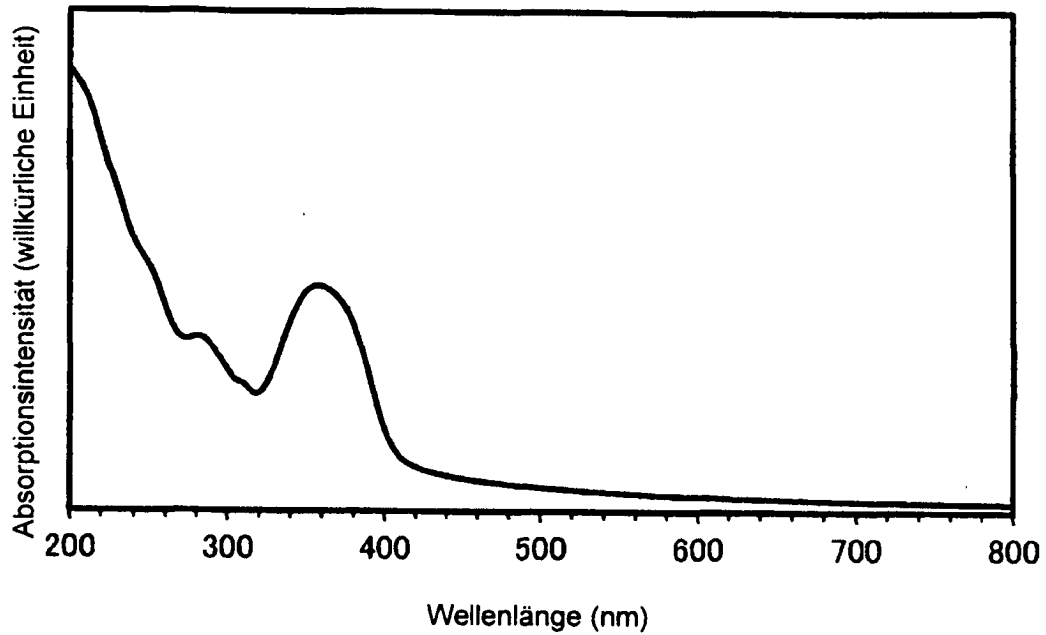


FIG. 26B

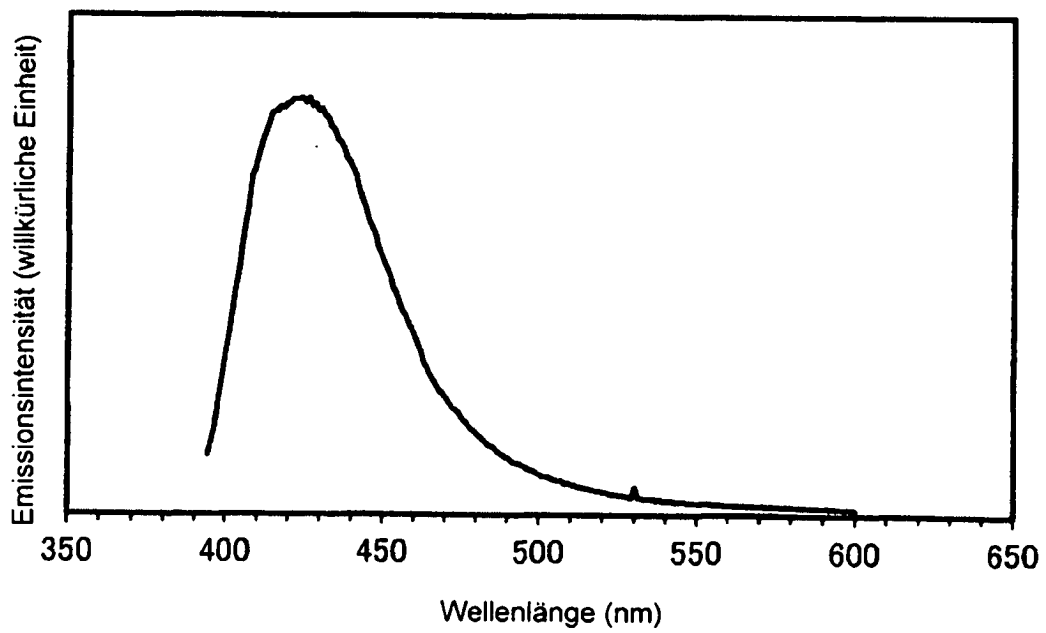


FIG. 27

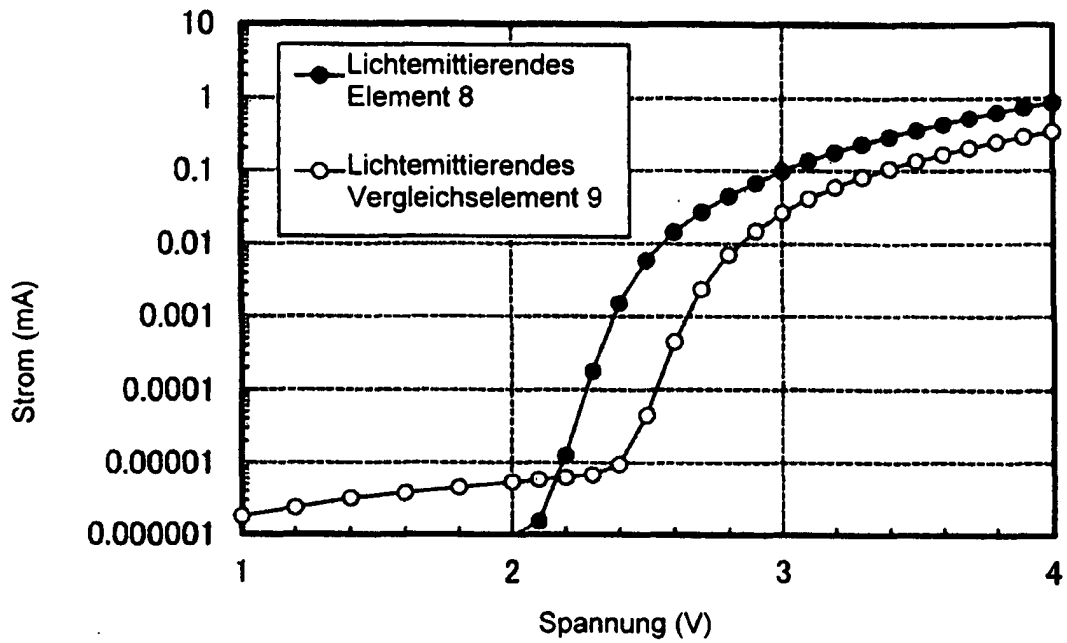


FIG. 28

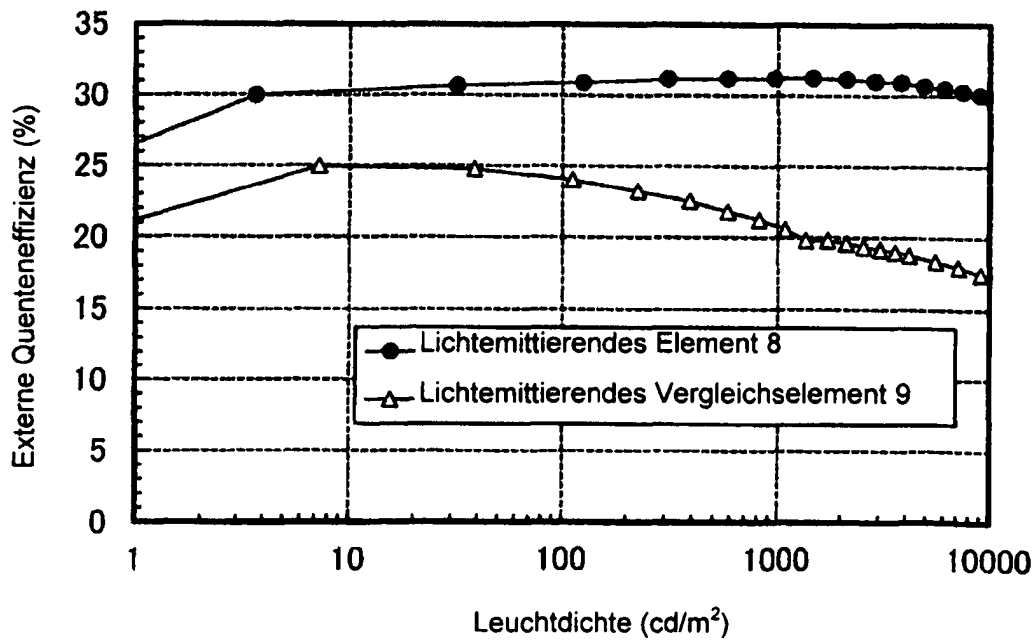


FIG. 29

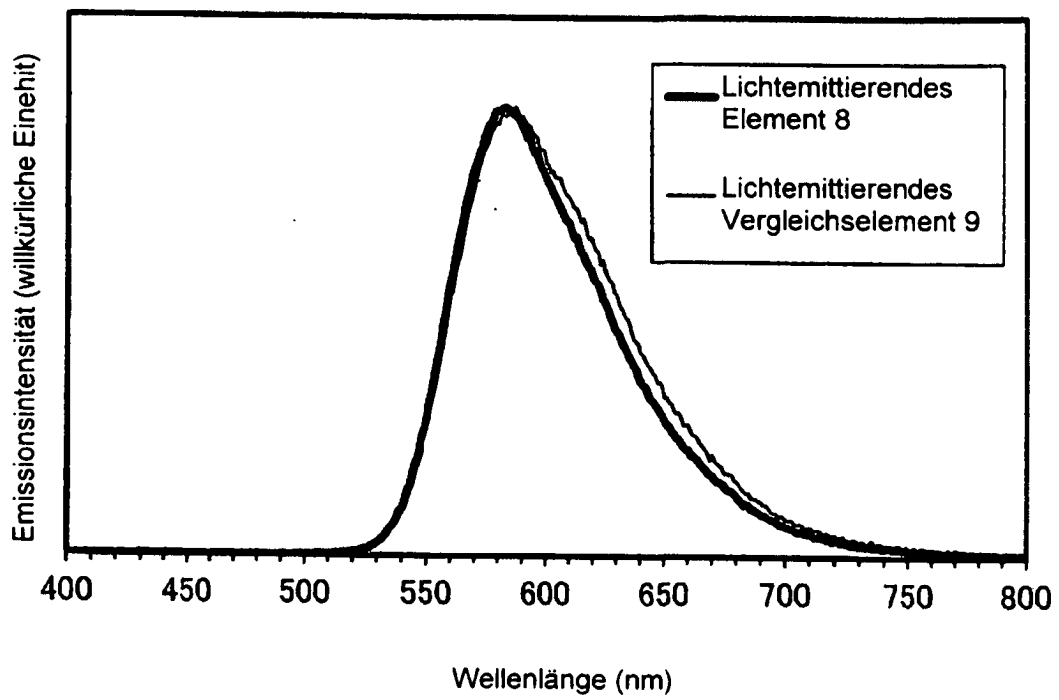


FIG. 30

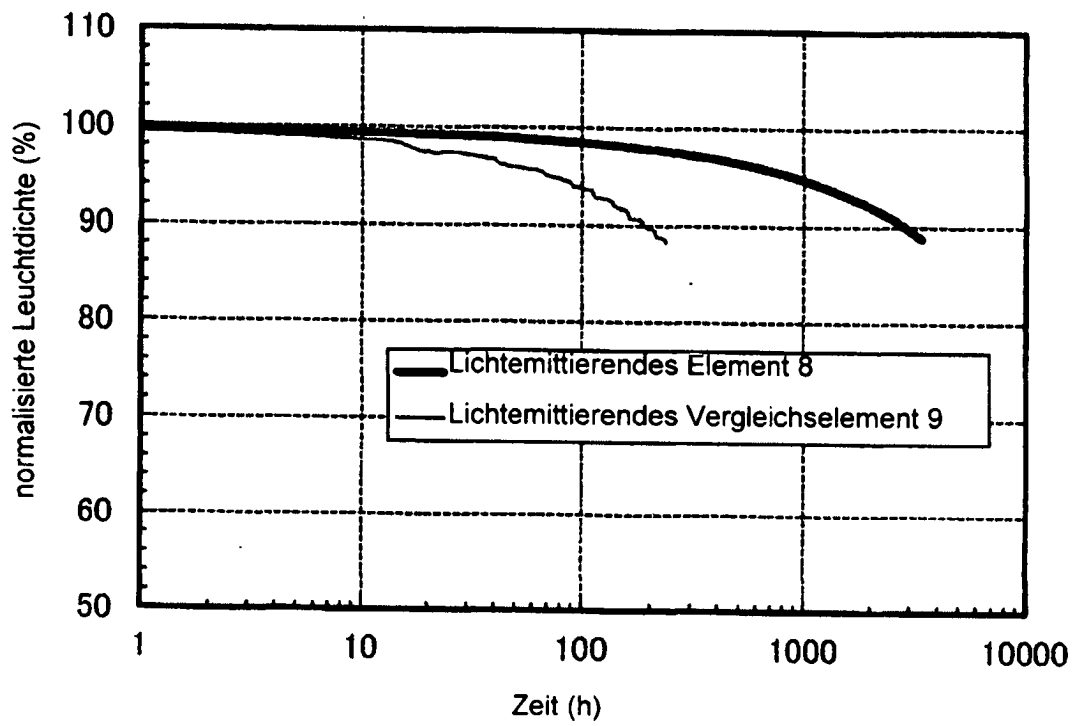


FIG. 31

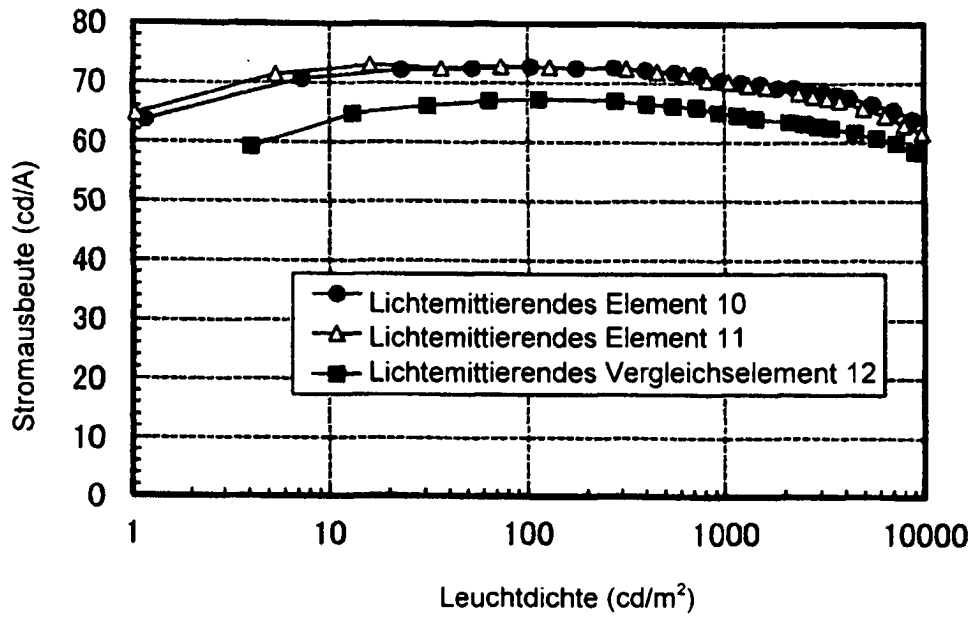


FIG. 32

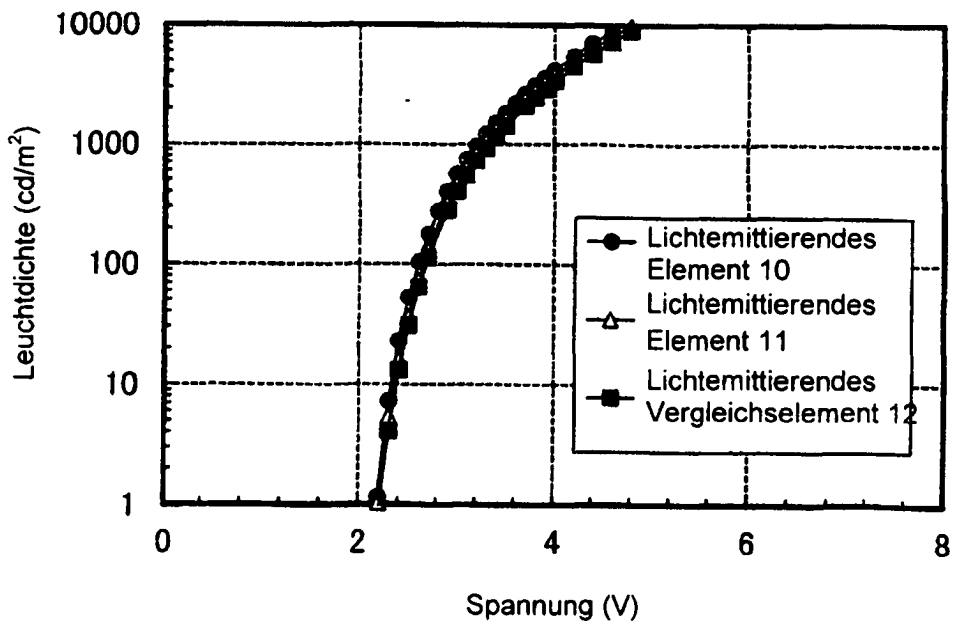


FIG. 33

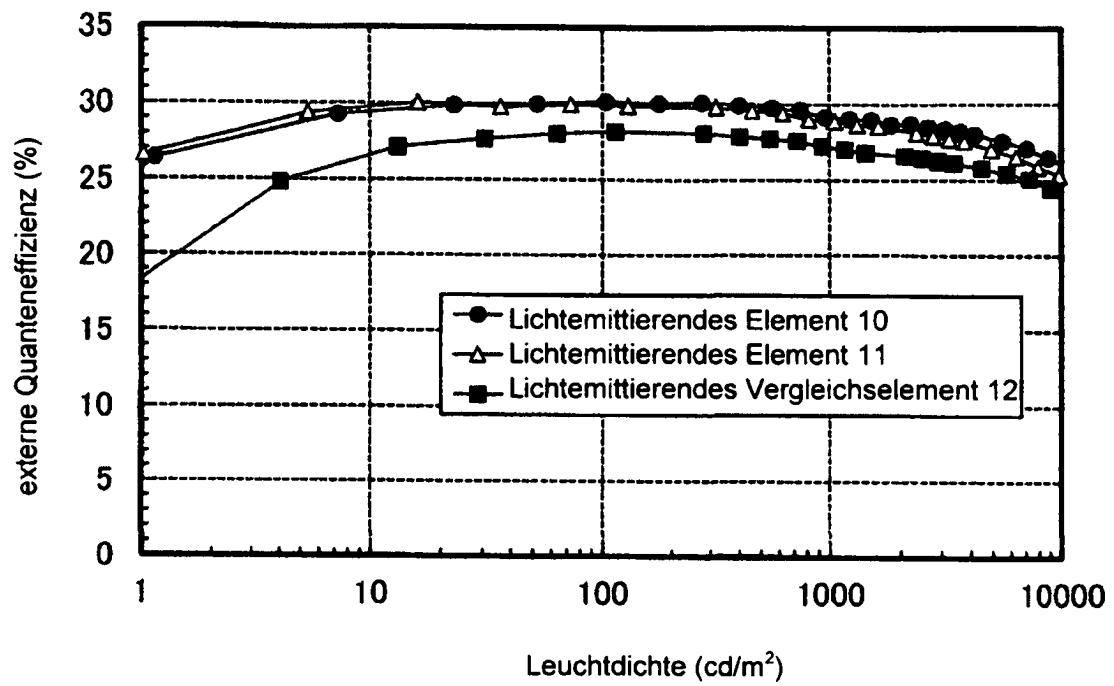


FIG. 34

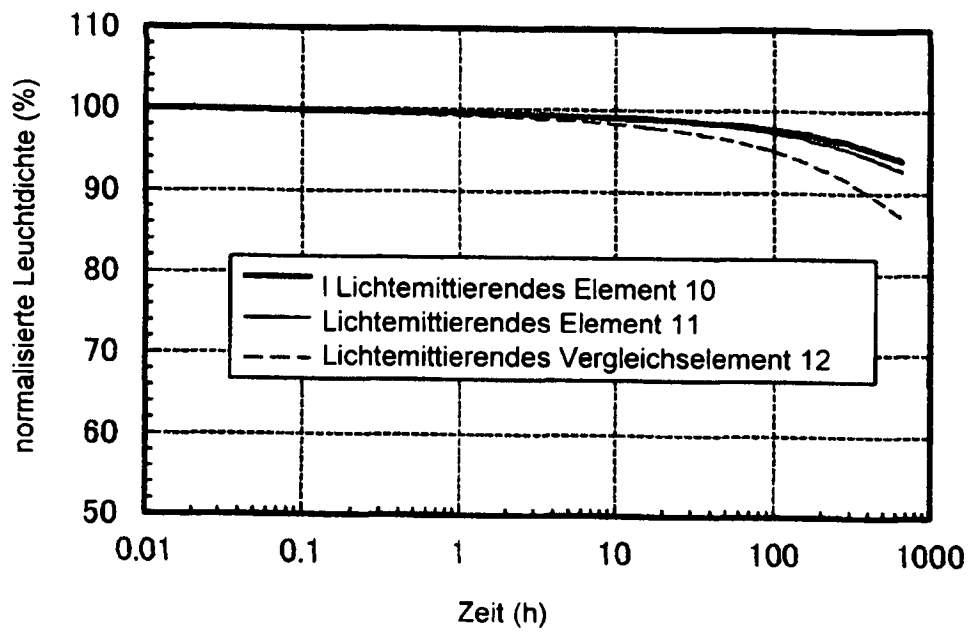


FIG. 35

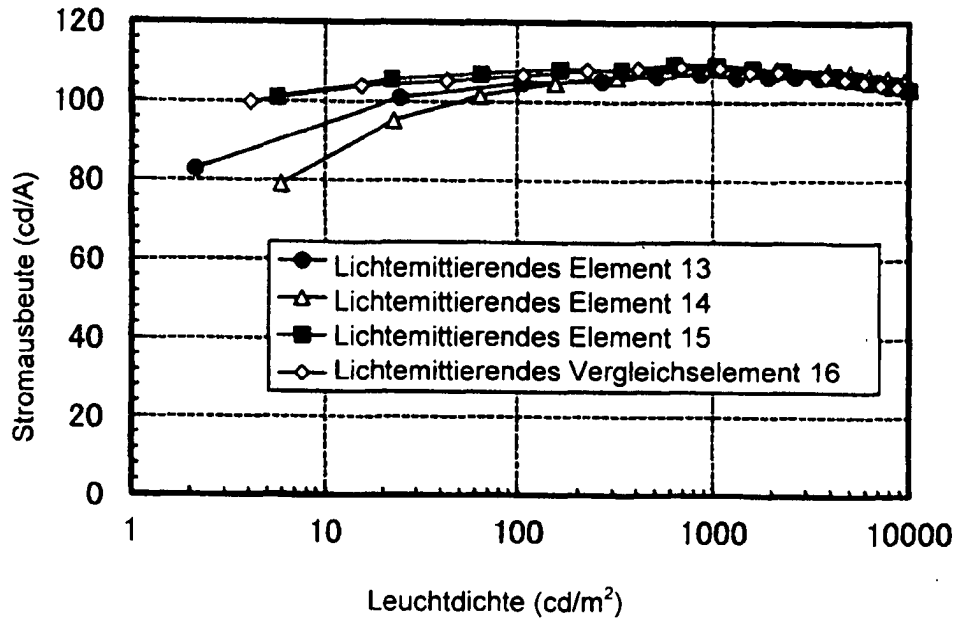


FIG. 36

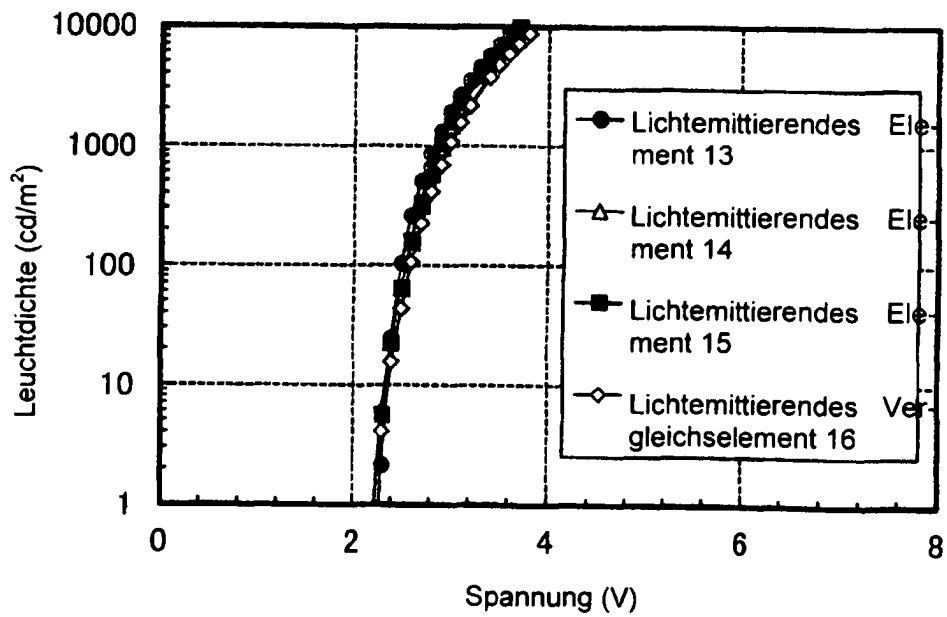


FIG. 37

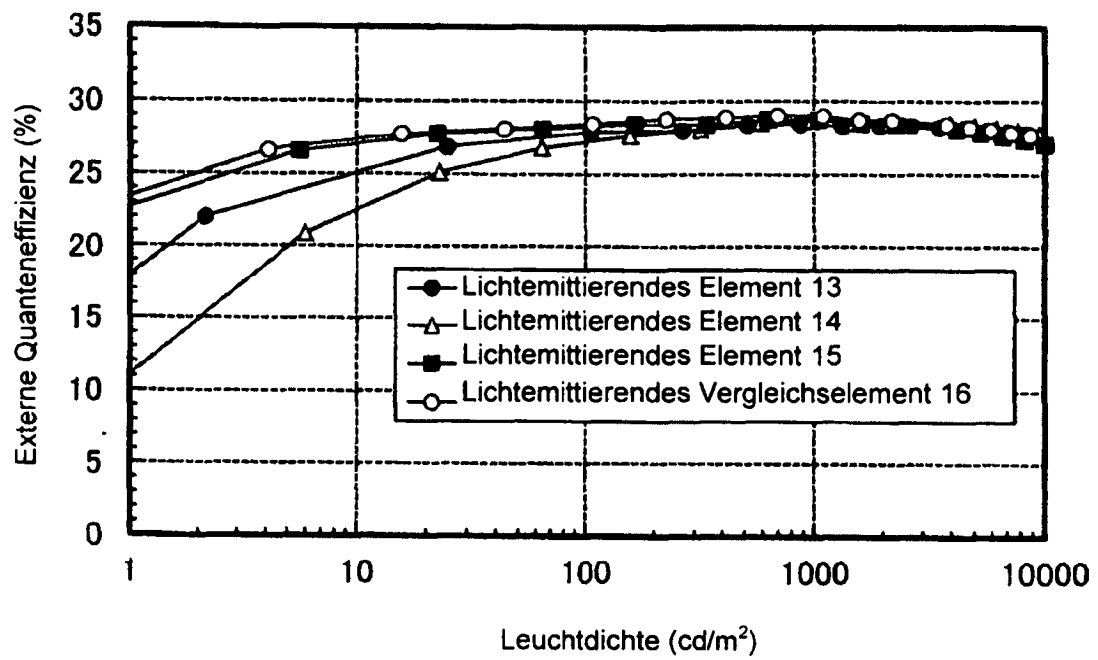


FIG. 38

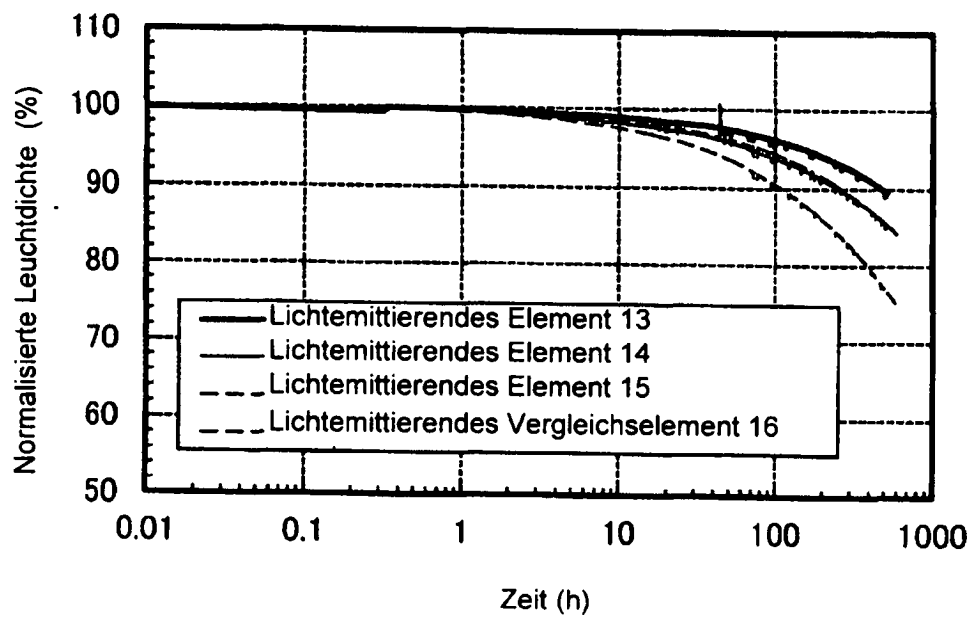


FIG. 39

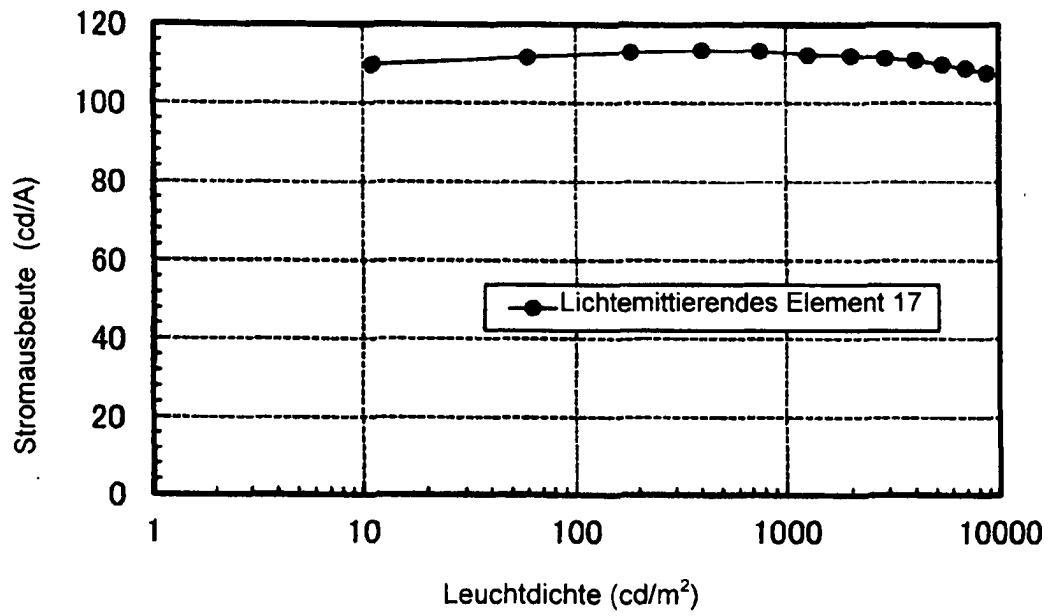


FIG. 40

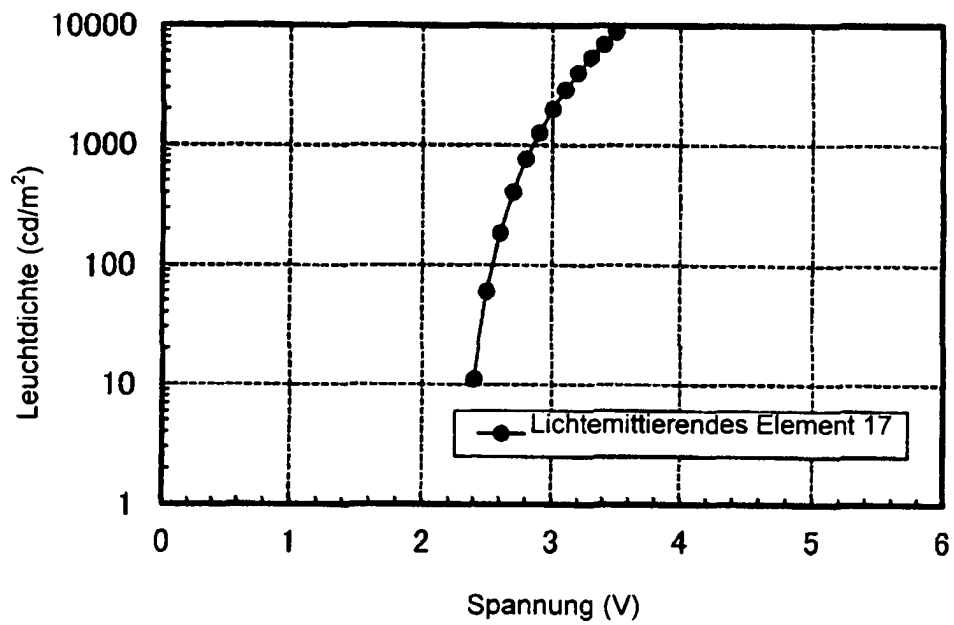


FIG. 41

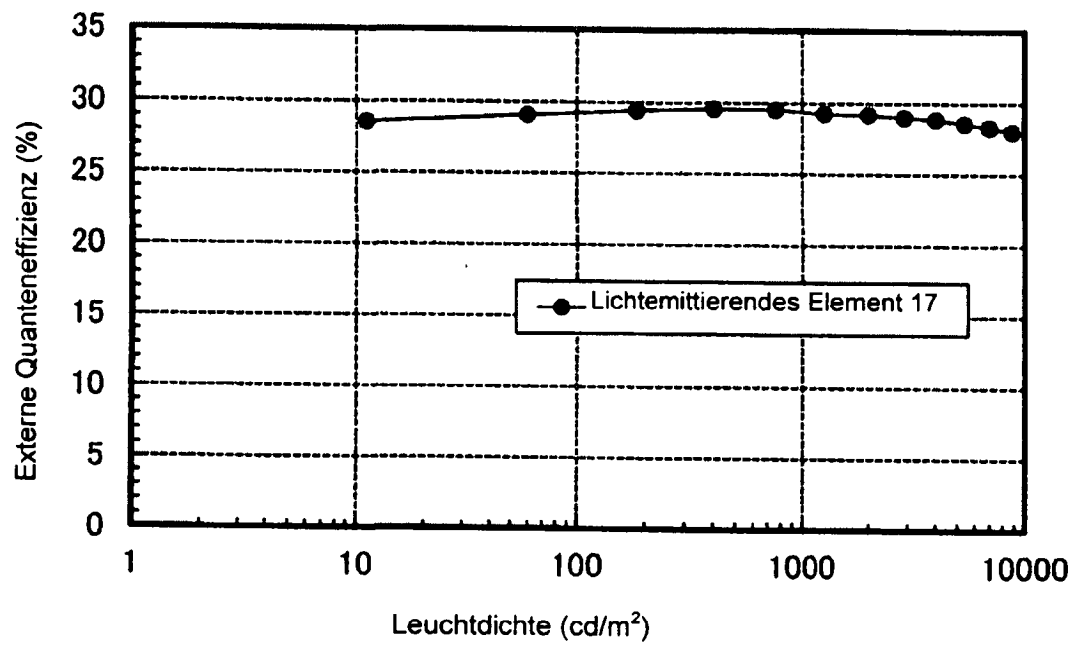


FIG. 42

