



(12)

Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2022/065750**
in der deutschen Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2
IntPatÜbkG)
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2021 005 092.3**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/KR2021/012133**
(86) PCT-Anmeldetag: **07.09.2021**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **31.03.2022**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **13.07.2023**

(51) Int Cl.: **H10K 85/10 (2023.01)**
H10K 50/11 (2023.01)
H10K 101/10 (2023.01)

(30) Unionspriorität:
10-2020-0125653 28.09.2020 KR

(71) Anmelder:
LG Display Co., Ltd., Seoul, KR

(74) Vertreter:
**Viering, Jentschura & Partner mbB Patent- und
Rechtsanwälte, 01099 Dresden, DE**

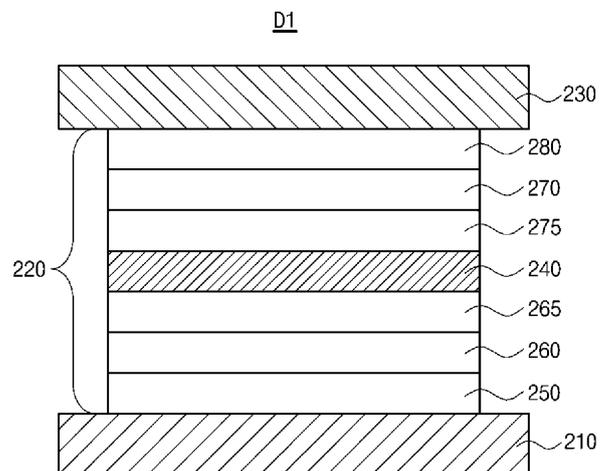
(72) Erfinder:
**Lim, Gi Hwan, Paju-si, Gyeonggi-do, KR; Hong,
Tae Ryang, Paju-si, Gyeonggi-do, KR; Kim, Jun
Yun, Paju-si, Gyeonggi-do, KR**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **ORGANISCHE LICHEMITTIERENDE DIODE UND ORGANISCHE LICHEMITTIERENDE
VORRICHTUNG ENTHALTEND DIESELBE**

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Offenbarung betrifft eine organische lichtemittierende Diode, die eine erste Elektrode, eine zweite Elektrode, die der ersten Elektrode gegenüberliegt, und eine erste emittierende Materialschicht enthaltend eine erste Verbindung und eine zweite Verbindung und zwischen der ersten und zweiten Elektrode angeordnet ist, enthält, wobei ein Überlappungsverhältnis zwischen einem Absorptionsspektrum der ersten Verbindung und einem Emissionsspektrum der zweiten Verbindung gleich oder größer als 35% ist, und eine organische lichtemittierende Anzeige enthaltend die organische lichtemittierende Diode.



Beschreibung

[TECHNISCHER BEREICH]

[0001] Die vorliegende Offenbarung bezieht sich auf eine organische lichtemittierende Diode und insbesondere auf eine organische lichtemittierende Diode mit hohem Emissionswirkungsgrad und hervorragender Farbreinheit sowie auf eine organische lichtemittierende Anzeigevorrichtung enthaltend dieselbe.

[TECHNISCHER HINTERGRUND]

[0002] In jüngster Zeit ist der Bedarf an Flachbildschirmanzeigevorrichtungen mit kleiner belegter Fläche gestiegen. Unter den Flachbildschirmanzeigevorrichtungen wird die Technologie der organischen lichtemittierenden Anzeigevorrichtung, die eine organische lichtemittierende Diode (OLED) enthält und auch als organische Elektrolumineszenzvorrichtung bezeichnet werden kann, rasch entwickelt. Die OLED emittiert Licht, indem sie Elektronen von einer Kathode als Elektroneninjektions-Elektrode und Löcher von einer Anode als Lochinjektions-Elektrode in eine emittierende Materialschicht (EML) injiziert, die Elektronen mit den Löchern kombiniert, ein Exziton erzeugt und das Exziton von einem angeregten Zustand in einen Grundzustand umwandelt.

[0003] Ein fluoreszierendes Material kann als Emitter in der OLED verwendet werden. Da jedoch nur Singulett-Exzitonen an der Emission beteiligt sind, ist die Emissionsleistung des entsprechenden Stand-der-Technik fluoreszierenden Materials limitiert.

[Offenbarung]

[Technisches Problem]

[0004] Demgemäß betrifft die vorliegende Offenbarung eine OLED und eine organische lichtemittierende Vorrichtung, welche eines oder mehrere der Probleme, die sich aus den Beschränkungen und Nachteilen des Standes der Technik ergeben, im Wesentlichen beseitigen.

[0005] Ein Aspekt der vorliegenden Offenbarung ist es, eine OLED mit verbesserter Emissionsleistung und Farbreinheit bereitzustellen.

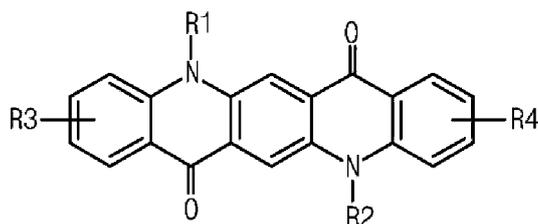
[0006] Ein weiterer Aspekt der vorliegenden Offenbarung ist es, eine organische lichtemittierende Anzeigevorrichtung bereitzustellen, welche die OLED enthält und eine verbesserte Emissionsleistung und Farbreinheit aufweist.

[0007] Zusätzliche Merkmale und Vorteile der Offenbarung werden in der folgenden Beschreibung dargelegt und sind zum Teil aus der Beschreibung ersichtlich oder können durch die praktische Ausführung der Offenbarung erlernt werden. Die Ziele und sonstigen Vorteile der Offenbarung werden durch die in der schriftlichen Beschreibung und den Ansprüchen sowie in den beigefügten Zeichnungen besonders hervorgehobene Struktur realisiert und erreicht.

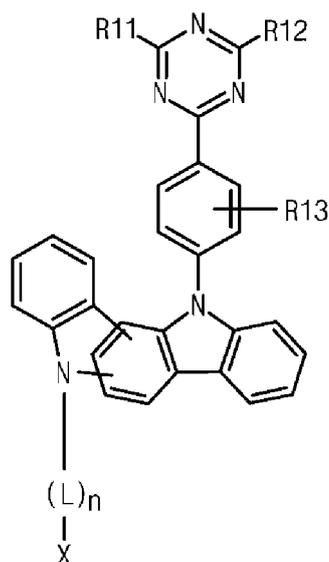
[Technische Lösung]

[0008] Gemäß einem Aspekt stellt die vorliegende Offenbarung eine organische lichtemittierende Diode bereit, umfassend eine erste Elektrode; eine zweite Elektrode, die der ersten Elektrode gegenüberliegt; und eine erste emittierende Materialschicht, die eine erste Verbindung und eine zweite Verbindung enthält und zwischen der ersten und der zweiten Elektrode angeordnet ist, wobei die erste Verbindung durch die Formel 1 dargestellt wird: wobei jedes von R1 und R2 unabhängig ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus Wasserstoff, Deuterium, einer C1 bis C20 Alkylgruppe, einer C6 bis C30 Arylgruppe und einer C3 bis C40 Heteroarylgruppe, wobei jedes von R3 und R4 unabhängig ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus Wasserstoff, Deuterium, einer C1 bis C20 Alkylgruppe, einer C6 bis C30 Arylgruppe und einer C4 bis C40 Heteroarylgruppe, oder mindestens ein Paar von zwei benachbarten R3 und zwei benachbarten R4 sind miteinander verbunden, um einen kondensierten Ring zu bilden, wobei die zweite Verbindung durch die Formel 2 dargestellt wird: wobei jedes von R11 und R12 unabhängig ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus Wasserstoff, Deuterium, Cyano, einer C1 bis C20 Alkylgruppe, einer C6 bis C30 Arylgruppe und einer C3 bis C40 Heteroarylgruppe, wobei R13 ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus Wasserstoff, Deuterium, Cyano, einer C1 bis C20 Alkylgruppe, einer C6 bis C30 Arylgruppe und einer C3 bis C40 Heteroarylgruppe,

wobei X ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus Cyano, Nitro, Halogen, einer mit Cyano, Nitro oder Halogen substituierten C1 bis C20 Alkylgruppe, einer mit Cyano, Nitro oder Halogen substituierten C6 bis C30 Arylgruppe und einer mit Cyano, Nitro oder Halogen substituierten C3 bis C40 Heteroarylgruppe, und wobei L ausgewählt ist aus einer C6 bis C30 Arylengruppe, und n 0 oder 1 ist.



[Formel 1]



[Formel 2]

[0009] Gemäß einem anderen Aspekt stellt die vorliegende Offenbarung eine organische lichtemittierende Anzeigevorrichtung bereit, die ein Substrat; die oben genannte organische lichtemittierende Diode über dem Substrat; und einen Verkapselungsfilm, der die organische lichtemittierende Diode bedeckt, enthält.

[0010] Es versteht sich, dass sowohl die vorangehende allgemeine Beschreibung als auch die nachfolgende detaillierte Beschreibung beispielhaft und erläuternd sind und dazu dienen sollen, die Offenbarung, wie beansprucht, weiter zu erklären.

[Vorteilhafte Effekte]

[0011] In einer OLED und einer organischen lichtemittierenden Vorrichtung sind eine erste Verbindung, bei der es sich um ein fluoreszierendes Material handelt, und eine zweite Verbindung, bei der es sich um ein verzögert fluoreszierendes Material handelt, bei dem ein Indolocarbazolrest substituiert mit einer elektronenziehenden Gruppe und ein Triazinrest über einen Linker verbunden (verbunden oder kombiniert) sind, in einer einzelnen emittierenden Materialschicht oder in benachbarten emittierenden Materialschichten enthalten. Dadurch werden die Emissionseigenschaften der OLED und der organischen lichtemittierenden Vorrichtung verbessert.

[0012] Genauer wird die Farbreinheit dadurch verbessert, dass die erste Verbindung das fluoreszierende Material ist, und wird der Emissionswirkungsgrad dadurch verbessert, dass die zweite Verbindung das verzögert fluoreszierende Material ist. Infolgedessen werden die OLED und die organische lichtemittierende Anzeigevorrichtung mit ausgezeichneter Farbreinheit und verbesserter Emissionseffizienz bereitgestellt.

Figurenliste

[0013] Die beigefügten Zeichnungen, die enthalten sind, um zum weiteren Verständnis der Offenbarung beizutragen, sind integriert in und stellen einen Bestandteil dieser Beschreibung dar, illustrieren Implementierungen der Offenbarung und dienen zusammen mit der Beschreibung zur Erläuterung der Prinzipien der Ausführungsformen der Offenbarung.

Abb. 1 ist ein schematischer Schaltplan einer organischen lichtemittierenden Anzeigevorrichtung der vorliegenden Offenbarung.

Abb. 2 ist eine schematische Querschnittsansicht einer organischen lichtemittierenden Anzeigevorrichtung gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung.

Abb. 3 ist eine schematische Querschnittsansicht einer OLED gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung.

Abb. 4 ist eine Ansicht, die eine Beziehung zwischen einem Absorptionsspektrum eines fluoreszierenden Materials und einem Emissionsspektrum eines verzögert fluoreszierenden Materials in einer OLED veranschaulicht.

Abb. 5 ist eine Ansicht, die eine Beziehung zwischen einem Absorptionsspektrum eines fluoreszierenden Materials und einem Emissionsspektrum eines verzögert fluoreszierenden Materials in der OLED gemäß der zweiten Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung zeigt.

Abb. 6 ist eine schematische Querschnittsansicht einer OLED gemäß einer dritten Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung.

Abb. 7 ist eine schematische Querschnittsansicht einer OLED gemäß einer vierten Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung.

Abb. 8 ist eine schematische Querschnittsansicht einer OLED gemäß einer fünften Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung.

Abb. 9 ist eine schematische Querschnittsansicht einer organischen lichtemittierenden Anzeigevorrichtung gemäß einer sechsten Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung.

Fig. 10 ist eine schematische Querschnittsansicht einer OLED gemäß einer siebten Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung.

Abb. 11 ist eine schematische Querschnittsansicht einer organischen lichtemittierenden Anzeigevorrichtung gemäß einer achten Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung.

Abb. 12 ist eine schematische Querschnittsansicht einer OLED gemäß einer neunten Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung.

Abb. 13 ist eine schematische Querschnittsansicht einer OLED gemäß einer zehnten Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung.

[FORM DER ERFINDUNG]

[0014] Es wird nun im Detail auf Aspekte der Offenbarung Bezug genommen, Beispiele von welchen in den beigefügten Zeichnungen dargestellt sind.

[0015] Die vorliegende Offenbarung betrifft eine OLED, bei der ein verzögert fluoreszierendes Material und ein fluoreszierendes Material in einer einzigen emittierenden Materialschicht oder in benachbarten emittierenden Materialschichten vorgesehen sind, und eine organische lichtemittierende Vorrichtung enthaltend die OLED. Ein Absorptionsspektrum des fluoreszierenden Materials und ein Emissionsspektrum des verzögert fluoreszierenden Materials sind aufeinander abgestimmt. Zum Beispiel kann die organische lichtemittierende Vorrichtung eine organische lichtemittierende Anzeigevorrichtung oder eine organische Beleuchtungsvorrichtung sein. Als Beispiel wird hauptsächlich eine organische lichtemittierende Anzeigevorrichtung beschrieben werden, die eine Anzeigevorrichtung enthaltend die OLED der vorliegenden Offenbarung ist.

[0016] **Abb. 1** ist ein schematischer Schaltplan einer organischen lichtemittierenden Anzeigevorrichtung der vorliegenden Offenbarung.

[0017] Wie in **Abb. 1** gezeigt, enthält eine organische lichtemittierende Anzeigevorrichtung eine Gate-Leitung GL, eine Datenleitung DL, eine Stromversorgungsleitung PL, einen schaltenden Dünnschichttransistor TFT Ts, einen treibenden TFT Td, einen Speicherkondensator Cst und eine OLED D. Die Gate-Leitung GL und die Datenleitung DL kreuzen einander, um einen Pixelbereich P zu definieren. Der Pixelbereich P kann einen roten Pixelbereich, einen grünen Pixelbereich und einen blauen Pixelbereich enthalten.

[0018] Der schaltende TFT Ts ist mit der Gate-Leitung GL und der Datenleitung DL verbunden, und der treibende TFT Td und der Speicherkondensator Cst sind mit dem schaltenden TFT Ts und der Stromversorgungsleitung PL verbunden. Die OLED D ist mit dem treibenden TFT Td verbunden. In der organischen lichtemittierenden Anzeigevorrichtung wird, wenn der schaltende TFT Ts durch ein über die Gate-Leitung GL angelegtes Gate-Signal eingeschaltet wird, ein Datensignal von der Datenleitung DL an die Gate-Elektrode des treibenden TFT Td und eine Elektrode des Speicherkondensators Cst angelegt.

[0019] Wenn der treibende TFT Td durch das Datensignal eingeschaltet wird, wird die OLED D über die Stromleitung PL mit elektrischem Strom versorgt. Infolgedessen emittiert die OLED D Licht. In diesem Fall wird, wenn der treibende TFT Td eingeschaltet wird, ein Pegel eines elektrischen Stroms, der von der Stromleitung PL an die OLED D angelegt wird, so bestimmt, dass die OLED D eine Grauskala erzeugen kann.

[0020] Der Speicherkondensator Cst dient zur Aufrechterhaltung der Spannung der Gate-Elektrode des treibenden TFT Td, wenn der schaltende TFT Ts ausgeschaltet ist. Dementsprechend wird, selbst wenn der schaltende TFT Ts ausgeschaltet ist, ein Pegel eines elektrischen Stroms, der von der Stromleitung PL an die OLED D angelegt wird, bis zum nächsten Frame aufrechterhalten.

[0021] Das Ergebnis ist, dass die organische lichtemittierende Anzeigevorrichtung ein gewünschtes Bild anzeigt.

[0022] **Abb. 2** ist eine schematische Querschnittsansicht einer organischen lichtemittierenden Anzeigevorrichtung gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung.

[0023] Wie in **Abb. 2** dargestellt, enthält die organische lichtemittierende Anzeigevorrichtung 100 ein Substrat 110, einen TFT Tr und eine mit dem TFT Tr verbundene OLED D.

[0024] Das Substrat 110 kann ein Glassubstrat oder ein flexibles Substrat sein. Das flexible Substrat kann beispielsweise ein Polyimid (PI) -Substrat, ein Polyethersulfon (PES) -Substrat, ein Polyethylenphthalat (PEN) -Substrat, ein Polyethylenterephthalat (PET) -Substrat oder ein Polycarbonat (PC) -Substrat sein.

[0025] Eine Pufferschicht 122 wird auf dem Substrat gebildet, und der TFT Tr wird auf der Pufferschicht 122 gebildet. Die Pufferschicht 122 kann weggelassen werden.

[0026] Auf der Pufferschicht 122 wird eine Halbleiterschicht 120 gebildet. Die Halbleiterschicht 120 kann ein oxidisches Halbleitermaterial oder polykristallines Silizium enthalten.

[0027] Wenn die Halbleiterschicht 120 das oxidische Halbleitermaterial enthält, kann unter der Halbleiterschicht 120 ein lichtabschirmendes Muster (nicht dargestellt) gebildet werden. Das auf die Halbleiterschicht 120 einfallende Licht wird durch das lichtabschirmende Muster abgeschirmt oder blockiert, so dass eine thermische Zersetzung der Halbleiterschicht 120 verhindert werden kann. Andererseits können, wenn die Halbleiterschicht 120 polykristallines Silizium enthält, Verunreinigungen in beide Seiten der Halbleiterschicht 120 dotiert werden.

[0028] Auf der Halbleiterschicht 120 wird eine Gate-Isolierschicht 124 gebildet. Die Gate-Isolierschicht 124 kann aus einem anorganischen isolierenden Material wie Siliziumoxid oder Siliziumnitrid gebildet werden.

[0029] Eine Gate-Elektrode 130, die aus einem leitenden Material, beispielsweise Metall, gebildet ist, ist auf der Gate-Isolierschicht 124 so ausgebildet, dass sie einem Zentrum der Halbleiterschicht 120 entspricht. In **Abb. 2** ist die Gate-Isolierschicht 124 auf einer gesamten Oberfläche des Substrats 110 ausgebildet. Alternativ kann die Gate-Isolierschicht 124 so strukturiert sein, dass sie die gleiche Form wie die Gate-Elektrode 130 hat.

[0030] Auf der Gate-Elektrode 130 wird eine isolierende Zwischenschicht 132 gebildet, die aus einem isolierenden Material gebildet ist. Die isolierende Zwischenschicht 132 kann aus einem anorganischen isolierenden

Material, beispielsweise Siliziumoxid oder Siliziumnitrid, oder aus einem organischen isolierenden Material, beispielsweise Benzocyclobuten oder Photo-Acryl, gebildet sein. Die isolierende Zwischenschicht 132 enthält erste und zweite Kontaktlöcher 134 und 136, die beide Seiten der Halbleiterschicht 120 freilegen. Die ersten und zweiten Kontaktlöcher 134 und 136 sind auf beiden Seiten der Gate-Elektrode 130 so angeordnet, dass sie von der Gate-Elektrode 130 beabstandet sind.

[0031] Die ersten und zweiten Kontaktlöcher 134 und 136 sind durch die Gate-Isolierschicht 124 hindurch ausgebildet. Alternativ werden, wenn die Gate-Isolierschicht 124 so strukturiert ist, dass sie dieselbe Form wie die Gate-Elektrode 130 hat, die ersten und zweiten Kontaktlöcher 134 und 136 nur durch die Zwischenschicht-Isolierschicht 132 hindurch ausgebildet.

[0032] Eine Source-Elektrode 144 und eine Drain-Elektrode 146, die aus einem leitfähigen Material, beispielsweise Metall, gebildet sind, sind auf der isolierenden Zwischenschicht 132 ausgebildet. Die Source-Elektrode 144 und die Drain-Elektrode 146 sind in Bezug auf die Gate-Elektrode 130 voneinander beabstandet und kontaktieren jeweils beide Seiten der Halbleiterschicht 120 durch die ersten und zweiten Kontaktlöcher 134 und 136.

[0033] Die Halbleiterschicht 120, die Gate-Elektrode 130, die Source-Elektrode 144 und die Drain-Elektrode 146 bilden den TFT Tr. Der TFT Tr dient als Antriebselement. Der TFT Tr ist also der treibende TFT Td (aus **Abb. 1**).

[0034] In dem TFT Tr sind die Gate-Elektrode 130, die Source-Elektrode 144 und die Drain-Elektrode 146 über der Halbleiterschicht 120 positioniert. Der TFT Tr hat also eine koplanare Struktur.

[0035] Alternativ kann im TFT Tr die Gate-Elektrode unter der Halbleiterschicht und können die Source- und Drain-Elektroden über der Halbleiterschicht positioniert sein, so dass der TFT Tr eine invertierte, gestaffelte Struktur aufweisen kann. In diesem Fall kann die Halbleiterschicht amorphes Silizium enthalten.

[0036] Obwohl nicht dargestellt, kreuzen sich die Gate-Leitung und die Datenleitung, um den Pixelbereich zu definieren, und der schaltende TFT ist so geformt, dass er mit den Gate- und Datenleitungen verbunden ist. Der schaltende TFT ist mit dem TFT Tr als Antriebselement verbunden. Darüber hinaus können die Stromversorgungsleitung, die parallel zu und beabstandet von einer der Gate- und Datenleitungen ausgebildet sein kann, und der Speicherkondensator zur Aufrechterhaltung der Spannung der Gate-Elektrode des TFT Tr in einem Frame des Weiteren ausgebildet werden.

[0037] Eine Planarisierungsschicht 150 wird auf der gesamten Oberfläche des Substrats 110 gebildet, um die Source- und Drain-Elektroden 144 und 146 zu bedecken. Die Planarisierungsschicht 150 bildet eine flache Oberfläche und hat ein Drain-Kontaktloch 152, das die Drain-Elektrode 146 des TFT Tr freilegt.

[0038] Die OLED D ist auf der Planarisierungsschicht 150 angeordnet und beinhaltet eine erste Elektrode 210, die mit der Drain-Elektrode 146 des TFT Tr verbunden ist, eine lichtemittierende Schicht 220 und eine zweite Elektrode 230. Die lichtemittierende Schicht 220 und die zweite Elektrode 230 sind nacheinander auf die erste Elektrode 210 gestapelt. Die OLED D ist in jedem der roten, grünen und blauen Pixelbereiche positioniert und emittiert jeweils rotes, grünes und blaues Licht.

[0039] Die erste Elektrode 210 ist in jedem Pixelbereich separat ausgebildet. Die erste Elektrode 210 kann eine Anode sein und aus einem leitfähigen Material, beispielsweise einem transparenten leitfähigen Oxid (TCO), mit einer relativ hohen Austrittsarbeit gebildet werden. Beispielsweise kann die erste Elektrode 210 aus Indiumzinnoxid (ITO), Indiumzinkoxid (IZO), Indiumzinnzinkoxid (ITZO), Zinnoxid (SnO), Zinkoxid (ZnO), Indium-Kupfer-Oxid (ICO) oder Aluminiumzinkoxid (Al:ZnO, AZO) gebildet sein.

[0040] Wenn die organische lichtemittierende Anzeigevorrichtung 100 in einem Bottom-Emissionstyp betrieben wird, kann die erste Elektrode 210 eine einschichtige Struktur der transparenten leitfähigen Materialschicht aufweisen. Wenn die organische lichtemittierende Anzeigevorrichtung 100 in einem Top-Emissionstyp betrieben wird, kann eine Reflexionselektrode oder eine Reflexionsschicht unter der ersten Elektrode 210 gebildet werden. Beispielsweise kann die Reflexionselektrode oder die Reflexionsschicht aus Silber (Ag) oder einer Aluminium-Palladium-Kupfer-Legierung (APC) gebildet sein. In diesem Fall kann die erste Elektrode 210 eine dreischichtige Struktur aus ITO/Ag/ITO oder ITO/APC/ITO aufweisen.

[0041] Darüber hinaus wird auf der Planarisierungsschicht 150 eine Wallschicht 160 gebildet, um einen Rand der ersten Elektrode 210 zu bedecken. Die Wallschicht 160 wird nämlich an einer Grenze des Pixelbereichs positioniert und legt eine Mitte der ersten Elektrode 210 im Pixelbereich frei.

[0042] Die lichtemittierende Schicht 220 als emittierende Einheit wird auf der ersten Elektrode 210 gebildet. Die lichtemittierende Schicht 220 kann einen einschichtigen Aufbau aus einer emittierenden Materialschicht (EML) enthaltend ein emittierendes Material aufweisen. Alternativ kann die lichtemittierende Schicht 220 auch einen mehrschichtigen Aufbau haben. Zum Beispiel kann die lichtemittierende Schicht 220 des Weiteren mindestens eine von einer Lochinjektionsschicht (HIL), eine Lochtransportschicht (HTL), eine Elektronensperrschicht (EBL), einer Lochsperrschicht (HBL), einer Elektronentransportschicht (ETL) und einer Elektroneninjectionsschicht (EIL) enthalten. Die HIL, die HTL und die EBL sind sequentiell zwischen der ersten Elektrode 210 und der EML angeordnet, und die HBL, die ETL und die EIL sind sequentiell zwischen der EML und der zweiten Elektrode 230 angeordnet. Darüber hinaus kann die EML eine einschichtige Struktur oder mehrschichtige Struktur aufweisen. Des Weiteren kann die lichtemittierende Schicht 220 mindestens zwei voneinander beabstandete EMI,s umfassen, so dass die OLED eine Tandemstruktur aufweisen kann.

[0043] Die zweite Elektrode 230 wird über dem Substrat 110 gebildet, auf dem die lichtemittierende Schicht 220 ausgebildet ist. Die zweite Elektrode 230 bedeckt die gesamte Oberfläche des Anzeigebereichs und kann aus einem leitfähigen Material mit einer relativ geringen Austrittsarbeit gebildet werden, um als Kathode zu dienen. Die zweite Elektrode 230 kann beispielsweise aus Aluminium (Al), Magnesium (Mg), Kalzium (Ca), Silber (Ag) oder deren Legierung oder Kombination gebildet sein. In der organischen lichtemittierenden Anzeigevorrichtung 100 vom Typ Top-Emission kann die zweite Elektrode 230 ein dünnes Profil (geringe Dicke) aufweisen, um eine Lichttransmissionseigenschaft (oder eine Halbtransmissionseigenschaft) bereitzustellen.

[0044] Obwohl nicht dargestellt, kann die organische lichtemittierende Anzeigevorrichtung 100 einen Farbfilter enthalten, der den roten, grünen und blauen Pixelbereichen entspricht. Wenn beispielsweise die OLED D, die eine Tandemstruktur aufweist und weißes Licht emittiert, in allen roten, grünen und blauen Pixelbereichen ausgebildet ist, können ein rotes Farbfiltermuster, ein grünes Farbfiltermuster und ein blaues Farbfiltermuster in den roten, grünen beziehungsweise blauen Pixelbereichen ausgebildet werden, so dass eine Vollfarbanzeige bereitgestellt wird.

[0045] Wenn die organische lichtemittierende Anzeigevorrichtung 100 in einem Bottom-Emissions-Typ betrieben wird, kann der Farbfilter zwischen der OLED D und dem Substrat 110 angeordnet sein, beispielsweise zwischen der isolierenden Zwischenschicht 132 und der Planarisierungsschicht 150. Alternativ kann der Farbfilter über der OLED D, beispielsweise über der zweiten Elektrode 230, angeordnet sein, wenn die organische lichtemittierende Anzeigevorrichtung 100 in einem Top-Emissions-Typ betrieben wird.

[0046] Auf der zweiten Elektrode 230 wird ein Verkapselungsfilm 170 gebildet, um das Eindringen von Feuchtigkeit in die OLED D zu verhindern. Der Verkapselungsfilm 170 enthält eine erste anorganische Isolierschicht 172, eine organische Isolierschicht 174 und eine zweite anorganische Isolierschicht 176, die sequentiell übereinander angeordnet sind, ist aber nicht darauf beschränkt. Die organische lichtemittierende Anzeigevorrichtung 100 kann des Weiteren eine Polarisationsplatte (nicht dargestellt) zur Verringerung der Reflexion von Umgebungslicht enthalten. Zum Beispiel kann die Polarisationsplatte eine zirkulare Polarisationsplatte sein. In der organischen lichtemittierenden Anzeigevorrichtung 100 vom Bottom-Emissions-Typ kann die Polarisationsplatte unter dem Substrat 110 angeordnet sein. Bei der organischen lichtemittierenden Anzeigevorrichtung 100 vom Top-Emissions-Typ kann die Polarisationsplatte auf oder über der Verkapselungsschicht 170 angeordnet sein.

[0047] Darüber hinaus kann bei der organischen lichtemittierenden Anzeigevorrichtung 100 vom Typ Top-Emission ein Abdeckfenster (nicht gezeigt) an der Verkapselungsfolie 170 oder der Polarisationsplatte angebracht werden. In diesem Fall haben das Substrat 110 und das Abdeckfenster eine flexible Eigenschaft, so dass eine flexible organische lichtemittierende Anzeigevorrichtung bereitgestellt werden kann.

[0048] **Abb. 3** ist eine schematische Querschnittsansicht einer OLED gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung.

[0049] Wie in **Abb. 3** gezeigt, beinhaltet die OLED D1 eine erste und eine zweite Elektrode 210 und 230, die einander gegenüberliegen, sowie die dazwischen liegende Licht emittierende Schicht 220. Die lichtemittierende Schicht 220 enthält eine lichtemittierende Materialschicht (EML) 240. Die organische lichtemittierende

Anzeigevorrichtung 100 (von **Abb. 2**) kann einen roten Pixelbereich, einen grünen Pixelbereich und einen blauen Pixelbereich enthalten, und die OLED D1 kann im grünen Pixelbereich positioniert werden.

[0050] Die erste Elektrode 210 kann eine Anode und die zweite Elektrode 230 kann eine Kathode sein. Die lichtemittierende Schicht 220 enthält des Weiteren mindestens eine von einer Lochtransportschicht (HTL) 260 zwischen der ersten Elektrode 210 und der EML 240 und einer Elektronentransportschicht (ETL) 270 zwischen der zweiten Elektrode 230 und der EML 240. Darüber hinaus kann die lichtemittierende Schicht 220 auch mindestens eine Lochinjektionsschicht (HIL) 250 zwischen der ersten Elektrode 210 und der HTL 260 und eine Elektroneninjectionsschicht (EIL) 280 zwischen der zweiten Elektrode 230 und der ETL 270 enthalten.

[0051] Des Weiteren kann die lichtemittierende Schicht 220 auch mindestens eine Elektronensperrschicht (EBL) 265 zwischen der HTL 260 und der EML 240 und eine Lochsperrschicht (HBL) 275 zwischen der EML 240 und der ETL 270 enthalten.

[0052] Zum Beispiel kann die HIL 250 mindestens eine Verbindung ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus 4,4',4''-Tris(3-methylphenylamino)triphenylamin (MTDATA), 4,4',4''-Tris(N,N-diphenylamino)triphenylamin (NATA), 4,4',4''-Tris(N-(naphthalin-1-yl)-N-phenyl-amino)triphenylamin (1T-NATA), 4,4',4''-Tris(N-(naphthalin-2-yl)-N-phenyl-amino)triphenylamin (2T-NATA), Kupferphthalocyanin (CuPc), Tris(4-carbazoyl-9-yl-phenyl)amin (TCTA), N,N'-Diphenyl-N,N'-bis(1-naphthyl)-1,1'-biphenyl-4,4''-diamin (NPB; NPD), 1,4,5,8,9,11-Hexaazatriphenylhexacarbonitril (dipyrazino [2,3-f:2'3'-h] chinoxalin-2,3,6,7,10,11-hexacarbonitril; HAT-CN), 1,3,5-Tris[4-(diphenylamino)-phenyl]-benzol (TDAPB), Poly(3,4-ethylenedioxythiophen)-polystyrolsulfonat (PEDOT/PSS) und N-(Biphenyl-4-yl)-9,9-dimethyl-N-(4-(9-phenyl-9H-carbazol-3-yl)-phenyl)-9H-fluoren-2-amin enthalten, ist jedoch nicht darauf beschränkt.

[0053] Die HTL 260 kann mindestens eine Verbindung ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus N,N'-Diphenyl-N,N'-bis(3-methylphenyl)-1,1'-biphenyl-4,4''-diamin; TPD), NPB(NPD), 4,4'-Bis(N-carbazoyl)-1,1'-biphenyl (CBP), Poly[N,N'-bis(4-butylphenyl)-N,N'-bis(phenyl)-benzidin] (Poly-TPD), (Poly[(9,9-dioctylfluorenyl-2,7-diyl)-co-(4,4'-(N-(4-sec-Butylphenyl)diphenylamin))]) (TFB), Di-[4-(N,N-di-p-tolyl-amino)-phenyl]cyclohexan (TAPC), 3,5-Di(9H-carbazol-9-yl)-N,N-diphenylanilin (DCDPA), N-(Biphenyl-4-yl)-9,9-dimethyl-N-(4-(9-phenyl-9H-carbazol-3-yl)-phenyl)-9H-fluoren-2-amin und N-(Biphenyl-4-yl)-N-(4-(9-phenyl-9H-carbazol-3-yl)-phenyl)-biphenyl-4-amin enthalten, ist jedoch nicht darauf beschränkt.

[0054] Die ETL 270 kann mindestens eine von einer auf Oxadiazol basierenden Verbindung, einer auf Triazol basierenden Verbindung, einer auf Phenanthrolin basierenden Verbindung, einer auf Benzoxazol basierenden Verbindung, einer auf Benzothiazol basierenden Verbindung, einer auf Benzimidazol basierenden Verbindung und einer auf Triazin basierenden Verbindung enthalten. Beispielsweise kann die ETL 270 mindestens eine Verbindung ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Tris-(8-hydroxychinolin)aluminium (Alq3), 2-Biphenyl-4-yl-5-(4-t-butylphenyl)-1,3,4-oxadiazol (PBD), Spiro-PBD, Lithiumchinolat (Liq), 1,3,5-Tris(N-phenylbenzimidazol-2-yl)benzol (TPBi), Bis(2-methyl-8-chinolinolato-N1,08)-(1,1'-biphenyl-4-olato)aluminium (BALq), 4,7-Diphenyl-1,10-phenanthrolin (Bphen), 2,9-Bis(naphthalin-2-yl)4,7-diphenyl-1,10-phenanthrolin (NBphen), 2,9-Dimethyl-4,7-diphenyl-1,10-phenanthrolin (BCP), 3-(4-Biphenyl)-4-phenyl-5-tert-butylphenyl-1,2,4-triazol (TAZ), 4-(Naphthalin-1-yl)-3,5-diphenyl-4H-1,2,4-triazol (NTAZ), 1,3,5-Tri(p-pyrid-3-yl-phenyl)benzol (TpPyPB), 2,4,6-Tris(3'-(pyridin-3-yl)biphenyl-3-yl)1,3,5-triazin (TmPPPyTz), Poly[9,9-bis(3'-((N,N-dimethyl)-N-ethylammonium)-propyl)-2,7-fluoren]-alt-2,7-(9,9-dioctylfluoren)] (PFNBr), Tris(phenylchinoxalin (TPQ), und Diphenyl-4-triphenylsilyl-phenylphosphinoxid (TSPO1) enthalten, ist aber nicht darauf beschränkt.

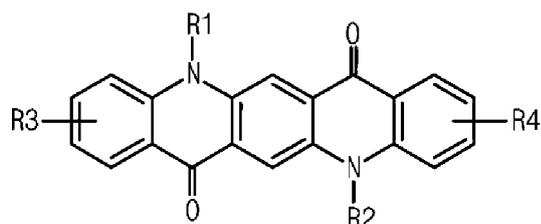
[0055] Die EIL 280 kann mindestens eine von einer Alkalihalogenidverbindung, wie LiF, CsF, NaF oder BaF₂, und einer metallorganischen Verbindung, wie Liq, Lithiumbenzoat oder Natriumstearat, enthalten, ist aber nicht darauf beschränkt.

[0056] Die EBL 265, die zwischen der HTL 260 und der EML 240 positioniert ist, um den Elektronentransfer von der EML 240 in die HTL 260 zu blockieren, kann mindestens eine Verbindung ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus TCTA, Tris[4-(diethylamino)phenyl]amin, N-(Biphenyl-4-yl)-9,9-dimethyl-N-(4-(9-phenyl-9H-carbazol-3-yl)phenyl)-9H-fluoren-2-amin, TAPC, MTDATA, 1,3-Bis(carbazol-9-yl)benzol (mCP), 3,3'-Bis(N-carbazoyl)-1,1'-biphenyl (mCBP), CuPc, N,N'-bis[4-[Bis(3-methylphenyl)amino]phenyl]-N,N'-Diphenyl-[1,1'-biphenyl]-4,4''-diamin (DNTPD), TDAPB, DCDPA und 2,8-Bis(9-phenyl-9H-carbazol-3-yl)dibenzo[b,d]thiophen enthalten, ist aber nicht darauf beschränkt.

[0057] Die HBL 275, die zwischen der EML 240 und der ETL 270 positioniert ist, um den Lochtransfer von der EML 240 in die ETL 270 zu blockieren, kann das oben genannte Material der ETL 270 enthalten. Beispielsweise hat das Material der HBL 275 ein HOMO-Energieniveau, das niedriger ist als das eines Materials der EML 240, und kann mindestens eine Verbindung ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus BCP, BA1q, Alq3, PBD, spiro-PBD, Liq, Bis-4,6-(3,5-di-3-pyridylphenyl)-2-methylpyrimidin (B3PYMPM), Bis[2-(diphenylphosphino)phenyl]etheroxid (DPEPO), 9-(6-9H-Carbazol-9-yl)pyridin-3-yl)-9H-3,9'-bicarbazol und TSPO1 sein, ist aber nicht darauf beschränkt. Die EML 240 enthält eine erste Verbindung, die ein fluoreszierendes Material (Verbindung) ist, und eine zweite Verbindung, die ein verzögert fluoreszierendes Material (Verbindung) ist. Die EML 240 enthaltend die erste und die zweite Verbindung erzeugt die grüne Emission, und die OLED D1 ist im grünen Pixelbereich angeordnet.

[0058] Die erste Verbindung wird durch die Formel 1 dargestellt.

[Formel 1]

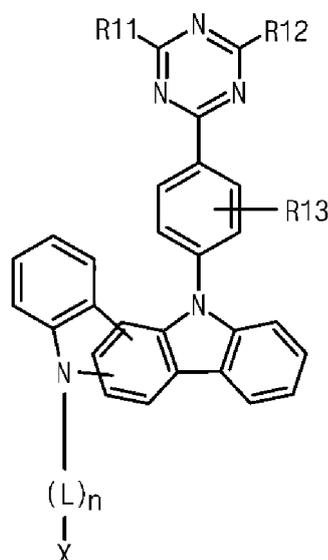


[0059] In Formel 1 ist jedes von R1 und R2 unabhängig ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Wasserstoff (H), Deuterium (D), einer C1 bis C20 Alkylgruppe, einer C6 bis C30 Arylgruppe und einer C3 bis C40 Heteroarylgruppe. Jedes von R3 und R4 ist unabhängig ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus H, D, einer C1 bis C20 Alkylgruppe, einer C6 bis C30 Arylgruppe und einer C4 bis C40 Heteroarylgruppe, oder mindestens ein Paar von zwei benachbarten R3 und zwei benachbarten R4 sind miteinander verbunden (verbunden oder kombiniert), um einen kondensierten Ring zu bilden. R1 und R2 können gleich oder verschieden sein, und jedes von R1 und R2 kann unabhängig ausgewählt sein aus der Gruppe bestehend aus einer C1 bis C20 Alkylgruppe und einer C6 bis C30 Arylgruppe. Zum Beispiel kann jedes von R1 und R2 unabhängig ausgewählt sein aus der Gruppe bestehend aus Ethyl, Isopropyl, tert-Butyl und Phenyl.

[0060] R3 und R4 können gleich oder verschieden sein, und jedes von R3 und R4 kann unabhängig ausgewählt sein aus der Gruppe bestehend aus H und einer C1 bis C20 Alkylgruppe. Beispielsweise kann jedes von R3 und R4 unabhängig ausgewählt sein aus der Gruppe bestehend aus H, Methyl und tert-Butyl.

[0061] Die zweite Verbindung wird durch die Formel 2 dargestellt.

[Formel 2]



[0062] In Formel 2 ist jedes von R11 und R12 unabhängig ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus H, D, Cyano, einer C1 bis C20 Alkylgruppe, einer C6 bis C30 Arylgruppe und einer C3 bis C40 Heteroarylgruppe. R13 ist ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus H, D, Cyano, einer C1 bis C20 Alkylgruppe, einer C6 bis C30 Arylgruppe und einer C3 bis C40 Heteroarylgruppe, und X ist ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Cyano, Nitro, Halogen, einer C1 bis C20 Alkylgruppe substituiert mit Cyano, Nitro oder Halogen, einer C6 bis C30 Arylgruppe substituiert mit Cyano, Nitro oder Halogen, und einer C3 bis C40 Heteroarylgruppe substituiert mit Cyano, Nitro oder Halogen. L ist ausgewählt aus einer C6 bis C30 Arylgruppe, und n ist 0 oder 1.

[0063] Die zweite Verbindung enthält nämlich eine elektronenziehende Gruppe, beispielsweise X, einen Indolocarbazolrest, einen Triazinrest und einen Phenylenlinker. In diesem Fall sind die elektronenabziehende Gruppe X und der Indolocarbazolrest über einen Linker, zum Beispiel L, oder direkt verbunden, und der Indolocarbazolrest und der Triazinrest sind über den Phenylenlinker verbunden.

[0064] Zum Beispiel kann jedes von R11 und R12 unabhängig ausgewählt sein aus einer C6 bis C30 Arylgruppe, zum Beispiel Phenyl, und R13 kann Cyano sein. X kann ausgewählt sein aus der Gruppe bestehend aus Triazinderivaten, Pyrimidinderivaten, Pyridinderivaten, Cyano und mit Halogen substituierten Alkylgruppen. In einer Ausführungsform kann X ausgewählt sein aus der Gruppe bestehend aus Diphenyltriazinyl, Diphenylpyrimidinyl, Dimethyltriazinyl, Dimethylpyrimidinyl, Cyanophenyl und Trifluormethylphenyl. L kann Phenylen sein.

[0065] In den Formeln 1 und 2 können die Alkylgruppe, die Arylgruppe und die Heteroarylgruppe unsubstituiert oder substituiert sein. Der Substituent der Alkylgruppe, der Arylgruppe und der Heteroarylgruppe kann zum Beispiel D, C1 bis C20 Alkyl, C6 bis C30 Aryl oder C5 bis C30 Heteroaryl sein.

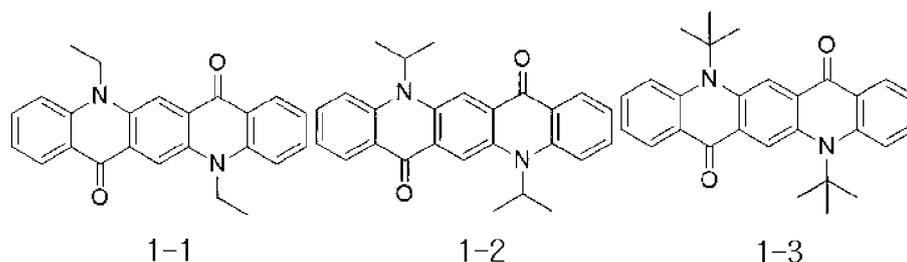
[0066] In den Formeln 1 und 2 kann die C6 bis C30 Aryl- (oder Arylen-) Gruppe ausgewählt sein aus der Gruppe bestehend aus Phenyl, Biphenyl, Terphenyl, Naphthyl, Anthracenyl, Pentanenyl, Indenyl, Indenindenyl, Heptalenyl, Biphenylenyl, Indacenyl, Phenanthrenyl, Benzophenanthrenyl, Dibenzophenanthrenyl, Azulenyl, Pyrenyl, Fluoranthenyl, Triphenylenyl, Chrysenyl, Tetraphenyl, Tetrasenyl, Picenyl, Pentaphenyl, Pentacenyl, Fluorenyl, Indenofluorenyl und Spirofluorenyl.

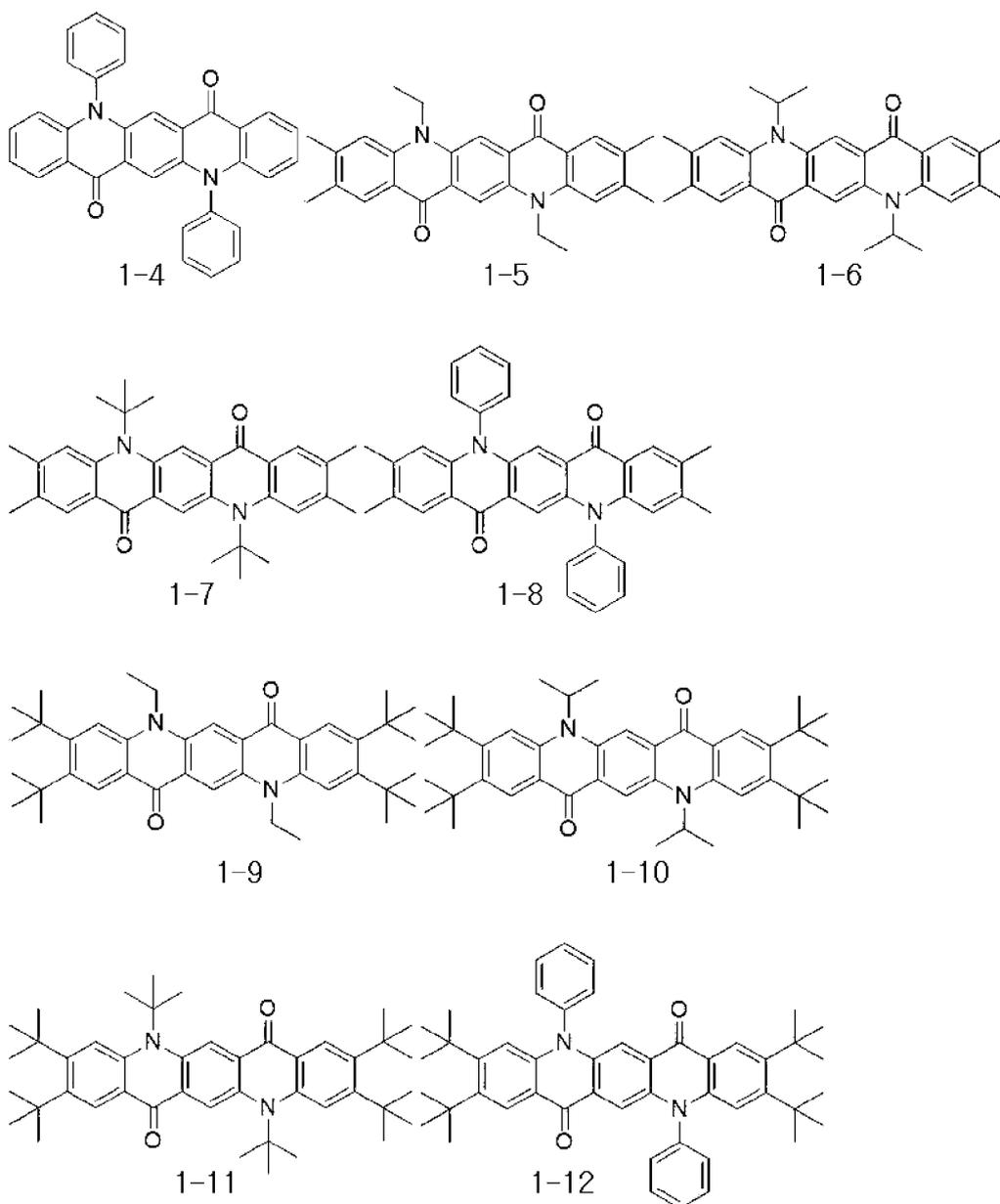
[0067] In den Formeln 1 und 2 kann die C5 bis C30 Heteroarylgruppe ausgewählt sein aus der Gruppe bestehend aus Pyrrolyl, Pyridinyl, Pyrimidinyl, Pyrazinyl, Pyridazinyl, Triazinyl, Tetrazinyl, Imidazolyl, Pyrazolyl, Indolyl, Isoindolyl, Indazolyl, Indolizinyll, Pyrrolizinyll, Carbazolyl, Benzocarbazolyl, Dibenzocarbazolyl, Indolocarbazolyl, Indenocarbazolyl, Benzofurocarbazolyl, Benzothienocarbazolyl, Chinolinyl, Isochinolinyl, Phthalazinyl, Chinoxalinyll, Sinolinyl, Chinazolinyll, Chinoxolinyll, Chinolinyl, Purinyl, Phthalazinyl, Chinoxalinyll, Benzochinolinyl, Benzoisochinolinyl, Benzochinazolinyll, Benzochinoxalinyll, Acridinyl, Phenanthrolinyll, Perimidinyll, Phenanthridinyll, Pteridinyll, Cinnolinyl, Naphtharidinyll, Furanyl, Oxazinyl, Oxazolyl, Oxadiazolyl, Triazolyl, Dioxinyl, Benzofuranyl, Dibenzofuranyl, Thiopyranyl, Xantenyl, Chromaenyl, Isochromenyl, Thioazinyl, Thiophenyl, Benzothiophenyl, Dibenzothiophenyl, Difuropyrazinyl, Benzofurodibenzofuranyl, Benzothienobenzothiophenyl, Benzothienodibenzothiophenyl, Benzothienobenzofuranyl, und Benzothienodibenzofuranyl.

[0068] Außerdem kann, in den Formeln 1 und 2, der kondensierte Ring ein alicyclischer C6 bis C20 Ring, ein heteroalicyclischer C4-C20 Ring, ein aromatischer C6-C20 Ring oder ein heteroaromatischer C4-C20 Ring sein.

[0069] Die erste Verbindung kann zum Beispiel eine der Verbindungen der Formel 3 sein.

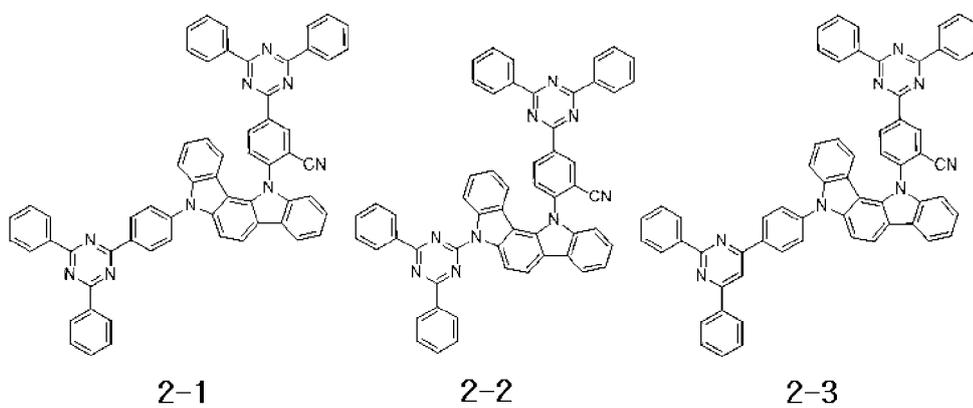
[Formel 3]

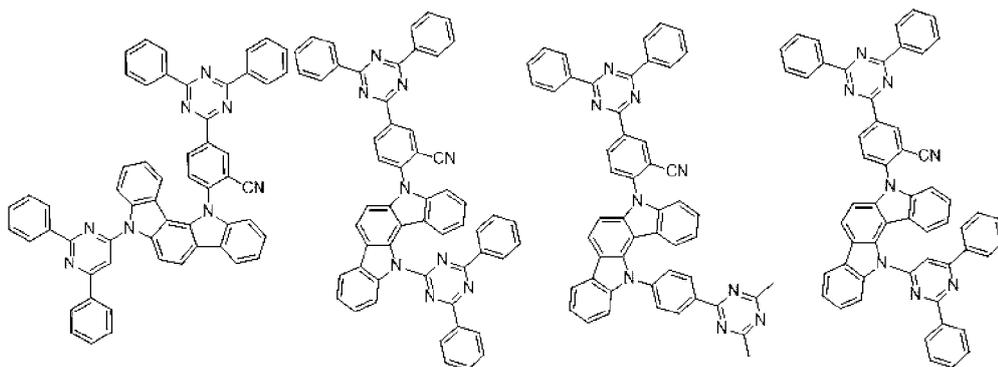




[0070] Die zweite Verbindung kann zum Beispiel eine der Verbindungen der Formel 4 sein.

[Formel 4]



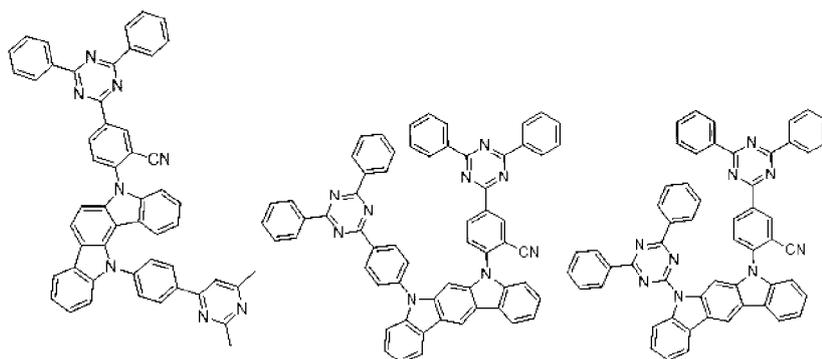


2-4

2-5

2-6

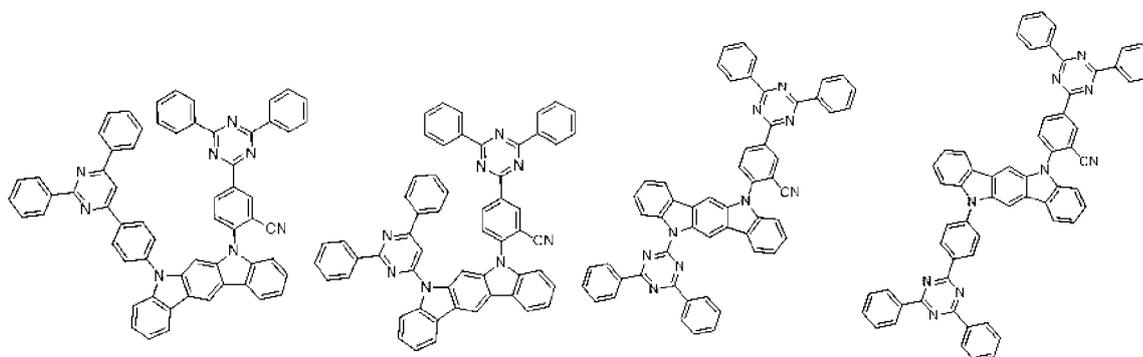
2-7



2-8

2-9

2-10

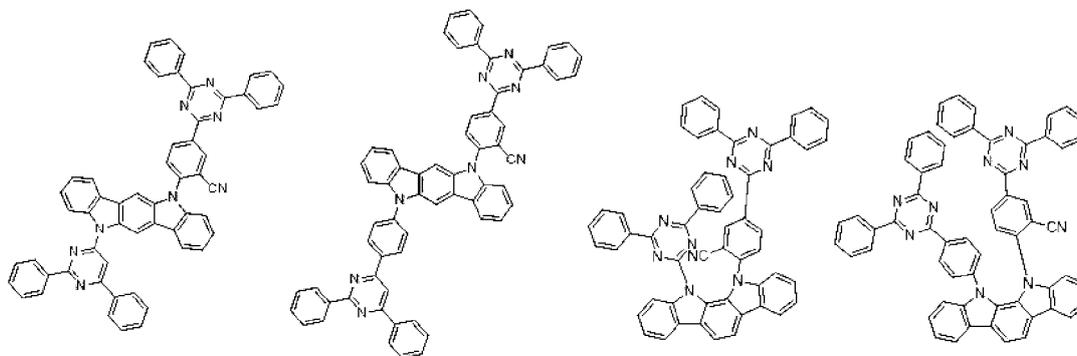


2-11

2-12

2-13

2-14

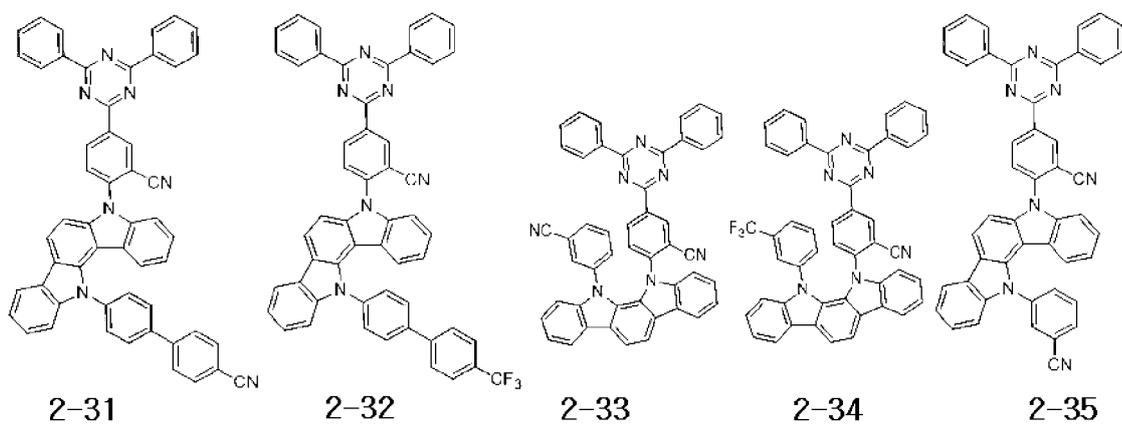
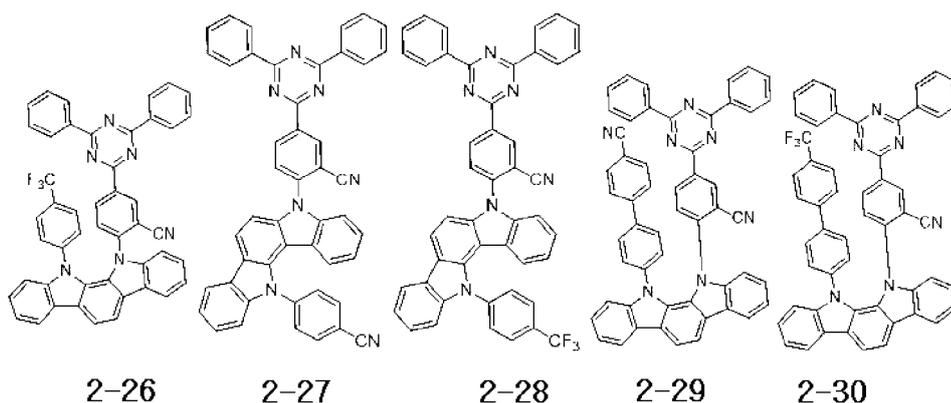
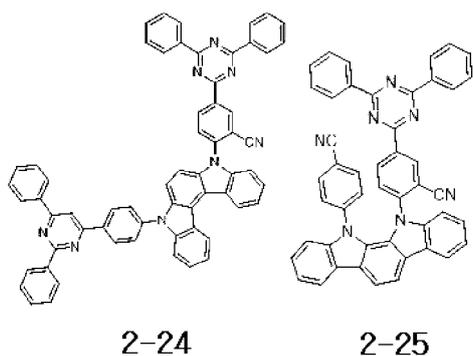
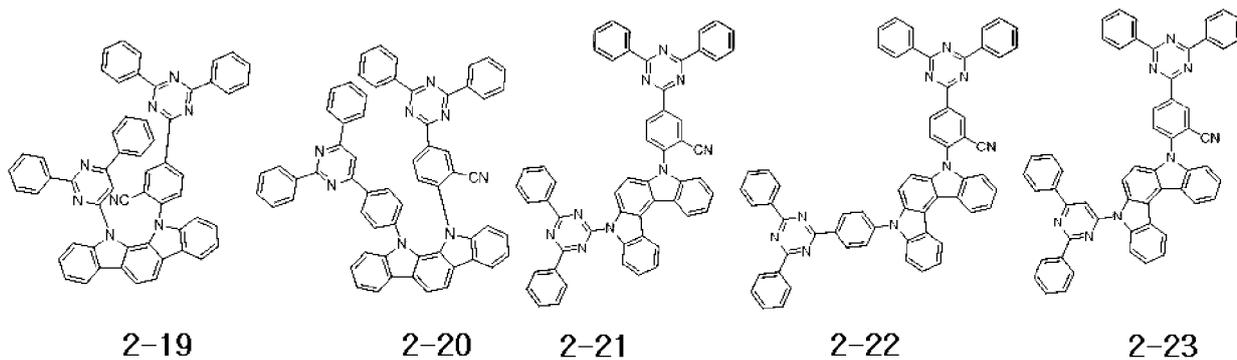


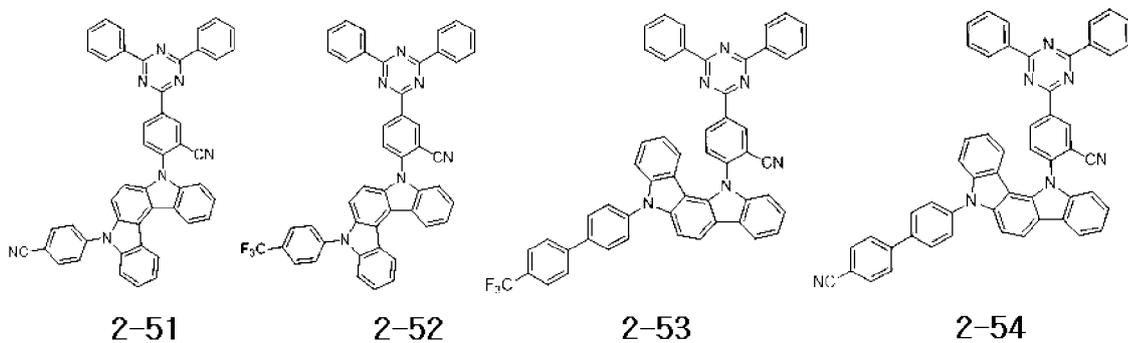
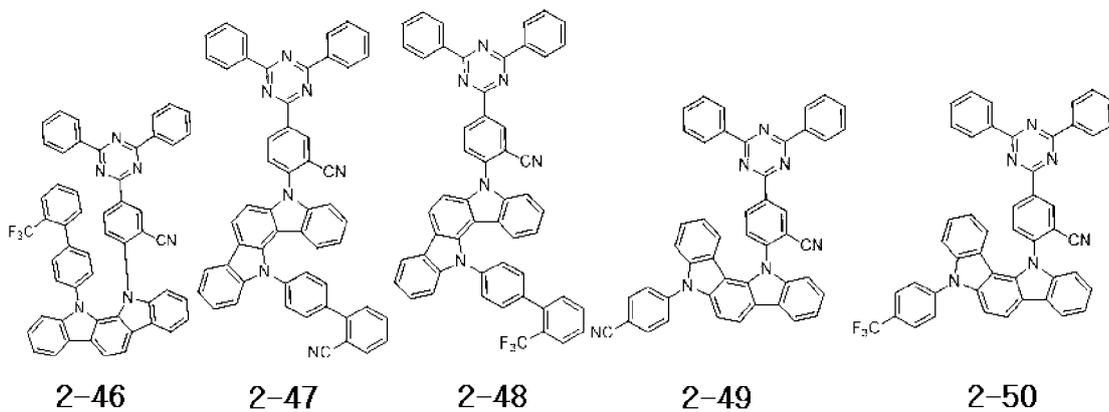
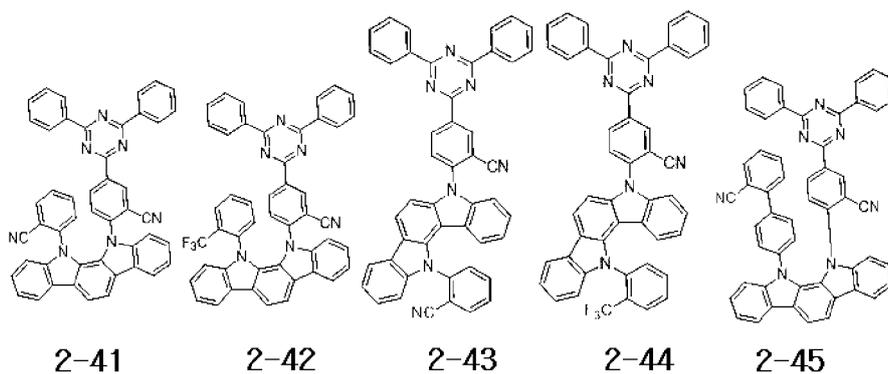
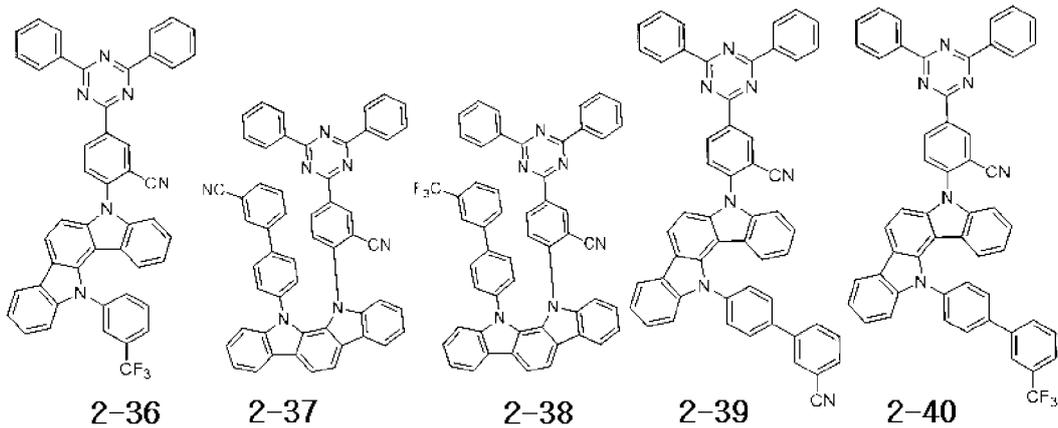
2-15

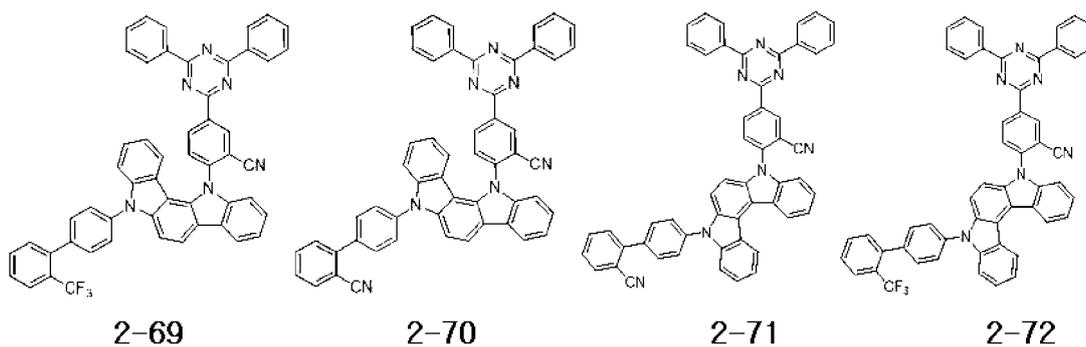
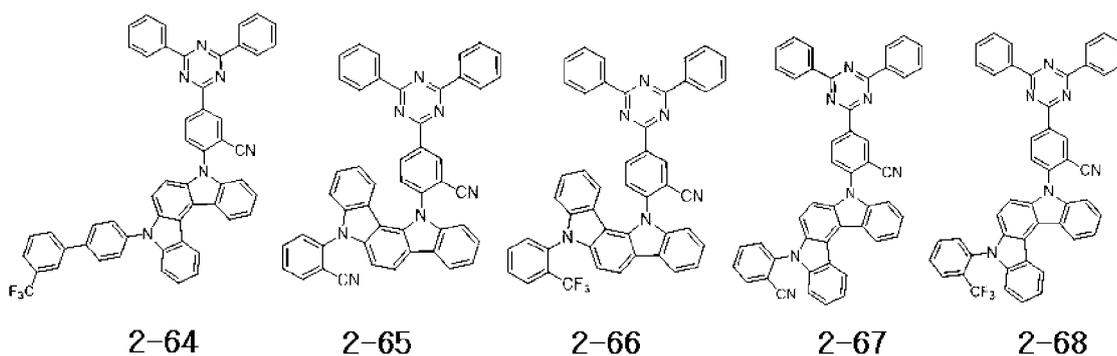
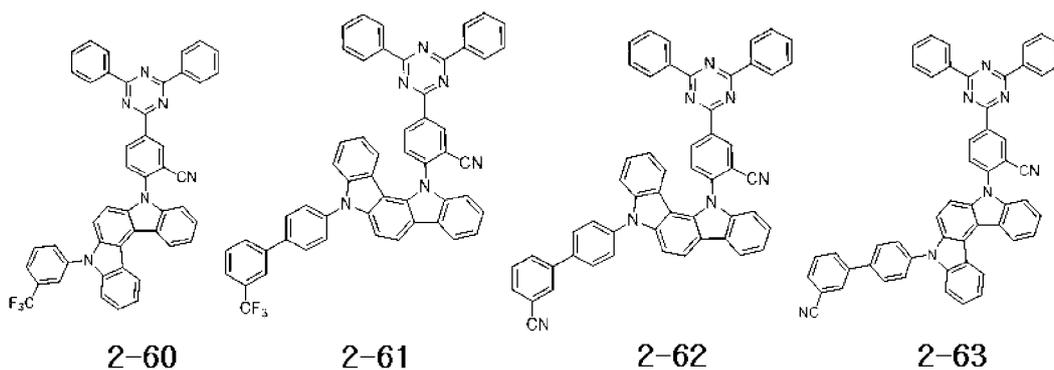
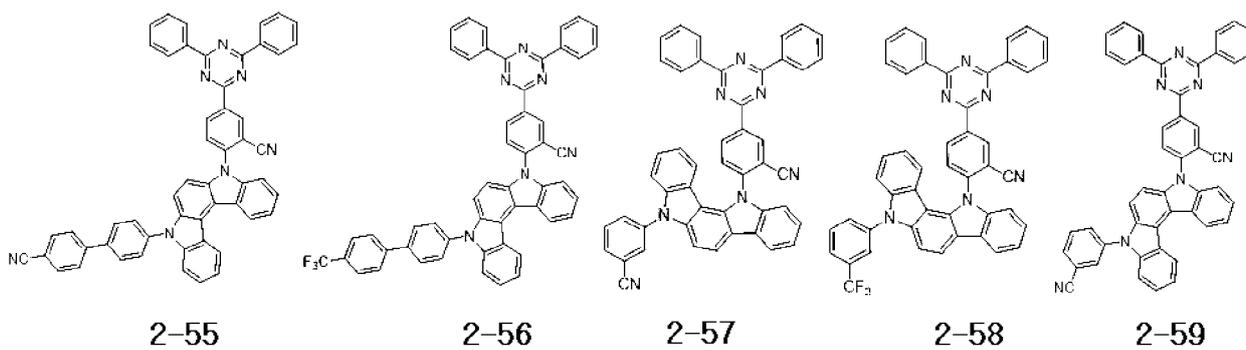
2-16

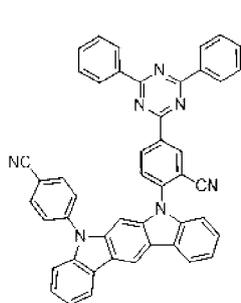
2-17

2-18

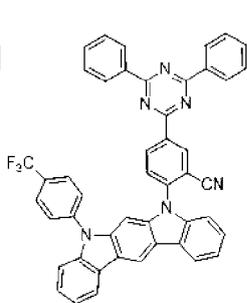




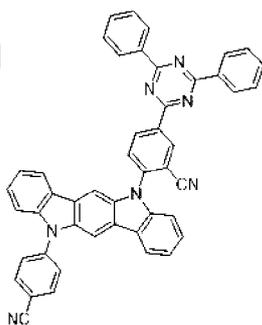




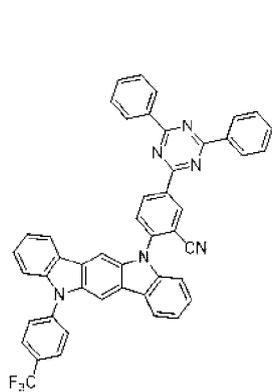
2-73



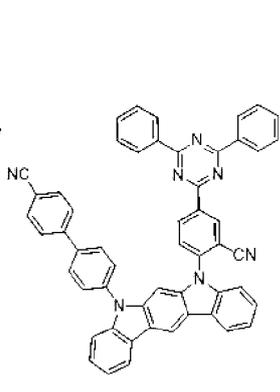
2-74



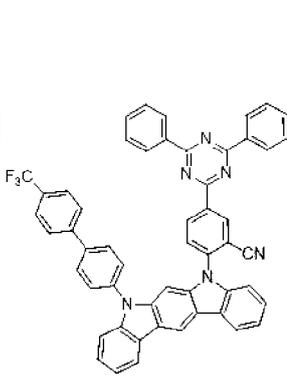
2-75



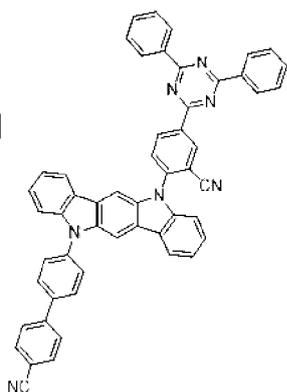
2-76



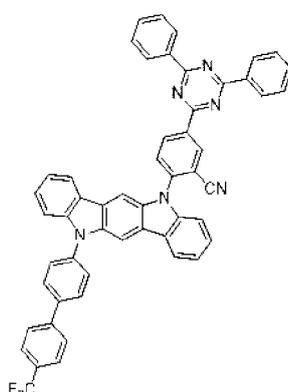
2-77



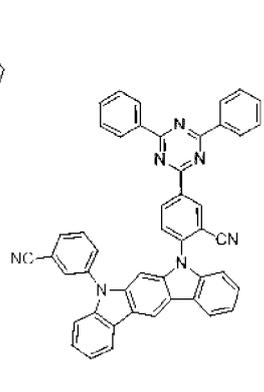
2-78



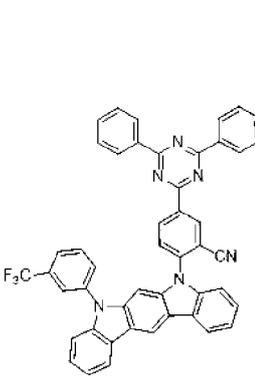
2-79



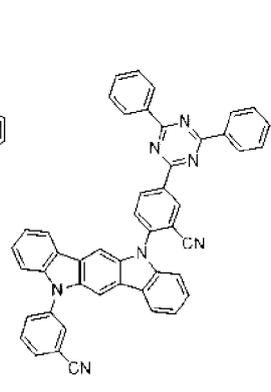
2-80



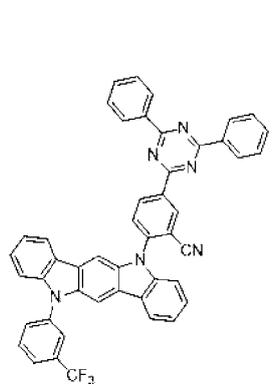
2-81



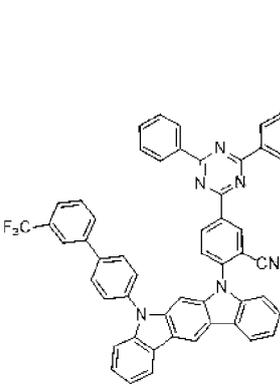
2-82



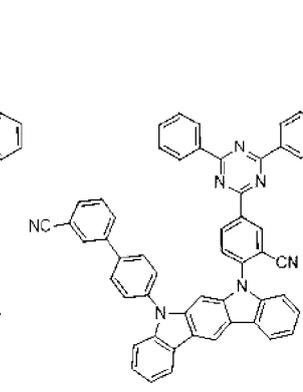
2-83



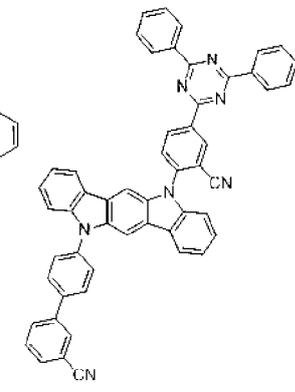
2-84



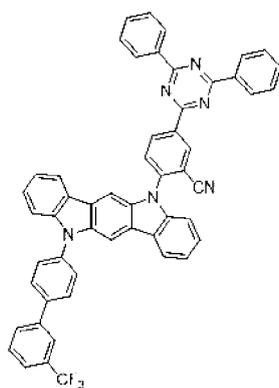
2-85



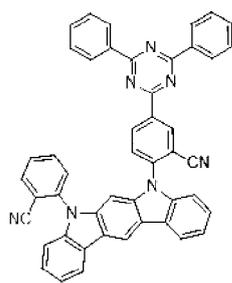
2-86



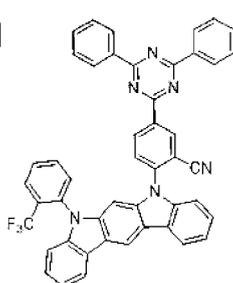
2-87



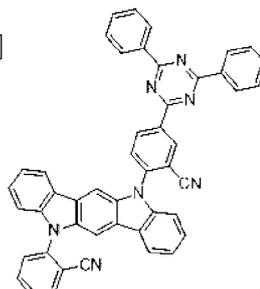
2-88



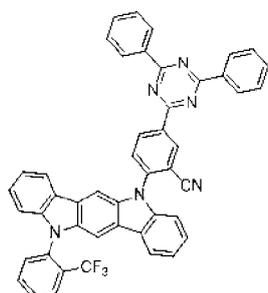
2-89



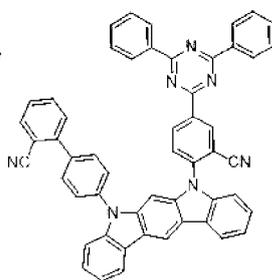
2-90



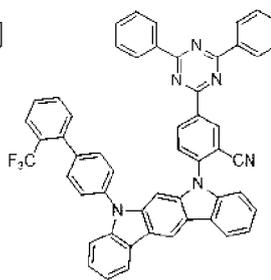
2-91



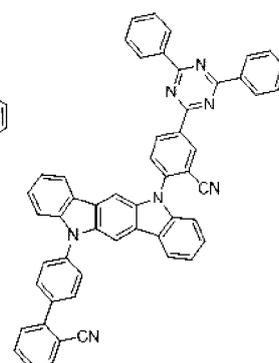
2-92



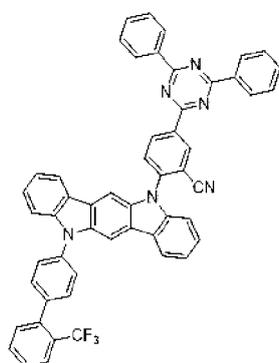
2-93



2-94



2-95



2-96

[0071] Die erste Verbindung in Formel 1 emittiert grünes Licht mit schmaler Halbwertsbreite (FWHM). Dementsprechend liefert die OLED D1 enthaltend die erste Verbindung grüne Emission mit ausgezeichneter Farbreinheit. Da jedoch nur ein Singulett-Exziton der ersten Verbindung in Formel 1, die das fluoreszierende Material ist, an der Lichtemission beteiligt ist, wird die Emissionseffizienz, zum Beispiel die Quanteneffizienz, gesenkt.

[0072] Andererseits wird die Energie des Triplett-Exzitons der zweiten Verbindung in Formel 2, die das verzögert fluoreszierende Material ist, durch ein reverses Intersystem-Crossing (RISC) in ein Singulett-Exziton umgewandelt, so dass die zweite Verbindung eine hohe Quanteneffizienz aufweist. Da jedoch die zweite Verbindung in Formel 2, die das verzögert fluoreszierende Material ist, eine breite FWHM hat, hat die zweite Verbindung in Formel 2, die das verzögert fluoreszierende Material ist, einen Nachteil in der Farbreinheit.

[0073] In der OLED D1 der vorliegenden Offenbarung enthält die EML 240 die erste Verbindung mit schmaler FWHM und die zweite Verbindung mit hoher Quanteneffizienz, so dass die OLED D1 eine Hyperfluoreszenz aufweist.

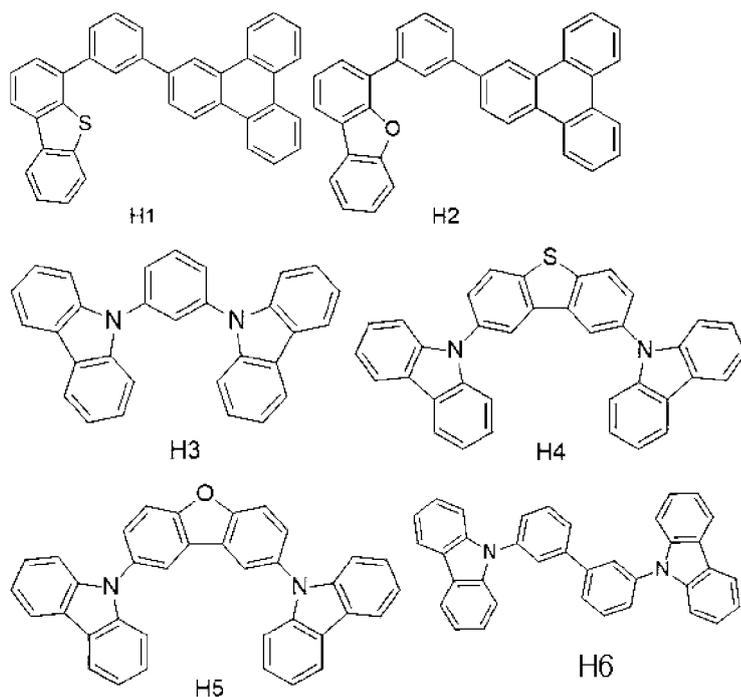
[0074] Das Triplett-Exziton in der zweiten Verbindung wird nämlich in ein Singulett-Exziton in der zweiten Verbindung umgewandelt, und das Singulett-Exziton in der zweiten Verbindung wird in die erste Verbindung übertragen. Die Lichtemission erfolgt aus der ersten Verbindung, so dass die OLED D eine schmale FWHM und eine hohe Emissionseffizienz aufweist.

[0075] Um die Effizienz der Energieübertragung von der zweiten Verbindung in die erste Verbindung zu erhöhen, kann das Überlappungsverhältnis zwischen dem Absorptionsspektrum der ersten Verbindung und dem Emissionsspektrum der zweiten Verbindung gleich oder größer als ungefähr 35 % sein.

[0076] Die EML 240 kann des Weiteren eine dritte Verbindung als Host enthalten. Die dritte Verbindung als Host kann ausgewählt sein aus der Gruppe bestehend aus 9-(3-(9H-Carbazol-9-yl)phenyl)-9H-carbazol-3-carbonitril (mCP-CN), 1,3-Bis(carbazol-9-yl)benzol (CBP), 3,3'-Bis(N-carbazolyl)-1,1'-biphenyl (mCBP), 1,3-Bis(carbazol-9-yl)benzol (mCP), Oxybis(2,1-phenylen))bis(diphenylphosphinoxid) (DPEPO), 2,8-Bis(diphenylphosphoryl)dibenzothiophen (PPT), 1,3,5-Tri[(3-pyridyl)-phen-3-yl]benzol (TmPyPB), 2,6-Di(9H-carbazol-9-yl)pyridin (PYD-2Cz), 2,8-Di(9H-carbazol-9-yl)dibenzothiophen (DCzDBT), 3',5'-Di(carbazol-9-yl)-[1,1'-bipheyl]-3,5-dicarbonitril (DCzTPA), 4'-(9H-Carbazol-9-yl)biphenyl-3,5-dicarbonitril (pCzB-2CN), 3'-(9H-Carbazol-9-yl)biphenyl-3,5-dicarbonitril (mCzB-2CN), Diphenyl-4-triphenylsilylphenyl-phosphinoxid (TSPO1), 9-(9-Phenyl-9H-carbazol-6-yl)-9H-carbazol (CCP), 4-(3-(Triphenylen-2-yl)phenyl)dibenzo[b,d]thiophen, 9-(4-(9H-Carbazol-9-yl)phenyl)-9H-3,9'-bicarbazol, 9-(3-(9H-Carbazol-9-yl)phenyl)-9H-3,9'-bicarbazol und 9-(6-(9H-Carbazol-9-yl)pyridin-3-yl)-9H-3,9'-bicarbazol, ist aber nicht darauf beschränkt.

[0077] Beispielsweise kann eine der Verbindungen der Formel 5 als Host mit der ersten und der zweiten Verbindung in der EML 240 enthalten sein.

[Formel 5]



[0078] In der EML 240 ist das Energieniveau des Singulett-Exzitons der zweiten Verbindung kleiner (niedriger) als das der dritten Verbindung als Host und größer (höher) als das der ersten Verbindung. Darüber hinaus ist das Energieniveau des Triplett-Exzitons der zweiten Verbindung kleiner als das der dritten Verbindung und größer als das der zweiten Verbindung.

[0079] In der EML 240 kann der Gewichtsanteil der zweiten Verbindung größer als der der ersten Verbindung und gleich oder kleiner als der der dritten Verbindung sein. Wenn der Gewichtsanteil der zweiten Verbindung größer ist als der der ersten Verbindung, wird die Energie der zweiten Verbindung ausreichend oder effizient auf die erste Verbindung übertragen. In der EML 240 kann beispielsweise die erste Verbindung einen Gewichtsanteil von 0,1 bis 10, vorzugsweise 0,1 bis 5, die zweite Verbindung einen Gewichtsanteil von 30 bis

49,9, vorzugsweise 40 bis 49,9, und die dritte Verbindung einen Gewichtsanteil von 40 bis 60 haben. Sie ist jedoch nicht darauf beschränkt.

[0080] In der OLED gemäß der zweiten Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung werden das Singulett-Energieniveau, z. B. das Exziton, und das Triplett-Energieniveau, erzeugt in der dritten Verbindung als Host, in das Singulett-Energieniveau und das Triplett-Energieniveau der zweiten Verbindung, die das verzögert fluoreszierende Material ist, übertragen. Da der Unterschied zwischen dem Singulett-Energieniveau und dem Triplett-Energieniveau der zweiten Verbindung relativ gering ist, wird die Energie des Triplett-Energieniveaus der zweiten Verbindung durch ein reverses Intersystem Crossing (RISC) in das Singulett-Energieniveau der zweiten Verbindung umgewandelt.

[0081] Beispielsweise kann die Differenz zwischen einem Singulett-Energieniveau und einem Triplett-Energieniveau der zweiten Verbindung gleich oder kleiner als ungefähr 0,3 eV sein. Danach wird das Singulett-Energieniveau der zweiten Verbindung in das Singulett-Energieniveau der ersten Verbindung überführt, und die Lichtemission wird von der ersten Verbindung erzeugt.

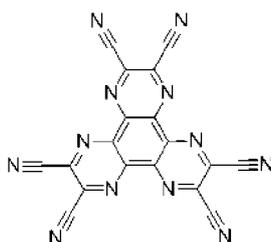
[0082] Wie oben beschrieben, hat die zweite Verbindung mit der Eigenschaft der verzögerten Fluoreszenz eine hohe Quanteneffizienz. Da jedoch die FWHM der zweiten Verbindung breit ist, hat die Lichtemission der zweiten Verbindung eine schlechte Farbreinheit. Auf der anderen Seite hat die erste Verbindung mit der fluoreszierenden Eigenschaft ein schmales FWHM. Da das Triplett-Exziton der ersten Verbindung jedoch nicht an der Lichtemission beteiligt ist, hat die Lichtemission der ersten Verbindung eine niedrige Emissionseffizienz.

[0083] In der OLED der vorliegenden Offenbarung wird das Energieniveau des Singulett-Exzitons der zweiten Verbindung, bei der es sich um das verzögert fluoreszierende Material handelt, in die erste Verbindung, bei der es sich um das fluoreszierende Material handelt, übertragen, und die Lichtemission wird von der ersten Verbindung bereitgestellt. Dementsprechend werden die Emissionseffizienz und die Farbreinheit der OLED D1 verbessert. Da die erste Verbindung in Formel 1 und die zweite Verbindung in Formel 2 in der EML 240 enthalten sind, werden außerdem die Emissionseffizienz und die Farbreinheit der OLED D1 weiter verbessert.

[OLED]

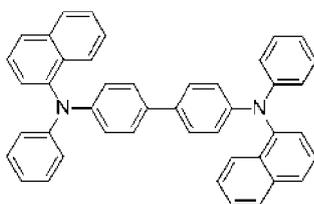
[0084] Auf einer Anode (ITO, 70 nm) werden ein HIL (die Verbindung in Formel 6-1, 10 nm), eine HTL (die Verbindung in Formel 6-2, 140 nm), eine EBL (die Verbindung in Formel 6-3, 10 nm), eine EML (40 nm), eine HBL (die Verbindung in Formel 6-4, 10 nm), eine ETL (die Verbindung in Formel 6-5, 30 nm), eine EIL (Liq, 1 nm) und eine Kathode (Mg:Ag, 10 nm) sequentiell gestapelt, um die OLED zu bilden.

[Formel 6-1]

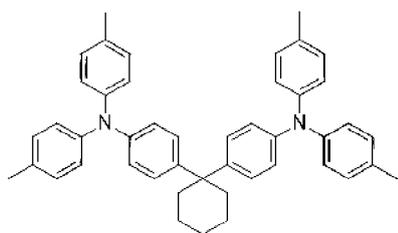


[

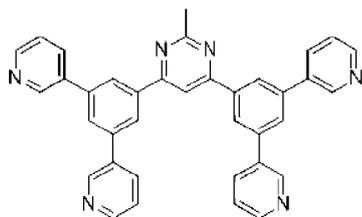
Formel 6-2]



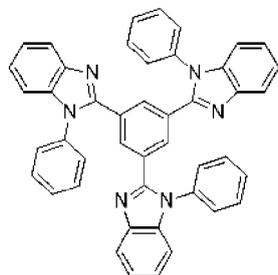
[Formel 6-3]



[Formel 6-4]



[Formel 6-5]



(1) Vergleichsbeispiel 1 (Ref1)

[0085] Die Verbindung H6 in Formel 5 (49,9 Gew.-%) als Host, die Verbindung 1-1 in Formel 3 (0,2 Gew.-%) und die Verbindung in Formel 7-1 (49,9 Gew.-%) werden verwendet, um die EML zu bilden.

(2) Vergleichsbeispiel 2 (Ref2)

[0086] Die Verbindung H6 in Formel 5 (49,9 Gew.-%) als Host, die Verbindung 1-1 in Formel 3 (0,2 Gew.-%) und die Verbindung in Formel 7-2 (49,9 Gew.-%) werden verwendet, um die EML zu bilden.

(3) Vergleichsbeispiel 3 (Ref3)

[0087] Die Verbindung H6 in Formel 5 (49,9 Gew.-%) als Host, die Verbindung 1-4 in Formel 3 (0,2 Gew.-%) und die Verbindung in Formel 7-1 (49,9 Gew.-%) werden verwendet, um die EML zu bilden.

(4) Vergleichsbeispiel 4 (Ref4)

[0088] Die Verbindung H6 in Formel 5 (49,9 Gew.-%) als Wirt, die Verbindung 1-4 in Formel 3 (0,2 Gew.-%) und die Verbindung in Formel 7-2 (49,9 Gew.-%) werden verwendet, um die EML zu bilden.

(5) Beispiel 1 (Ex1)

[0089] Die Verbindung H6 in Formel 5 (49,9 Gew.-%) als Host, die Verbindung 1-1 in Formel 3 (0,2 Gew.-%) und die Verbindung 2-1 in Formel 4 (49,9 Gew.-%) werden verwendet, um die EML zu bilden.

(6) Beispiel 2 (Ex2)

[0090] Die Verbindung H6 in Formel 5 (49,9 Gew.-%) als Host, die Verbindung 1-1 in Formel 3 (0,2 Gew.-%) und die Verbindung 2-2 in Formel 4 (49,9 Gew.-%) werden verwendet, um die EML zu bilden.

(7) Beispiel 3 (Ex3)

[0091] Die Verbindung H6 in Formel 5 (49,9 Gew.-%) als Host, die Verbindung 1-1 in Formel 3 (0,2 Gew.-%) und die Verbindung 2-3 in Formel 4 (49,9 Gew.-%) werden verwendet, um die EML zu bilden.

(8) Beispiel 4 (Ex4)

[0092] Die Verbindung H6 in Formel 5 (49,9 Gew.-%) als Host, die Verbindung 1-1 in Formel 3 (0,2 Gew.-%) und die Verbindung 2-4 in Formel 4 (49,9 Gew.-%) werden verwendet, um die EML zu bilden.

(9) Beispiel 5 (Ex5)

[0093] Die Verbindung H6 in Formel 5 (49,9 Gew.-%) als Host, die Verbindung 1-1 in Formel 3 (0,2 Gew.-%) und die Verbindung 2-9 in Formel 4 (49,9 Gew.-%) werden verwendet, um die EML zu bilden.

(10) Beispiel 6 (Ex6)

[0094] Die Verbindung H6 in Formel 5 (49,9 Gew.-%) als Host, die Verbindung 1-1 in Formel 3 (0,2 Gew.-%) und die Verbindung 2-10 in Formel 4 (49,9 Gew.-%) werden verwendet, um die EML zu bilden.

(11) Beispiel 7 (Ex7)

[0095] Die Verbindung H6 in Formel 5 (49,9 Gew.-%) als Host, die Verbindung 1-1 in Formel 3 (0,2 Gew.-%) und die Verbindung 2-11 in Formel 4 (49,9 Gew.-%) werden verwendet, um die EML zu bilden.

(12) Beispiel 8 (Ex8)

[0096] Die Verbindung H6 in Formel 5 (49,9 Gew.-%) als Host, die Verbindung 1-1 in Formel 3 (0,2 Gew.-%) und die Verbindung 2-12 in Formel 4 (49,9 Gew.-%) werden verwendet, um die EML zu bilden.

(13) Beispiel 9 (Ex9)

[0097] Die Verbindung H6 in Formel 5 (49,9 Gew.-%) als Host, die Verbindung 1-4 in Formel 3 (0,2 Gew.-%) und die Verbindung 2-1 in Formel 4 (49,9 Gew.-%) werden verwendet, um die EML zu bilden.

(14) Beispiel 10 (Ex10)

[0098] Die Verbindung H6 in Formel 5 (49,9 Gew.-%) als Host, die Verbindung 1-4 in Formel 3 (0,2 Gew.-%) und die Verbindung 2-2 in Formel 4 (49,9 Gew.-%) werden verwendet, um die EML zu bilden.

(15) Beispiel 11 (Ex11)

[0099] Die Verbindung H6 in Formel 5 (49,9 Gew.-%) als Host, die Verbindung 1-4 in Formel 3 (0,2 Gew.-%) und die Verbindung 2-3 in Formel 4 (49,9 Gew.-%) werden verwendet, um die EML zu bilden.

(16) Beispiel 12 (Ex12)

[0100] Die Verbindung H6 in Formel 5 (49,9 Gew.-%) als Host, die Verbindung 1-4 in Formel 3 (0,2 Gew.-%) und die Verbindung 2-4 in Formel 4 (49,9 Gew.-%) werden verwendet, um die EML zu bilden.

(17) Beispiel 13 (Ex13)

[0101] Die Verbindung H6 in Formel 5 (49,9 Gew.-%) als Host, die Verbindungen 1-4 in Formel 3 (0,2 Gew.-%) und die Verbindungen 2-9 in Formel 4 (49,9 Gew.-%) werden verwendet, um die EML zu bilden.

(18) Beispiel 14 (Ex14)

[0102] Die Verbindung H6 in Formel 5 (49,9 Gew.-%) als Host, die Verbindungen 1-4 in Formel 3 (0,2 Gew.-%) und die Verbindungen 2-10 in Formel 4 (49,9 Gew.-%) werden verwendet, um die EML zu bilden.

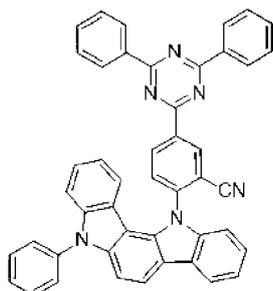
(19) Beispiel 15 (Ex15)

[0103] Die Verbindung H6 in Formel 5 (49,9 Gew.-%) als Host, die Verbindungen 1-4 in Formel 3 (0,2 Gew.-%) und die Verbindungen 2-11 in Formel 4 (49,9 Gew.-%) werden verwendet, um die EML zu bilden.

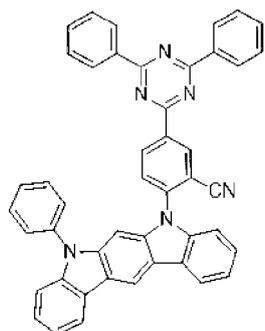
(20) Beispiel 16 (Ex16)

[0104] Die Verbindung H6 in Formel 5 (49,9 Gew.-%) als Host, die Verbindungen 1-4 in Formel 3 (0,2 Gew.-%) und die Verbindungen 2-12 in Formel 4 (49,9 Gew.-%) werden verwendet, um die EML zu bilden.

[Formel 7-1]



[Formel 7-2]



[0105] Die Emissionseigenschaften, d. h. die Antriebsspannung „V“, die Stromeffizienz „cd/A“, der maximale Emissionspeak des verzögert fluoreszierenden Materials „TD_{EL}“, der maximale Absorptionspeak des fluoreszierenden Materials „FD_{abs}“ und das Überlappungsverhältnis zwischen dem maximalen Emissionspeak des verzögert fluoreszierenden Materials und dem maximalen Absorptionspeak des fluoreszierenden Materials „Overlap (%)“, der OLED in Ref1 bis Ref4 und Ex1 bis Ex16 werden gemessen und in Tabelle 1 aufgeführt.

Tabelle 1

	V	cd/A	λ _{max}		Overlap (%)
			TD _{EL}	FD _{abs}	
Ref1	3.7	88	528	516	31
Ref2	3.7	75	530		28
Ex1	3.8	143	514		37
Ex2	3.8	151	516		38
Ex3	3.8	140	516		38
Ex4	3.7	143	518		37
Ex5	3.6	138	518		37
Ex6	3.7	137	518		37
Ex7	3.8	138	521		36
Ex8	3.7	132	522		35

	V	cd/A	λ_{\max}		Overlap (%)
			TD _{EL}	FD _{abs}	
Ref3	3.8	91	528	518	32
Ref4	3.8	76	530		29
Ex9	3.9	145	514		37
Ex10	3.8	143	516		37
Ex11	3.9	138	516		38
Ex12	3.8	145	518		38
Ex13	3.6	141	518		38
Ex14	3.8	140	518		38
Ex15	3.8	139	521		37
Ex 16	3.8	136	522		36

[0106] Wie in Tabelle 1 gezeigt, ist die Emissionseffizienz der OLED von Ex1 bis Ex16, die die erste Verbindung in Formel 1 und die zweite Verbindung in Formel 2 enthält, im Vergleich zu der OLED von Ref1 bis Ref4 deutlich erhöht.

[0107] Bezug nehmend auf **Abb. 4**, die eine Ansicht ist, die eine Beziehung zwischen einem Absorptionsspektrum eines fluoreszierenden Materials und einem Emissionsspektrum eines verzögert fluoreszierenden Materials in einer OLED zeigt, haben die maximale Emissionswellenlänge, z. B. eine Spitzenwellenlänge, des verzögert fluoreszierenden Materials, d.h. der Verbindung in Formel 7-1, „TD“, und die maximale Absorptionswellenlänge, d.h. der Verbindung 1-1 in Formel 3, „FD“, eine Differenz von mehr als ungefähr 10 nm. Dadurch bedingt ist das Überlappungsverhältnis zwischen der maximalen Emissionswellenlänge des verzögert fluoreszierenden Materials, d.h. der Verbindung in Formel 7-1, „TD“, und der maximalen Absorptionswellenlänge, d.h. der Verbindung 1-1 in Formel 3, „FD“, relativ gering, z.B. ungefähr 31 %.

[0108] Andererseits sind in der zweiten Verbindung der Formel 2 die elektronenziehende Gruppe X und der Indolocarbazolrest über einen Linker L oder direkt miteinander verbunden, so dass der Emissionsspektr der zweiten Verbindung in einen kurzen Wellenlängenbereich verschoben ist. Unter Bezugnahme auf **Abb. 5**, die eine Ansicht ist, die eine Beziehung zwischen einem Absorptionsspektrum eines fluoreszierenden Materials und einem Emissionsspektrum eines verzögert fluoreszierenden Materials in der OLED gemäß der zweiten Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung zeigt, ist das Überlappungsverhältnis zwischen der maximalen Emissionswellenlänge des verzögert fluoreszierenden Materials, d.h. der Verbindung 2-1 in Formel 4, „TD“, und der maximalen Absorptionswellenlänge, d.h. der Verbindung 1-1 in Formel 3, „FD“, erhöht, z.B. um ungefähr 37 %.

[0109] Dementsprechend wird die Emissionseffizienz der OLED, die die erste Verbindung in Formel 1 und die zweite Verbindung in Formel 2 enthält, deutlich erhöht.

[0110] **Abb. 6** ist eine schematische Querschnittsansicht einer OLED gemäß einer dritten Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung.

[0111] Wie in **Abb. 6** gezeigt, enthält eine OLED D2 gemäß der dritten Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung die ersten und zweiten Elektroden 310 und 330, die einander gegenüberliegen, und die dazwischen liegende lichtemittierende Schicht 320. Die lichtemittierende Schicht 320 enthält eine EML 340. Die organische lichtemittierende Anzeigevorrichtung 100 (von **Abb. 2**) kann einen roten Pixelbereich, einen grünen Pixelbereich und einen blauen Pixelbereich beinhalten, und die OLED D2 kann im grünen Pixelbereich positioniert sein.

[0112] Die erste Elektrode 310 kann eine Anode und die zweite Elektrode 330 kann eine Kathode sein. Die lichtemittierende Schicht 320 kann des Weiteren mindestens eine von der HTL 360 zwischen der ersten Elektrode 310 und der EML 340 und der ETL 370 zwischen der zweiten Elektrode 330 und der EML 340 enthalten.

[0113] Darüber hinaus kann die lichtemittierende Schicht 320 des Weiteren mindestens eine von der HIL 350 zwischen der ersten Elektrode 310 und der HTL 360 und der EIL 380 zwischen der zweiten Elektrode 330 und der ETL 370 enthalten.

[0114] Des Weiteren kann die lichtemittierende Schicht 320 auch noch mindestens eine von der EBL 365 zwischen der HTL 360 und der EML 340 und der HBL 375 zwischen der EML 340 und der ETL 370 enthalten.

[0115] Die EML 340 enthält eine erste EML (eine erste Schicht oder eine untere Schicht aus emittierendem Material) 342 und eine zweite EML (eine zweite Schicht oder eine obere Schicht aus emittierendem Material) 344, die nacheinander über der ersten Elektrode 310 gestapelt sind. Die zweite EML 344 befindet sich zwischen der ersten EML 342 und der zweiten Elektrode 330.

[0116] In der EML 340 enthält eine der ersten und zweiten EML 342 und 344 die erste Verbindung, die das fluoreszierende Material der Formeln 1 und 3 ist, und die andere der ersten und zweiten EML 342 und 344 enthält die zweite Verbindung, die das verzögert fluoreszierende Material der Formeln 2 und 4 ist. Darüber hinaus enthalten die erste und die zweite EML 342 und 344 noch eine vierte Verbindung bzw. eine fünfte Verbindung als Host. Die vierte Verbindung in der ersten EML 342 und die fünfte Verbindung in der zweiten EML 344 können gleich oder verschieden sein. Beispielsweise kann es sich bei dem Host der ersten EML 342, d. h. der vierten Verbindung, und dem Host der zweiten EML 344, d. h. der fünften Verbindung, jeweils um die oben genannte dritte Verbindung handeln.

[0117] Die OLED, bei der die erste EML 342 die erste Verbindung enthält, wird nachfolgend erläutert.

[0118] Die zweite Verbindung mit einer verzögerten Fluoreszenzeigenschaft hat eine hohe Quanteneffizienz. Da die zweite Verbindung jedoch eine breite FWHM aufweist, hat die zweite Verbindung einen Nachteil bei der Farbreinheit. Andererseits hat die erste Verbindung mit einer fluoreszierenden Eigenschaft eine schmale FWHM. Da das Triplett-Exziton der ersten Verbindung jedoch nicht an der Lichtemission beteiligt ist, hat die erste Verbindung einen Nachteil bei der Emissionseffizienz.

[0119] In der OLED D2 wird die Triplett-Exzitonenergie der zweiten Verbindung in der zweiten EML 344 durch den RISC in die Singulett-Exzitonenergie der zweiten Verbindung umgewandelt, und die Singulett-Exzitonenergie der zweiten Verbindung wird in die Singulett-Exzitonenergie der ersten Verbindung in der ersten EML 342 transferiert. Infolgedessen emittiert die erste Verbindung Licht. Demgemäß sind sowohl die Singulett-Exzitonenergie als auch die Triplett-Exzitonenergie an der Lichtemission beteiligt, so dass die Emissionseffizienz verbessert wird. Da die Emission von der ersten Verbindung des Fluoreszenzmaterials ausgeht, wird außerdem eine Lichtemission mit schmaler FWHM bereitgestellt.

[0120] Wie oben beschrieben, haben das Absorptionsspektrum der ersten Verbindung und das Emissionsspektrum der zweiten Verbindung ein Überlappungsverhältnis, das gleich oder größer als ungefähr 35 % ist. Demgemäß wird die Energie der zweiten Verbindung in der zweiten EML 344 effizient in die erste Verbindung in der ersten EML 342 transferiert, so dass die Emissionseffizienz der OLED D2 weiter verbessert wird.

[0121] In der ersten EML 342 kann der Gewichtsanteil der vierten Verbindung gleich oder größer sein als der der ersten Verbindung. Darüber hinaus kann in der zweiten EML 344 der Gewichtsanteil der fünften Verbindung gleich oder größer als der der zweiten Verbindung sein. Der Gewichtsanteil der ersten Verbindung in der ersten EML 342 kann kleiner sein als der der zweiten Verbindung in der zweiten EML 344. Dadurch bedingt kann der Energietransfer durch den FRET von der zweiten Verbindung in der zweiten EML 344 auf die erste Verbindung in der ersten EML 342 ausreichend oder effizient erzeugt werden. Zum Beispiel kann der Gewichtsanteil der ersten Verbindung in der ersten EML 342 0,01 bis 10, vorzugsweise 0,1 bis 5, und der Gewichtsanteil der zweiten Verbindung in der zweiten EML 344 30 bis 50, vorzugsweise 40 bis 50, betragen.

[0122] Der Host in der ersten EML 342 kann derselbe sein wie ein Material der EBL 365. In diesem Fall kann die erste EML 342 eine Elektronenblockierfunktion mit einer Emissionsfunktion aufweisen. Das heißt, die erste EML 342 kann als eine Pufferschicht zum Blockieren der Elektronen dienen. Wenn die EBL 365 weggelassen wird, kann die erste EML 342 als eine emittierende Materialschicht und als eine Elektronensperrschicht dienen.

[0123] Wenn die erste Verbindung in der zweiten EML 344 enthalten ist und die zweite Verbindung in der ersten EML 342 enthalten ist, kann der Host in der zweiten EML 344 derselbe sein wie ein Material der HBL

375. In diesem Fall kann die zweite EML 344 eine Lochblockierfunktion mit einer Emissionsfunktion aufweisen. Das heißt, die zweite EML 344 kann als eine Pufferschicht zum Blockieren von Löchern dienen. Wenn die HBL 375 weggelassen wird, kann die zweite EML 344 als eine emittierende Materialschicht und als eine Lochsperrschicht dienen.

[0124] **Abb. 7** ist eine schematische Querschnittsansicht einer OLED gemäß einer vierten Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung.

[0125] Wie in **Abb. 7** dargestellt, enthält eine OLED D3 gemäß der vierten Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung die erste und die zweite Elektrode 410 und 430, die einander gegenüberliegen, und die dazwischen liegende lichtemittierende Schicht 420. Die lichtemittierende Schicht 420 enthält eine EML 440. Die organische lichtemittierende Anzeigevorrichtung 100 (von **Abb. 2**) kann einen roten Pixelbereich, einen grünen Pixelbereich und einen blauen Pixelbereich enthalten, und die OLED D3 kann im grünen Pixelbereich positioniert sein.

[0126] Die erste Elektrode 410 kann eine Anode und die zweite Elektrode 430 kann eine Kathode sein. Die lichtemittierende Schicht 420 kann außerdem mindestens eine von der HTL 460 zwischen der ersten Elektrode 410 und der EML 440 und der ETL 470 zwischen der zweiten Elektrode 430 und der EML 440 enthalten.

[0127] Darüber hinaus kann die lichtemittierende Schicht 420 auch noch mindestens eine von der HIL 450 zwischen der ersten Elektrode 410 und der HTL 460 und der EIL 480 zwischen der zweiten Elektrode 430 und der ETL 470 enthalten.

[0128] Des Weiteren kann die lichtemittierende Schicht 420 auch noch mindestens von der EBL 465 zwischen der HTL 460 und der EML 440 und der HBL 475 zwischen der EML 440 und der ETL 470 enthalten.

[0129] Die EML 440 enthält eine erste EML (eine erste Schicht, eine Zwischenschicht aus emittierendem Material) 442, eine zweite EML (eine zweite Schicht, eine untere Schicht aus emittierendem Material) 444 zwischen der ersten EML 442 und der ersten Elektrode 410 und eine dritte EML (eine dritte Schicht, eine obere Schicht aus emittierendem Material) 446 zwischen der ersten EML 442 und der zweiten Elektrode 430. Die EML 440 hat eine dreischichtige Struktur aus der zweiten EML 444, der ersten EML 442 und der dritten EML 446, die sequentiell übereinandergestapelt sind. Beispielsweise kann die erste EML 442 zwischen der EBL 465 und der HBL 475, die zweite EML 444 zwischen der EBL 465 und der ersten EML 442 und die dritte EML 446 zwischen der HBL 475 und der ersten EML 442 angeordnet sein.

[0130] Die erste EML 442 enthält die zweite Verbindung, bei der es sich um das verzögert fluoreszierende Material der Formeln 2 und 4 handelt, und jede der zweiten und dritten EML 444 und 446 enthält die erste Verbindung, bei der es sich um das fluoreszierende Material der Formeln 1 und 3 handelt. Die erste Verbindung in der ersten EML 444 und die erste Verbindung in der dritten EML 446 können gleich oder verschieden sein. Darüber hinaus enthalten die erste bis dritte EML 442, 444 und 446 noch eine sechste Verbindung, eine siebte Verbindung bzw. eine achte Verbindung als Host. Die sechste Verbindung in der ersten EML 442, die siebte Verbindung in der zweiten EML 444 und die achte Verbindung in der dritten EML 446 können gleich oder verschieden sein. Beispielsweise kann es sich bei dem Host der ersten EML 442, d. h. der sechsten Verbindung, dem Host der zweiten EML 444, d. h. der siebten Verbindung, und dem Host der dritten EML 446, d. h. der achten Verbindung, um die oben genannte dritte Verbindung handeln.

[0131] In der OLED D3 wird die Triplett-Exzitonenergie der zweiten Verbindung in der ersten EML 442 durch den RISC in die Singulett-Exzitonenergie der zweiten Verbindung umgewandelt, und die Singulett-Exzitonenergie der zweiten Verbindung wird in die Singulett-Exzitonenergie der ersten Verbindung in der zweiten EML 444 und in die Singulett-Exzitonenergie der ersten Verbindung in der dritten EML 446 transferiert. Dadurch bedingt emittiert die erste Verbindung in der zweiten und dritten EML 444 und 446 Licht. Dementsprechend sind sowohl die Singulett-Exzitonenergie als auch die Triplett-Exzitonenergie an der Lichtemission beteiligt, so dass die Emissionseffizienz verbessert wird. Da die Emission von der ersten Verbindung ausgeht, bei der es sich um das fluoreszierende Material handelt, wird außerdem eine Lichtemission mit schmaler FWHM ermöglicht.

[0132] Wie oben beschrieben, haben das Absorptionsspektrum der ersten Verbindung und das Emissionsspektrum der zweiten Verbindung ein Überlappungsverhältnis, das gleich oder größer als ungefähr 35 % ist.

[0133] Dementsprechend wird die Energie der zweiten Verbindung in der ersten EML 442 effizient in die erste Verbindung in jeder der zweiten und dritten EML 444 und 446 transferiert, so dass die Emissionseffizienz der OLED D3 weiter verbessert wird.

[0134] In der ersten EML 442 kann das Gewichtsverhältnis der sechsten Verbindung gleich oder größer sein als das der ersten Verbindung. In der zweiten EML 444 kann das Gewichtsverhältnis der siebten Verbindung gleich oder kleiner sein als das der ersten Verbindung. In der dritten EML 446 kann das Gewichtsverhältnis der achten Verbindung gleich oder kleiner sein als das der ersten Verbindung. Darüber hinaus kann das Gewichtsverhältnis der zweiten Verbindung in der ersten EML 442 größer sein als das der ersten Verbindung in der zweiten EML 444 und das der ersten Verbindung in der dritten EML 446. Dadurch bedingt wird die Energie hinreichend und/oder effizient von der zweiten Verbindung in der ersten EML 442 in die erste Verbindung in der zweiten EML 444 und die erste Verbindung in der dritten EML 446 mittels FRET transferiert. Beispielsweise kann die zweite Verbindung einen Gewichtsanteil von ungefähr 30 bis 50 % in der ersten EML 442 haben, vorzugsweise ungefähr 40 bis 50 %. Die erste Verbindung kann in der zweiten EML 444 und der dritten EML 446 jeweils einen Gewichtsanteil von ungefähr 0,01 bis 10, vorzugsweise von ungefähr 0,1 bis 5, aufweisen. Es ist aber nicht darauf beschränkt.

[0135] Der Host der zweiten EML 444 kann derselbe sein wie ein Material der EBL 465. In diesem Fall kann die zweite EML 444 eine Elektronenblockierfunktion mit einer Emissionsfunktion aufweisen. Das heißt, die zweite EML 444 kann als eine Pufferschicht zum Blockieren der Elektronen dienen. Wenn die EBL 465 weggelassen wird, kann die zweite EML 444 als eine Emissionsschicht und als eine Elektronensperrschicht fungieren.

[0136] Der Host der dritten EML 446 kann derselbe sein wie ein Material der HBL 475. In diesem Fall kann die dritte EML 446 eine Lochblockierfunktion mit einer Emissionsfunktion haben. Das heißt, die dritte EML 446 kann als eine Pufferschicht zum Blockieren der Löcher dienen. Wenn die HBL 475 weggelassen wird, kann die dritte EML 446 als eine emittierende Schicht und als eine Lochsperrschicht fungieren.

[0137] Der Host in der zweiten EML 444 kann derselbe sein wie ein Material der EBL 465, und der Host in der dritten EML 446 kann derselbe sein wie ein Material der HBL 475. In diesem Fall kann die zweite EML 444 eine Elektronenblockierfunktion mit einer Emissionsfunktion und die dritte EML 446 kann eine Lochblockierfunktion mit einer Emissionsfunktion aufweisen. Das heißt, die zweite EML 444 kann als eine Pufferschicht zum Blockieren von Elektronen dienen, und die dritte EML 446 kann als eine Pufferschicht zum Blockieren von Löchern dienen. Wenn die EBL 465 und die HBL 475 weggelassen werden, kann die zweite EML 444 als eine emittierende Materialschicht und als eine Elektronensperrschicht fungieren, und die dritte EML 446 fungiert als eine emittierende Materialschicht und als eine Lochsperrschicht.

[0138] **Abb. 8** ist eine schematische Querschnittsansicht einer OLED gemäß einer fünften Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung.

[0139] Wie in **Abb. 8** gezeigt, enthält die OLED D4 die erste und zweite Elektrode 510 und 530, die einander gegenüberliegen, und die dazwischen liegende lichtemittierende Schicht 520. Die organische lichtemittierende Anzeigevorrichtung 100 (von **Abb. 2**) kann einen roten Pixelbereich, einen grünen Pixelbereich und einen blauen Pixelbereich beinhalten, und die OLED D4 kann im grünen Pixelbereich positioniert sein.

[0140] Die erste Elektrode 510 kann eine Anode und die zweite Elektrode 530 kann eine Kathode sein.

[0141] Die lichtemittierende Schicht 520 enthält einen ersten emittierenden Teil 540 enthaltend eine erste EML 550 und einen zweiten emittierenden Teil 560 enthaltend eine zweite EML 570. Darüber hinaus kann die lichtemittierende Schicht 520 auch noch eine Ladungserzeugungsschicht (CGL) 580 zwischen dem ersten und dem zweiten emittierenden Teil 540 und 560 enthalten.

[0142] Die CGL 580 ist zwischen dem ersten und dem zweiten emittierenden Teil 540 und 560 so angeordnet, dass das erste emittierende Teil 540, die CGL 580 und das zweite emittierende Teil 560 nacheinander auf der ersten Elektrode 510 gestapelt sind. Das erste emittierende Teil 540 befindet sich nämlich zwischen der ersten Elektrode 510 und der CGL 580, und das zweite emittierende Teil 560 befindet sich zwischen der zweiten Elektrode 530 und der CGL 580.

[0143] Der erste emittierende Teil 540 enthält die erste EML 550.

[0144] Darüber hinaus kann das erste emittierende Teil 540 auch noch mindestens eine von einer ersten HTL 540b zwischen der ersten Elektrode 510 und der ersten EML 550, einer HIL 540a zwischen der ersten Elektrode 510 und der ersten HTL 540b und einer ersten ETL 540e zwischen der ersten EML 550 und der CGL 580 beinhalten.

[0145] Des Weiteren kann das erste emittierende Teil 540 auch noch mindestens eine von einer ersten EBL 540c zwischen der ersten HTL 540b und der ersten EML 550 und einer ersten HBL 540d zwischen der ersten EML 550 und der ersten ETL 540e enthalten.

[0146] Der zweite emittierende Teil 560 enthält die zweiten EML 570.

[0147] Darüber hinaus kann der zweite emittierende Teil 560 auch noch mindestens eine von einer zweiten HTL 560a zwischen der CGL 580 und der zweiten EML 570, einer zweiten ETL 560d zwischen der zweiten EML 570 und der zweiten Elektrode 164 und einer EIL 560e zwischen der zweiten ETL 560d und der zweiten Elektrode 530 enthalten.

[0148] Des Weiteren kann das zweite emittierende Teil 560 auch noch mindestens eine von einer zweiten EBL 560b zwischen der zweiten HTL 560a und der zweiten EML 570 und einer zweiten HBL 560c zwischen der zweiten EML 570 und der zweiten ETL 560d enthalten.

[0149] Die CGL 580 befindet sich zwischen dem ersten und zweiten emittierenden Teil 540 und 560. Das erste und das zweite emittierende Teil 540 und 560 sind nämlich durch die CGL 580 miteinander verbunden. Die CGL 580 kann eine CGL mit P-N-Übergang aus einer N-Typ CGL 582 und einer P-Typ CGL 584 sein.

[0150] Die N-Typ CGL 582 ist zwischen der ersten ETL 540e und der zweiten HTL 560a positioniert, und die P-Typ CGL 584 ist zwischen der N-Typ CGL 582 und der zweiten HTL 560a positioniert. Die N-Typ CGL 582 liefert ein Elektron in die erste EML 550 des ersten emittierenden Teils 540, und die P-Typ CGL 584 liefert ein Loch in die zweite EML 570 des zweiten emittierenden Teils 560. Jede der ersten und zweiten EML 550 und 570 ist die grüne EML. Mindestens eine von der ersten und zweiten EML 550 und 570 enthält die erste Verbindung, die das fluoreszierende Material der Formeln 1 und 3 ist, und die zweite Verbindung, die das verzögert fluoreszierende Material der Formeln 2 und 4 ist. Die erste EML 550 kann ferner die dritte Verbindung als Host enthalten. Die dritte Verbindung kann ausgewählt sein aus den Verbindungen der Formel 5.

[0151] In der ersten EML 550 kann das Gewichtsverhältnis der zweiten Verbindung größer als das der ersten Verbindung und gleich oder kleiner als das der dritten Verbindung sein. Wenn das Gewichtsverhältnis der zweiten Verbindung größer ist als das der ersten Verbindung, wird der Energietransfer von der zweiten Verbindung in die erste Verbindung ausreichend generiert. Beispielsweise kann in der ersten EML 550 die erste Verbindung einen Gewichtsanteil von 0,01 bis 10, vorzugsweise 0,1 bis 5, haben, die zweite Verbindung einen Gewichtsanteil von 30 bis 49,9, vorzugsweise 40 bis 49,9, haben, und die dritte Verbindung einen Gewichtsanteil von 40 bis 60, haben. Es ist jedoch nicht darauf beschränkt.

[0152] Die zweite EML 570 kann die erste Verbindung der Formel 1 und die zweite Verbindung der Formel 2 enthalten. Alternativ kann die zweite EML 570 eine Verbindung enthalten, die sich von mindestens einer der ersten Verbindung und der zweiten Verbindung in der ersten EML 550 unterscheidet, so dass die erste und die zweite EML 550 und 570 eine unterschiedliche Wellenlänge des emittierten Lichts oder eine unterschiedliche Emissionseffizienz aufweisen.

[0153] In der OLED D4 der vorliegenden Offenbarung wird das Singulett-Energieniveau der zweiten Verbindung als verzögert fluoreszierendes Material in die erste Verbindung als fluoreszierendes Dotiermittel übertragen, und die Lichtemission wird von der ersten Verbindung generiert. Dementsprechend werden die Emissionseffizienz und die Farbreinheit der OLED D4 verbessert. Da die erste Verbindung der Formel 1 und die zweite Verbindung der Formel 2 in der ersten EML 550 enthalten sind, werden außerdem die Emissionseffizienz und die Farbreinheit der OLED D4 weiter verbessert. Da die OLED D4 außerdem eine Zweistapelstruktur (Doppelstapelstruktur) mit zwei grünen EML aufweist, wird der Farbsinn der OLED D4 verbessert und/oder die Emissionseffizienz der OLED D4 optimiert.

[0154] **Abb. 9** ist eine schematische Querschnittsansicht einer organischen lichtemittierenden Anzeigevorrichtung gemäß einer sechsten Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung.

[0155] Wie in **Abb. 9** gezeigt, enthält die organische lichtemittierende Anzeigevorrichtung 1000 ein Substrat 1010, wobei erste bis dritte Pixelbereiche P1, P2 und P3 definiert sind, einen TFT Tr über dem Substrat 1010 und eine OLED D5. Die OLED D5 ist über dem TFT Tr angeordnet und mit dem TFT Tr verbunden. Bei den ersten bis dritten Pixelbereichen P1, P2 und P3 kann es sich beispielsweise um einen grünen Pixelbereich, einen roten Pixelbereich bzw. einen blauen Pixelbereich handeln.

[0156] Das Substrat 1010 kann ein Glassubstrat oder ein flexibles Substrat sein. Das flexible Substrat kann beispielsweise ein Polyimid (PI) -Substrat, ein Polyethersulfon (PES) -Substrat, ein Polyethylenphthalat (PEN) -Substrat, ein Polyethylenterephthalat (PET) -Substrat oder ein Polycarbonat (PC) -Substrat sein.

[0157] Eine Pufferschicht 1012 wird auf dem Substrat 1010 gebildet, und der TFT Tr wird auf der Pufferschicht 1012 gebildet. Die Pufferschicht 1012 kann weggelassen werden.

[0158] Wie in **Abb. 2** erläutert, kann der TFT Tr eine Halbleiterschicht, eine Gate-Elektrode, eine Source-Elektrode und eine Drain-Elektrode enthalten und als Antriebselement dienen.

[0159] Eine Planarisierungsschicht (oder Passivierungsschicht) 1050 wird auf dem TFT Tr gebildet. Die Planarisierungsschicht 1050 hat eine flache Oberseite und enthält ein Drain-Kontaktloch 1052, das die Drain-Elektrode des TFT Tr freilegt.

[0160] Die OLED D5 ist auf der Planarisierungsschicht 1050 angeordnet und enthält eine erste Elektrode 1060, eine emittierende Schicht 1062 und eine zweite Elektrode 1064. Die erste Elektrode 1060 ist mit der Drain-Elektrode des TFT Tr verbunden, und die lichtemittierende Schicht 1062 und die zweite Elektrode 1064 sind nacheinander auf die erste Elektrode 1060 gestapelt. Die OLED D5 ist in jedem der ersten bis dritten Pixelbereiche P1 bis P3 angeordnet und emittiert in den ersten bis dritten Pixelbereichen P1 bis P3 Licht unterschiedlicher Farbe. Beispielsweise kann die OLED D5 im ersten Pixelbereich P1 grünes Licht emittieren, die OLED D5 im zweiten Pixelbereich P2 kann rotes Licht emittieren und die OLED D5 im dritten Pixelbereich P3 kann blaues Licht emittieren.

[0161] Die erste Elektrode 1060 ist so geformt, dass sie in den ersten bis dritten Pixelregionen P1 bis P3 separiert ist, und die zweite Elektrode 1064 ist so geformt, dass sie aus einem Stück besteht, um die ersten bis dritten Pixelregionen P1 bis P3 zu bedecken.

[0162] Die erste Elektrode 1060 ist entweder eine Anode oder eine Kathode, und die zweite Elektrode 1064 ist jeweils entsprechend entweder die Kathode oder die Anode. Darüber hinaus kann eine von der ersten und zweiten Elektrode 1060 und 1064 eine lichtdurchlässige Elektrode (oder eine halbdurchlässige Elektrode) sein, und die andere der ersten und zweiten Elektroden 1060 und 1064 kann eine reflektierende Elektrode sein.

[0163] Beispielsweise kann die erste Elektrode 1060 die Anode sein und eine transparente leitfähige oxidische Materialschicht gebildet aus einem transparenten leitfähigen Oxid (TCO) mit einer relativ hohen Austrittsarbeit enthalten. Die zweite Elektrode 1064 kann die Kathode sein und eine metallische Materialschicht gebildet aus einem metallischen Material mit niedrigem Widerstand und relativ geringer Austrittsarbeit enthalten. Beispielsweise kann die transparente leitfähige Oxidmaterialschicht der ersten Elektrode 1060 mindestens eines von Indiumzinnoxid (ITO), Indiumzinkoxid (IZO), Indiumzinnzinkoxid (ITZO), Zinnoxid (SnO), Zinkoxid (ZnO), Indiumkupferoxid (ICO) und Aluminiumzinkoxid-Legierung (Al:ZnO) enthalten, und die zweite Elektrode 1064 kann Al, Mg, Ca, Ag, deren Legierung, z. B., Mg-Ag-Legierung, oder deren Kombination enthalten.

[0164] In der organischen lichtemittierenden Anzeigevorrichtung 1000 vom Typ Bottom-Emission kann die erste Elektrode 1060 eine einschichtige Struktur der transparenten leitfähigen Oxidmaterialschicht aufweisen.

[0165] Andererseits kann in der organischen lichtemittierenden Anzeigevorrichtung 1000 vom Typ Top-Emission eine Reflexionselektrode oder eine Reflexionsschicht unter der ersten Elektrode 1060 gebildet werden. Zum Beispiel kann die Reflexionselektrode oder die Reflexionsschicht aus Ag oder einer Aluminium-Palladium-Kupfer-Legierung (APC) gebildet sein. In diesem Fall kann die erste Elektrode 1060 eine dreischichtige Struktur aus ITO/Ag/ITO oder ITO/APC/ITO aufweisen. Darüber hinaus kann die zweite Elektrode 1064 ein dünnes Profil (geringe Dicke) aufweisen, um eine Lichtdurchlässigkeitseigenschaft (oder eine Halbdurchlässigkeitseigenschaft) zu erzielen.

[0166] Auf der Planarisierungsschicht 1050 wird eine Wallschicht 1066 gebildet, um einen Rand der ersten Elektrode 1060 zu bedecken. Die Wallschicht 1066 ist an einer Grenze der ersten bis dritten Pixelregion P1 bis P3 positioniert und legt eine Mitte der ersten Elektrode 1060 in der ersten bis dritten Pixelregion P1 bis P3 frei.

[0167] Die lichtemittierende Schicht 1062 als eine emittierende Einheit wird auf der ersten Elektrode 1060 gebildet. Die lichtemittierende Schicht 1062 kann eine einschichtige Struktur einer EML aufweisen. Alternativ kann die lichtemittierende Schicht 1062 auch mindestens eine von einer HIL, einer HTL, einer EBL, die sequentiell zwischen der ersten Elektrode 1060 und der EML gestapelt sind, einer HBL, einer ETL und einer EIL, die sequentiell zwischen der EML und der zweiten Elektrode 1064 gestapelt sind, enthalten.

[0168] In der ersten Pixelregion P1, die die grüne Pixelregion ist, enthält die EML der lichtemittierenden Schicht 1062 die erste Verbindung, die das fluoreszierende Material ist, und die zweite Verbindung, die das verzögert fluoreszierende Material ist. Die EML der lichtemittierenden Schicht 1062 kann ferner die dritte Verbindung als Host enthalten. Die erste Verbindung wird durch die Formel 1 dargestellt, und die zweite Verbindung wird durch die Formel 2 dargestellt.

[0169] Auf der zweiten Elektrode 1064 wird ein Verkapselungsfilm 1070 gebildet, um das Eindringen von Feuchtigkeit in die OLED D5 zu verhindern. Die Verkapselungsfolie 1070 kann eine dreischichtige Struktur mit einer ersten anorganischen Isolierschicht, einer organischen Isolierschicht und einer zweiten anorganischen Isolierschicht aufweisen, ist aber nicht darauf beschränkt.

[0170] Die organische lichtemittierende Anzeigevorrichtung 1000 kann des Weiteren eine Polarisationsplatte (nicht gezeigt) zur Verringerung der Reflexion von Umgebungslicht enthalten. Zum Beispiel kann es sich bei der Polarisationsplatte um eine zirkulare Polarisationsplatte handeln. In der organischen lichtemittierenden Anzeigevorrichtung 1000 vom Typ Bottom-Emission kann die Polarisationsplatte unter dem Substrat 1010 angeordnet sein. Bei der organischen lichtemittierenden Anzeigevorrichtung 1000 vom Typ Top-Emission kann die Polarisationsplatte auf oder über der Verkapselungsschicht 1070 angeordnet sein.

[0171] **Abb. 10** ist eine schematische Querschnittsansicht einer OLED gemäß einer siebten Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung.

[0172] Gemäß **Abb. 10** mit **Abb. 9** ist die OLED D5 in jedem der ersten bis dritten Pixelbereiche P1 bis P3 angeordnet und enthält die ersten und zweiten Elektroden 1060 und 1064, die einander gegenüberliegen, sowie die dazwischen liegende lichtemittierende Schicht 1062. Die lichtemittierende Schicht 1062 enthält eine EML 1090.

[0173] Die erste Elektrode 1060 kann eine Anode sein und die zweite Elektrode 1064 kann eine Kathode sein. Beispielsweise kann die erste Elektrode 1060 eine reflektierende Elektrode sein und die zweite Elektrode 1064 eine durchlässige (oder eine halbdurchlässige Elektrode) sein.

[0174] Die lichtemittierende Schicht 1062 kann des Weiteren eine HTL 1082 zwischen der ersten Elektrode 1060 und der EML 1090 und eine ETL 1094 zwischen der EML 1090 und der zweiten Elektrode 1064 enthalten.

[0175] Darüber hinaus kann die lichtemittierende Schicht 1062 auch noch eine HIL 1080 zwischen der ersten Elektrode 1060 und der HTL 1082 und eine EIL 1096 zwischen der ETL 1094 und der zweiten Elektrode 1064 enthalten.

[0176] Des Weiteren kann die lichtemittierende Schicht 1062 auch eine EBL 1086 zwischen der EML 1090 und der HTL 1082 und eine HBL 1092 zwischen der EML 1090 und der ETL 1094 enthalten.

[0177] Darüber hinaus kann die lichtemittierende Schicht 1062 weiterhin eine zusätzliche HTL 1084 zwischen der HTL 1082 und der EBL 1086 enthalten. Die zusätzliche HTL 1084 kann eine erste zusätzliche HTL 1084a in der ersten Pixelregion P1, eine zweite zusätzliche HTL 1084b in der zweiten Pixelregion P2 und eine dritte zusätzliche HTL 1084c in der dritten Pixelregion P3 enthalten. Die erste zusätzliche HTL 1084a hat eine erste Dicke, die zweite zusätzliche HTL 1084b hat eine zweite Dicke und die dritte zusätzliche HTL 1084c hat eine dritte Dicke. Die erste Dicke ist kleiner als die zweite Dicke und größer als die dritte Dicke, so dass die OLED D5 eine Mikrohohlraumstruktur aufweist.

[0178] Indem nämlich die erste bis dritte zusätzliche HTL 1084a, 1084b und 1084c einen Unterschied in der Dicke aufweisen, ist ein Abstand zwischen der ersten und zweiten Elektrode 1060 und 1064 im ersten Pixelbereich P1, in dem Licht eines ersten Wellenlängenbereichs, z. B. grünes Licht, emittiert wird, kleiner als ein Abstand zwischen der ersten und zweiten Elektrode 1060 und 1064 im zweiten Pixelbereich P2, in dem Licht eines zweiten Wellenlängenbereichs, z. B. rotes Licht, der größer ist als der erste Wellenlängenbereich, emittiert wird, und größer als ein Abstand zwischen der ersten und zweiten Elektrode 1060 und 1064 im dritten Pixelbereich P3, in dem Licht eines dritten Wellenlängenbereichs, z. B. blaues Licht, der kleiner ist als der erste Wellenlängenbereich, emittiert wird. Dementsprechend wird die Emissionseffizienz der OLED D5 verbessert.

[0179] In **Abb. 10** ist die dritte zusätzliche HTL 1084c in der dritten Pixelregion P3 ausgebildet. Alternativ kann auch eine Mikrohohlraumstruktur ohne die dritte zusätzliche HTL 1084c bereitgestellt werden. Auf der zweiten Elektrode 1084 kann außerdem eine Deckschicht (nicht gezeigt) zur Verbesserung der Lichtausbeute gebildet werden.

[0180] Die EML 1090 enthält eine erste EML 1090a in der ersten Pixelregion P1, eine zweite EML 1090b in der zweiten Pixelregion P2 und eine dritte EML 1090c in der dritten Pixelregion P3. Die erste bis dritte EML 1090a, 1090b und 1090c können eine grüne EML, eine rote EML bzw. eine blaue EML sein.

[0181] Die erste EML 1090a in der ersten Pixelregion P1 enthält die erste Verbindung, die das fluoreszierende Material ist, und die zweite Verbindung, die das verzögert fluoreszierende Material ist. Die erste EML 1090a in der ersten Pixelregion P1 kann des Weiteren die dritte Verbindung als Host enthalten. Die erste Verbindung wird durch die Formel 1 dargestellt, und die zweite Verbindung wird durch die Formel 2 dargestellt. Die dritte Verbindung kann aus ausgewählt werden aus den Verbindungen der Formel 5.

[0182] In der ersten EML 1090a im ersten Pixelbereich P1 kann das Gewichtsverhältnis der zweiten Verbindung größer als das der ersten Verbindung und gleich oder kleiner als das der dritten Verbindung sein. Wenn das Gewichtsverhältnis der zweiten Verbindung größer ist als das der ersten Verbindung, wird der Energietransfer von der dritten Verbindung in die erste Verbindung ausreichend erzeugt.

[0183] Beispielsweise kann in der ersten EML 1090a im ersten Pixelbereich P1 die erste Verbindung beispielsweise einen Gewichtsanteil von 0,01 bis 10, vorzugsweise 0,1 bis 5, die zweite Verbindung einen Gewichtsanteil von 30 bis 49,9, vorzugsweise 40 bis 49,9, und die dritte Verbindung einen Gewichtsanteil von 40 bis 60 haben. Er ist jedoch nicht darauf beschränkt.

[0184] Jeder von der zweiten EML 1090b in der zweiten Pixelregion P2 und der dritten EML 1090c in der dritten Pixelregion P3 kann einen Host und ein Dotierungsmittel enthalten. Beispielsweise kann der Dotierstoff in jeder von der zweiten EML 1090b in der zweiten Pixelregion P2 und der dritten EML 1090c in der dritten Pixelregion P3 mindestens eine von einer phosphoreszierenden Verbindung, einer fluoreszierenden Verbindung und einer verzögert fluoreszierenden Verbindung enthalten.

[0185] Die OLED D5 in **Abb. 10** emittiert jeweils das grüne Licht, das rote Licht und das blaue Licht in der ersten bis dritten Pixelregion P1 bis P3, so dass die organische lichtemittierende Anzeigevorrichtung 1000 (von **Abb. 9**) ein vollfarbiges Bild liefern kann.

[0186] Die organische lichtemittierende Anzeigevorrichtung 1000 kann des Weiteren eine Farbfilterschicht enthalten, die den ersten bis dritten Pixelbereichen P1 bis P3 entspricht, um die Farbreinheit zu verbessern. Beispielsweise kann die Farbfilterschicht eine erste Farbfilterschicht, z. B. eine grüne Farbfilterschicht, entsprechend dem ersten Pixelbereich P1, eine zweite Farbfilterschicht, z. B. eine rote Farbfilterschicht, entsprechend dem zweiten Pixelbereich P2, und eine dritte Farbfilterschicht, z. B. eine blaue Farbfilterschicht, entsprechend dem dritten Pixelbereich P3, enthalten.

[0187] In der organischen lichtemittierenden Anzeigevorrichtung 1000 vom Typ Bottom-Emission kann die Farbfilterschicht zwischen der OLED D5 und dem Substrat 1010 angeordnet sein. Andererseits kann die Farbfilterschicht in der organischen lichtemittierenden Anzeigevorrichtung 1000 vom Typ Top-Emission auf oder über der OLED D5 angeordnet sein.

[0188] **Abb. 11** ist eine schematische Querschnittsansicht einer organischen lichtemittierenden Anzeigevorrichtung gemäß einer achten Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung.

[0189] Wie in **Abb. 11** gezeigt, enthält die organische lichtemittierende Anzeigevorrichtung 1100 ein Substrat 1110, wobei erste bis dritte Pixelbereiche P1, P2 und P3 definiert sind, einen TFT Tr über dem Substrat 1110, eine OLED D, die über dem TFT Tr angeordnet und mit dem TFT Tr verbunden ist, und eine Farbfilterschicht 1120, die den ersten bis dritten Pixelbereichen P1 bis P3 entspricht. Beispielsweise können die ersten bis dritten Pixelbereiche P1, P2 und P3 ein grüner Pixelbereich, ein roter Pixelbereich beziehungsweise ein blauer Pixelbereich sein.

[0190] Das Substrat 1110 kann ein Glassubstrat oder ein flexibles Substrat sein. Das flexible Substrat kann beispielsweise ein Polyimid (PI) -Substrat, ein Polyethersulfon (PES) -Substrat, ein Polyethylenphthalat (PEN) -Substrat, ein Polyethylenterephthalat (PET) -Substrat oder ein Polycarbonat (PC) -Substrat sein.

[0191] Der TFT Tr wird auf dem Substrat 1110 gebildet. Alternativ kann eine Pufferschicht (nicht gezeigt) auf dem Substrat 1110 gebildet werden, und der TFT Tr kann auf der Pufferschicht gebildet werden. Wie anhand von **Abb. 2** erläutert, kann der TFT Tr eine Halbleiterschicht, eine Gate-Elektrode, eine Source-Elektrode und eine Drain-Elektrode enthalten und als Antriebselement dienen.

[0192] Darüber hinaus ist die Farbfilterschicht 1120 auf dem Substrat 1110 angeordnet. Die Farbfilterschicht 1120 kann zum Beispiel eine erste Farbfilterschicht 1122, die dem ersten Pixelbereich P1 entspricht, eine zweite Farbfilterschicht 1124, die dem zweiten Pixelbereich P2 entspricht, und eine dritte Farbfilterschicht 1126, die dem dritten Pixelbereich P3 entspricht, enthalten. Bei den ersten bis dritten Farbfilterschichten 1122, 1124 und 1126 kann es sich um eine grüne Farbfilterschicht, eine rote Farbfilterschicht beziehungsweise eine blaue Farbfilterschicht handeln. Zum Beispiel kann die erste Farbfilterschicht 1122 mindestens eines von einem grünen Farbstoff und einem grünen Pigment enthalten, und die zweite Farbfilterschicht 1124 kann mindestens eines von einem roten Farbstoff und einem roten Pigment enthalten. Die dritte Farbfilterschicht 1126 kann mindestens eines von einem blauen Farbstoff und einem blauen Pigment enthalten.

[0193] Eine Planarisierungsschicht (oder Passivierungsschicht) 1150 ist auf dem TFT Tr und der Farbfilterschicht 1120 gebildet. Die Planarisierungsschicht 1150 hat eine flache Oberseite und enthält ein Drain-Kontaktloch 1152, das die Drain-Elektrode des TFT Tr freilegt.

[0194] Die OLED D ist auf der Planarisierungsschicht 1150 angeordnet und entspricht der Farbfilterschicht 1120. Die OLED D enthält eine erste Elektrode 1160, eine Emissionsschicht 1162 und eine zweite Elektrode 1164. Die erste Elektrode 1160 ist mit der Drain-Elektrode des TFT Tr verbunden, und die lichtemittierende Schicht 1162 und die zweite Elektrode 1164 sind sequentiell auf die erste Elektrode 1160 aufgeschichtet. Die OLED D emittiert weißes Licht in jedem der ersten bis dritten Pixelbereiche P1 bis P3.

[0195] Die erste Elektrode 1160 ist so geformt, dass sie in den ersten bis dritten Pixelbereiche P1 bis P3 separiert ist, und die zweite Elektrode 1164 ist so geformt, dass sie aus einem Stück besteht, um die ersten bis dritten Pixelbereiche P1 bis P3 abzudecken.

[0196] Die erste Elektrode 1160 ist eine Anode oder eine Kathode, und die zweite Elektrode 1164 ist entsprechend die Kathode oder die Anode. Darüber hinaus kann die erste Elektrode 1160 eine lichtdurchlässige Elektrode (oder eine halbdurchlässige Elektrode) sein, und die zweite Elektrode 1164 kann eine reflektierende Elektrode sein.

[0197] Die erste Elektrode 1160 kann beispielsweise die Anode sein und eine transparente, leitfähige oxidische Materialschicht gebildet aus einem transparenten, leitfähigen Oxid (TCO) -Material mit einer relativ hohen Austrittsarbeit aufweisen. Die zweite Elektrode 1164 kann die Kathode sein und eine metallische Materialschicht gebildet aus einem metallischen Material mit niedrigem Widerstand und relativ niedriger Austrittsarbeit enthalten. Beispielsweise kann die transparente, leitfähige oxidische Materialschicht der ersten Elektrode 1160 mindestens eines von Indiumzinnoxid (ITO), Indiumzinkoxid (IZO), Indiumzinnzinkoxid (ITZO), Zinnoxid (SnO), Zinkoxid (ZnO), Indiumkupferoxid (ICO) und Aluminiumzinkoxid-Legierung (Al:ZnO) enthalten, und die zweite Elektrode 1164 kann Al, Mg, Ca, Ag, deren Legierung, z. B., Mg-Ag-Legierung, oder deren Kombination enthalten.

[0198] Die lichtemittierende Schicht 1162 als eine emittierende Einheit ist auf der ersten Elektrode 1160 ausgebildet. Die lichtemittierende Schicht 1162 enthält mindestens zwei emittierende Teile, die Licht unterschiedlicher Farbe emittieren. Jeder emittierende Teil kann eine einschichtige Struktur einer EML haben. Alternativ kann jeder emittierende Teil auch mindestens eine der folgenden Schichten aufweisen: HIL, HTL, EBL, HBL,

ETL und EIL. Darüber hinaus kann die lichtemittierende Schicht 1162 eine Ladungserzeugungsschicht (CGL) zwischen den emittierenden Teilen enthalten.

[0199] Die EML eines der emittierenden Teile enthält die erste Verbindung in Formel 1 und die zweite Verbindung in Formel 2. Die EML eines der emittierenden Teile enthält also das fluoreszierende Material und das verzögert fluoreszierende Material. Die EML eines der emittierenden Teile kann außerdem die dritte Verbindung als Host enthalten. Die dritte Verbindung kann ausgewählt werden aus den Verbindungen der Formel 5.

[0200] Eine Wallschicht 1166 ist auf der Planarisierungsschicht 1150 gebildet, um eine Kante der ersten Elektrode 1160 zu bedecken. Die Wallschicht 1166 ist nämlich an einer Grenze der ersten bis dritten Pixelregionen P1 bis P3 angeordnet und legt eine Mitte der ersten Elektrode 1160 in den ersten bis dritten Pixelregionen P1 bis P3 frei. Wie oben erwähnt, kann die lichtemittierende Schicht 1162 als eine gemeinsame Schicht in den ersten bis dritten Pixelregionen P1 bis P3 ohne Trennung in den ersten bis dritten Pixelregionen P1 bis P3 gebildet werden, da die OLED D weißes Licht in den ersten bis dritten Pixelregionen P1 bis P3 emittiert. Die Wallschicht 1166 kann gebildet werden, um Leckstrom an einem Rand der ersten Elektrode 1160 zu verhindern, und kann weggelassen werden. Obwohl nicht dargestellt, kann die organische lichtemittierende Anzeigevorrichtung 1100 des Weiteren einen Verkapselungsfilm gebildet auf der zweiten Elektrode 1164 enthalten, um das Eindringen von Feuchtigkeit in die OLED D zu verhindern. Außerdem kann die organische lichtemittierende Anzeigevorrichtung 1100 des Weiteren eine Polarisationsplatte unter dem Substrat 1110 aufweisen, um die Reflexion von Umgebungslicht zu verringern.

[0201] In der organischen lichtemittierenden Anzeigevorrichtung 1100 (von **Abb. 11**) ist die erste Elektrode 1160 eine transparente Elektrode (lichtdurchlässige Elektrode) und die zweite Elektrode 1164 ist eine reflektierende Elektrode. Außerdem ist die Farbfilterschicht 1120 zwischen dem Substrat 1110 und der OLED D positioniert. Bei der organischen lichtemittierenden Anzeigevorrichtung 11000 handelt es sich nämlich um eine vom Typ Bottom-Emission.

[0202] Alternativ kann in der organischen lichtemittierenden Anzeigevorrichtung 1100 die erste Elektrode 1160 eine reflektierende Elektrode sein und kann die zweite Elektrode 1154 eine transparente Elektrode (oder eine halbtransparente Elektrode) sein. In diesem Fall ist die Farbfilterschicht 1120 auf oder über der OLED D befindlich.

[0203] In der organischen lichtemittierenden Anzeigevorrichtung 1100 emittiert die OLED D in den ersten bis dritten Pixelbereichen P1 bis P3 weißes Licht, und das weiße Licht durchläuft die ersten bis dritten Farbfilterschichten 1122, 1124 und 1126. Dementsprechend werden das grüne Licht, das rote Licht und das blaue Licht in den ersten bis dritten Pixelbereichen P1 bis P3 angezeigt.

[0204] Obwohl nicht gezeigt, kann eine Farbumwandlungsschicht zwischen der OLED D und der Farbfilterschicht 1120 ausgebildet sein. Die Farbumwandlungsschicht kann eine grüne Farbumwandlungsschicht, eine rote Farbumwandlungsschicht und eine blaue Farbumwandlungsschicht enthalten, die jeweils den ersten bis dritten Pixelbereichen P1 bis P3 entsprechen, und das weiße Licht von der OLED D kann in grünes, rotes und blaues Licht umgewandelt werden. Die Farbumwandlungsschicht kann einen Quantenpunkt enthalten. Dementsprechend kann die Farbreinheit der OLED D weiter verbessert werden.

[0205] Die Farbumwandlungsschicht kann anstelle der Farbfilterschicht 1120 enthalten sein.

[0206] **Abb. 12** ist eine schematische Querschnittsansicht einer OLED gemäß einer neunten Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung.

[0207] Wie in **Abb. 12** gezeigt, enthält die OLED D6 die ersten und zweiten Elektroden 1160 und 1164, die einander gegenüberliegen, und die dazwischen liegende lichtemittierende Schicht 1162.

[0208] Die erste Elektrode 1160 kann eine Anode sein und die zweite Elektrode 1164 kann eine Kathode sein. Die erste Elektrode 1160 ist eine transparente Elektrode (eine lichtdurchlässige Elektrode), und die zweite Elektrode 1164 ist eine reflektierende Elektrode.

[0209] Die lichtemittierende Schicht 1162 enthält einen ersten emittierenden Teil 1210 enthaltend eine erste EML 1220, einen zweiten emittierenden Teil 1230 enthaltend eine zweite EML 1240, und einen dritten emittierenden Teil 1250 enthaltend eine dritte EML 1260. Darüber hinaus kann die lichtemittierende Schicht 1162 weiterhin eine erste CGL 1270 zwischen dem ersten und dem zweiten emittierenden Teil 1210 und 1230 und

eine zweite CGL 1280 zwischen dem ersten emittierenden Teil 1210 und dem dritten emittierenden Teil 1250 enthalten.

[0210] Die erste CGL 1270 ist zwischen dem ersten und dem zweiten emittierenden Teil 1210 und 1230 positioniert, und die zweite CGL 1280 ist zwischen dem ersten und dem dritten emittierenden Teil 1210 und 1250 positioniert. Das dritte emittierende Teil 1250, die zweite CGL 1280, das erste emittierende Teil 1210, die erste CGL 1270 und das zweite emittierende Teil 1230 sind nämlich sequentiell auf der ersten Elektrode 1160 gestapelt. Mit anderen ist das erste emittierende Teil 1210 zwischen der ersten und der zweiten CGL 1270 und 1280 positioniert, und das zweite emittierende Teil 1230 ist zwischen der ersten CGL 1270 und der zweiten Elektrode 1164 positioniert. Der dritte emittierende Teil 1250 ist zwischen der zweiten CGL 1280 und der ersten Elektrode 1160 positioniert. Der erste emittierende Teil 1210 kann des Weiteren eine erste HTL 1210a unter der ersten EML 1220 und eine erste ETL 1210b über der ersten EML 1220 enthalten. Das heißt, die erste HTL 1210a kann zwischen der ersten EML 1220 und der zweiten CGL 1270 positioniert sein, und die erste ETL 1210b kann zwischen der ersten EML 1220 und der ersten CGL 1270 positioniert sein.

[0211] Darüber hinaus kann der erste emittierende Teil 1210 weiterhin eine EBL (nicht gezeigt) zwischen der ersten HTL 1210a und der ersten EML 1220 und eine HBL (nicht gezeigt) zwischen der ersten ETL 1210b und der ersten EML 1220 enthalten.

[0212] Der zweite emittierende Teil 1230 kann des Weiteren eine zweite HTL 1230a unter der zweiten EML 1240, eine zweite ETL 1230b über der zweiten EML 1240 und eine EIL 1230c auf der zweiten ETL 1230b enthalten. Das heißt, die zweite HTL 1230a kann zwischen der zweiten EML 1240 und der ersten CGL 1270 angeordnet sein, und die zweite ETL 1230b und die EIL 1230c können zwischen der zweiten EML 1240 und der zweiten Elektrode 1164 angeordnet sein.

[0213] Darüber hinaus kann das zweite emittierende Teil 1230 weiterhin eine EBL (nicht gezeigt) zwischen der zweiten HTL 1230a und der zweiten EML 1240 und eine HBL (nicht gezeigt) zwischen der zweiten ETL 1230b und der zweiten EML 1240 enthalten.

[0214] Der dritte emittierende Teil 1250 kann des Weiteren eine dritte HTL 1250b unter der dritten EML 1260, eine HIL 1250a unter der dritten HTL 1250b und eine dritte ETL 1250c über der dritten EML 1260 enthalten. Das heißt, die HIL 1250a und die dritte HTL 1250b können zwischen der ersten Elektrode 1160 und der dritten EML 1260 angeordnet sein, und die dritte ETL 1250c kann zwischen der dritten EML 1260 und der zweiten CGL 1280 positioniert sein.

[0215] Darüber hinaus kann das dritte emittierende Teil 1250 eine EBL (nicht gezeigt) zwischen der dritten HTL 1250b und der dritten EML 1260 und eine HBL (nicht gezeigt) zwischen der dritten ETL 1250c und der dritten EML 1260 enthalten.

[0216] Eine der ersten bis dritten EML 1220, 1240 und 1260 ist eine grüne EML. Eine andere der ersten bis dritten EML 1220, 1240 und 1260 kann eine blaue EML sein, und die andere der ersten bis dritten EML 1220, 1240 und 1260 kann eine rote EML sein.

[0217] Zum Beispiel kann die erste EML 1220 die grüne EML sein, die zweite EML 1240 kann die blaue EML sein und die dritte EML 1260 kann die rote EML sein. Alternativ kann die erste EML 1220 die grüne EML sein, die zweite EML 1240 kann die rote EML sein und die dritte EML 1260 kann die blaue EML sein.

[0218] Die erste EML 1220 enthält die erste Verbindung, die das fluoreszierende Material ist, und die zweite Verbindung, die das verzögert fluoreszierende Material ist. Darüber hinaus kann die erste EML 1220 weiterhin auch die dritte Verbindung als Host enthalten. Die erste Verbindung wird durch die Formel 1 dargestellt, und die zweite Verbindung wird durch die Formel 2 dargestellt. Die dritte Verbindung kann ausgewählt werden aus den Verbindungen der Formel 5.

[0219] In der ersten EML 1220 kann das Gewichtsverhältnis der zweiten Verbindung größer als das der ersten Verbindung und gleich oder kleiner als das der dritten Verbindung sein. Wenn das Gewichtsverhältnis der zweiten Verbindung größer ist als das der ersten Verbindung, wird der Energietransfer von der dritten Verbindung in die erste Verbindung ausreichend erzeugt. Zum Beispiel kann in der ersten EML 1220 die erste Verbindung einen Gewichtsanteil von 0,01 bis 10, vorzugsweise 0,1 bis 5, die zweite Verbindung einen Gewichtsanteil von 30 bis 49,9, vorzugsweise 40 bis 49,9, und die dritte Verbindung einen Gewichtsanteil von 40 bis 60 haben. Er ist jedoch nicht darauf beschränkt.

[0220] Die zweite EML 1240 enthält einen Host und ein blaues Dotierungsmittel (oder ein rotes Dotierungsmittel), und die dritte EML 1260 enthält einen Host und ein rotes Dotierungsmittel (oder ein blaues Dotierungsmittel). Beispielsweise kann der Dotierstoff in jeder der zweiten und dritten EML 1240a und 1260 mindestens eine von einer phosphoreszierenden Verbindung, einer fluoreszierenden Verbindung und einer verzögert fluoreszierenden Verbindung enthalten.

[0221] Die OLED D6 in den ersten bis dritten Pixelbereichen P1 bis P3 (von **Abb. 11**) emittiert weißes Licht, und das weiße Licht passiert die Farbfilterschicht 1120 (von **Abb. 11**) in den ersten bis dritten Pixelbereichen P1 bis P3. Dementsprechend kann die organische lichtemittierende Anzeigevorrichtung 1100 (von **Abb. 11**) ein vollfarbiges Bild liefern.

[0222] **Abb. 13** ist eine schematische Querschnittsansicht einer OLED gemäß einer zehnten Ausführungsform der vorliegenden Offenbarung.

[0223] Wie in **Abb. 13** gezeigt, enthält die OLED D7 die erste und zweite Elektrode 1360 und 1364, die einander gegenüberliegen, sowie die dazwischen liegende lichtemittierende Schicht 1362.

[0224] Die erste Elektrode 1360 kann eine Anode sein und die zweite Elektrode 1364 kann eine Kathode sein. Die erste Elektrode 1360 ist eine transparente Elektrode (eine lichtdurchlässige Elektrode), und die zweite Elektrode 1364 ist eine reflektierende Elektrode.

[0225] Die lichtemittierende Schicht 1362 enthält einen ersten emittierenden Teil 1410 enthaltend eine erste EML 1420, einen zweiten emittierenden Teil 1430 enthaltend eine zweite EML 1440, und einen dritten emittierenden Teil 1450 enthaltend eine dritte EML 1460. Darüber hinaus kann die lichtemittierende Schicht 1362 weiterhin eine erste CGL 1470 zwischen dem ersten und dem zweiten emittierenden Teil 1410 und 1430 und eine zweite CGL 1480 zwischen dem ersten emittierenden Teil 1410 und dem dritten emittierenden Teil 1450 enthalten.

[0226] Der erste emittierende Teil 1420 enthält eine untere EML 1420a und eine obere EML 1420b. Das heißt, die untere EML 1420a ist näher an der ersten Elektrode 1360 positioniert und die obere EML 1420b ist näher an der zweiten Elektrode 1364 positioniert.

[0227] Die erste CGL 1470 ist zwischen dem ersten und dem zweiten emittierenden Teil 1410 und 1430 angeordnet, und die zweite CGL 1480 ist zwischen dem ersten und dem dritten emittierenden Teil 1410 und 1450 angeordnet. Das heißt, der dritte emittierende Teil 1450, die zweite CGL 1480, der erste emittierende Teil 1410, die erste CGL 1470 und der zweite emittierende Teil 1430 sind sequentiell auf der ersten Elektrode 1360 gestapelt. Mit anderen Worten, der erste emittierende Teil 1410 ist zwischen der ersten und der zweiten CGL 1470 und 1480 positioniert, und der zweite emittierende Teil 1430 ist zwischen der ersten CGL 1470 und der zweiten Elektrode 1364 positioniert. Der dritte emittierende Teil 1450 ist zwischen der zweiten CGL 1480 und der ersten Elektrode 1360 positioniert.

[0228] Der erste emittierende Teil 1410 kann des Weiteren eine erste HTL 1410a unter der ersten EML 1420 und eine erste ETL 1410b über der ersten EML 1420 enthalten.

[0229] Darüber hinaus kann der erste emittierende Teil 1410 weiterhin eine EBL (nicht gezeigt) zwischen der ersten HTL 1410a und der ersten EML 1420 und eine HBL (nicht gezeigt) zwischen der ersten ETL 1410b und der ersten EML 1420 enthalten.

[0230] Der zweite emittierende Teil 1430 kann des Weiteren eine zweiten HTL 1430a unter der zweiten EML 1440, eine zweite ETL 1430b über der zweiten EML 1440, und eine EIL 1430c auf der zweiten ETL 1430b enthalten. Das heißt, die zweite HTL 1430a kann zwischen der zweiten EML 1440 und der ersten CGL 1470 positioniert sein, und die zweite ETL 1430b und die EIL 1430c können zwischen der zweiten EML 1440 und der zweiten Elektrode 1364 positioniert sein.

[0231] Darüber hinaus kann der zweite emittierende Teil 1430 weiterhin eine EBL (nicht gezeigt) zwischen der zweiten HTL 1430a und der zweiten EML 1440 und eine HBL (nicht gezeigt) zwischen der zweiten ETL 1430b und der zweiten EML 1440 enthalten.

[0232] Der dritte emittierende Teil 1450 kann des Weiteren eine dritte HTL 1450b unter der dritten EML 1460, eine HIL 1450a unter der dritten HTL 1450b und eine dritte ETL 1450c über der dritten EML 1460 enthalten.

Das heißt, die HIL 1450a und die dritte HTL 1450b können zwischen der ersten Elektrode 1360 und der dritten EML 1460 positioniert sein, und die dritte ETL 1450c kann zwischen der dritten EML 1460 und der zweiten CGL 1480 positioniert sein.

[0233] Darüber hinaus kann der dritte emittierende Teil 1450 weiterhin eine EBL (nicht gezeigt) zwischen der dritten HTL 1450b und der dritten EML 1460 und eine HBL (nicht gezeigt) zwischen der dritten ETL 1450c und der dritten EML 1460 enthalten.

[0234] Einer der unteren und oberen EML 1420a und 1420b der ersten EML 1420 ist eine grüne EML, und die andere der unteren und oberen EML 1420a und 1420b der ersten EML 1420 kann eine rote EML sein. Das heißt, die grüne EML (oder die rote EML) und die rote EML (oder die grüne EML) sind sequentiell gestapelt, um die erste EML 1420 zu bilden.

[0235] Beispielsweise enthält die obere EML 1420b, die die grüne EML ist, die erste Verbindung, die das fluoreszierende Material ist, und die zweite Verbindung, die das verzögert fluoreszierende Material ist. Darüber hinaus kann die obere EML 1420b weiterhin auch die dritte Verbindung als Host enthalten. Die erste Verbindung wird durch die Formel 1 dargestellt, und die zweite Verbindung wird durch die Formel 2 dargestellt. Die dritte Verbindung kann ausgewählt werden aus den Verbindungen der Formel 5.

[0236] In der oberen EML 1420b kann das Gewichtsverhältnis der zweiten Verbindung größer als das der ersten Verbindung und gleich oder kleiner als das der dritten Verbindung sein. Wenn das Gewichtsverhältnis der zweiten Verbindung größer ist als das der ersten Verbindung, wird der Energietransfer von der dritten Verbindung in die erste Verbindung ausreichend erzeugt. In der oberen EML 1420b kann beispielsweise die erste Verbindung einen Gewichtsanteil von 0,01 bis 10, vorzugsweise 0,1 bis 5, die zweite Verbindung einen Gewichtsanteil von 30 bis 49,9, vorzugsweise 40 bis 49,9, und die dritte Verbindung einen Gewichtsanteil von 40 bis 60 haben. Er ist jedoch nicht darauf beschränkt.

[0237] Die untere EML 1420a, welche die rote EML ist, kann einen Host und einen roten Dotierstoff enthalten.

[0238] Jede der zweiten und dritten EML 1440 und 1460 kann eine blaue EML sein. Jede der zweiten und dritten EML 1440 und 1460 kann einen Host und ein blaues Dotierungsmittel enthalten. Der Host und das Dotierungsmittel der zweiten EML 1440 können mit dem Host und dem Dotierungsmittel der dritten EML 1460 identisch sein. Alternativ können der Host und das Dotierungsmittel der zweiten EML 1440 von dem Host und dem Dotierungsmittel der dritten EML 1460 verschieden sein. Zum Beispiel kann sich das Dotierungsmittel in der zweiten EML 1440 hinsichtlich der Emissionseffizienz und/oder der Wellenlänge des emittierten Lichts von dem Dotierungsmittel in der dritten EML 1460 unterscheiden.

[0239] In jeder der unteren EML 1420a, der zweiten EML 1440 und der dritten EML 1460 kann das Dotierungsmittel mindestens eine von einer phosphoreszierenden Verbindung, einer fluoreszierenden Verbindung und einer verzögert fluoreszierenden Verbindung enthalten.

[0240] Die OLED D7 emittiert in den ersten bis dritten Pixelbereichen P1 bis P3 (von **Abb. 11**) weißes Licht, und das weiße Licht passiert die Farbfilterschicht 1120 (von **Abb. 11**) in die ersten bis dritten Pixelbereiche P1 bis P3. Dementsprechend kann die organische lichtemittierende Anzeigevorrichtung 1100 (von **Abb. 11**) ein vollfarbiges Bild liefern.

[0241] In **Abb. 13** hat die OLED D7 eine dreifachgestapelte (triple-stack) Struktur enthaltend die zweite und dritte EML 1440 und 1460, bei denen es sich um die blaue EML mit der ersten EML 1420 handelt. Alternativ kann eine der zweiten und dritten EML 1440 und 1460 weggelassen werden, so dass die OLED D7 eine zweifachgestapelte (double-stack) Struktur aufweisen kann.

[0242] Wie in den **Abb. 8**, **Abb. 12** und **Abb. 13** gezeigt, enthält die OLED in jedem Pixelbereich eine erste EML, z. B. eine grüne EML, enthaltend die organische Verbindung der vorliegenden Offenbarung, eine oder mehrere zweite EML und eine CGL, so dass die OLED eine Tandemstruktur aufweist. In diesem Fall handelt es sich bei einer oder mehreren zweiten EML um mindestens eine von einer roten EML, einer grünen EML und einer blauen EML, so dass die OLED die grün oder weiß emittiert.

[0243] Obwohl die vorliegende Offenbarung unter Bezugnahme auf beispielhafte Ausführungsformen und Beispiele beschrieben wurde, sollen diese Ausführungsformen und Beispiele den Umfang der vorliegenden

Offenbarung nicht einschränken. Vielmehr wird es für den Fachmann ersichtlich sein, dass verschiedene Modifikationen und Variationen in der vorliegenden Offenbarung vorgenommen werden können, ohne vom Geiste und Umfang der Erfindung abzuweichen. Es ist daher vorgesehen, dass die vorliegende Offenbarung die Modifikationen und Variationen der vorliegenden Offenbarung abdeckt, sofern sie in den Umfang der beigefügten Ansprüche und ihrer Äquivalente fallen.

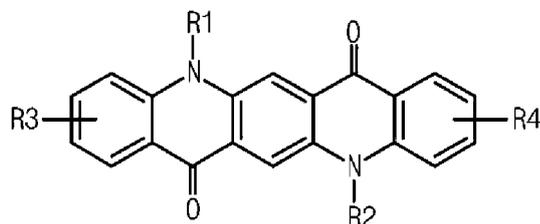
[0244] Die verschiedenen oben beschriebenen Ausführungsformen können kombiniert werden, um weitere Ausführungsformen bereitzustellen. Alle Patente, Patentanmeldungsveröffentlichungen, Patentanmeldungen, ausländischen Patente, ausländischen Patentanmeldungen und Nicht-Patentveröffentlichungen, auf die in dieser Beschreibung Bezug genommen wird und/oder die im Anmeldungsdatenblatt aufgelistet sind, werden hierin durch Bezugnahme in ihrer Gesamtheit aufgenommen. Aspekte der Ausführungsformen können bei Bedarf modifiziert werden, um Konzepte der verschiedenen Patente, Anmeldungen und Veröffentlichungen zu nutzen und weitere Ausführungsformen bereitzustellen.

[0245] Diese und andere Änderungen können an den Ausführungsformen im Lichte der vorstehenden detaillierten Beschreibung vorgenommen werden. Im Allgemeinen sollten die in den folgenden Ansprüchen verwendeten Begriffe nicht so ausgelegt werden, dass sie die Ansprüche auf die in der Beschreibung und den Ansprüchen offenbarten, spezifischen Ausführungsformen beschränken, sondern so, dass sie alle möglichen Ausführungsformen sowie den vollen Umfang der Äquivalente, zu denen derartige Ansprüche berechtigt sind, einschließen. Demgemäß sind die Ansprüche nicht durch die Offenbarung beschränkt.

Patentansprüche

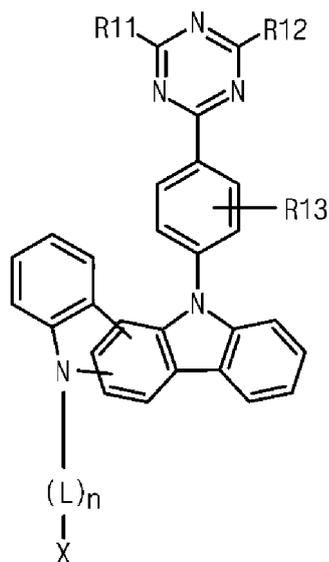
1. Organische lichtemittierende Diode, umfassend:
eine erste Elektrode;
eine zweite Elektrode, die der ersten Elektrode gegenüberliegt; und
eine erste emittierende Materialschicht, die eine erste Verbindung und eine zweite Verbindung enthält und zwischen der ersten und der zweiten Elektrode angeordnet ist,
wobei die erste Verbindung durch die Formel 1 dargestellt wird:

[Formel 1]



wobei jedes von R1 und R2 unabhängig ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus Wasserstoff, Deuterium, einer C1 bis C20 Alkylgruppe, einer C6 bis C30 Arylgruppe und einer C3 bis C40 Heteroarylgruppe, wobei jedes von R3 und R4 unabhängig ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus Wasserstoff, Deuterium, einer C1 bis C20 Alkylgruppe, einer C6 bis C30 Arylgruppe und einer C4 bis C40 Heteroarylgruppe, oder mindestens ein Paar von zwei benachbarten R3 und zwei benachbarten R4 sind miteinander verbunden, um einen kondensierten Ring zu bilden,
wobei die zweite Verbindung durch die Formel 2 dargestellt wird:

[Formel 2]



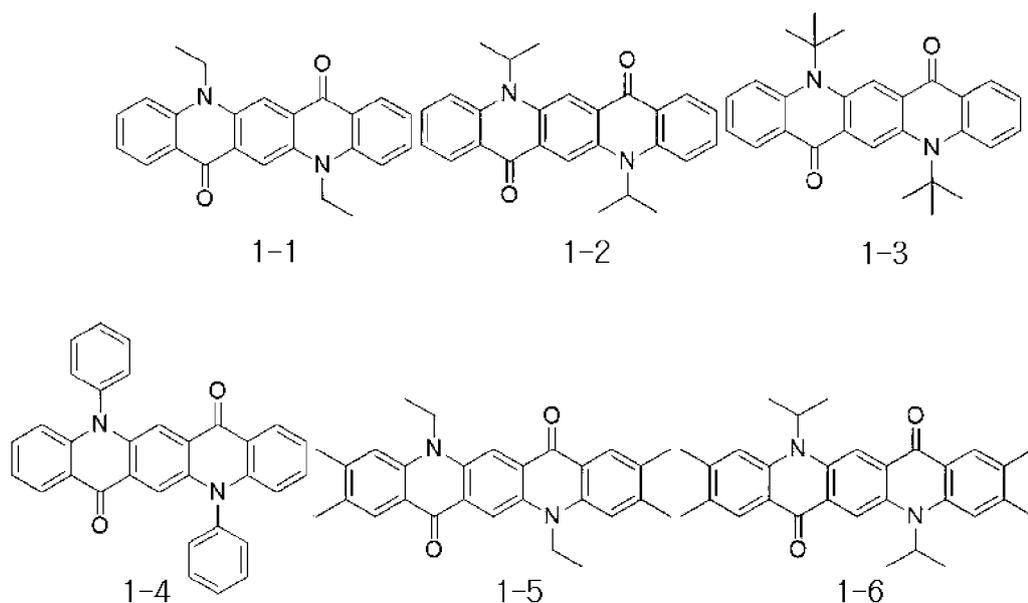
wobei jedes von R_{11} und R_{12} unabhängig ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus Wasserstoff, Deuterium, Cyano, einer C1 bis C20 Alkylgruppe, einer C6 bis C30 Arylgruppe und einer C3 bis C40 Heteroarylgruppe,

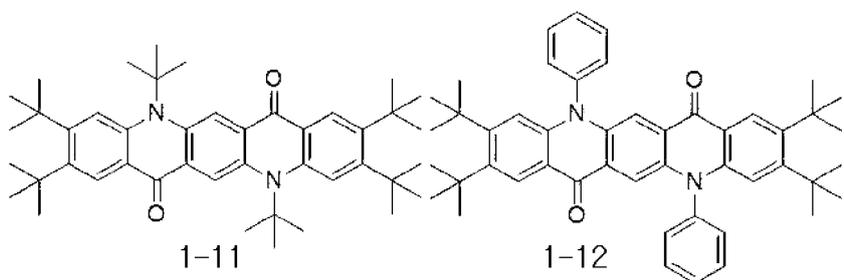
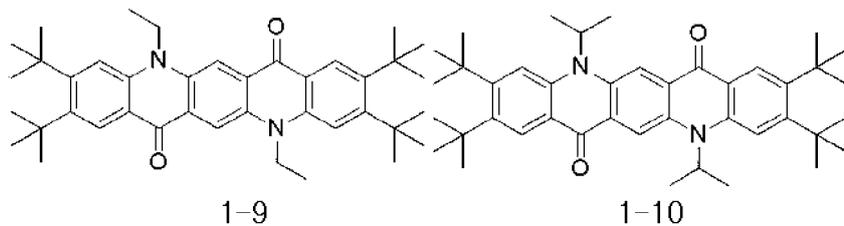
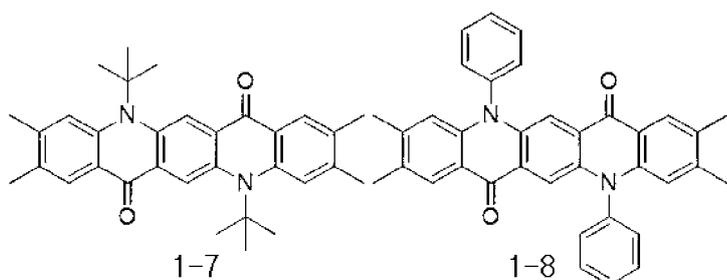
wobei R_{13} ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus Wasserstoff, Deuterium, Cyano, einer C1 bis C20 Alkylgruppe, einer C6 bis C30 Arylgruppe und einer C3 bis C40 Heteroarylgruppe,

wobei X ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus Cyano, Nitro, Halogen, einer mit Cyano, Nitro oder Halogen substituierten C1 bis C20 Alkylgruppe, einer mit Cyano, Nitro oder Halogen substituierten C6 bis C30 Arylgruppe und einer mit Cyano, Nitro oder Halogen substituierten C3 bis C40 Heteroarylgruppe, und wobei L ausgewählt ist aus einer C6 bis C30 Arylgruppe, und n 0 oder 1 ist.

2. Die Organische lichtemittierende Diode gemäß Anspruch 1, wobei die erste Verbindung eine der Verbindungen der Formel 3 ist:

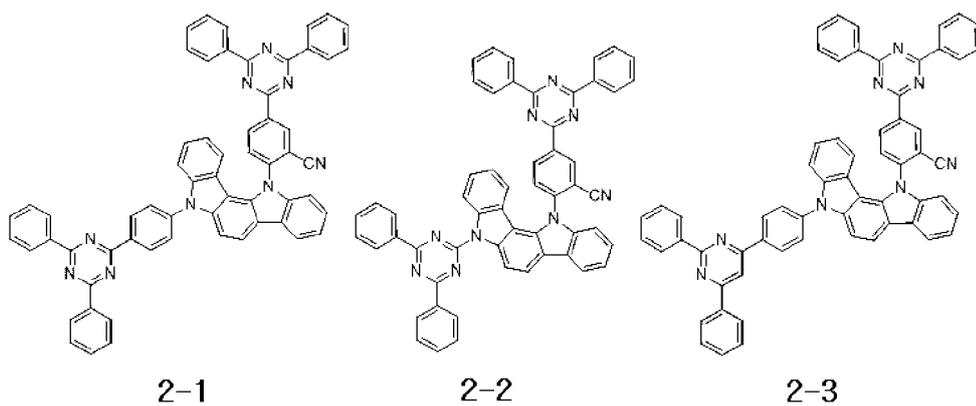
[Formel 3]

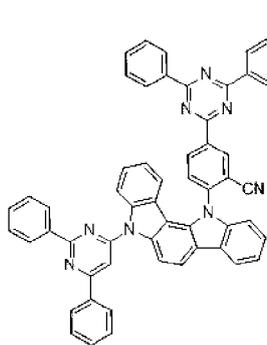




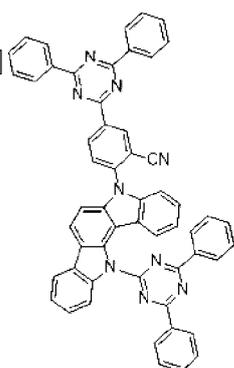
3. Die organische Verbindung gemäß Anspruch 1, wobei die zweite Verbindung eine der Verbindungen in Formel 4 ist:

[Formel 4]

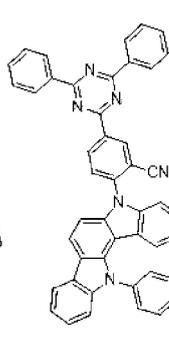




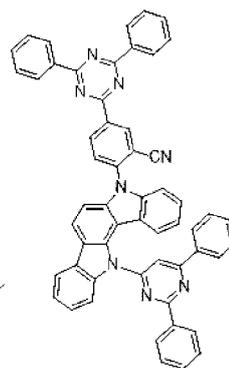
2-4



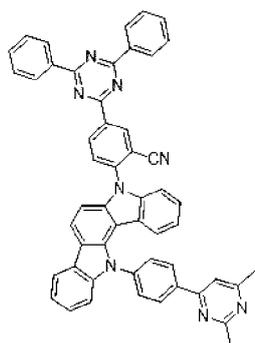
2-5



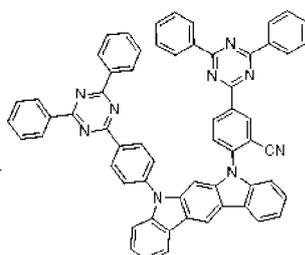
2-6



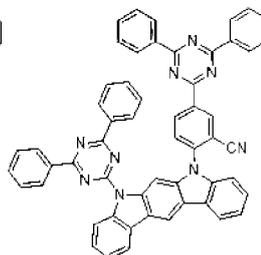
2-7



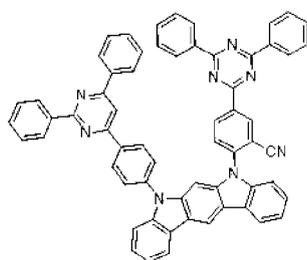
2-8



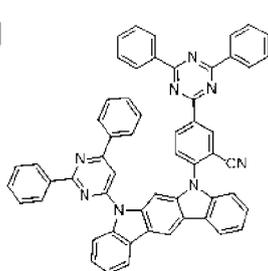
2-9



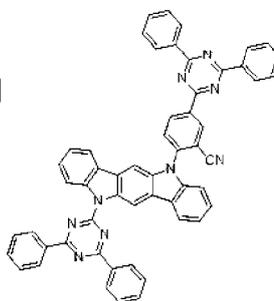
2-10



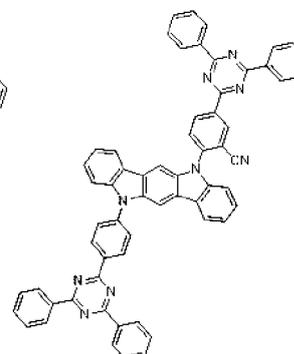
2-11



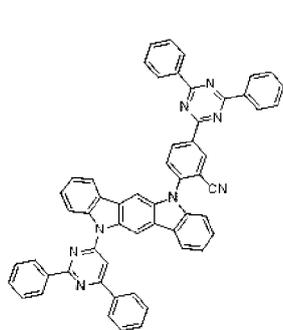
2-12



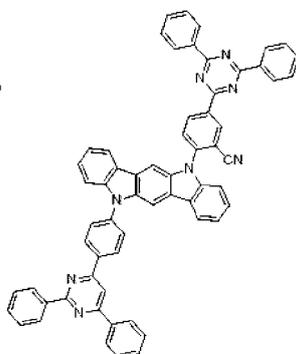
2-13



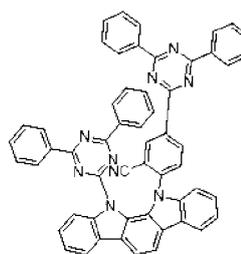
2-14



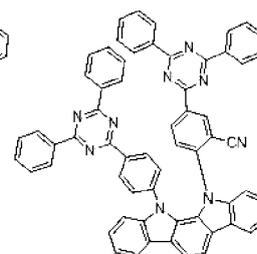
2-15



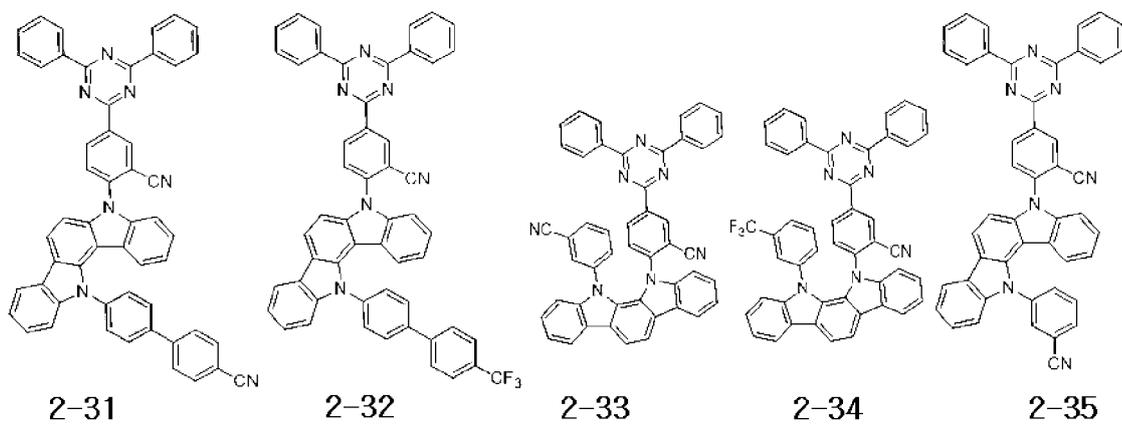
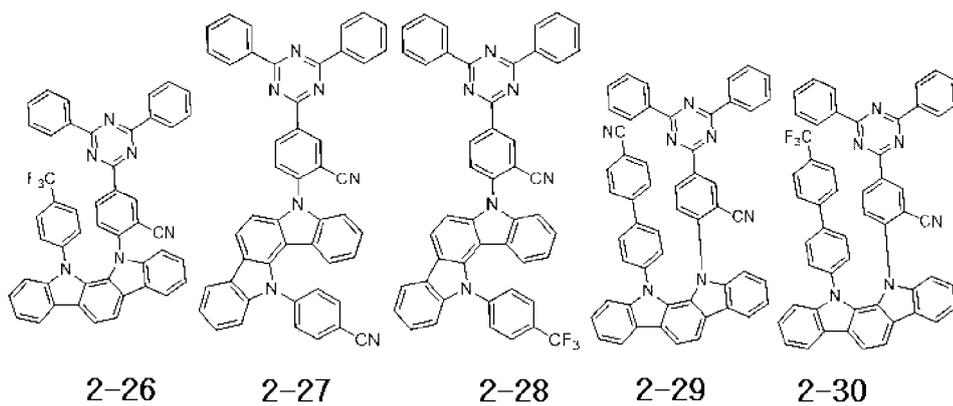
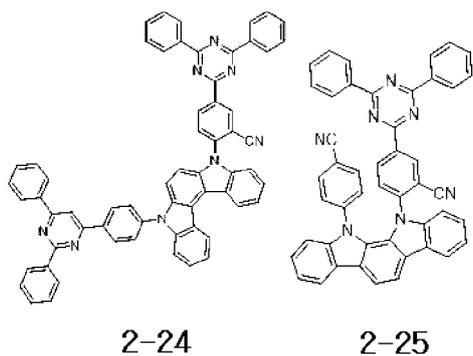
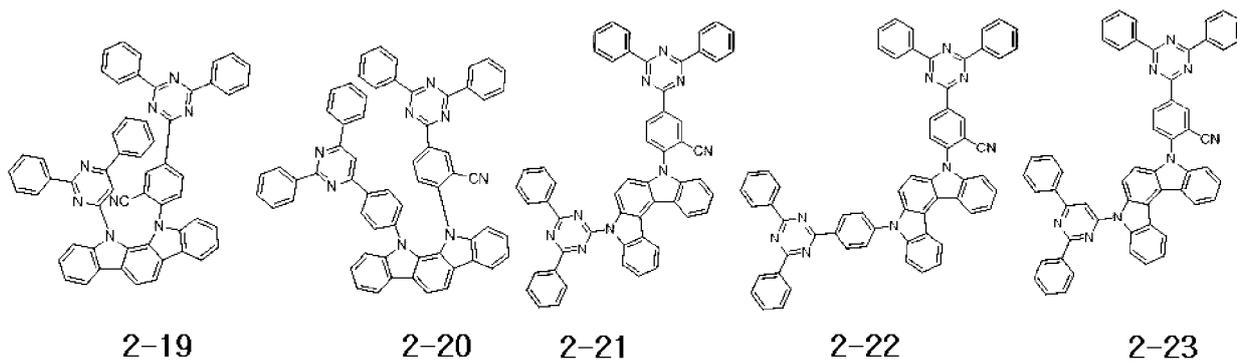
2-16

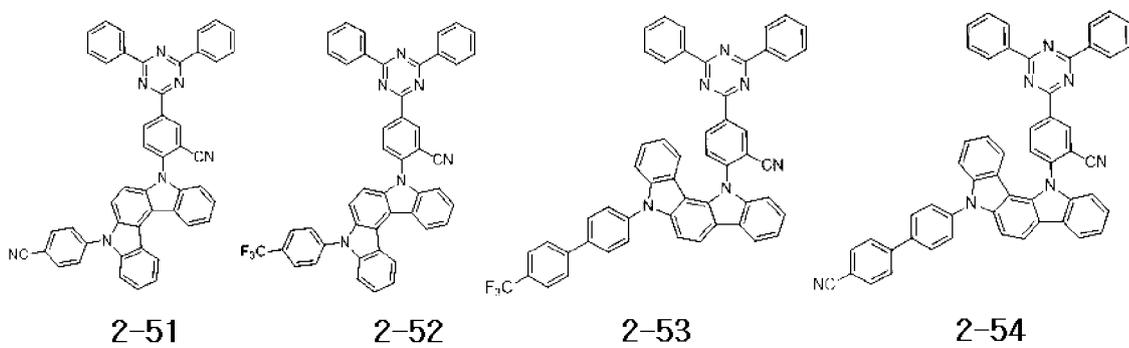
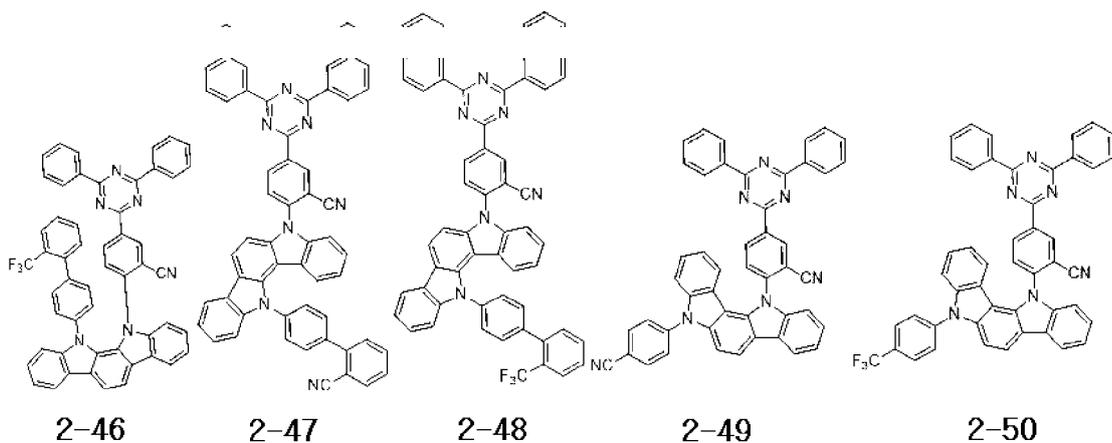
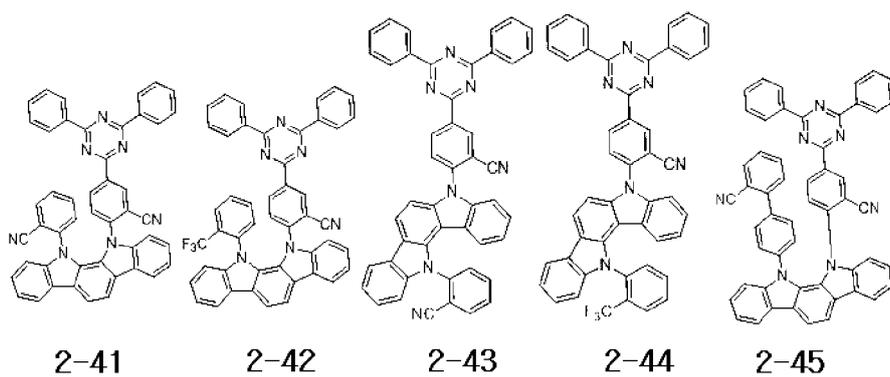
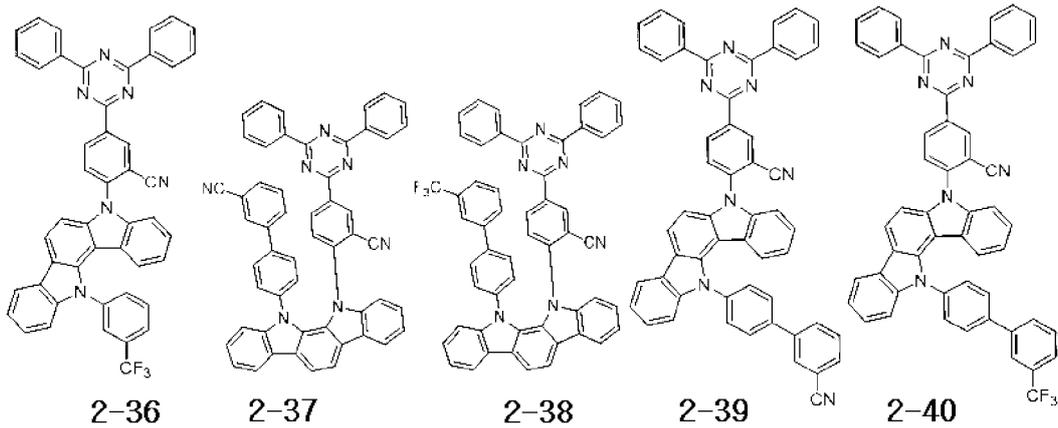


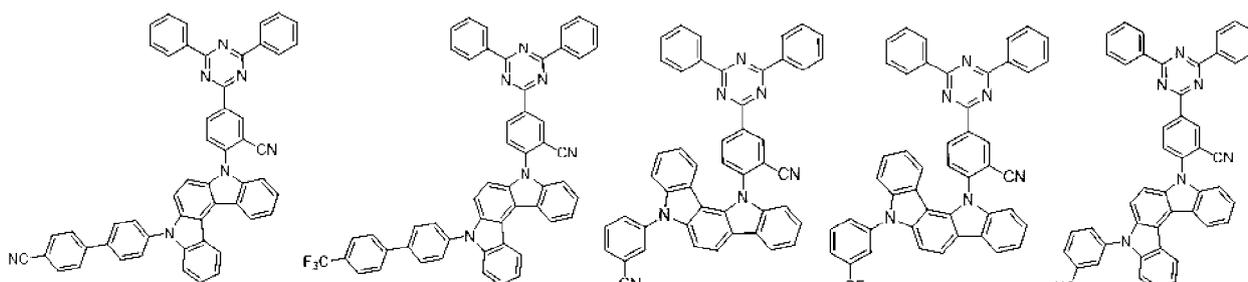
2-17



2-18







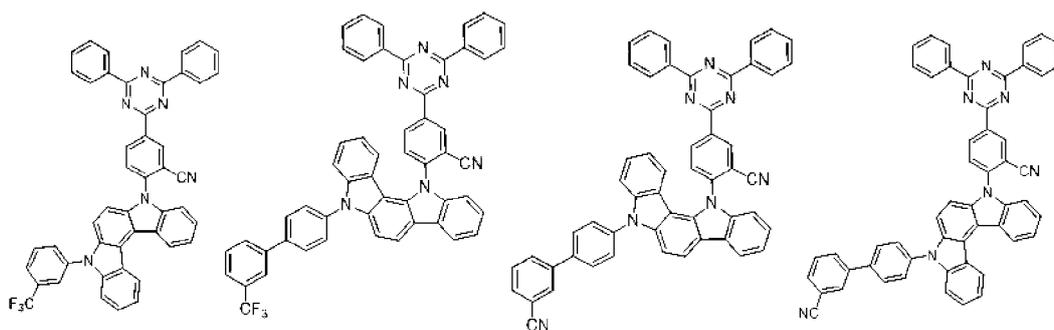
2-55

2-56

2-57

2-58

2-59

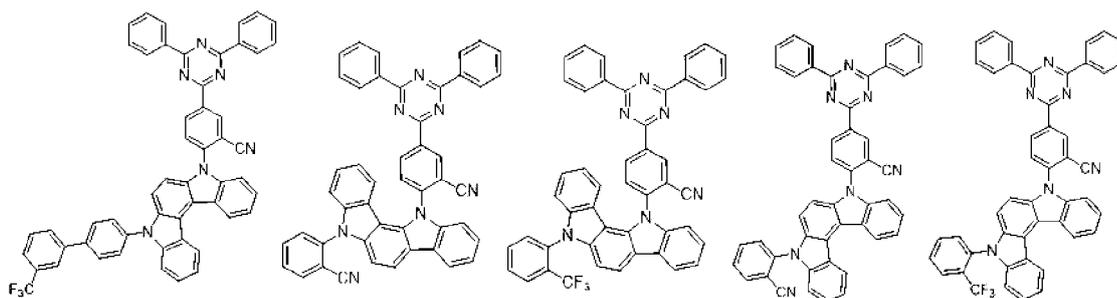


2-60

2-61

2-62

2-63



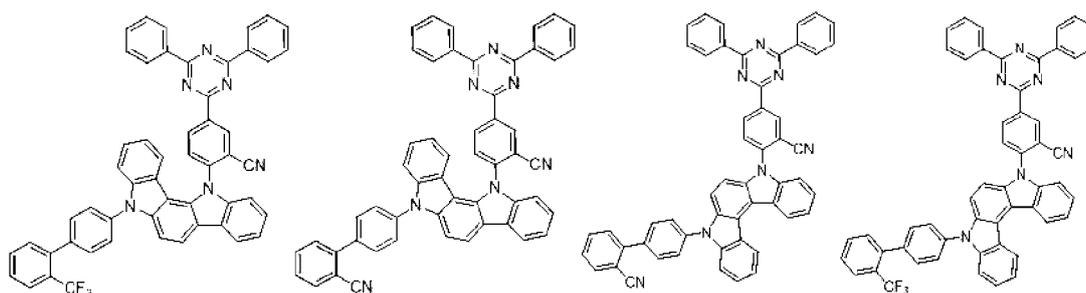
2-64

2-65

2-66

2-67

2-68

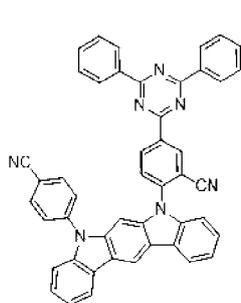


2-69

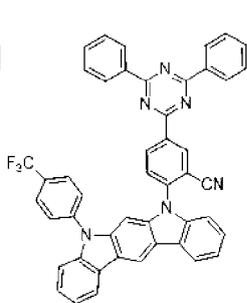
2-70

2-71

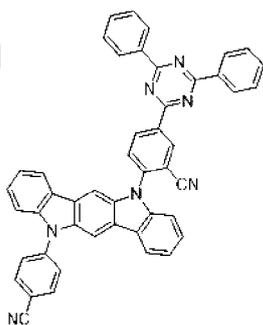
2-72



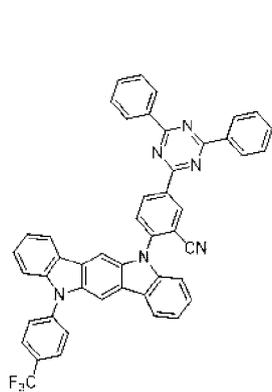
2-73



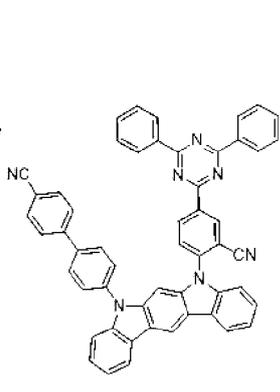
2-74



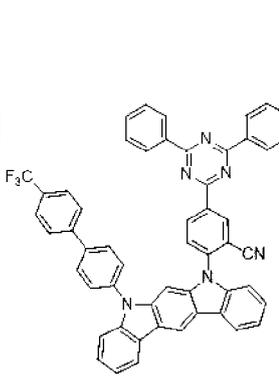
2-75



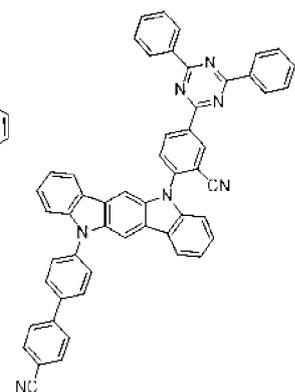
2-76



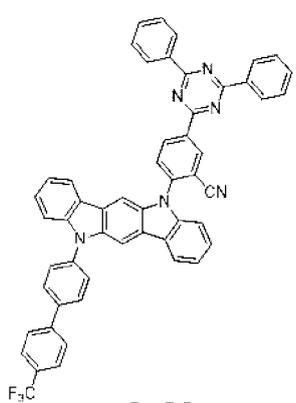
2-77



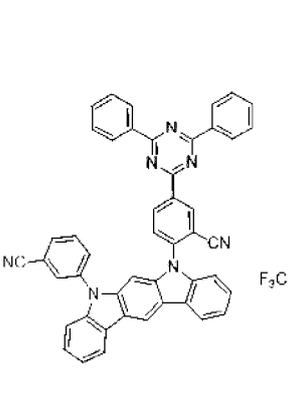
2-78



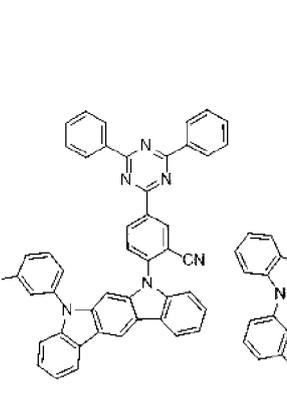
2-79



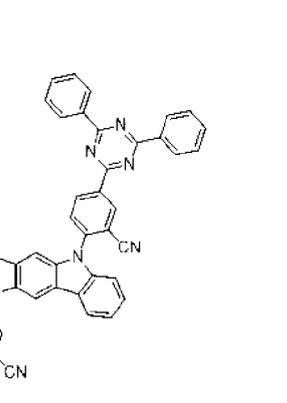
2-80



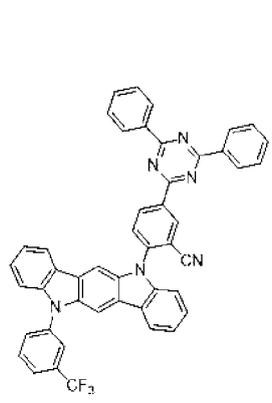
2-81



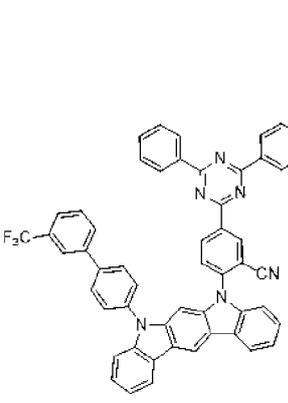
2-82



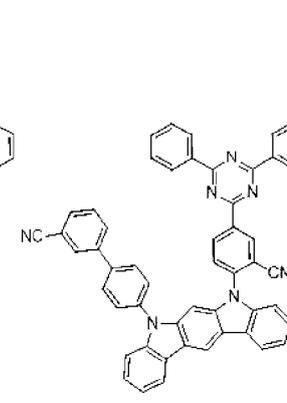
2-83



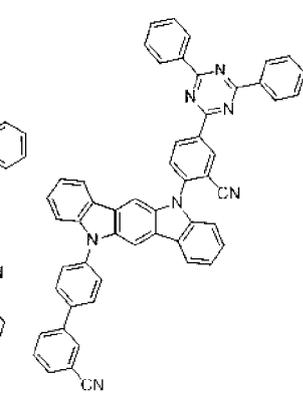
2-84



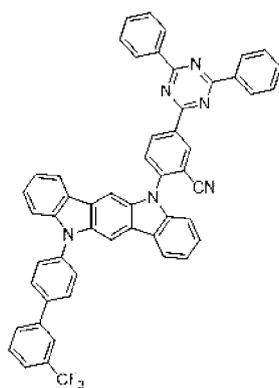
2-85



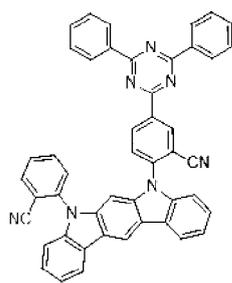
2-86



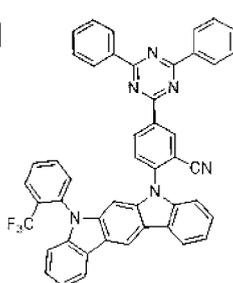
2-87



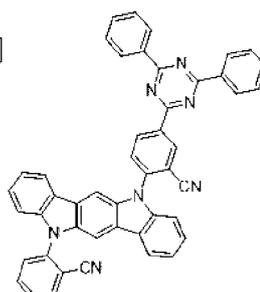
2-88



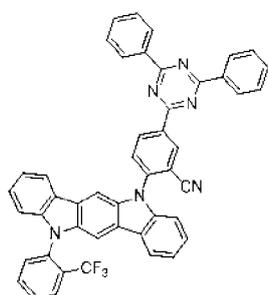
2-89



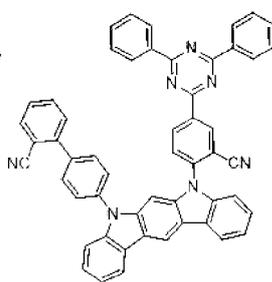
2-90



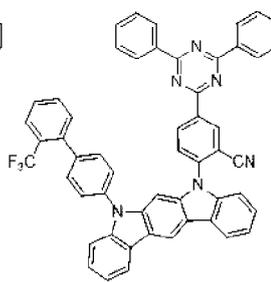
2-91



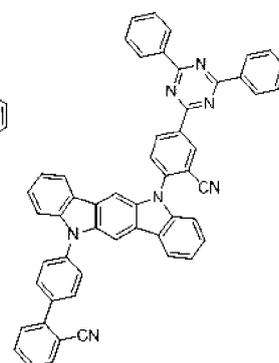
2-92



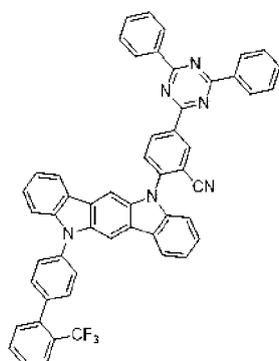
2-93



2-94



2-95



2-96

4. Die organische lichtemittierende Diode gemäß Anspruch 1, wobei ein Überlappungsverhältnis zwischen einem Absorptionsspektrum der ersten Verbindung und einem Emissionsspektrum der zweiten Verbindung gleich oder größer als 35 % ist.

5. Die organische lichtemittierende Diode gemäß Anspruch 1, wobei ein Gewichtsverhältnis der zweiten Verbindung größer ist als ein Gewichtsverhältnis der ersten Verbindung.

6. Die organische lichtemittierende Diode gemäß Anspruch 1, wobei die erste emittierende Materialschicht des Weiteren einen ersten Host enthält.

7. Die organische lichtemittierende Diode gemäß Anspruch 1, wobei die erste emittierende Materialschicht eine erste Schicht und eine zweite Schicht enthält, und die zweite Schicht zwischen der ersten Schicht und der zweiten Elektrode positioniert ist, und wobei die erste Schicht die erste Verbindung und einen ersten Host enthält, und die zweite Schicht die zweite Verbindung und einen zweiten Host enthält.

8. Die organische lichtemittierende Diode gemäß Anspruch 7, wobei die emittierende Materialschicht des Weiteren eine dritte Schicht enthaltend die erste Verbindung und einen dritten Host enthält und zwischen der zweiten Schicht und der zweiten Elektrode positioniert ist.

9. Die organische lichtemittierende Diode gemäß Anspruch 8, des Weiteren umfassend: eine Lochsperrschicht zwischen der zweiten Elektrode und der dritten Schicht, wobei der dritte Host zu einem Material der Lochsperrschicht identisch ist.

10. Die organische lichtemittierende Diode gemäß Anspruch 7, des Weiteren umfassend: eine Elektronensperrschicht zwischen der ersten Elektrode und der ersten Schicht, wobei der erste Host zu einem Material der Elektronensperrschicht identisch ist.

11. Die organische lichtemittierende Diode gemäß Anspruch 1, wobei die erste emittierende Materialschicht eine erste Schicht und eine zweite Schicht enthält und die zweite Schicht zwischen der ersten Schicht und der ersten Elektrode positioniert ist, und wobei die erste Schicht die zweite Verbindung und einen ersten Host enthält, und die zweite Schicht die erste Verbindung und einen zweiten Host enthält.

12. Die organische lichtemittierende Diode gemäß Anspruch 11, des Weiteren umfassend: eine Lochsperrschicht zwischen der zweiten Elektrode und der zweiten Schicht, wobei der erste Host zu einem Material der Lochsperrschicht identisch ist.

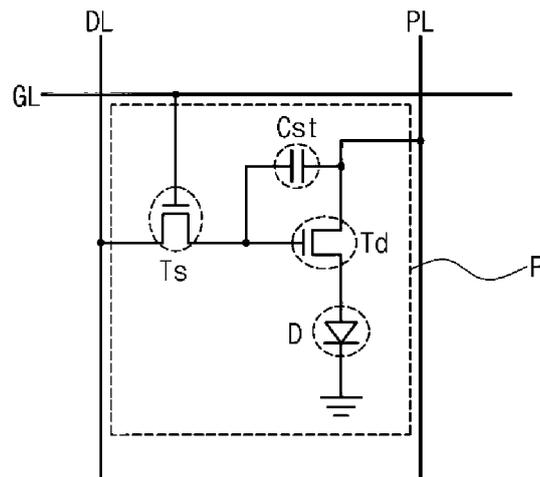
13. Die organische lichtemittierende Diode gemäß Anspruch 1, des Weiteren umfassend: eine zweite Materialschicht zwischen der ersten Elektrode und der ersten emittierenden Materialschicht; und eine Ladungserzeugungsschicht zwischen der ersten emittierenden Materialschicht und der zweiten emittierenden Materialschicht, wobei die zweite emittierende Materialschicht eine von einer rot emittierenden Materialschicht, einer grün emittierenden Materialschicht und einer dritten emittierenden Materialschicht ist.

14. Organische lichtemittierende Anzeigevorrichtung, umfassend: ein Substrat; eine organische lichtemittierende Diode gemäß einem der Ansprüche 1 bis 13 über dem Substrat; und ein Verkapselungsfilm, der die organische lichtemittierende Diode bedeckt.

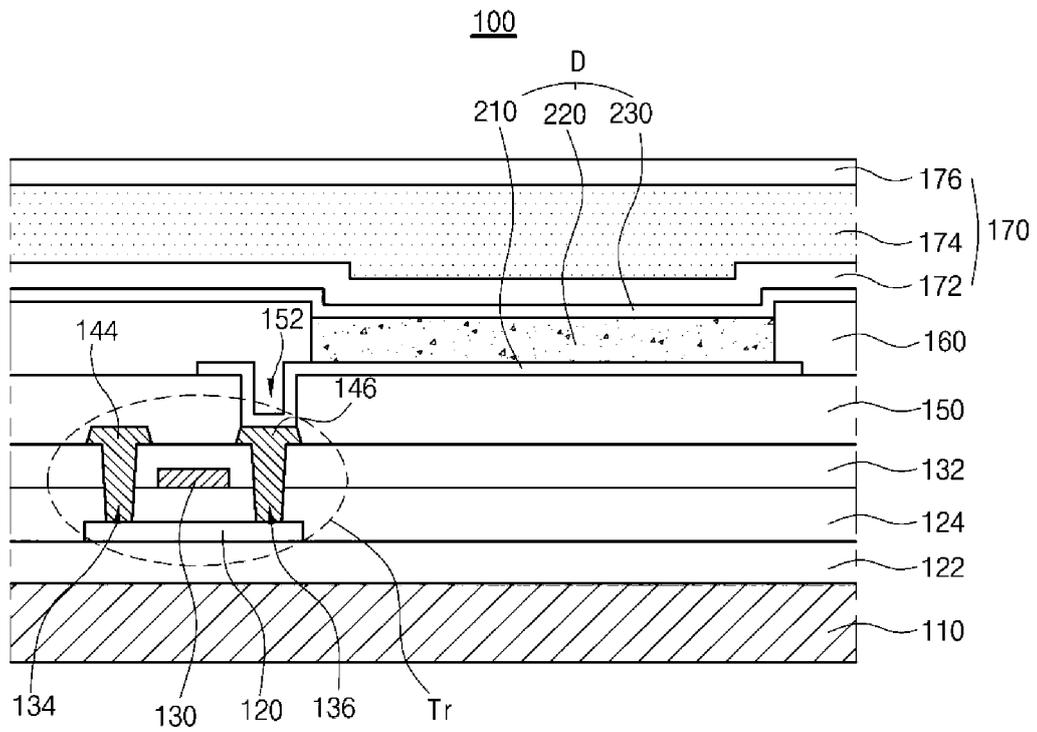
Es folgen 13 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

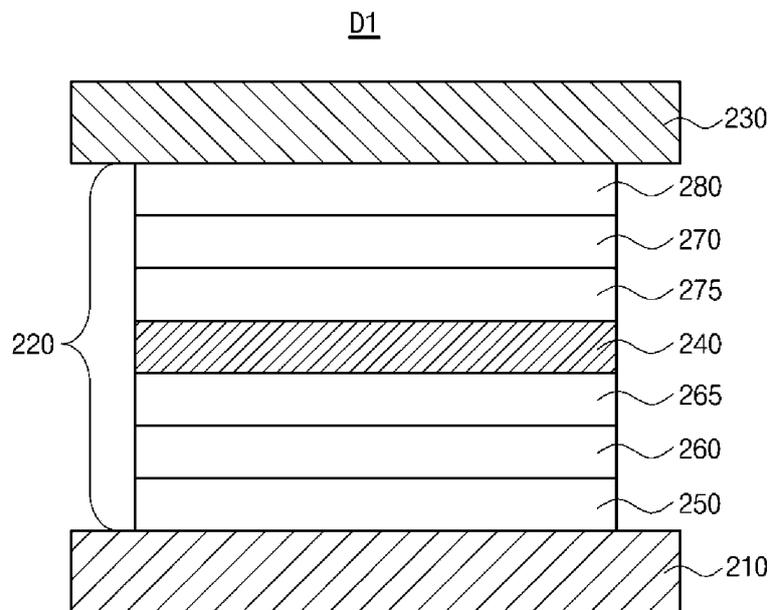
【Abbildung 1】



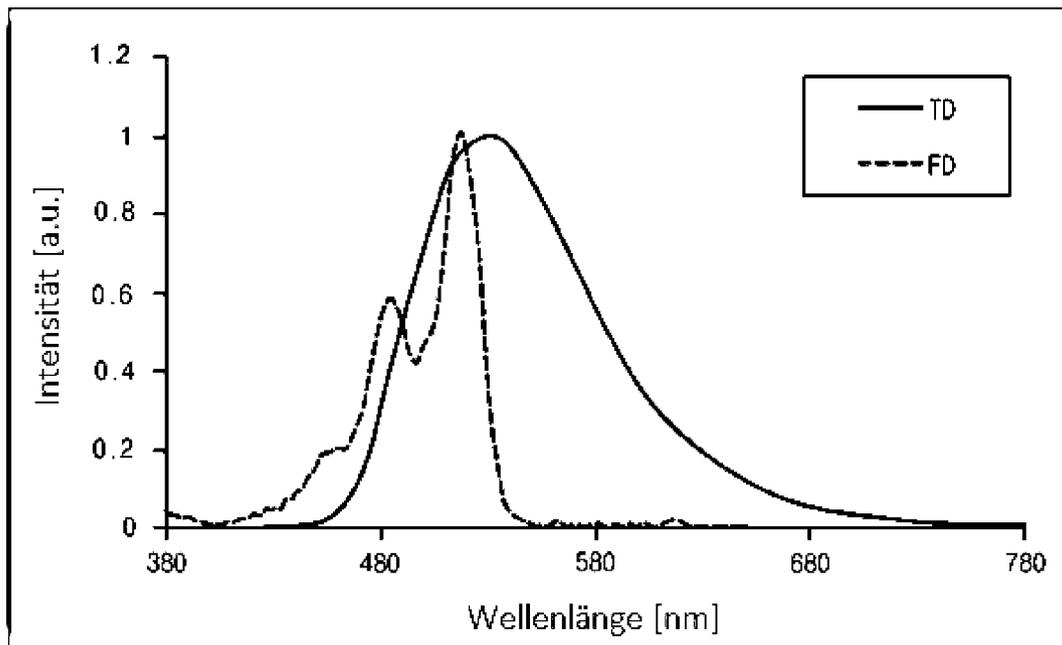
【Abbildung 2】



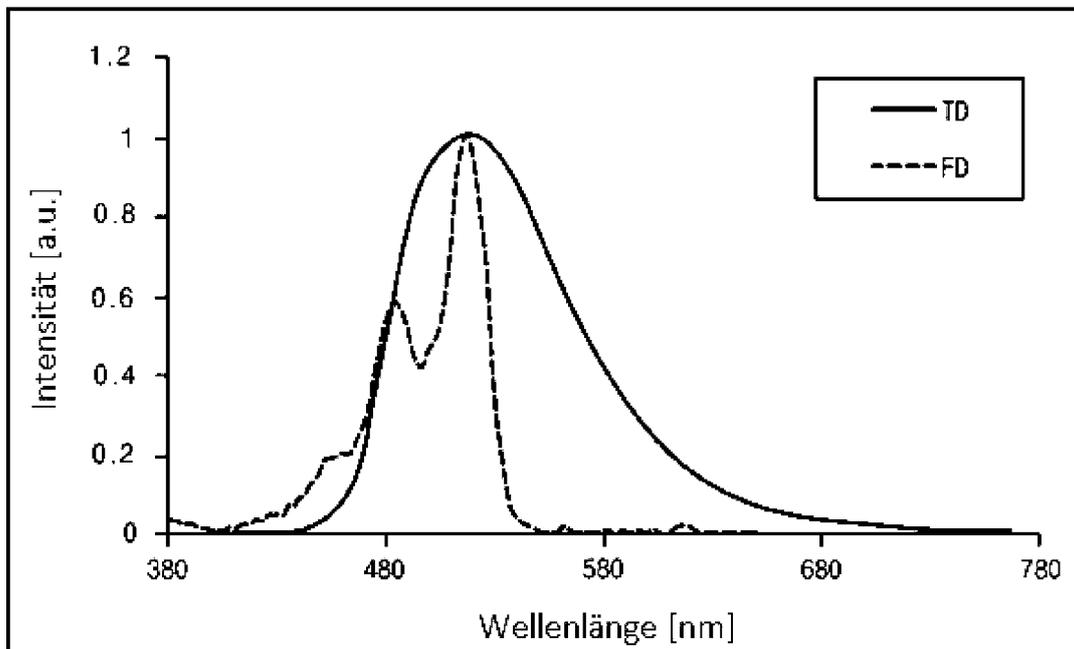
【Abbildung 3】



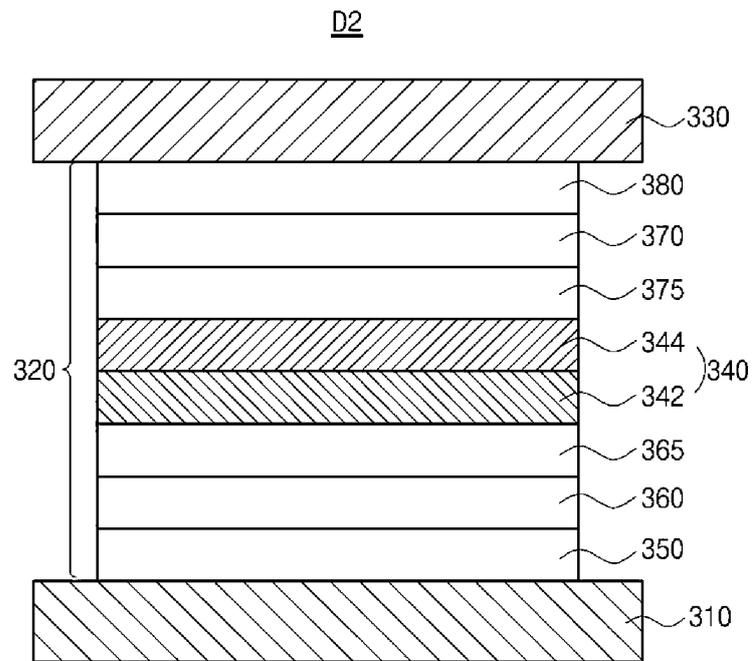
【Abbildung 4】



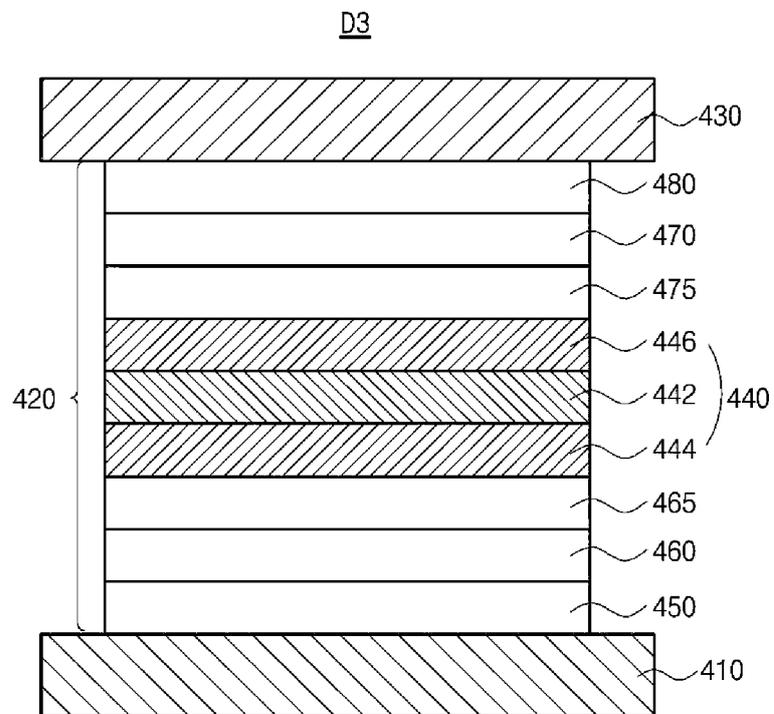
【Abbildung 5】



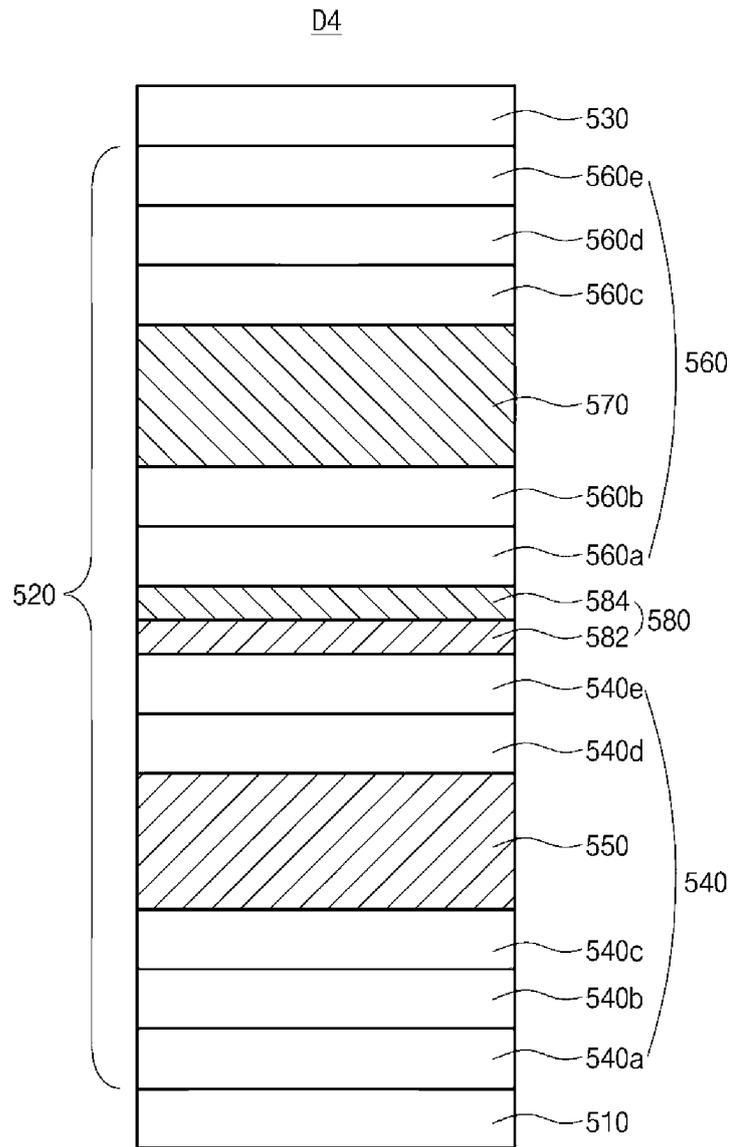
【Abbildung 6】



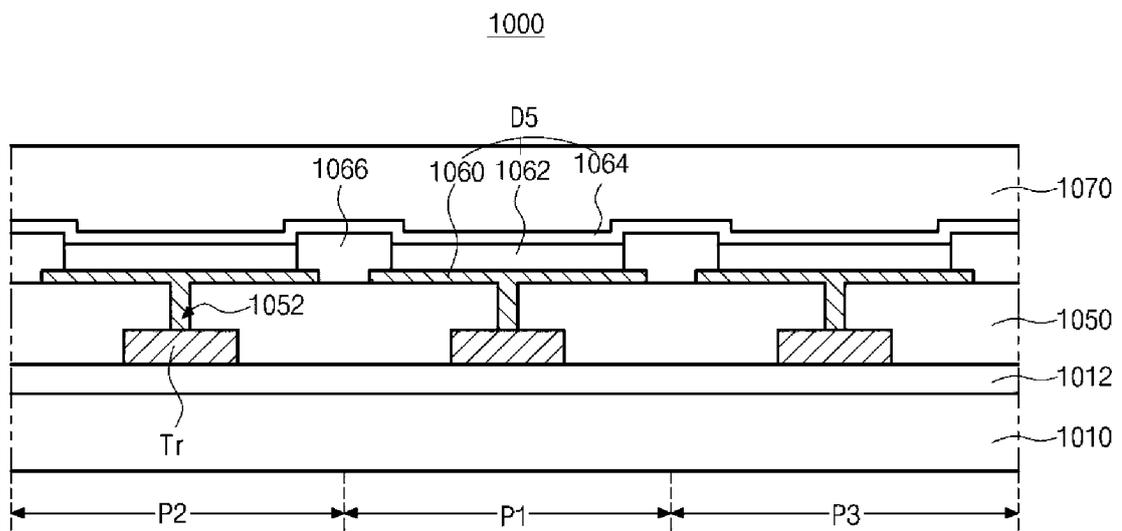
【Abbildung 7】



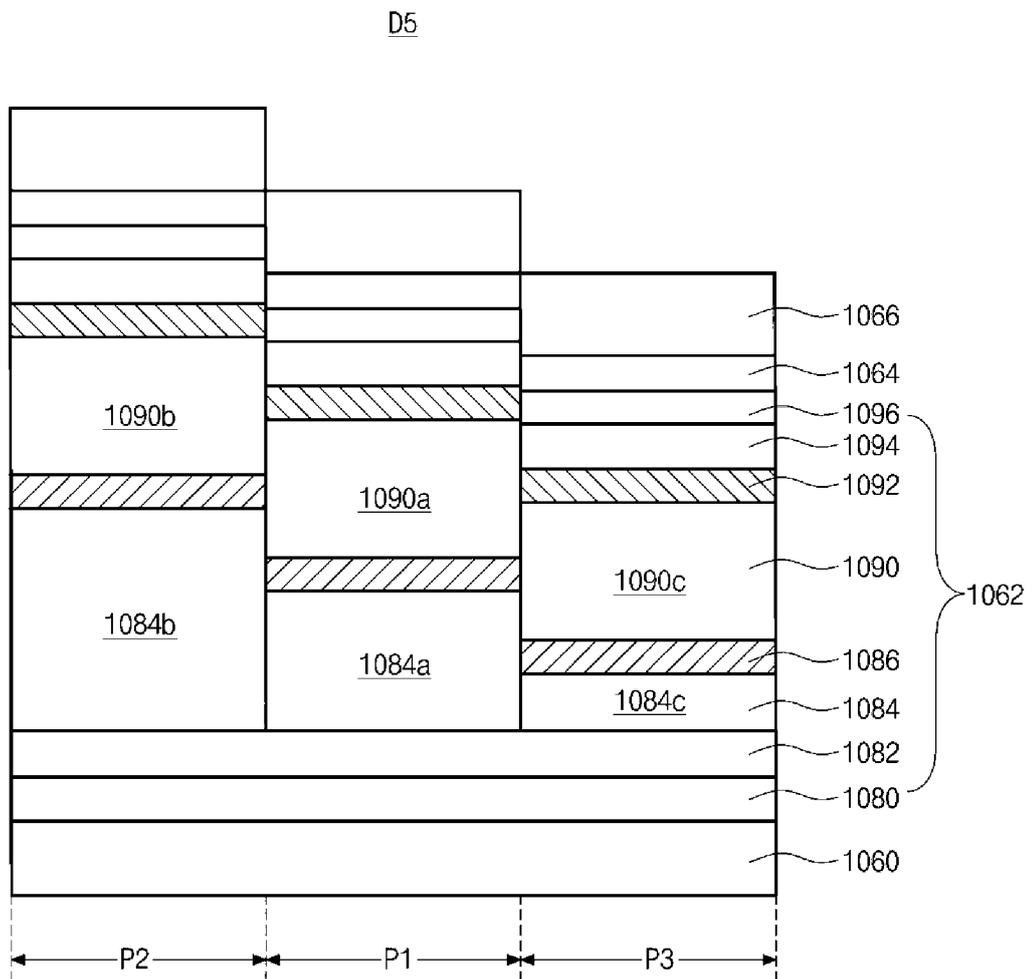
【Abbildung 8】



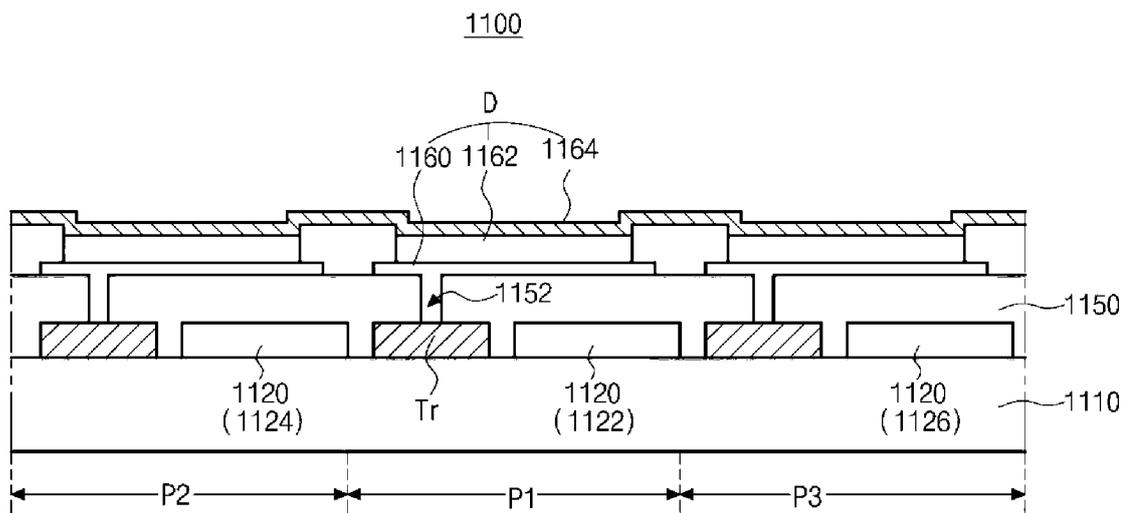
【Abbildung 9】



【Abbildung 10】

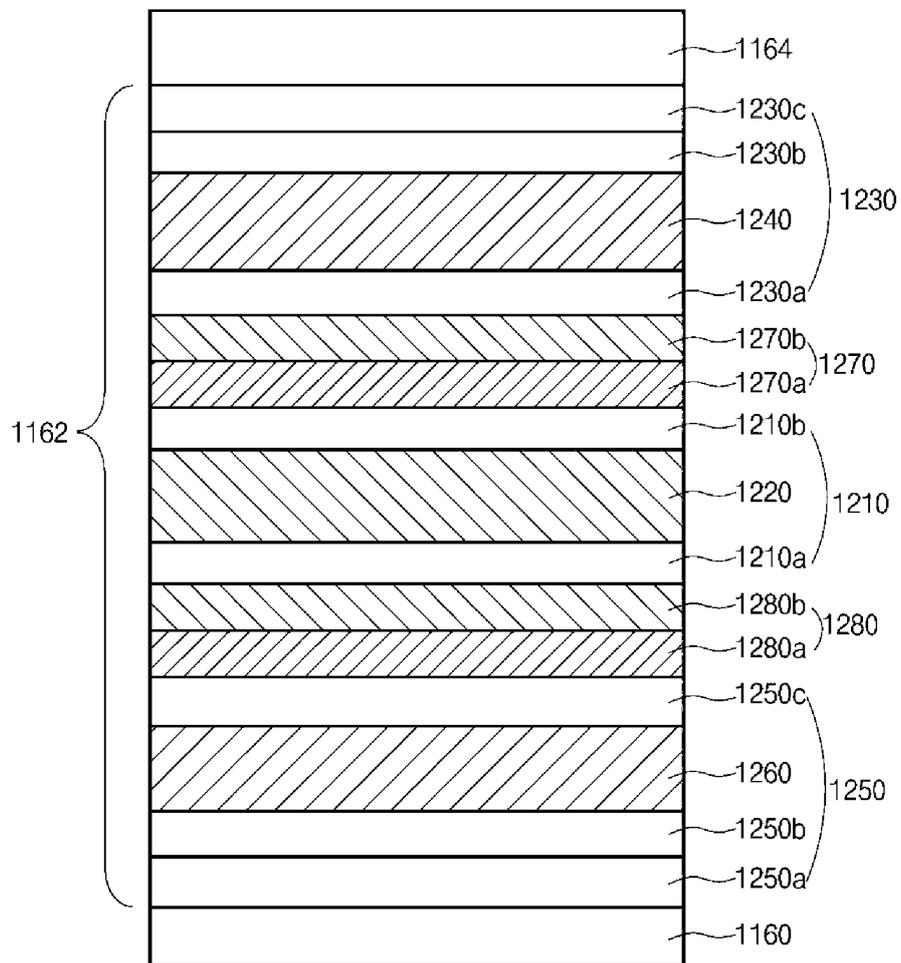


【Abbildung 11】



【Abbildung 12】

D6



【Abbildung 13】

D7

