

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
2. Februar 2012 (02.02.2012)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2012/013271 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
H01L 51/50 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2011/003134

(22) Internationales Anmeldedatum:
24. Juni 2011 (24.06.2011)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10007953.2 30. Juli 2010 (30.07.2010) EP

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **MERCK PATENT GMBH** [DE/DE]; Frankfurter Strasse 250, 64293 Darmstadt (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **GERHARD, Anja** [DE/DE]; Im Bruehl 101, 63329 Egelsbach (DE). **STOESSEL, Philipp** [DE/DE]; Sophienstrasse 30, 60487 Frankfurt am Main (DE). **JOOSTEN, Dominik** [DE/DE]; Am Weingarten 7, 60487 Frankfurt am Main (DE). **HEIL, Holger** [DE/DE]; Hallgartenstrasse 61, 60389 Frankfurt am Main (DE). **PFLUMM, Christof** [DE/DE];

Merianstrasse 23, 60316 Frankfurt am Main (DE). **HEUN, Susanne** [DE/DE]; An der Wilhelmschoeche 5, 65812 Bad Soden (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

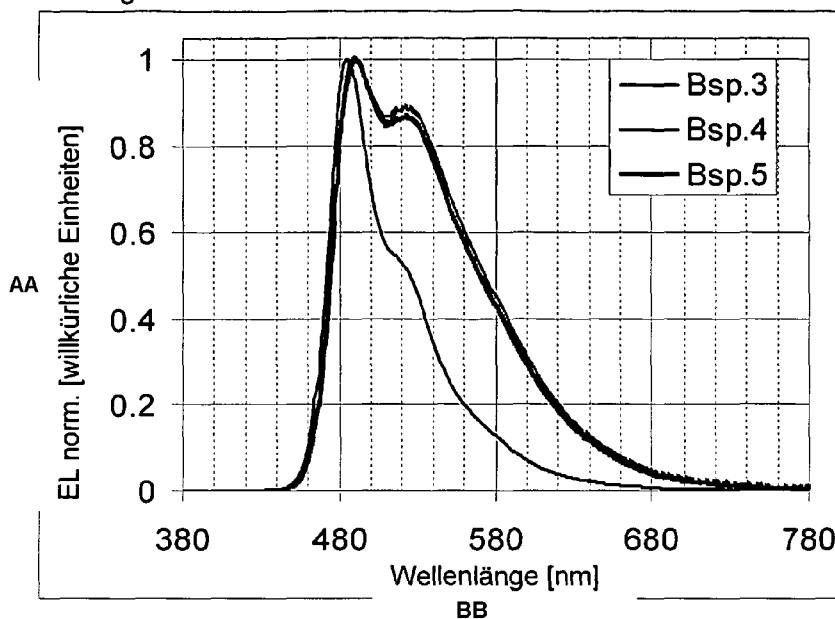
(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: ORGANIC ELECTROLUMINESCENT DEVICE

(54) Bezeichnung : ORGANISCHE ELEKTROLUMINESZENZVORRICHTUNG

Abbildung 3



AA = EL norm. [arb. units]
BB = Wavelength [nm]

Bsp.3 = Ex. 3 Bsp.5 = Ex. 5
Bsp.4 = Ex. 4

(57) Abstract: The present invention relates to phosphorescent organic electroluminescent devices which contain at least one phosphorescent emitter and a matrix material in the emissive layer, wherein specific conditions have to be fulfilled for the positions of the triplet energy and of the HOMO and LUMO.

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft phosphoreszierende organische Elektrolumineszenzvorrichtungen, welche in der emittierenden Schicht mindestens einen phosphoreszierenden Emittierer und ein Matrixmaterial enthalten, wobei bestimmte Bedingungen für die Lagen der Triplettenergie sowie des HOMO und LUMO erfüllt sein müssen.

WO 2012/013271 A1

Veröffentlicht:

- *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*

Organische Elektrolumineszenzvorrichtung

Die vorliegende Erfindung betrifft phosphoreszierende organische Elektrolumineszenzvorrichtungen, welche durch Einhaltung bestimmter relativer Energieniveaus der Materialien in der emittierenden Schicht eine längerwellig verschobene Emission bzw. eine Mischemission aus der Emission des phosphoreszierenden Emitters und einer längerwellig verschobenen Emission zeigen.

Der Aufbau organischer Elektrolumineszenzvorrichtungen (OLEDs), in denen organische Halbleiter als funktionelle Materialien eingesetzt werden, ist beispielsweise in US 4539507, US 5151629, EP 0676461 und WO 98/27136 beschrieben. Eine Entwicklung im Bereich der organischen Elektrolumineszenzvorrichtungen sind phosphoreszierende OLEDs. Diese weisen aufgrund der höheren erreichbaren Effizienz im Vergleich zu fluoreszierenden OLEDs deutliche Vorteile auf.

Die der vorliegenden Erfindung zugrunde liegende technische Aufgabe besteht darin, eine phosphoreszierende organische Elektrolumineszenzvorrichtung bereitzustellen, bei der die Emissionsfarbe und die Breite der Emissionsbande gezielt variiert bzw. eingestellt werden kann.

Gemäß dem Stand der Technik werden elektronenleitende Materialien, unter anderem Ketone (z. B. gemäß WO 2004/093207 oder WO 2010/006680) oder Triazinderivate (z. B. gemäß WO 2010/015306), oder lochleitende Materialien, unter anderem Triarylamine oder Carbazol-derivate, als Matrixmaterialien für phosphoreszierende Emitter verwendet.

Gemäß dem Stand der Technik werden weiterhin als phosphoreszierende Emitter insbesondere Iridium- und Platinkomplexe verwendet, welche meist bidentate Liganden aufweisen, die über ein Kohlenstoffatom und ein Stickstoffatom an das Metall koordinieren. Ein Beispiel für solche phosphoreszierenden Emitter ist Tris(phenylpyridyl)iridium(III).

Aus dem Stand der Technik (z. B. gemäß WO 2010/086089 oder der nicht offen gelegten Anmeldung EP 10006208.2) sind außerdem Metall-

- 2 -

komplexe mit Imidazoisochinolin und Derivaten als Liganden bekannt. Weiterhin sind aus dem Stand der Technik (WO 2007/095118) Metallkomplexe mit Imidazophenanthridin bzw. Diimidazochinazolin und Derivaten als Liganden bekannt. Viele dieser Metallkomplexe emittieren blaues oder blaugrünes Licht.

5

Überraschend wurde gefunden, dass sich die Emissionsfarbe einer organischen Elektrolumineszenzvorrichtung selektiv über einen weiten Bereich verschieben lässt, wenn für die Wahl des phosphoreszierenden Emitters sowie des Matrixmaterials bestimmte physikalische Parameter eingehalten werden. Dabei weist die organische Elektrolumineszenzvorrichtung eine sehr gute Effizienz und Lebensdauer auf. Ebenso sind auf diese Weise breite Emissionsbanden zugänglich, die sich für die Erzeugung weißer Emission eignen.

10

15

Aus der WO 2003/059015 ist bekannt, dass weiß emittierende organische Elektrolumineszenzvorrichtungen durch Verwendung von Emittlern, welche Aggregate bilden, zugänglich sind. Dabei werden zwei Emittler in eine emittierende Schicht dotiert, wobei einer der Emittler Aggregate bildet. Die Bildung der Aggregate hängt dabei stark von der Konzentration der Emittler ab, was auf eine Aggregatbildung zwischen den Emittlern hindeutet. Dabei weist das Aggregat eine breite Emissionsbande auf. Für diese Aggregatbildung ist die Verwendung planarer Verbindungen, beispielsweise Platin-komplexe, geeignet, nicht jedoch die Verwendung von Komplexen, welche sperrige Substituenten, wie beispielsweise tert-Butylgruppen, aufweisen, oder die Verwendung von oktaedrischen Komplexen.

20

25

Gegenstand der Erfindung ist eine organische Elektrolumineszenzvorrichtung, enthaltend Anode, Kathode und mindestens eine emittierende Schicht, welche mindestens eine phosphoreszierende Verbindung A und mindestens eine Verbindung B enthält, dadurch gekennzeichnet, dass für die Verbindungen A und B die folgenden Beziehungen (1) oder die folgenden Beziehungen (2) gelten:

30

(1) a) $T_1(B) \geq \Delta E$, wobei $\Delta E = | \text{HOMO}(A) | - | \text{LUMO}(B) |$;

35

b) $T_1(A) \geq \Delta E$, wobei $\Delta E = | \text{HOMO}(A) | - | \text{LUMO}(B) |$;

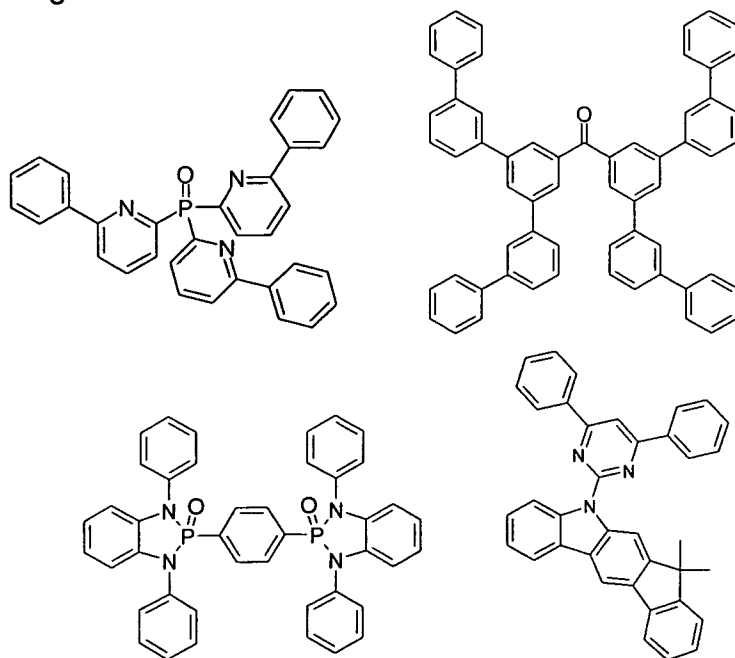
- 3 -

c) $| \text{HOMO(B)} | > | \text{HOMO(A)} |$; undd) $| \text{LUMO(B)} | > | \text{LUMO(A)} |$

oder

5 (2) a) $T_1(\text{B}) \geq \Delta E$, wobei $\Delta E = | \text{HOMO(B)} | - | \text{LUMO(A)} |$;b) $T_1(\text{A}) \geq \Delta E$, wobei $\Delta E = | \text{HOMO(B)} | - | \text{LUMO(A)} |$;c) $| \text{LUMO(A)} | > | \text{LUMO(B)} |$; undd) $| \text{HOMO(A)} | > | \text{HOMO(B)} |$

10 dabei sind die folgenden Materialien als Verbindung B von der Erfindung ausgenommen:



20 Eine phosphoreszierende Verbindung im Sinne dieser Erfindung ist eine Verbindung, welche bei Raumtemperatur Lumineszenz aus einem ange-

regten Zustand mit höherer Spinmultiplizität zeigt, also einem Spinzustand

30 > 1 , insbesondere aus einem angeregten Triplettzustand. Im Sinne dieser Erfindung sollen alle lumineszierenden Übergangsmetall- und Lanthanoid-

komplexe, insbesondere alle lumineszierenden Iridium-, Platin- und Kupferverbindungen als phosphoreszierende Verbindungen angesehen

werden.

35

Die Verbindung B ist dabei das Matrixmaterial für die phosphoreszierende Verbindung. Ein Matrixmaterial im Sinne der vorliegenden Erfindung ist ein Material, das in der emittierenden Schicht im größeren Anteil vorliegt, also bei einer Mischung von genau einem Matrixmaterial mit genau einem Emitter in einem Anteil von > 50 %. Dabei ist nicht ausgeschlossen, dass das Matrixmaterial auch an der Emission der Schicht teilnimmt.

Die in den oben genannten Beziehungen verwendeten Parameter haben die folgenden Bedeutungen:

$T_1(A)$ ist die niedrigste Triplettenergie (in eV) der phosphoreszierenden Verbindung A. $T_1(B)$ ist die niedrigste Triplettenergie der Verbindung B. Dabei wird $T_1(B)$ durch quantenchemische Rechnung und $T_1(A)$ aus dem Photolumineszenzspektrum in Lösung bestimmt, wie im Beispielteil ausführlich allgemein beschrieben.

HOMO(A) ist das Energieniveau des HOMO (highest occupied molecular orbital, in eV) relativ zum Vakuum der phosphoreszierenden Verbindung A. HOMO(B) ist entsprechend das Energieniveau des HOMO der Verbindung B. Dabei werden diese Parameter durch quantenchemische Rechnung bestimmt, wie im Beispielteil ausführlich allgemein beschrieben.

LUMO(A) ist das Energieniveau des LUMO (lowest unoccupied molecular orbital, in eV) relativ zum Vakuum der phosphoreszierenden Verbindung A. LUMO(B) ist das Energieniveau des LUMO der Verbindung B. Dabei werden diese Parameter durch quantenchemische Rechnung bestimmt, wie im Beispielteil ausführlich allgemein beschrieben.

Dabei sind die Werte für das HOMO und für das LUMO negative Zahlenwerte. Für die oben genannten Beziehungen wird daher der Betrag des HOMO bzw. der Betrag des LUMO verwendet. Dies wird durch die senkrechten Striche verdeutlicht. Wenn also das HOMO, das für eine Verbindung A quantenchemisch ermittelt wird, beispielsweise -5.2 eV beträgt, dann bedeutet $| \text{HOMO}(A) |$ den Betrag dieses Wertes, also 5.2 eV.

- 5 -

Die erfindungsgemäße organische Elektrolumineszenzvorrichtung enthält, wie oben beschrieben, Anode, Kathode und mindestens eine emittierende Schicht, welche zwischen der Anode und der Kathode angeordnet ist. Dabei enthält die emittierende Schicht mindestens eine phosphoreszierende Verbindung A und weiterhin mindestens eine Verbindung B, wobei für die Verbindungen A und B die oben genannten Bedingungen gelten. Die organische Elektrolumineszenzvorrichtung muss nicht notwendigerweise nur Schichten enthalten, welche aus organischen oder metallorganischen Materialien aufgebaut sind. So ist es auch möglich, dass Anode, Kathode und/oder eine oder mehrere Schichten anorganische Materialien enthalten oder ganz aus anorganischen Materialien aufgebaut sind.

Des Weiteren kann die emittierende Schicht außer dem Material B eine beliebige Zahl weiterer Materialien C enthalten, die auch Matrixmaterialien für die phosphoreszierende Verbindung A sind. Dabei gilt für jedes dieser Materialien C:

- a) $T_1(C) \geq T_1(A)$
- b) $T_1(C) \geq T_1(B)$
- c) $| \text{HOMO}(C) | > | \text{HOMO}(A) |$ und $| \text{HOMO}(C) | > | \text{HOMO}(B) |$;
- d) $| \text{LUMO}(C) | < | \text{LUMO}(A) |$ und $| \text{LUMO}(C) | < | \text{LUMO}(B) |$

Dabei ist $T_1(C)$, $\text{HOMO}(C)$ und $\text{LUMO}(C)$ analog zu den Materialien A und B definiert.

Bevorzugt weist das Material B eine Glasübergangstemperatur T_G von größer als 70 °C auf, besonders bevorzugt größer als 90 °C, ganz besonders bevorzugt größer als 110 °C.

Wenn Materialien C vorliegen, so weisen auch diese Materialien C bevorzugt eine Glasübergangstemperatur T_G von größer als 70 °C auf, besonders bevorzugt größer als 90 °C, ganz besonders bevorzugt größer als 110 °C.

35

Der Anteil der phosphoreszierenden Verbindung A in der emittierenden Schicht beträgt bevorzugt 0.1 bis 50 Vol.-%, besonders bevorzugt 1 bis 30 Vol.-%, ganz besonders bevorzugt 3 bis 25 Vol.-%, insbesondere 5 bis 20 Vol.-%.

5 Entsprechend beträgt der Anteil des Matrixmaterials B in der emittierenden Schicht, wenn genau ein Matrixmaterial verwendet wird, bevorzugt 50 bis 99.9 Vol.-%, besonders bevorzugt 70 bis 99 Vol.-%, ganz besonders bevorzugt 75 bis 97 Vol.-%, insbesondere 80 bis 95 Vol.-%.

10 Wenn weitere Matrixmaterialien C verwendet werden, so verringert sich im Allgemeinen entsprechend der Anteil des Matrixmaterials B. Der Gesamtanteil aller weiteren Matrixmaterialien C beträgt bevorzugt 0 bis 50 Vol.-%, besonders bevorzugt 0 bis 30 Vol.-% und ganz besonders bevorzugt 0 bis 20 Vol.-%.

15

In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung besteht die emittierende Schicht nur aus den Verbindungen A und B.

20

Für die oben genannten Beziehungen (1) a) bis d) bzw. (2) a) bis d) gilt bevorzugt:

ΔE ist bevorzugt größer 1.9 eV, besonders bevorzugt größer 2.05 eV, ganz besonders bevorzugt größer als 2.15 eV.

25

$T_1(A)$ ist bevorzugt größer 2.3 eV, besonders bevorzugt größer 2.5 eV.

Wenn die oben genannte Beziehung (1) erfüllt ist, ist $| \text{HOMO}(B) |$ bevorzugt mindestens 0.05 eV größer als $| \text{HOMO}(A) |$, besonders bevorzugt mindestens 0.1 eV, ganz besonders bevorzugt 0.2 eV.

30

Wenn die oben genannte Beziehung (2) erfüllt ist, ist $| \text{LUMO}(A) |$ bevorzugt mindestens 0.05 eV größer als $| \text{LUMO}(B) |$, besonders bevorzugt mindestens 0.1 eV, ganz besonders bevorzugt 0.2 eV.

35

- 7 -

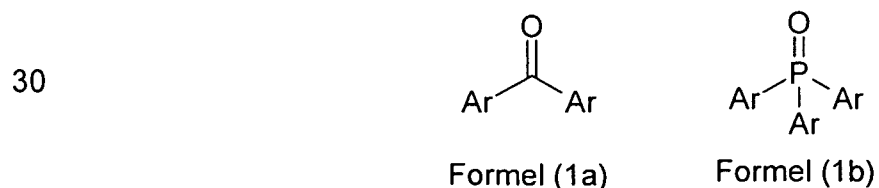
Im Folgenden werden bevorzugte Ausführungsformen für die phosphoreszierende Verbindung A sowie für die Verbindung B, welche erfindungsgemäß in der emittierenden Schicht vorhanden sind, ausgeführt.

5 Wenn die oben genannten Beziehungen (1) erfüllt sind, handelt es sich bei der Verbindung B um eine eher elektronentransportierende Verbindung.

Geeignete elektronentransportierende Verbindungen B sind bevorzugt ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus aromatischen Ketonen, aromatischen Phosphinoxiden, aromatischen Sulfoxiden, aromatischen Sulfonen, Triazinderivaten, Pyrimidinderivaten, Pyridinderivaten, Zink-Komplexen, z. B. gemäß WO 2009/062578, Aluminium-Komplexen, Diazaphospholen, z. B. gemäß WO 2010/054730, Azaborolen oder Boronestern, z. B. gemäß WO 2006/117052, Boranen, z. B. gemäß WO 2002/052661, oder Triphenylenderivaten.

15 Unter einem aromatischen Keton im Sinne dieser Anmeldung wird eine Carbonylgruppe verstanden, an die zwei aromatische oder heteroaromatische Gruppen bzw. aromatische oder heteroaromatische Ringsysteme direkt gebunden sind. Aromatische Sulfone und Sulfoxide sind
20 entsprechend definiert. Unter einem aromatischen Phosphinoxid im Sinne dieser Anmeldung wird eine Phosphinoxidgruppe verstanden, an die drei aromatische oder heteroaromatische Gruppen bzw. aromatische oder heteroaromatische Ringsysteme direkt gebunden sind.

25 In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist das aromatische Keton eine Verbindung der folgenden Formel (1a) und das aromatische Phosphinoxid eine Verbindung der folgenden Formel (1b),



wobei für die verwendeten Symbole gilt:

35

- 8 -

- Ar ist bei jedem Auftreten gleich oder verschieden ein aromatisches oder heteroaromatisches Ringsystem mit 5 bis 60 aromatischen Ringatomen, welches jeweils mit einer oder mehreren Gruppen R^1 substituiert sein kann;
- 5 R^1 ist bei jedem Auftreten gleich oder verschieden H, D, F, Cl, Br, I, CHO, C(=O)Ar¹, P(=O)(Ar¹)₂, S(=O)Ar¹, S(=O)₂Ar¹, CR²=CR²Ar¹, N(R²)₂, N(Ar¹)₂, CN, NO₂, Si(R²)₃, B(OR²)₂, B(R²)₂, B(N(R²)₂)₂, OSO₂R², eine geradkettige Alkyl-, Alkoxy- oder Thioalkoxygruppe mit 1 bis 40 C-Atomen oder eine geradkettige Alkenyl- oder Alkinyl-
- 10 gruppe mit 2 bis 40 C-Atomen oder eine verzweigte oder cyclische Alkyl-, Alkenyl-, Alkinyl-, Alkoxy- oder Thioalkoxygruppe mit 3 bis 40 C-Atomen, die jeweils mit einem oder mehreren Resten R^2 substituiert sein kann, wobei eine oder mehrere nicht benachbarte CH₂-Gruppen durch R²C=CR², C≡C, Si(R²)₂, C=O, C=S, C=NR²,
- 15 P(=O)(R²), SO, SO₂, NR², O, S oder CONR² ersetzt sein können und wobei ein oder mehrere H-Atome durch F, Cl, Br, I, CN oder NO₂ ersetzt sein können, oder ein aromatisches oder heteroaromatisches Ringsystem mit 5 bis 60 aromatischen Ringatomen, das jeweils durch einen oder mehrere Reste R^2 substituiert sein kann, oder eine
- 20 Aryloxy- oder Heteroaryloxygruppe mit 5 bis 60 aromatischen Ringatomen, die durch einen oder mehrere Reste R^2 substituiert sein kann, oder eine Kombination dieser Systeme; dabei können zwei oder mehrere benachbarte Substituenten R^1 auch miteinander ein mono- oder polycyclisches, aliphatisches oder aromatisches Ring-
- 25 system bilden;
- Ar^1 ist bei jedem Auftreten gleich oder verschieden ein aromatisches oder heteroaromatisches Ringsystem mit 5 bis 40 aromatischen Ringatomen, das mit einem oder mehreren Resten R^2 substituiert
- 30 sein kann;
- R^2 ist bei jedem Auftreten gleich oder verschieden H, D, CN oder ein aliphatischer, aromatischer und/oder heteroaromatischer Kohlenwasserstoffrest mit 1 bis 20 C-Atomen, in dem auch H-Atome durch F
- 35 ersetzt sein können; dabei können zwei oder mehrere benachbarte

Substituenten R² auch miteinander ein mono- oder polycyclisches, aliphatisches oder aromatisches Ringsystem bilden.

5 Eine Arylgruppe im Sinne dieser Erfindung enthält mindestens 6 C-Atome; eine Heteroarylgruppe im Sinne dieser Erfindung enthält mindestens 2 C-Atome und mindestens 1 Heteroatom, mit der Maßgabe, dass die
10 Summe aus C-Atomen und Heteroatomen mindestens 5 ergibt. Die Heteroatome sind bevorzugt ausgewählt aus N, O und/oder S. Dabei wird unter einer Arylgruppe bzw. Heteroarylgruppe entweder ein einfacher aromatischer Cyclus, also Benzol, bzw. ein einfacher heteroaromatischer
15 Cyclus, beispielsweise Pyridin, Pyrimidin, Thiophen, etc., oder eine kondensierte Aryl- oder Heteroarylgruppe, beispielsweise Naphthalin, Anthracen, Pyren, Chinolin, Isochinolin, etc., verstanden.

15 Ein aromatisches Ringsystem im Sinne dieser Erfindung enthält mindestens 6 C-Atome im Ringsystem. Ein heteroaromatisches Ringsystem im Sinne dieser Erfindung enthält mindestens 2 C-Atome und mindestens ein Heteroatom im Ringsystem, mit der Maßgabe, dass die
20 Summe aus C-Atomen und Heteroatomen mindestens 5 ergibt. Die Heteroatome sind bevorzugt ausgewählt aus N, O und/oder S. Unter einem aromatischen oder heteroaromatischen Ringsystem im Sinne dieser Erfindung soll ein System verstanden werden, das nicht notwendigerweise nur Aryl- oder Heteroarylgruppen enthält, sondern in dem auch mehrere
25 Aryl- oder Heteroarylgruppen durch eine kurze, nicht-aromatische Einheit (bevorzugt weniger als 10 % der von H verschiedenen Atome), wie z. B. ein C-, N- oder O-Atom oder eine Carbonylgruppe, verbunden sein können. So sollen beispielsweise auch Systeme wie 9,9'-Spirobifluoren, 9,9-Diarylfluoren, Triarylamine, Diarylether, Stilben, Benzophenon, etc. als aromatische Ringsysteme im Sinne dieser Erfindung verstanden werden. Ebenso werden unter einem aromatischen bzw. heteroaromatischen Ring-
30 system Systeme verstanden, in denen mehrere Aryl- bzw. Heteroarylgruppen durch Einfachbindungen miteinander verknüpft sind, beispielsweise Biphenyl, Terphenyl oder Bipyridin.

35 Im Rahmen der vorliegenden Erfindung werden unter einer C₁- bis C₄₀-Alkylgruppe, in der auch einzelne H-Atome oder CH₂-Gruppen durch die

oben genannten Gruppen substituiert sein können, besonders bevorzugt die Reste Methyl, Ethyl, n-Propyl, i-Propyl, n-Butyl, i-Butyl, s-Butyl, t-Butyl, 2-Methylbutyl, n-Pentyl, s-Pentyl, t-Pentyl, 2-Pentyl, neo-Pentyl, Cyclopentyl, n-Hexyl, s-Hexyl, t-Hexyl, 2-Hexyl, 3-Hexyl, neo-Hexyl, Cyclohexyl, 2-Methylpentyl, n-Heptyl, 2-Heptyl, 3-Heptyl, 4-Heptyl, Cycloheptyl, 1-Methylcyclohexyl, n-Octyl, 2-Ethylhexyl, Cyclooctyl, 1-Bicyclo[2,2,2]octyl, 2-Bicyclo[2,2,2]octyl, 2-(2,6-Dimethyl)octyl, 3-(3,7-Dimethyl)octyl, Trifluormethyl, Pentafluorethyl und 2,2,2-Trifluorethyl verstanden. Unter einer unter einer C₂- bis C₄₀-Alkenylgruppe werden bevorzugt Ethenyl, Propenyl, Butenyl, Pentenyl, Cyclopentenyl, Hexenyl, Cyclohexenyl, Heptenyl, Cycloheptenyl, Octenyl und Cyclooctenyl verstanden. Unter einer unter einer C₂- bis C₄₀-Alkynylgruppe werden bevorzugt Ethinyl, Propinyl, Butinyl, Pentinyl, Hexinyl, Heptinyl und Octinyl verstanden. Unter einer C₁- bis C₄₀-Alkoxygruppe werden bevorzugt Methoxy, Trifluormethoxy, Ethoxy, n-Propoxy, i-Propoxy, n-Butoxy, i-Butoxy, s-Butoxy, t-Butoxy oder 2-Methylbutoxy verstanden. Unter einem aromatischen oder heteroaromatischen Ringsystem mit 5 - 60 aromatischen Ringatomen, welches noch jeweils mit den oben genannten Resten R substituiert sein kann und welches über beliebige Positionen am Aromaten bzw. Heteroaromaten verknüpft sein kann, werden insbesondere Gruppen verstanden, die abgeleitet sind von Benzol, Naphthalin, Anthracen, Phenanthren, Benzanthracen, Benzphenanthren, Pyren, Chrysen, Perylen, Fluoranthen, Benzfluoranthen, Naphthacen, Pentacen, Benzpyren, Biphenyl, Biphenylen, Terphenyl, Terphenylen, Fluoren, Benzofluoren, Dibenzofluoren, Spirobifluoren, Dihydrophenanthren, Dihydropyren, Tetrahydropyren, cis- oder trans-Indenofluoren, cis- oder trans-Monobenzoindenofluoren, cis- oder trans-Dibenzoindenofluoren, Truxen, Isotruxen, Spirotruxen, Spiroisotruxen, Furan, Benzofuran, Isobenzofuran, Dibenzofuran, Thiophen, Benzothiophen, Isobenzothiophen, Dibenzothiophen, Pyrrol, Indol, Isoindol, Carbazol, Pyridin, Chinolin, Isochinolin, Acridin, Phenanthridin, Benzo-5,6-chinolin, Benzo-6,7-chinolin, Benzo-7,8-chinolin, Phenothiazin, Phenoxazin, Pyrazol, Indazol, Imidazol, Benzimidazol, Naphthimidazol, Phenanthrimidazol, Pyridimidazol, Pyrazinimidazol, Chinoxalinimidazol, Oxazol, Benzoxazol, Naphthoxazol, Anthroxazol, Phenanthroxazol, Isoxazol, 1,2-Thiazol, 1,3-Thiazol, Benzothiazol, Pyridazin, Benzopyridazin, Pyrimidin, Benzpyrimidin, Chinoxalin, 1,5-Diazaanthracen, 2,7-

Diazapyren, 2,3-Diazapyren, 1,6-Diazapyren, 1,8-Diazapyren, 4,5-Diazapyren, 4,5,9,10-Tetraazaperylen, Pyrazin, Phenazin, Phenoxazin, Phenothiazin, Fluorubin, Naphthyridin, Azacarbazol, Benzocarbolin, Phenanthrolin, 1,2,3-Triazol, 1,2,4-Triazol, Benzotriazol, 1,2,3-Oxadiazol, 1,2,4-Oxadiazol, 1,2,5-Oxadiazol, 1,3,4-Oxadiazol, 1,2,3-Thiadiazol, 1,2,4-Thiadiazol, 1,2,5-Thiadiazol, 1,3,4-Thiadiazol, 1,3,5-Triazin, 1,2,4-Triazin, 1,2,3-Triazin, Tetrazol, 1,2,4,5-Tetrazin, 1,2,3,4-Tetrazin, 1,2,3,5-Tetrazin, Purin, Pteridin, Indolizin und Benzothiadiazol.

Geeignete Verbindungen gemäß Formel (1a) sind insbesondere die in WO 2004/093207 und WO 2010/006680 offenbarten Ketone, und geeignete Verbindungen gemäß Formel (1b) sind die in WO 2005/003253 offenbarten Phosphinoxide. Diese sind via Zitat Bestandteil der vorliegenden Erfindung.

Aus der Definition der Verbindung gemäß Formel (1a) und (1b) geht hervor, dass diese nicht nur eine Carbonyl- bzw. Phosphinoxidgruppe enthalten muss, sondern auch mehrere dieser Gruppen enthalten kann.

Bevorzugt ist die Gruppe Ar in Verbindungen gemäß Formel (1a) und (1b) ein aromatisches Ringsystem mit 6 bis 40 aromatischen C-Atomen, d. h. sie enthält keine Heteroarylgruppen. Wie oben definiert, muss das aromatische Ringsystem nicht notwendigerweise nur aromatische Gruppen aufweisen, sondern es können auch zwei Arylgruppen durch eine nicht-aromatische Gruppe, beispielsweise durch eine weitere Carbonylgruppe bzw. Phosphinoxidgruppe verknüpft sein.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung weist die Gruppe Ar nicht mehr als zwei kondensierte Ringe auf. Sie ist also bevorzugt nur aus Phenyl- und/oder Naphthylgruppen, besonders bevorzugt nur aus Phenylgruppen, aufgebaut, enthält aber keine größeren kondensierten Aromaten wie beispielsweise Anthracen.

Bevorzugte Gruppen Ar, die an die Carbonylgruppe gebunden sind, sind Phenyl, 2-, 3- oder 4-Tolyl, 3- oder 4-o-Xylyl, 2- oder 4-m-Xylyl, 2-p-Xylyl, o-, m- oder p-tert-Butylphenyl, o-, m- oder p-Fluorphenyl, Benzophenon,

- 12 -

1-, 2- oder 3-Phenylmethanon, 2-, 3- oder 4-Biphenyl, 2-, 3- oder 4-o-Terphenyl, 2-, 3- oder 4-m-Terphenyl, 2-, 3- oder 4-p-Terphenyl, 2'-p-Terphenyl, 2', 4'- oder 5'-m-Terphenyl, 3'- oder 4'-o-Terphenyl, p,p-, m,p-, o,p-, m,m-, o,m- oder o,o-Quaterphenyl, Quinquephenyl, Sexiphenyl, 1-, 2-, 3- oder 4-Fluorenyl, 2-, 3- oder 4-Spiro-9,9'-bifluorenyl, 1-, 2-, 3- oder 4-(9,10-Dihydro)phenanthrenyl, 1- oder 2-Naphthyl, 2-, 3-, 4-, 5-, 6-, 7- oder 8-Chinoliny, 1-, 3-, 4-, 5-, 6-, 7- oder 8-iso-Chinoliny, 1- oder 2-(4-Methylnaphthyl), 1- oder 2-(4-Phenylnaphthyl), 1- oder 2-(4-naphthyl-naphthyl), 1-, 2- oder 3-(4-naphthyl-phenyl), 2-, 3- oder 4-Pyridyl, 2-, 4- oder 5-Pyrimidinyl, 2- oder 3-Pyrazinyl, 3- oder 4-Pyridanzinyl, 2-(1,3,5-Triazin)yl-, 2-, 3- oder 4-(Phenylpyridyl), 3-, 4-, 5- oder 6-(2,2'-Bipyridyl), 2-, 4-, 5- oder 6-(3,3'-Bipyridyl), 2- oder 3-(4,4'-Bipyridyl) und Kombinationen eines oder mehrerer dieser Reste.

Die Gruppen Ar können, wie oben beschrieben, durch einen oder mehrere Reste R^1 substituiert sein. Diese Reste R^1 sind bevorzugt gleich oder verschieden bei jedem Auftreten gewählt aus der Gruppe bestehend aus H, F, CN, $C(=O)Ar^1$, $P(=O)(Ar^1)_2$, $S(=O)Ar^1$, $S(=O)_2Ar^1$, einer geradkettigen Alkylgruppe mit 1 bis 4 C-Atomen oder einer verzweigten oder cyclischen Alkylgruppe mit 3 bis 5 C-Atomen, die jeweils mit einem oder mehreren Resten R^2 substituiert sein kann, wobei ein oder mehrere H-Atome durch F ersetzt sein können, oder einem aromatischen oder heteroaromatischen Ringsystem mit 6 bis 24 aromatischen Ringatomen, das durch einen oder mehrere Reste R^2 substituiert sein kann, oder eine Kombination dieser Systeme; dabei können zwei oder mehrere benachbarte Substituenten R^1 auch miteinander ein mono- oder polycyclisches, aliphatisches oder aromatisches Ringsystem bilden. Wenn die organische Elektrolumineszenzvorrichtung aus Lösung aufgebracht wird, sind auch geradkettige, verzweigte oder cyclische Alkylgruppen mit bis zu 10 C-Atomen als Substituenten R^1 bevorzugt. Die Reste R^1 sind besonders bevorzugt gleich oder verschieden bei jedem Auftreten gewählt aus der Gruppe bestehend aus H, $C(=O)Ar^1$ oder einem aromatischen Ringsystem mit 6 bis 24 aromatischen Ringatomen, das durch einen oder mehrere Reste R^2 substituiert sein kann, bevorzugt aber unsubstituiert ist.

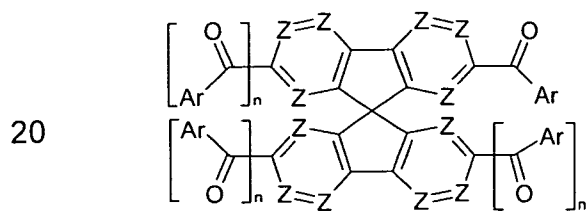
35

- 13 -

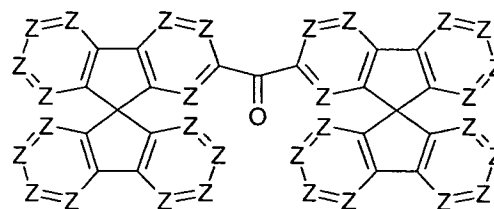
In nochmals einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist die Gruppe Ar^1 gleich oder verschieden bei jedem Auftreten ein aromatisches Ringsystem mit 6 bis 24 aromatischen Ringatomen, das mit einem oder mehreren Resten R^2 substituiert sein kann. Besonders bevorzugt ist Ar^1 gleich oder verschieden bei jedem Auftreten ein aromatisches Ringsystem mit 6 bis 12 aromatischen Ringatomen.

Besonders bevorzugte aromatische Ketone sind Benzophenon-Derivate, die jeweils an den 3,3',5,5'-Positionen durch ein aromatisches oder heteroaromatisches Ringsystem mit 5 bis 30 aromatischen Ringatomen substituiert sind, welche wiederum durch einen oder mehrere Reste R^1 gemäß der obigen Definition substituiert sein können. Weiterhin bevorzugt sind Ketone und Phosphinoxide, welche mit mindestens einer Spirobi-fluorengruppe substituiert sind.

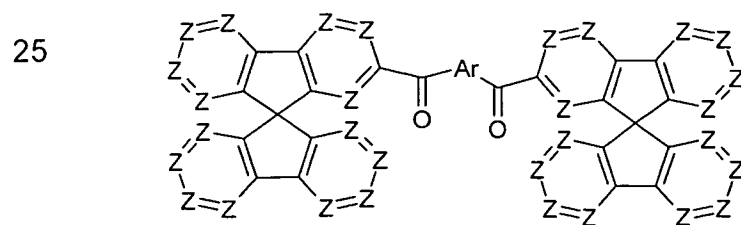
Bevorzugte aromatische Ketone sind daher die Verbindungen der folgenden Formeln (2) bis (5),



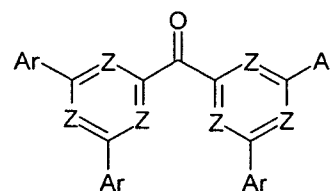
Formel (2)



Formel (3)



Formel (4)



Formel (5)

30

wobei Ar und R^1 dieselbe Bedeutung haben, wie oben beschrieben, und weiterhin gilt:

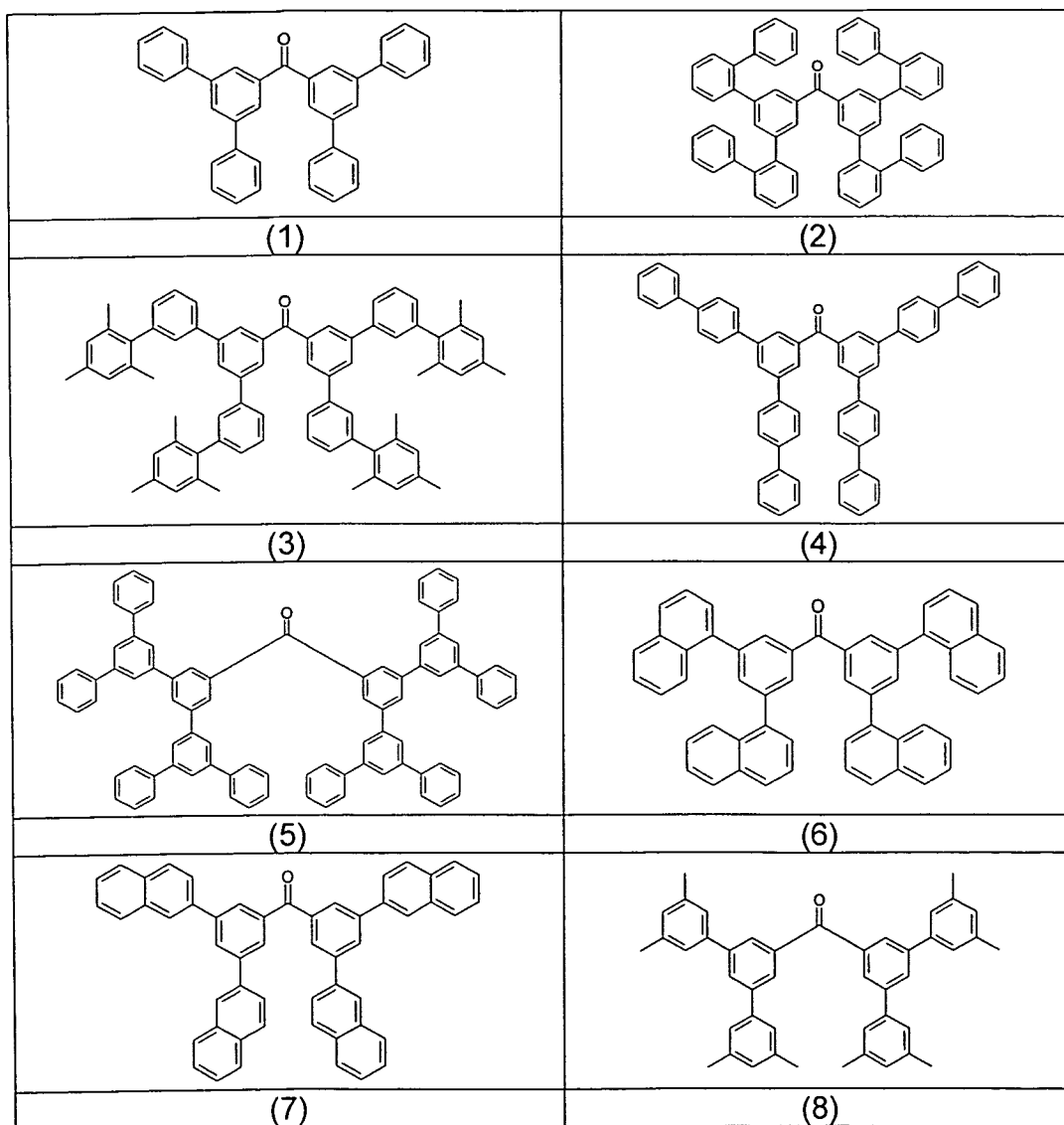
35 Z ist gleich oder verschieden bei jedem Auftreten CR^1 oder N ;

n ist gleich oder verschieden bei jedem Auftreten 0 oder 1.

Bevorzugt steht Ar in der oben genannten Formel (2), (4) und (5) für ein aromatisches oder heteroaromatisches Ringsystem mit 1 bis 30 aromatischen Ringatomen, welches mit einem oder mehreren Resten R¹ substituiert sein kann. Besonders bevorzugt sind die oben genannten Gruppen Ar.

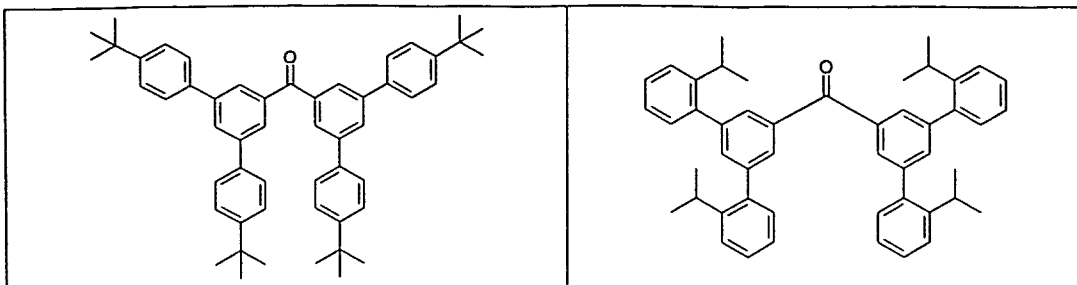
Beispiele für geeignete Verbindungen gemäß Formel (1a) sind die im Folgenden abgebildeten Verbindungen (1) bis (62).

10



35

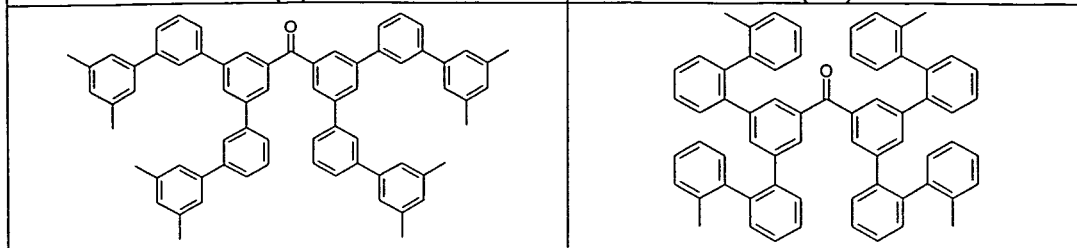
5



(9)

(10)

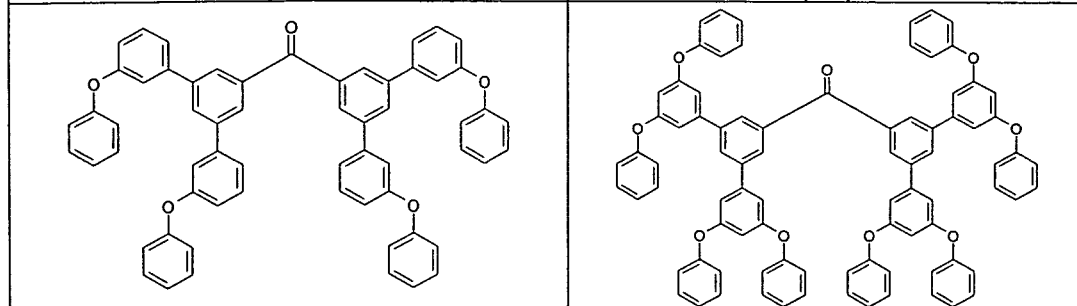
10



(11)

(12)

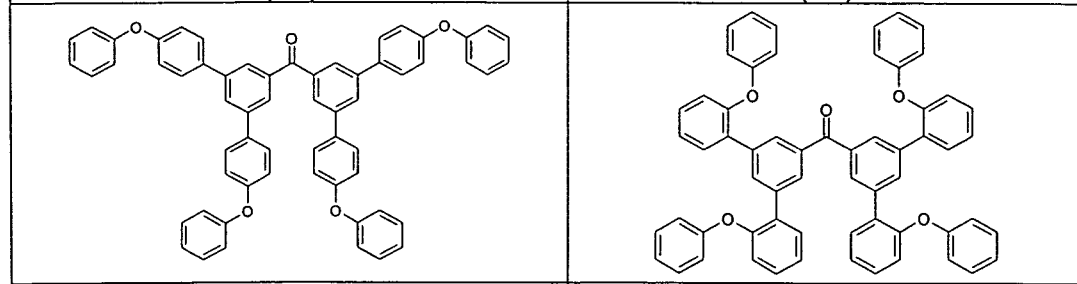
15



(13)

(14)

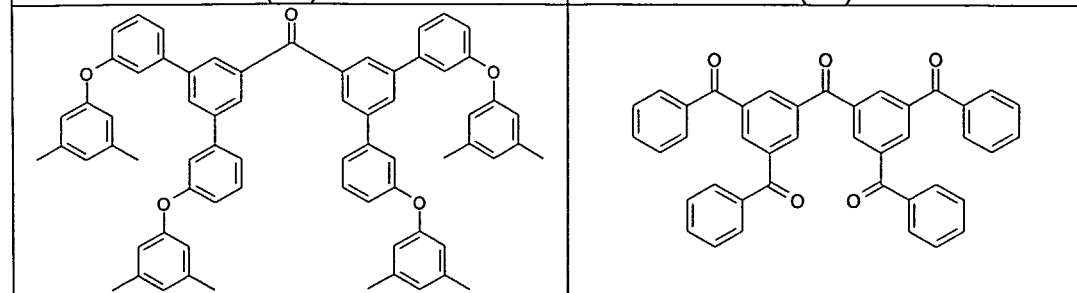
20



(15)

(16)

25

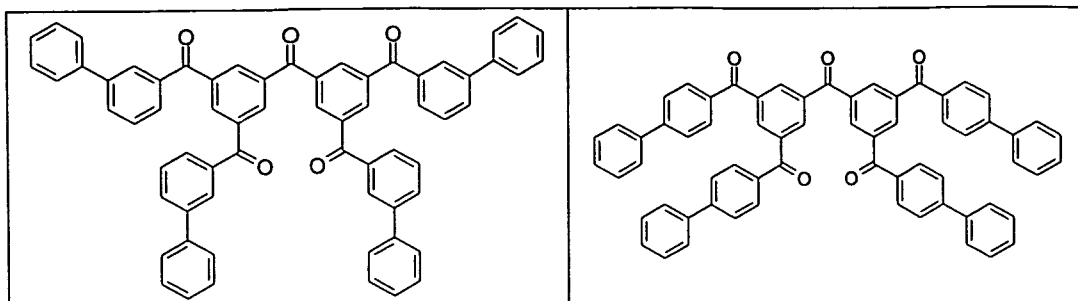


(17)

(18)

35

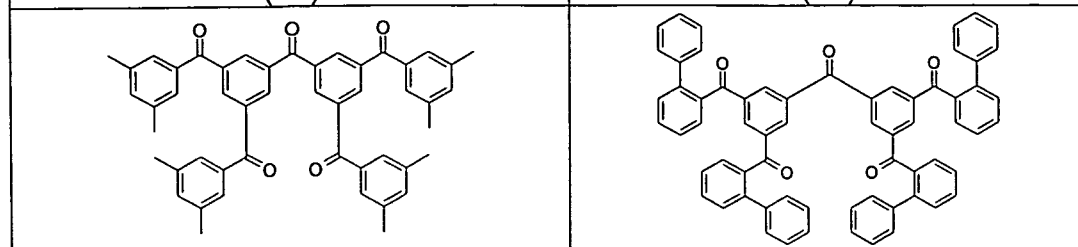
5



(19)

(20)

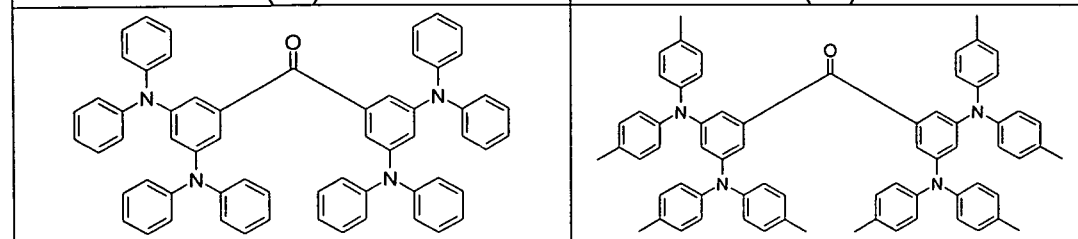
10



(21)

(22)

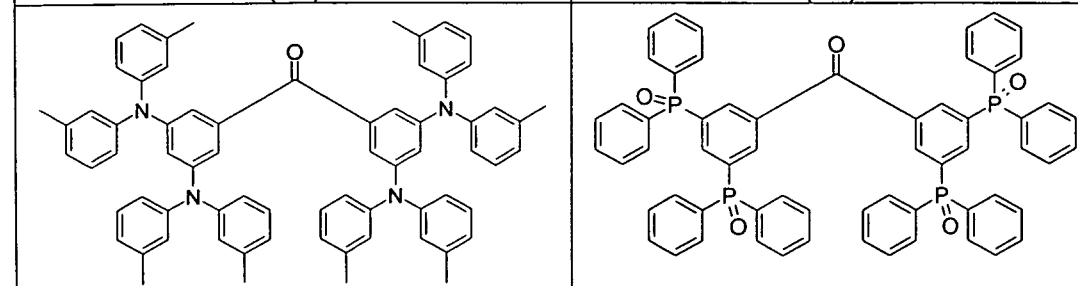
15



(23)

(24)

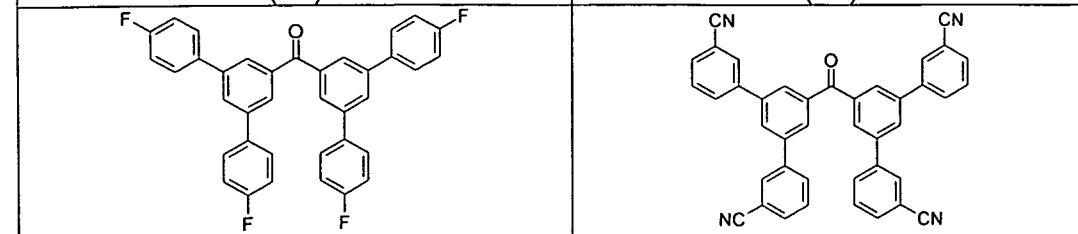
20



(25)

(26)

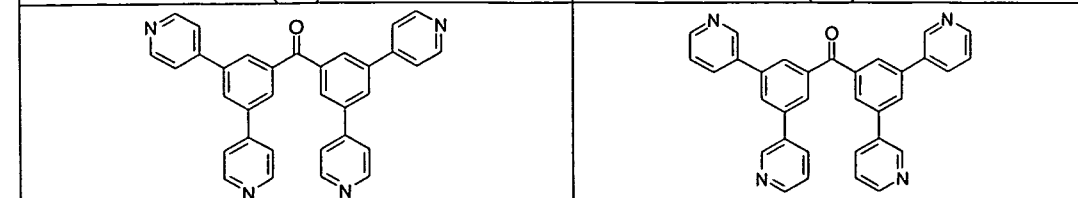
25



(27)

(28)

30

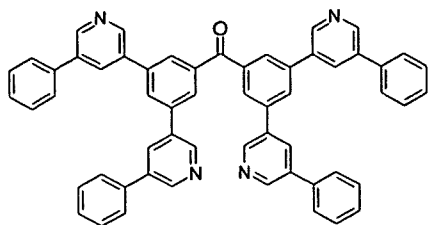


(29)

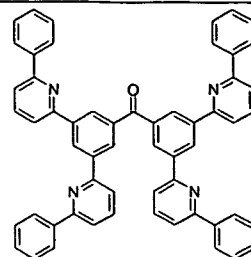
(30)

35

5

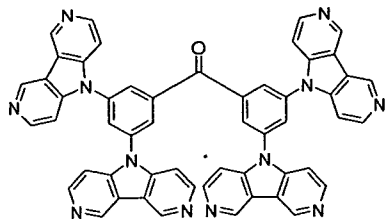


(31)

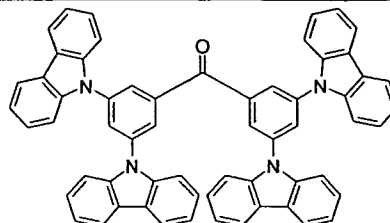


(32)

10

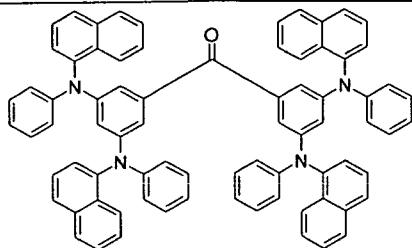


(33)

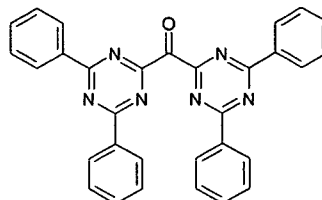


(34)

15

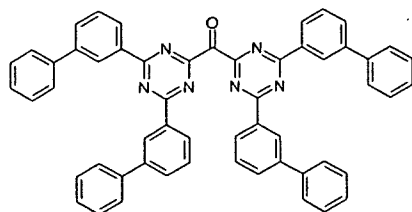


(35)

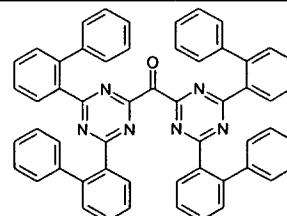


(36)

20

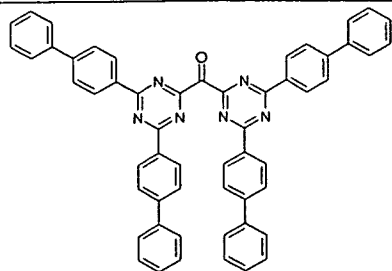


(37)

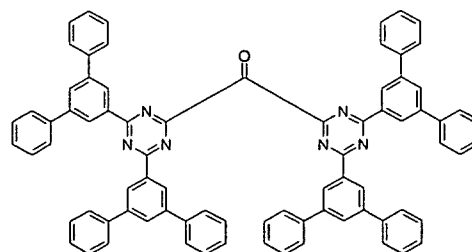


(38)

25

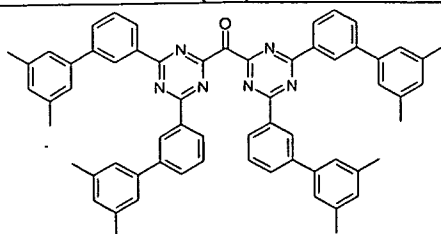


(39)

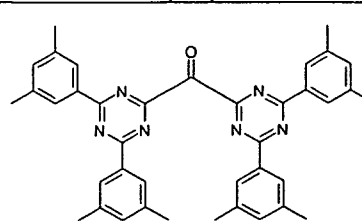


(40)

30



(41)



(42)

35

5

10

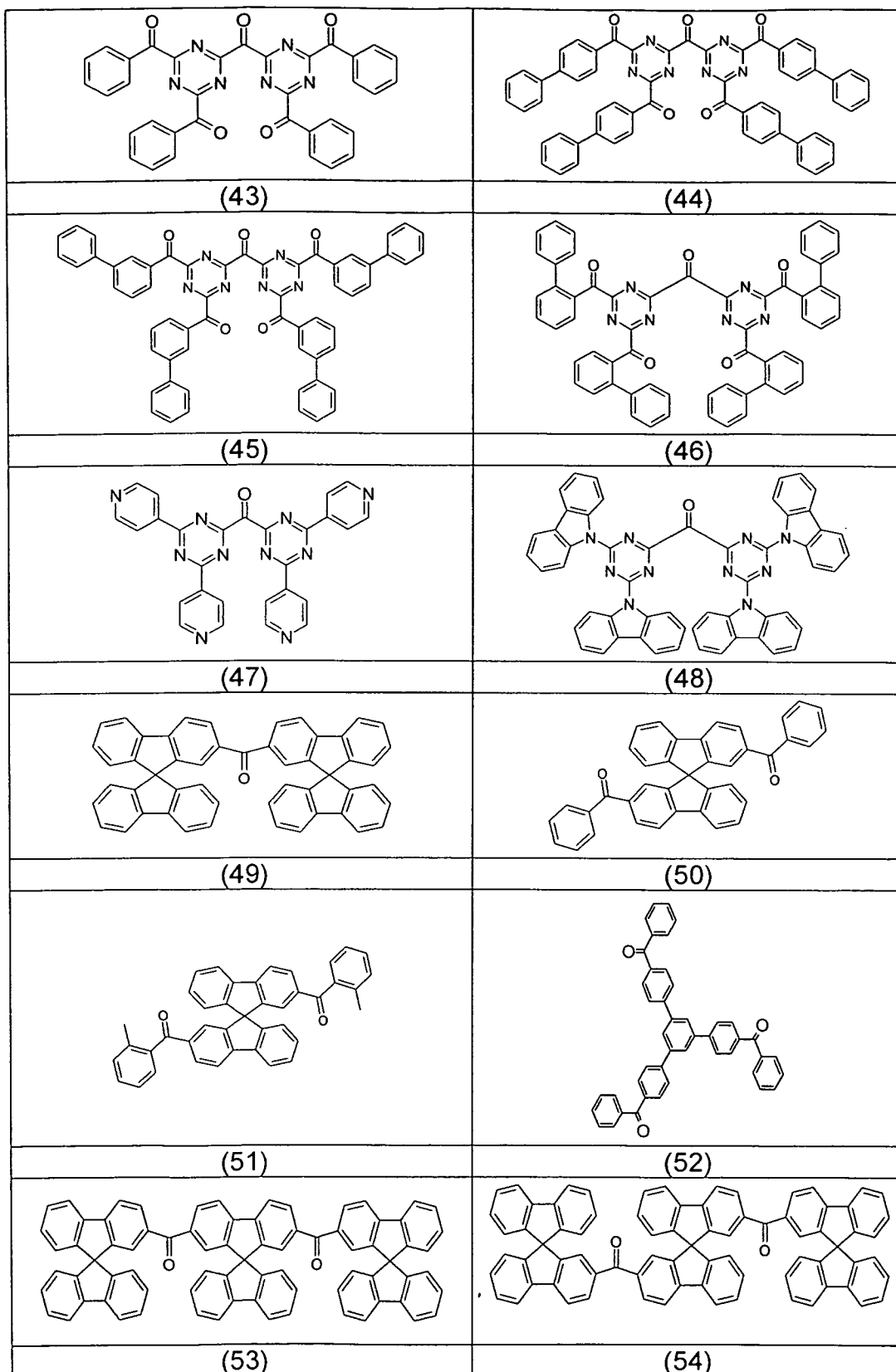
15

20

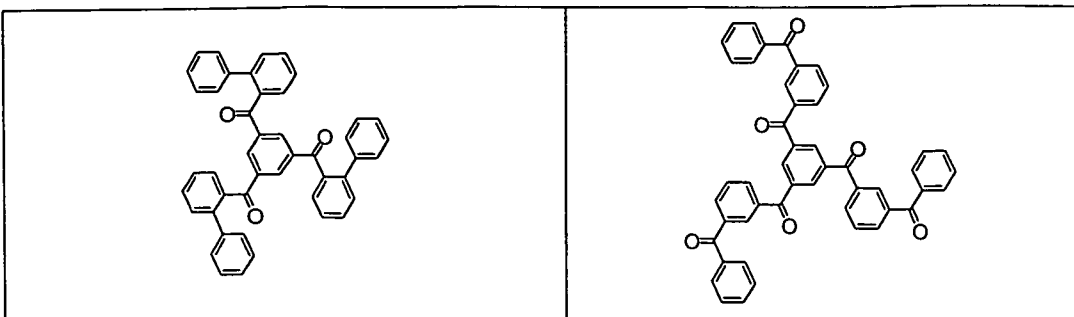
25

30

35



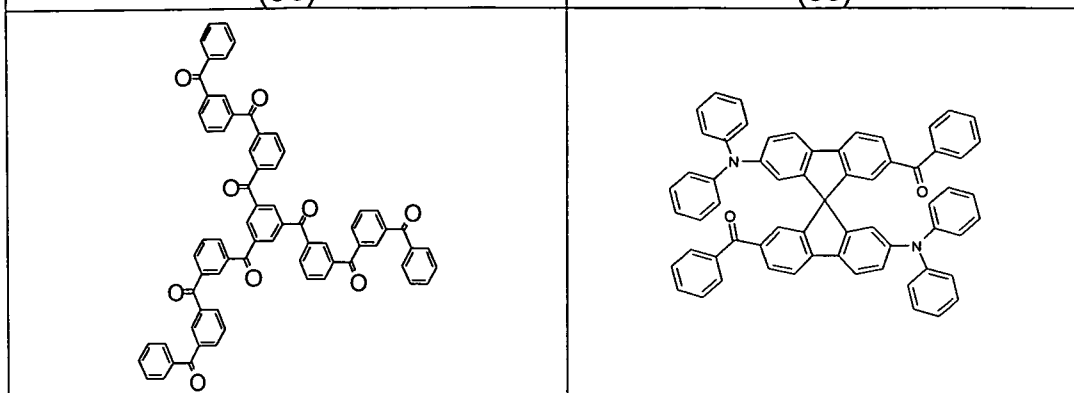
5



(55)

(56)

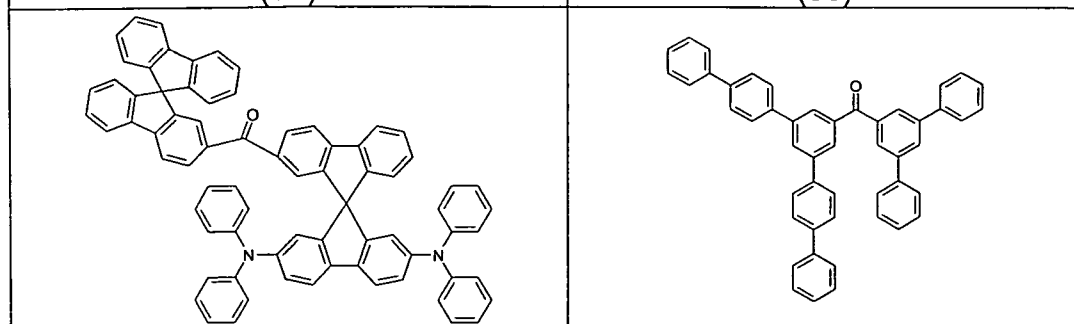
10



(57)

(58)

15

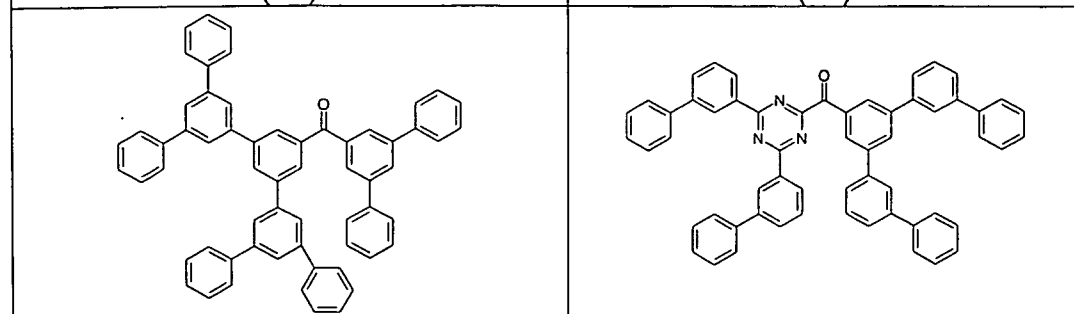


(59)

(60)

20

25



(61)

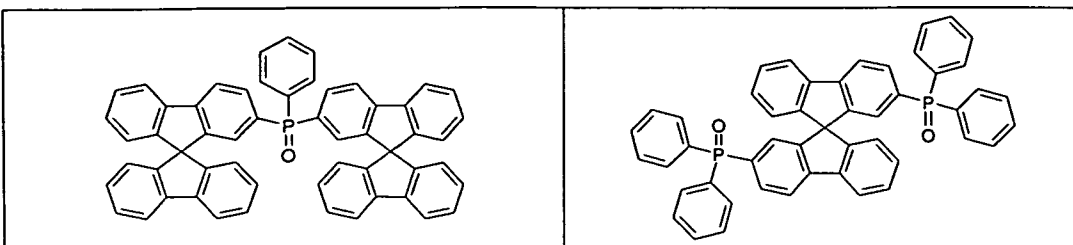
(62)

30

Beispiele für geeignete aromatische Phosphinoxidderivate sind die im Folgenden abgebildeten Verbindungen (1) bis (18).

35

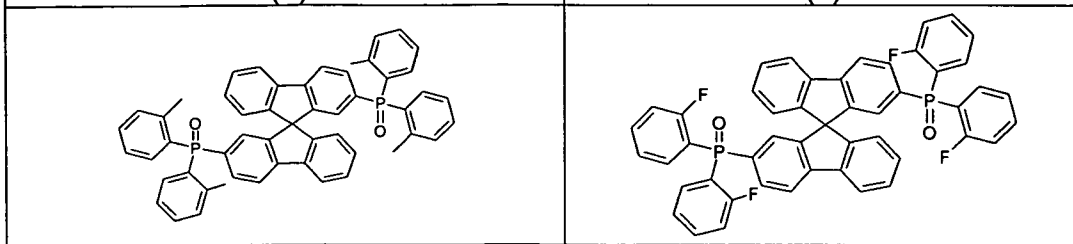
5



(1)

(2)

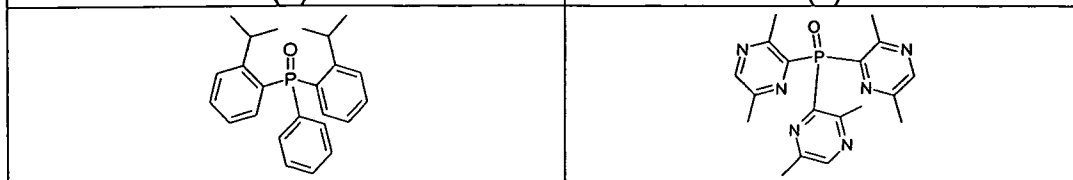
10



(3)

(4)

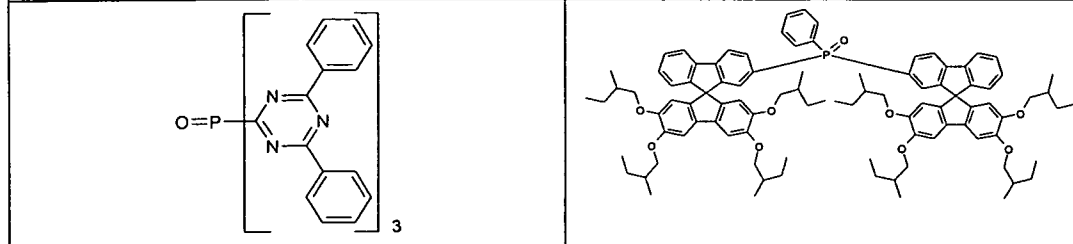
15



(5)

(6)

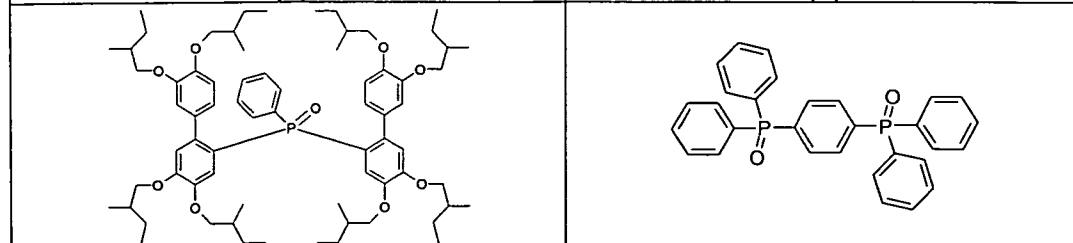
20



(7)

(8)

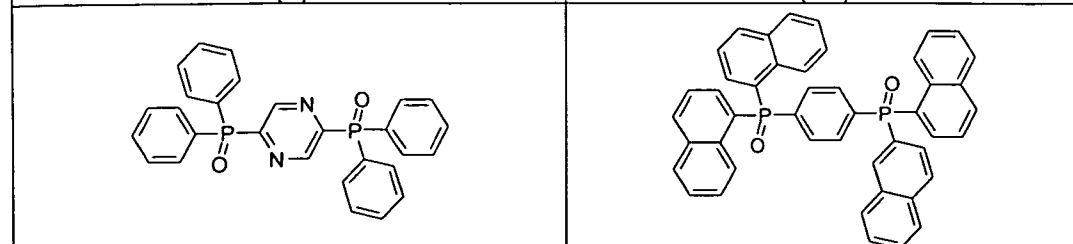
25



(9)

(10)

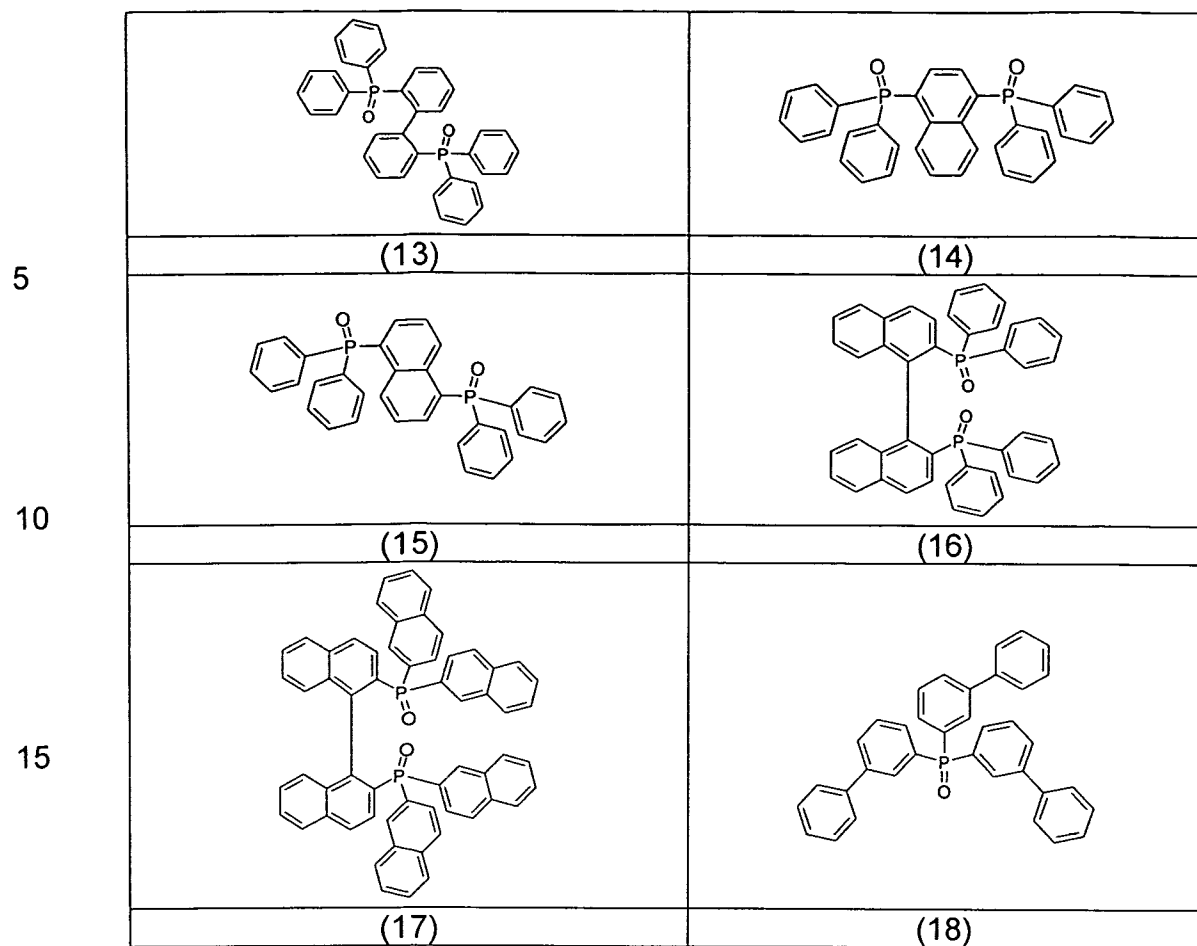
30



(11)

(12)

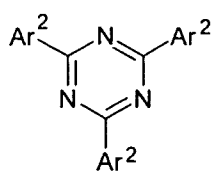
35



20

Geeignete Triazinderivate, die als Matrixmaterial B verwendet werden können, sind insbesondere 1,3,5-Triazine, welche mit mindestens einer, bevorzugt mindestens zwei, besonders bevorzugt mit drei aromatischen oder heteroaromatischen Ringsystemen substituiert sind. Besonders bevorzugt sind also Verbindungen der folgenden Formel (6) oder (7),

25



Formel (6)



Formel (7)

30

wobei R¹ die oben genannte Bedeutung hat und für die weiteren verwendeten Symbole gilt:

35

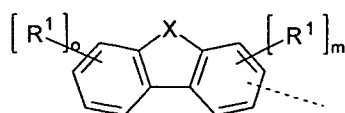
- 22 -

Ar^2 ist gleich oder verschieden bei jedem Auftreten ein monovalentes aromatisches oder heteroaromatisches Ringsystem mit 5 bis 60 aromatischen Ringatomen, welches jeweils mit einem oder mehreren Resten R^1 substituiert sein kann;

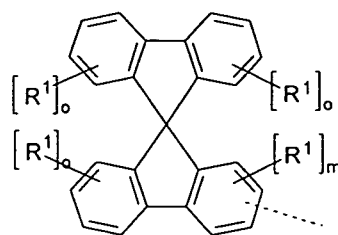
5 Ar^3 ist ein bivalentes aromatisches oder heteroaromatisches Ringsystem mit 5 bis 60 aromatischen Ringatomen, welches mit einem oder mehreren Resten R^1 substituiert sein kann.

10 Bevorzugt ist in Verbindungen der Formel (6) und (7) mindestens eine Gruppe Ar^2 gewählt aus den Gruppen der folgenden Formeln (8) bis (16), und die anderen Gruppen Ar^2 haben die oben angegebene Bedeutung,

15

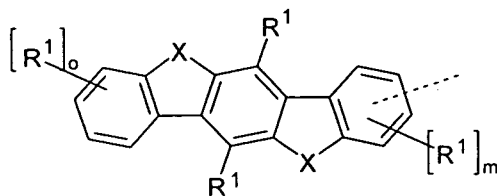


Formel (8)

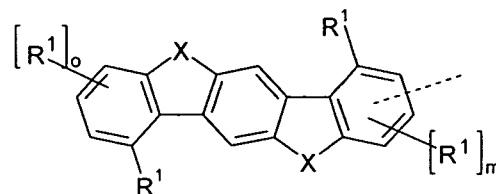


Formel (9)

20

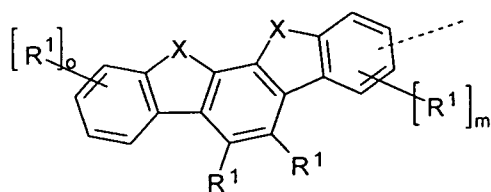


Formel (10)

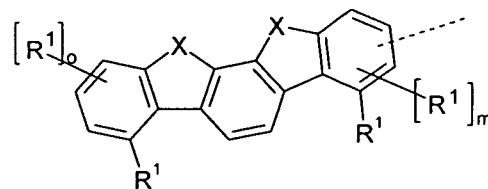


Formel (11)

25

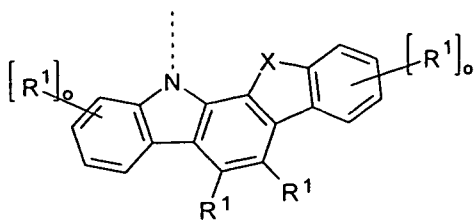


Formel (12)

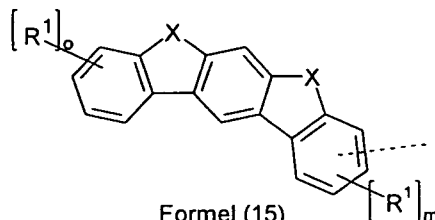


Formel (13)

35

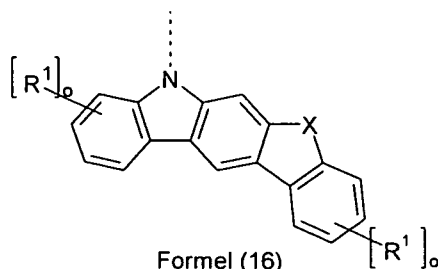


Formel (14)



Formel (15)

5



Formel (16)

10

wobei R^1 dieselbe Bedeutung hat, wie oben beschrieben, die gestrichelte Bindung die Verknüpfung mit der Triazineinheit darstellt und weiterhin gilt:

15

X ist gleich oder verschieden bei jedem Auftreten eine bivalente Brücke, ausgewählt aus $B(R^1)$, $C(R^1)_2$, $Si(R^1)_2$, $C=O$, $C=NR^1$, $C=C(R^1)_2$, O , S , $S=O$, SO_2 , $N(R^1)$, $P(R^1)$ und $P(=O)R^1$;

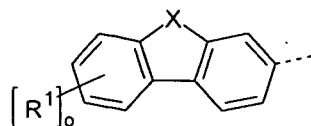
20

m ist bei jedem Auftreten gleich oder verschieden 0, 1, 2 oder 3;

o ist bei jedem Auftreten gleich oder verschieden 0, 1, 2, 3 oder 4.

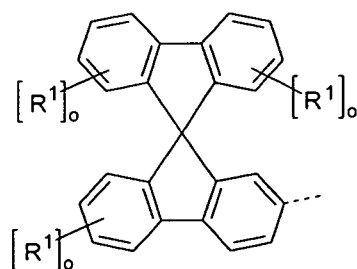
Besonders bevorzugte Gruppen Ar^2 sind gewählt aus den Gruppen der folgenden Formeln (8a) bis (16a),

25



Formel (8a)

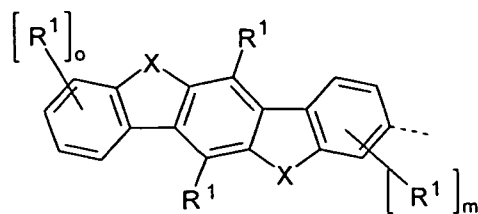
30



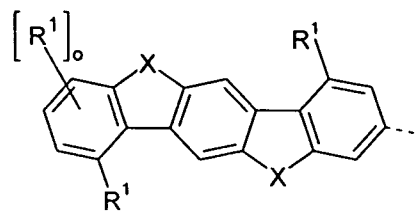
Formel (9a)

35

- 24 -

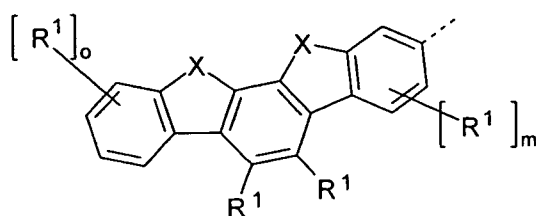


Formel (10a)

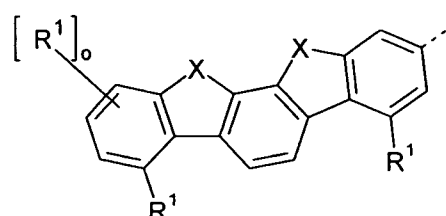


Formel (11a)

5

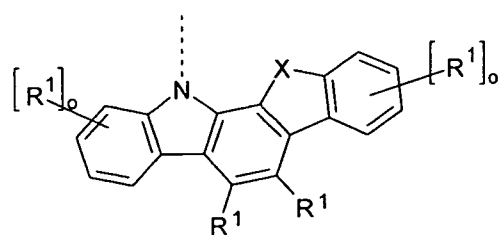


Formel (12a)



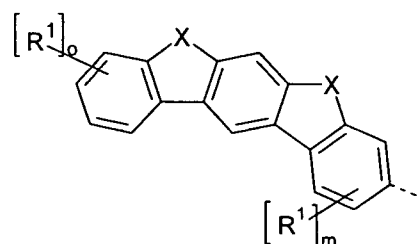
Formel (13a)

10



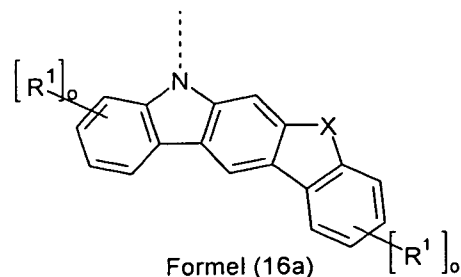
Formel (14a)

15



Formel (15a)

20



Formel (16a)

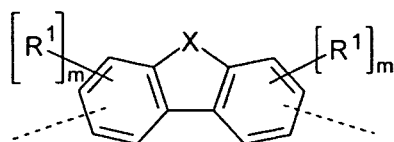
25

wobei die verwendeten Symbole und Indizes dieselbe Bedeutung haben, wie oben beschrieben. Dabei ist X bevorzugt gleich oder verschieden gewählt aus $C(R^1)_2$, $N(R^1)$, O und S, besonders bevorzugt $C(R^1)_2$.

30

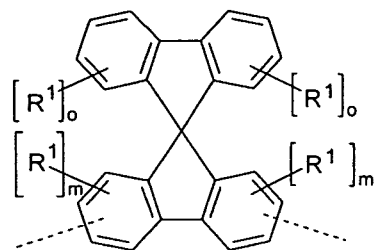
Bevorzugte Gruppen Ar^3 in Verbindungen der Formel (7) sind gewählt aus den Gruppen der folgenden Formeln (17) bis (24),

35

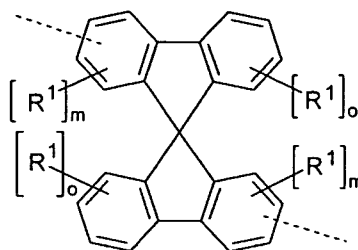


Formel (17)

5

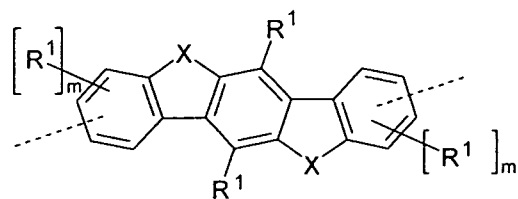


Formel (18)



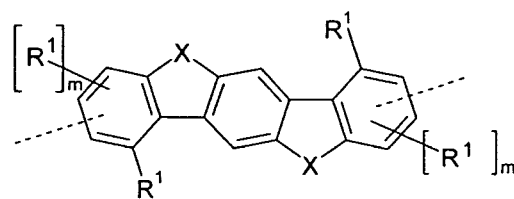
Formel (19)

10



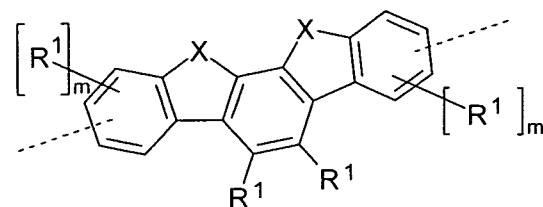
Formel (20)

15



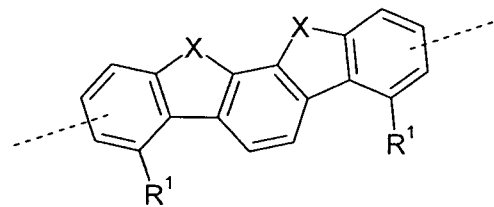
Formel (21)

20



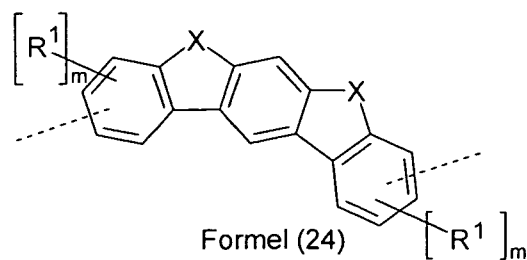
Formel (22)

25



Formel (23)

30

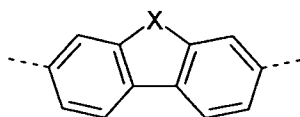


Formel (24)

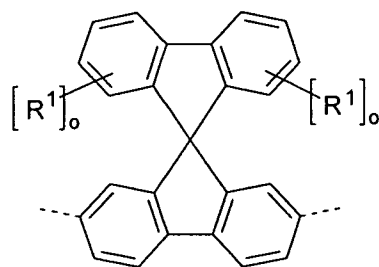
35

wobei die verwendeten Symbole und Indizes dieselbe Bedeutung haben, wie oben beschrieben und die gestrichelte Bindung die Verknüpfung mit den beiden Triazineinheiten darstellt.

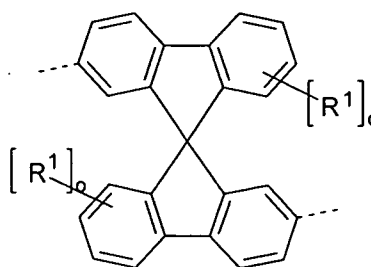
Besonders bevorzugte Gruppen Ar^3 sind gewählt aus den Gruppen der folgenden Formeln (17a) bis (24a),



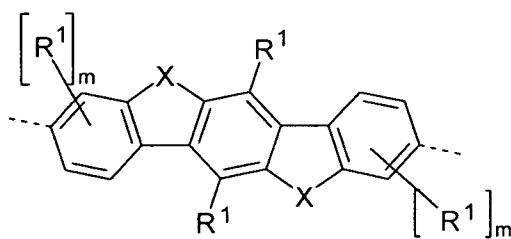
Formel (17a)



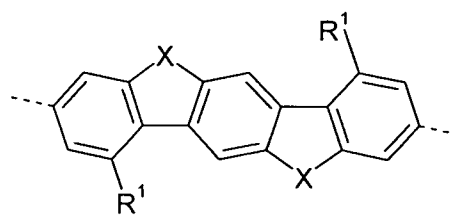
Formel (18a)



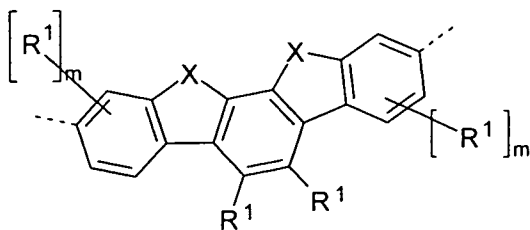
Formel (19a)



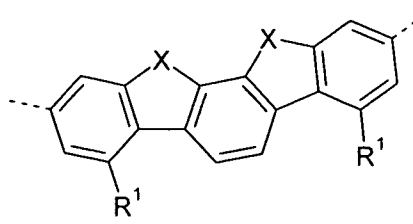
Formel (20a)



Formel (21a)



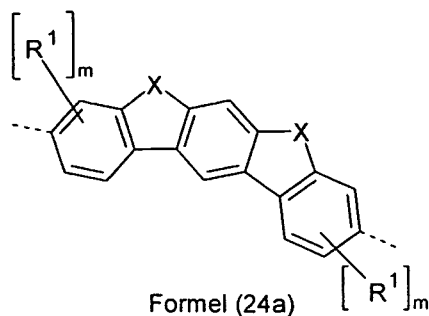
Formel (22a)



Formel (23a)

- 27 -

5



10

wobei die verwendeten Symbole und Indizes dieselbe Bedeutung haben, wie oben beschrieben. Dabei ist X bevorzugt gleich oder verschieden gewählt aus $C(R^1)_2$, $N(R^1)$, O und S, besonders bevorzugt $C(R^1)_2$.

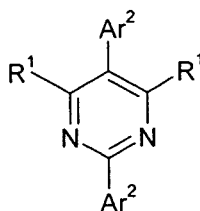
15

Bevorzugt sind weiterhin Verbindungen der oben aufgeführten Formel (7), in der die Gruppe Ar^3 aus den oben aufgeführten Formeln (17) bis (24) ausgewählt ist und Ar^2 gleich oder verschieden bei jedem Auftreten ausgewählt ist aus den oben aufgeführten Formeln (8) bis (16) oder Phenyl, 1- oder 2-Naphthyl, ortho-, meta- oder para-Biphenyl, welche durch einen oder mehrere Reste R^1 substituiert sein können, jedoch bevorzugt unsubstituiert sind.

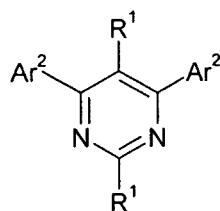
20

Wenn es sich bei der Verbindung B um ein Pyrimidinderivat handelt, dann ist dies bevorzugt ein Pyrimidinderivat der folgenden Formel (25), (26) oder (27),

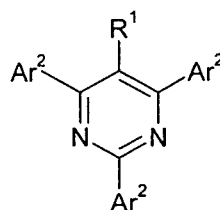
25



Formel (25)



Formel (26)



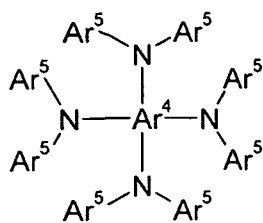
Formel (27) ,

30

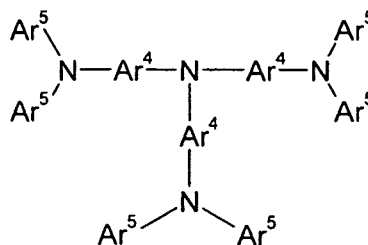
wobei die verwendeten Symbole die oben genannten Bedeutungen aufweisen.

35

- 29 -



Formel (32)



Formel (33)

5

wobei R^1 die oben genannte Bedeutung hat und für die weiteren verwendeten Symbole gilt:

10

Ar^4 ist bei jedem Auftreten gleich oder verschieden ein bivalentes, trivalentes oder tetravalentes aromatisches oder heteroaromatisches Ringsystem mit 5 bis 60 aromatischen Ringatomen, welches durch einen oder mehrere Reste R^1 substituiert sein kann;

15

Ar^5 ist bei jedem Auftreten gleich oder verschieden ein monovalentes aromatisches oder heteroaromatisches Ringsystem mit 5 bis 60 aromatischen Ringatomen, welches durch einen oder mehrere Reste R^1 substituiert sein kann, dabei können zwei Gruppen Ar^5 , welche an dasselbe Stickstoffatom binden, oder eine Gruppe Ar^4 mit einer Gruppe Ar^5 , welche an dasselbe Stickstoffatom binden, miteinander durch eine Einfachbindung oder eine Brücke, ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus $B(R^1)$, $C(R^1)_2$, $Si(R^1)_2$, $C=O$, $C=NR^1$, $C=C(R^1)_2$, O , S , $S=O$, SO_2 , $N(R^1)$, $P(R^1)$ und $P(=O)R^1$, verknüpft sein.

20

25

Wenn zwei Gruppen Ar^5 oder eine Gruppe Ar^4 mit einer Gruppe Ar^5 , welche jeweils an dasselbe Stickstoffatom binden, miteinander durch eine Einfachbindung verknüpft sind, entsteht dadurch ein Carbazol.

30

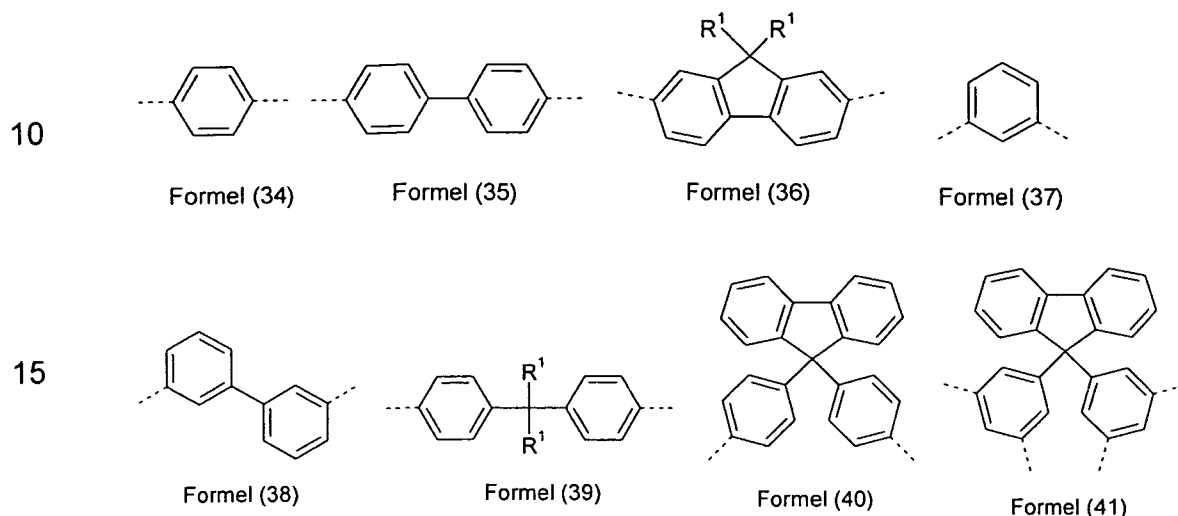
Dabei ist Ar^4 in den Verbindungen der Formeln (28), (29), (30) und (33) eine bivalente Gruppe und in den Verbindungen der Formel (31) eine trivalente Gruppe und in den Verbindungen der Formel (32) eine tetravalente Gruppe, wobei Ar^4 wie oben beschrieben auch jeweils zusätzlich durch einen oder mehrere Reste R^1 substituiert sein kann.

35

- 30 -

Dabei ist es bevorzugt, wenn Ar^4 und Ar^5 keine kondensierten Aryl- oder Heteroarylgruppen mit mehr als 10 aromatischen Ringatomen enthalten. Besonders bevorzugt enthalten Ar^4 und Ar^5 überhaupt keine kondensierten Aryl- bzw. Heteroarylgruppen.

5 Beispiele für bevorzugte Gruppen Ar^4 sind die im Folgenden aufgeführten Gruppen der Formeln (34) bis (41),

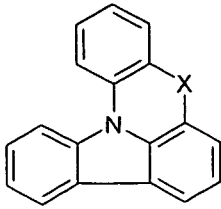


20 wobei diese Strukturen auch durch einen oder mehrere Reste R^1 substituiert sein können und R^1 die oben genannte Bedeutung hat. Dabei sei an dieser Stelle nochmals explizit darauf hingewiesen, dass auch zwei Reste R^1 , welche an dasselbe C-Atom binden, miteinander einen Ring bilden können. So können beispielsweise die beiden Reste R^1 in Formel (39),

25 wenn sie für Alkylgruppen stehen, mit dem C-Atom, an das sie binden, eine Cyclopentyl- oder eine Cyclohexylgruppe aufspannen. Ebenso kann aus Formel (36) ein Spirosystem, beispielsweise ein Spirobifluoren, aufgebaut werden.

30 Geeignete lochleitende Matrixmaterialien sind außerdem überbrückte Carbazolderivate, welche bevorzugt eine Struktur der nachfolgenden Formel (42) aufweisen,

35



5

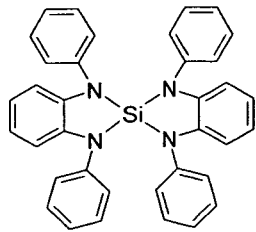
Formel (42)

wobei X dieselbe Bedeutung hat, wie oben beschrieben und diese Struktur auch durch einen oder mehrere Substituenten R^1 substituiert sein kann. Dabei ist bevorzugt mindestens einer der Substituenten R^1 eine substituierte oder unsubstituierte Diaryl- oder -heteroarylaminogruppe, eine substituierte oder unsubstituierte Triaryl- oder -heteroarylaminogruppe, eine substituierte oder unsubstituierte Triazingruppe oder eine substituierte oder unsubstituierte Pyrimidingruppe. Weiterhin bevorzugt steht X für $C(R^1)_2$.

15

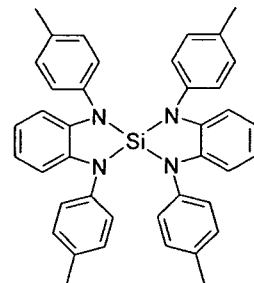
Beispiele für geeignete lochleitende Matrixmaterialien B sind die in der folgenden Tabelle aufgeführten Strukturen (1) bis (55).

20



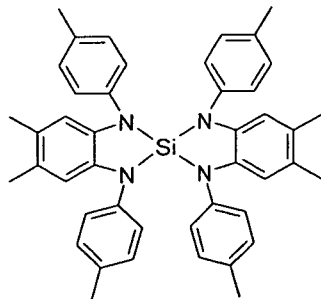
(1)

25

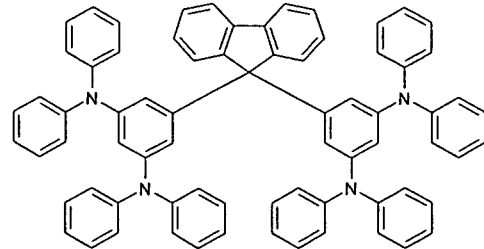


(2)

30



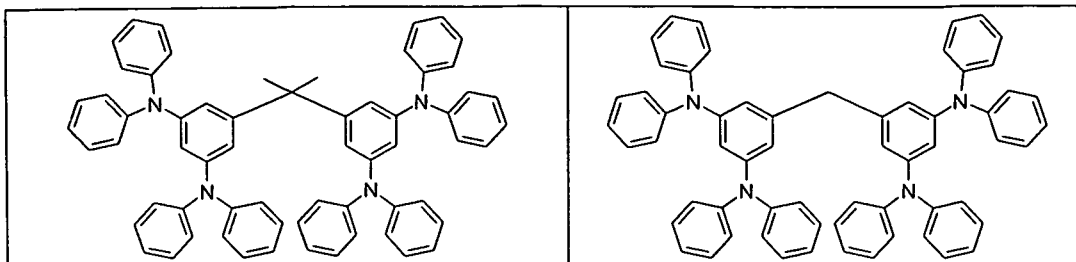
(3)



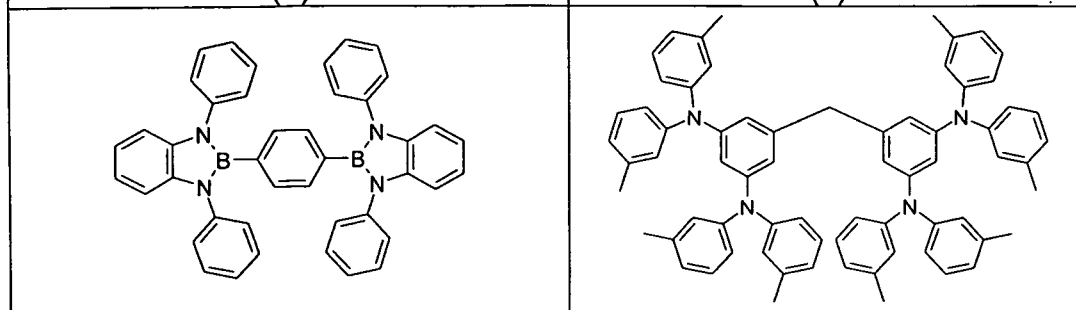
(4)

35

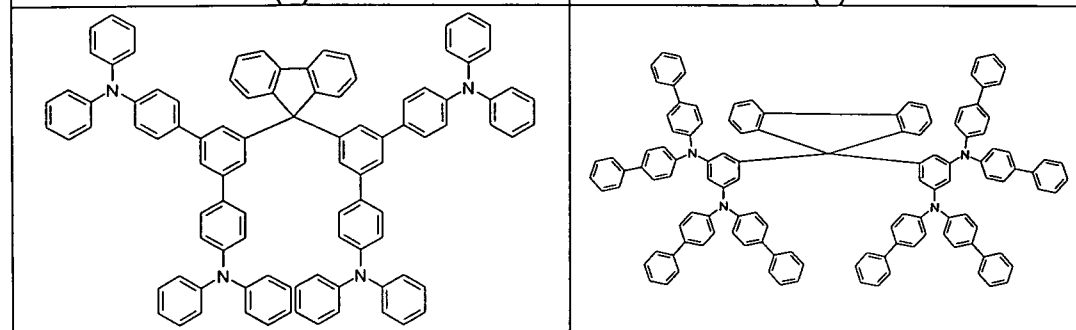
5



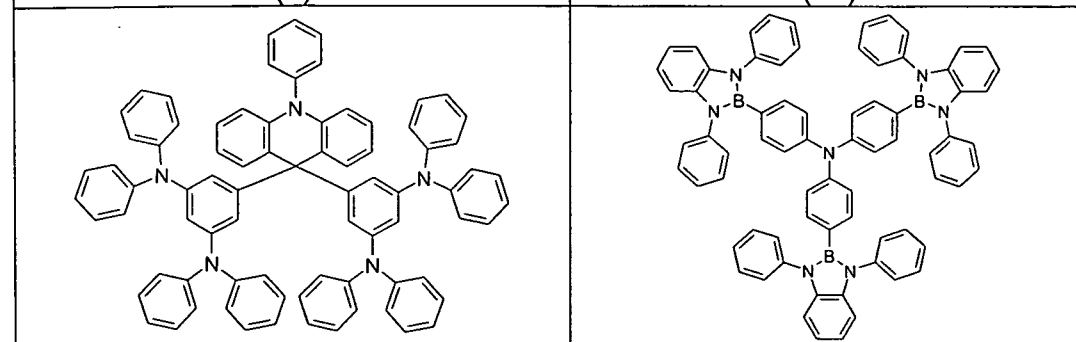
10



15

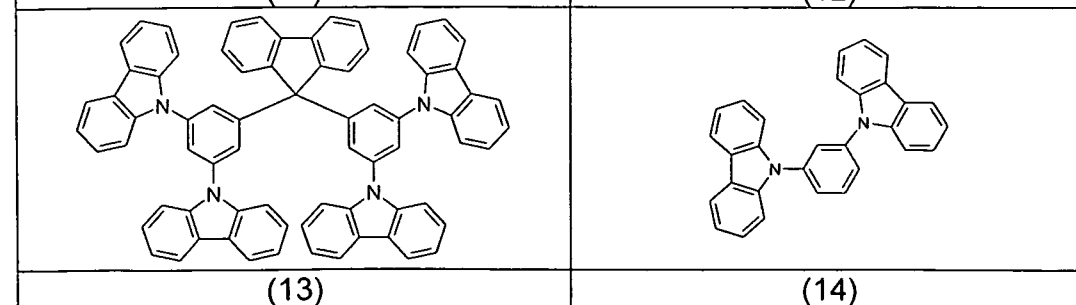


20



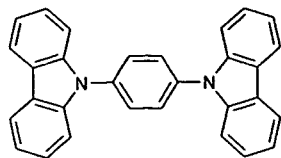
25

30

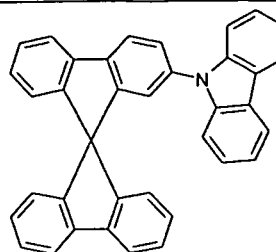


35

5

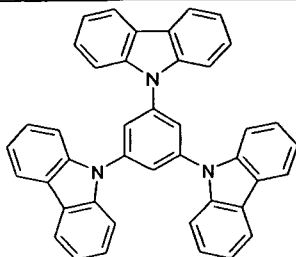


(15)

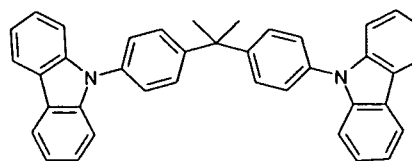


(16)

10

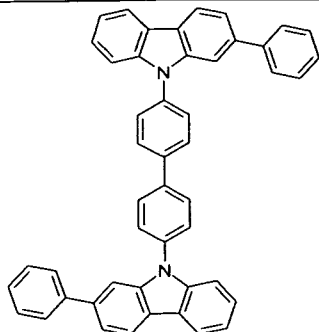


(17)

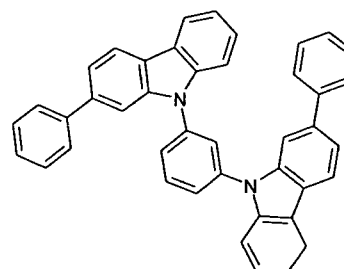


(18)

15

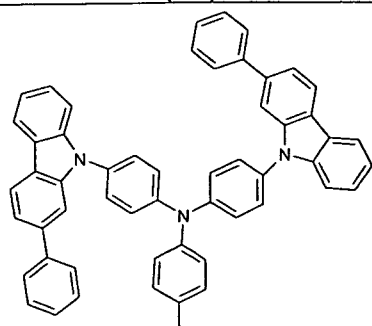


(19)

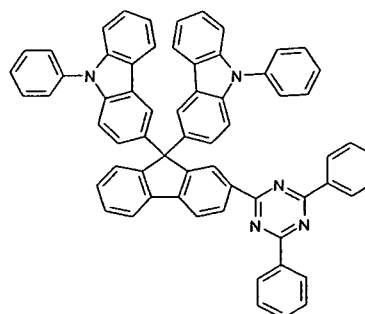


(20)

20



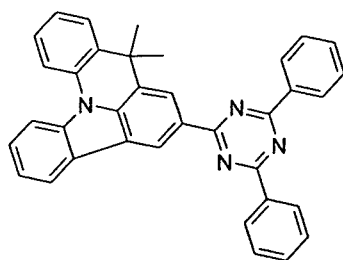
(21)



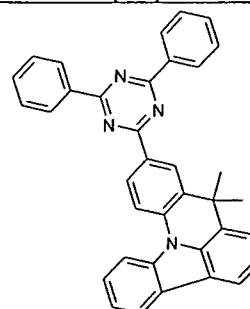
(22)

25

30



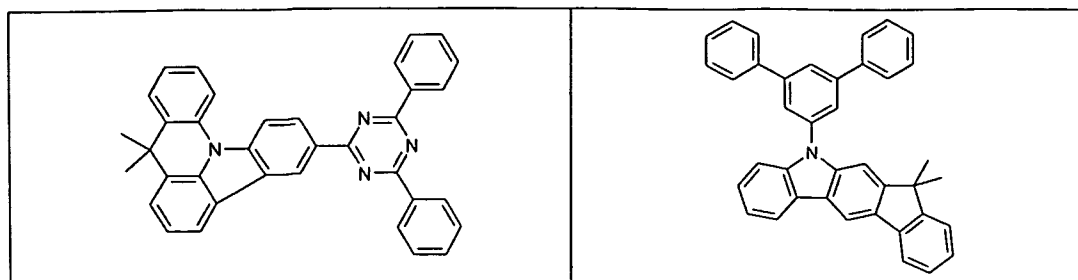
(23)



(24)

35

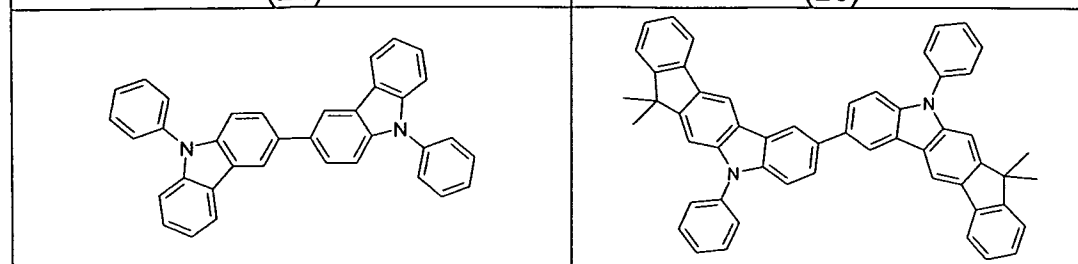
5



(25)

(26)

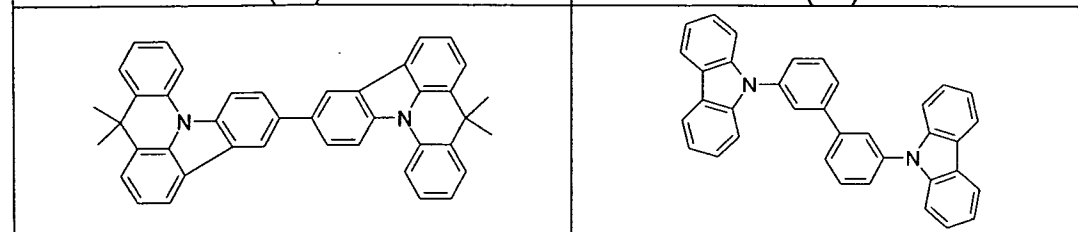
10



(27)

(28)

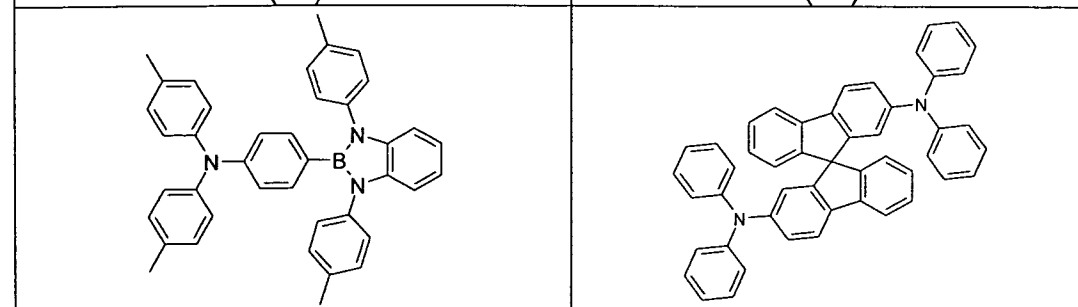
15



(29)

(30)

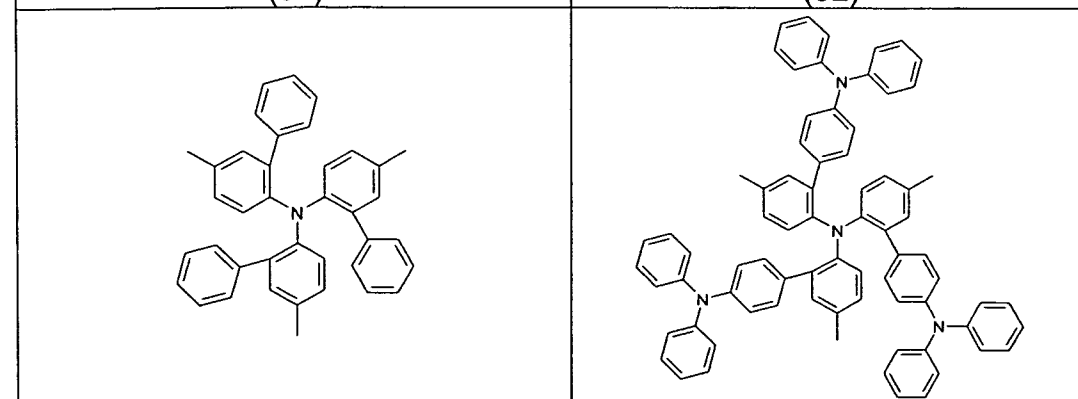
20



(31)

(32)

25

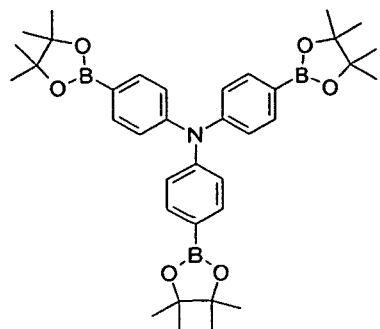


(33)

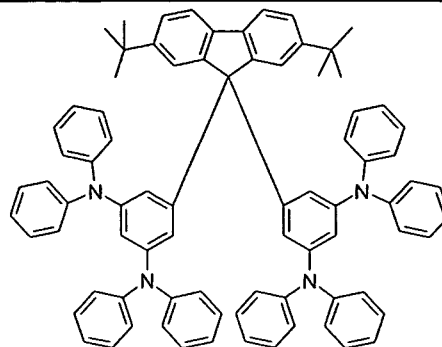
(34)

35

5

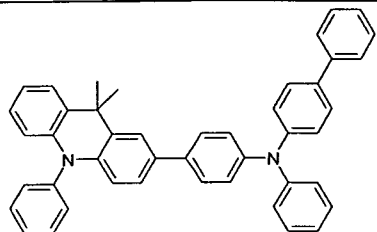


(35)

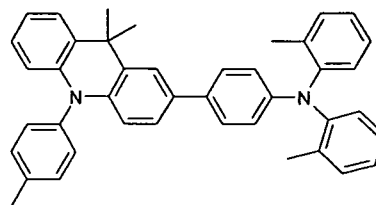


(36)

10

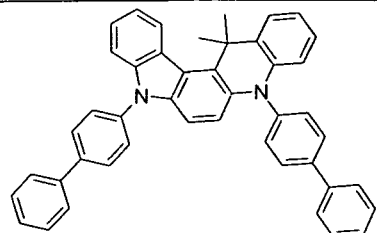


(37)

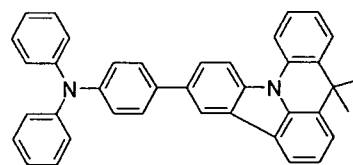


(38)

15

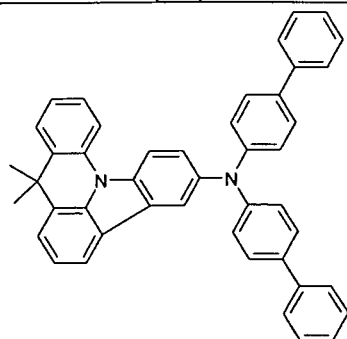


(39)

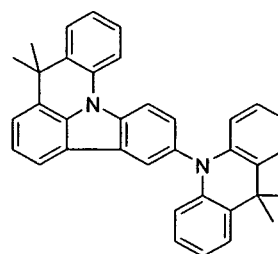


(40)

20



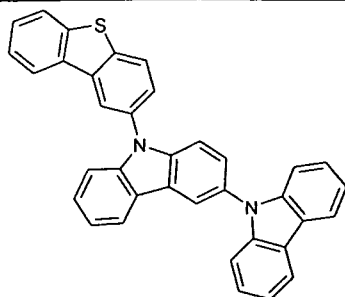
(41)



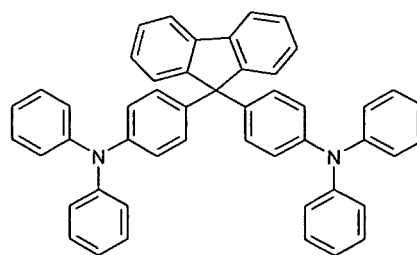
(42)

25

30



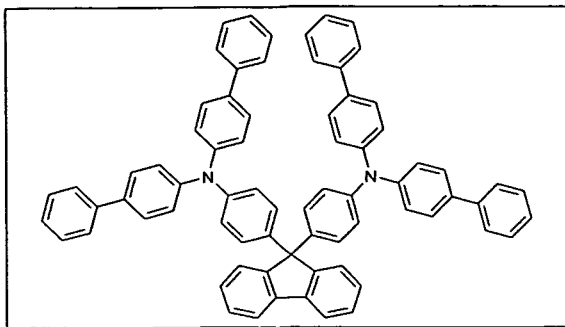
(43)



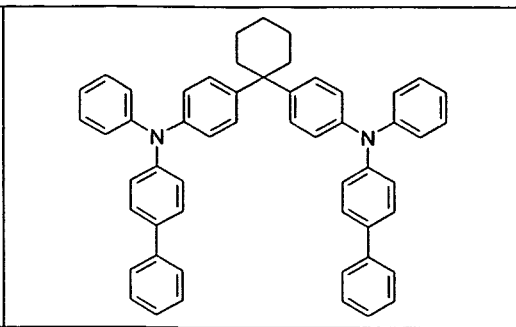
(44)

35

5

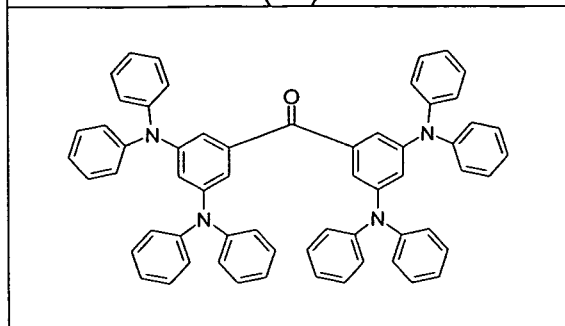


(45)

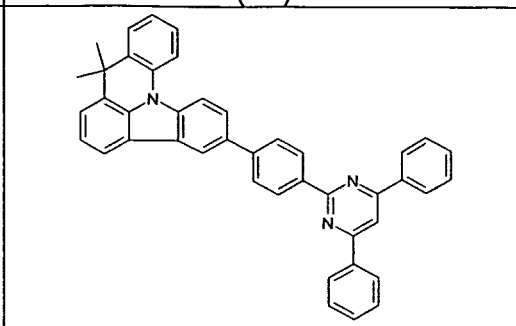


(46)

10

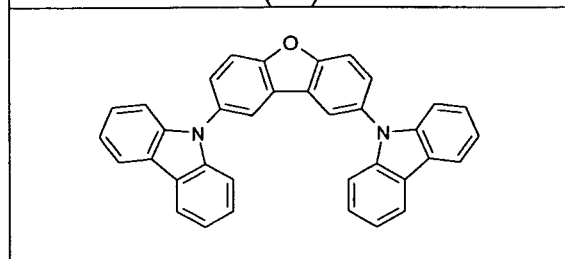


(47)

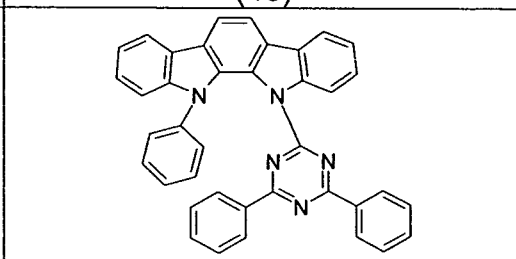


(48)

15

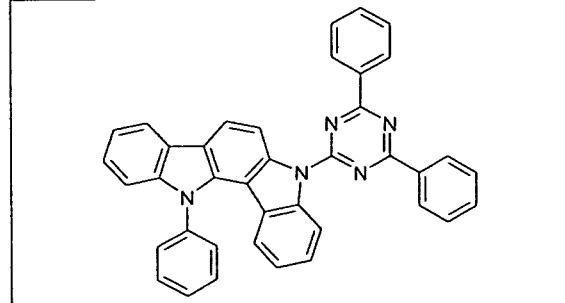


(49)

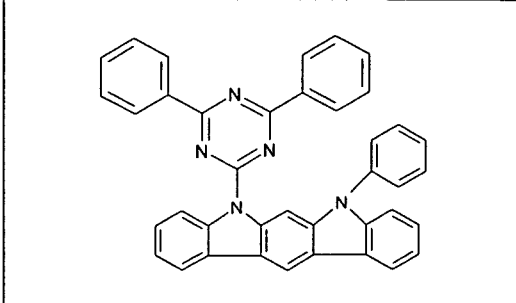


(50)

20



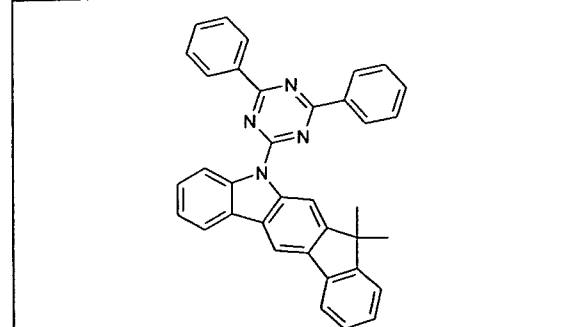
(51)



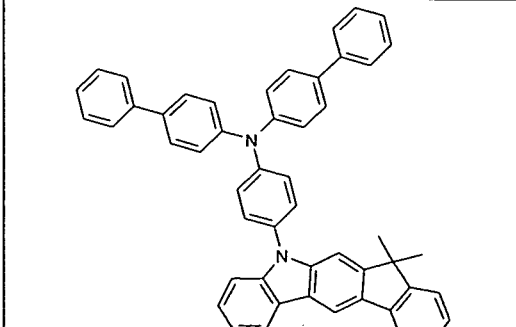
(52)

25

30

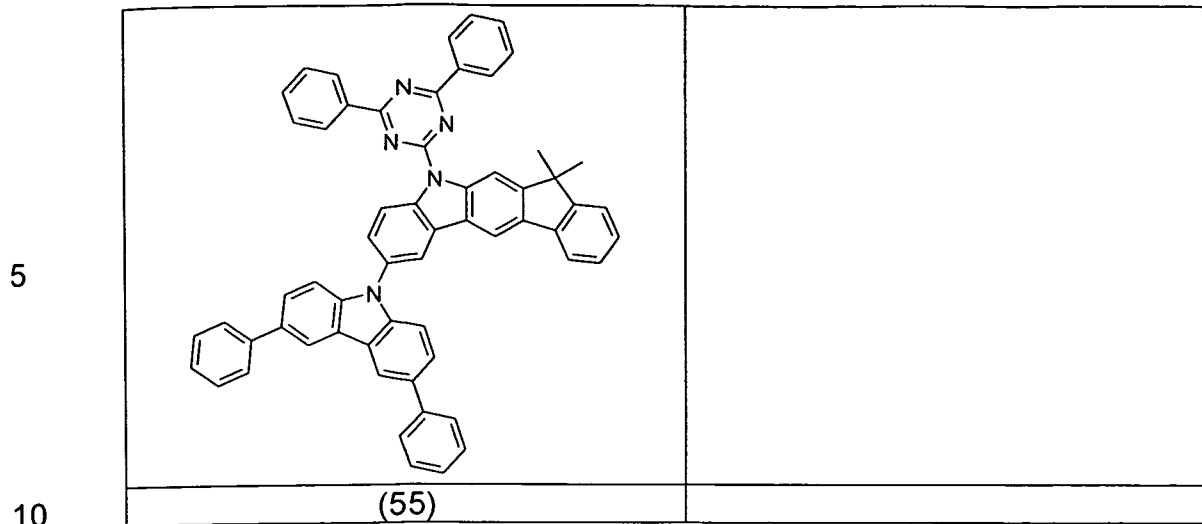


(53)

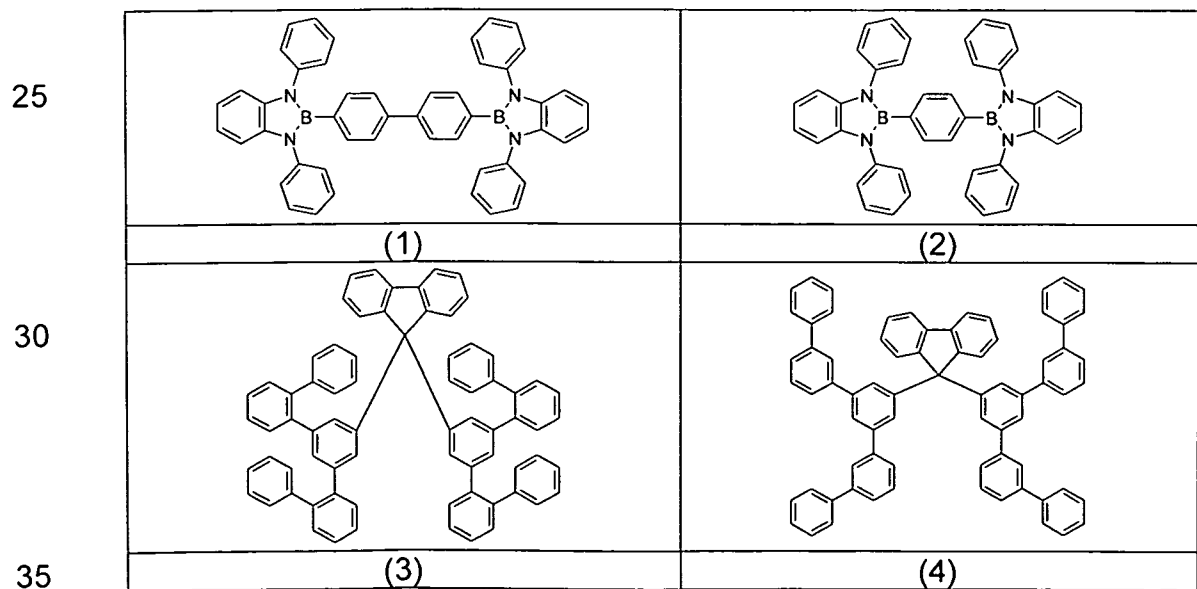


(54)

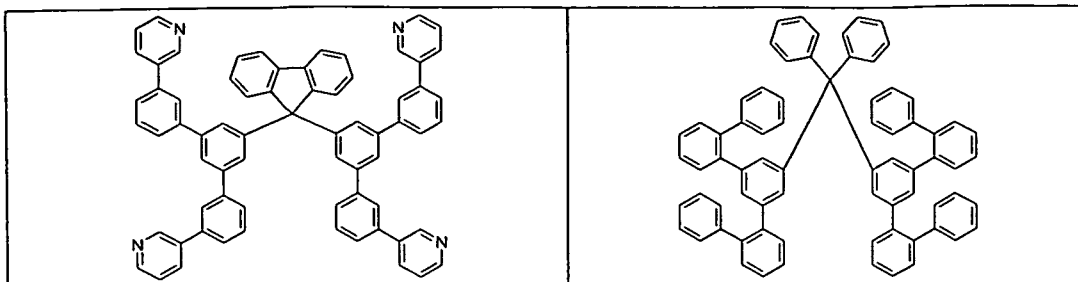
35



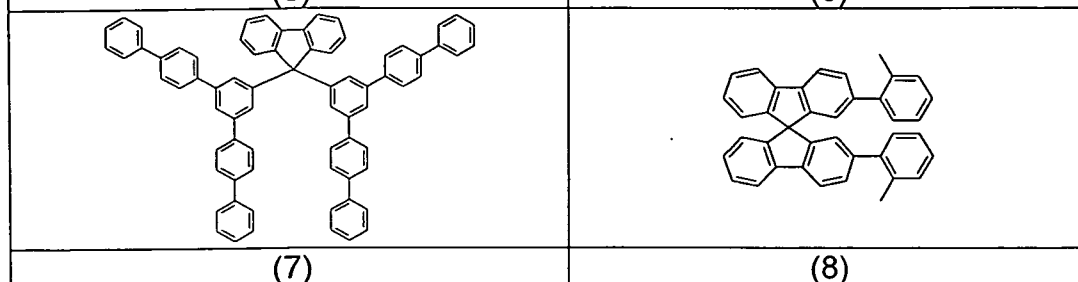
Falls außer der Verbindung B noch eine weitere Verbindung C in der emittierenden Schicht vorhanden ist, so handelt es sich hierbei bevorzugt um eine Verbindung, wie sie oben bereits für die Verbindungen B als bevorzugt aufgeführt wurde, vorausgesetzt die oben genannten Beziehungen für die Verbindung C sind erfüllt. Weiterhin kann es sich bei der Verbindung C bevorzugt um ein Material handeln, welches einen großen Bandabstand hat und nicht oder nicht wesentlich am Ladungstransport oder an der Emission in der Schicht beteiligt ist. Dies sind bevorzugt reine Kohlenwasserstoffe, aber auch Diazaborolderivate. Beispiele für geeignete Verbindungen C sind die im Folgenden abgebildeten Verbindungen (1) bis (19).



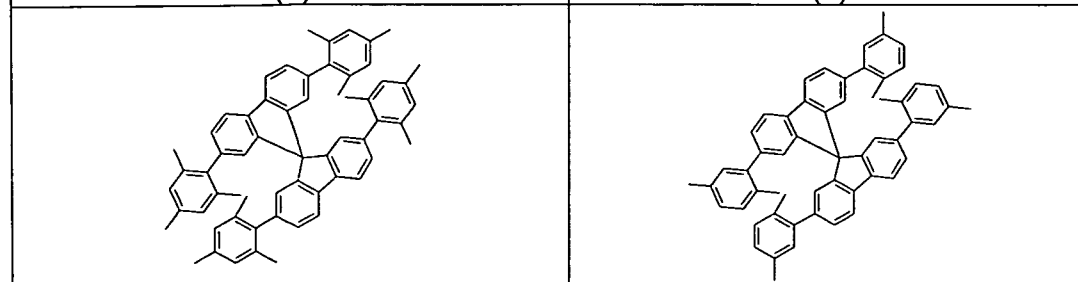
5



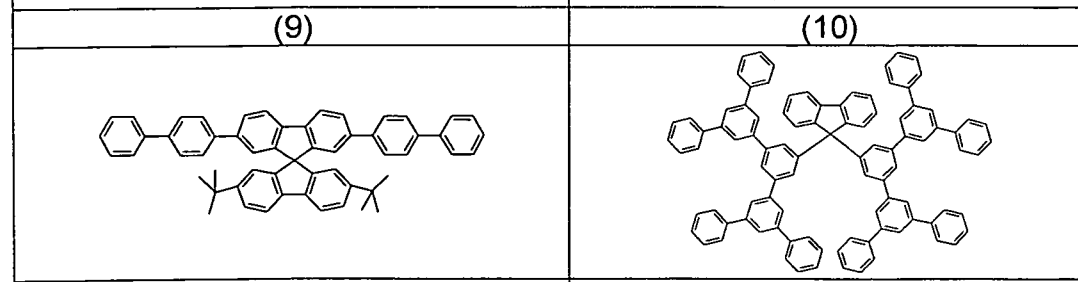
10



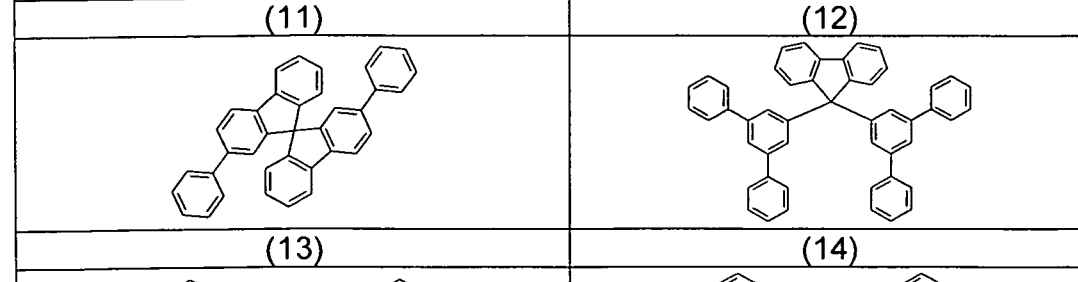
15



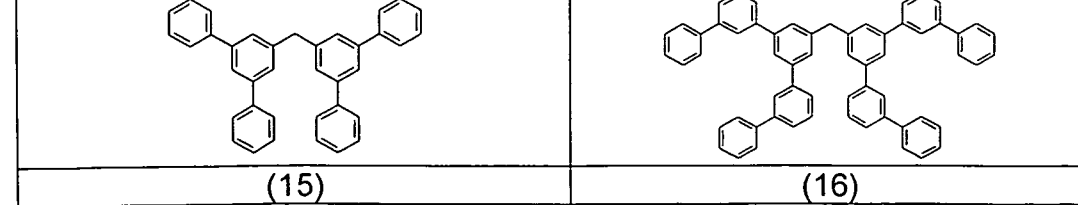
20



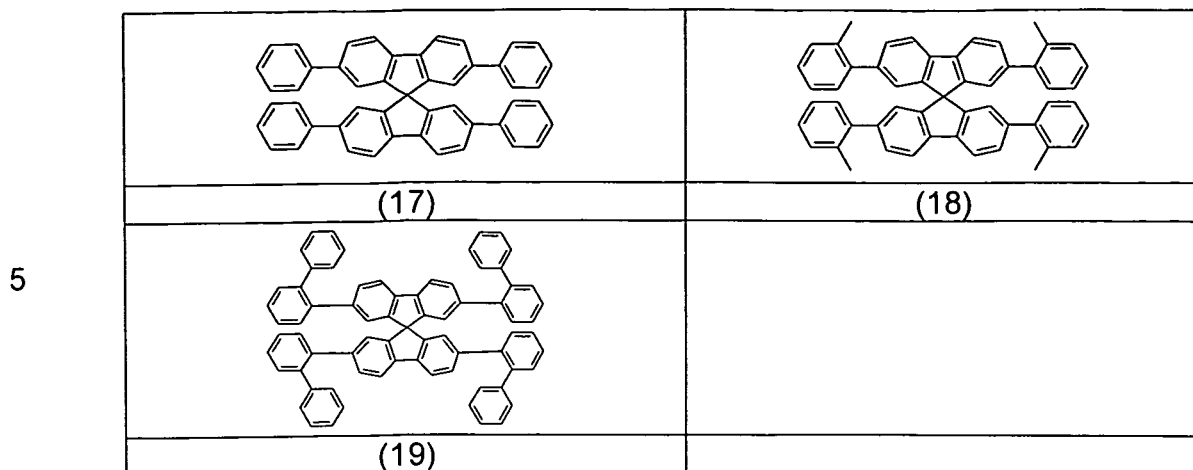
25



30



35



5

10

Werden die emittierenden Schichten aus Lösung hergestellt sind außerdem so genannte polymere „Binder“ wie Polystyrol, Polycarbonat, Polyvinylbutyral, Polymethylmethacrylat als Material C bevorzugt.

15

Außerdem können konjugationsunterbrochene Polymere als Materialien C eingesetzt werden, wie sie in der WO 2010/136111 und WO 2010/136110 beschrieben sind.

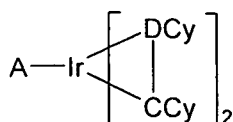
20

Als phosphoreszierende Verbindung A eignen sich insbesondere Verbindungen, die bei geeigneter Anregung Licht, vorzugsweise im sichtbaren Bereich, emittieren und außerdem mindestens ein Atom der Ordnungszahl größer 20 enthalten. Bevorzugt werden als Phosphoreszenzemitter Verbindungen, die Kupfer, Molybdän, Wolfram, Rhenium, Ruthenium, Osmium, Rhodium, Iridium, Palladium, Platin, Silber, Gold oder Europium enthalten, verwendet, insbesondere Verbindungen, die Iridium, Platin oder Kupfer enthalten.

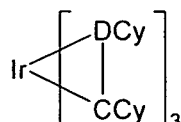
25

30

Besonders bevorzugte organische Elektrolumineszenzvorrichtungen enthalten als phosphoreszierende Verbindung mindestens eine Verbindung der Formeln (43) bis (46),



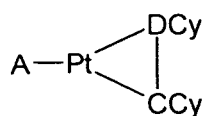
Formel (43)



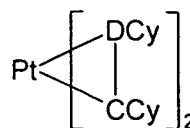
Formel (44)

35

- 40 -



Formel (45)



Formel (46)

5 wobei R¹ dieselbe Bedeutung hat, wie oben für Formel (1) beschrieben, und für die weiteren verwendeten Symbole gilt:

10 DCy ist gleich oder verschieden bei jedem Auftreten eine cyclische Gruppe, die mindestens ein Donoratom, bevorzugt Stickstoff, Kohlenstoff in Form eines Carbens oder Phosphor, enthält, über welches die cyclische Gruppe an das Metall gebunden ist, und die wiederum einen oder mehrere Substituenten R¹ tragen kann; die Gruppen DCy und CCy sind über eine kovalente Bindung miteinander verbunden;

15 CCy ist gleich oder verschieden bei jedem Auftreten eine cyclische Gruppe, die ein Kohlenstoffatom enthält, über welches die cyclische Gruppe an das Metall gebunden ist und die wiederum einen oder mehrere Substituenten R¹ tragen kann;

20 A ist gleich oder verschieden bei jedem Auftreten ein mono-anionischer, zweizählig chelatisierender Ligand, bevorzugt ein Diketonatligand oder ein Picolinat.

25 Geeignete und bevorzugte Gruppen DCy sind beispielsweise Pyridin, Pyridazin, Pyrimidin, Pyrazin, Triazin, Chinolin, Isochinolin, Imidazol, Pyrazol oder Triazol, welches jeweils durch einen oder mehrere Reste R¹ substituiert sein kann. Diese Gruppen koordinieren über ein Stickstoffatom an das Metall.

30 Geeignete und bevorzugte Gruppen CCy sind beispielsweise Phenyl, Pyridin, Thiophen, Furan, Pyrrol oder Naphthalin, welches jeweils durch einen oder mehrere Reste R¹ substituiert sein kann. Diese Gruppen binden über ein Kohlenstoffatom an das Metall.

35

- 41 -

Dabei kann durch Bildung von Ringsystemen zwischen mehreren Resten R^1 auch eine Brücke zwischen den Gruppen DCy und CCy vorliegen. Weiterhin kann durch Bildung von Ringsystemen zwischen mehreren Resten R^1 auch eine Brücke zwischen zwei oder drei Liganden CCy-DCy bzw. zwischen ein oder zwei Liganden CCy-DCy und dem Liganden A vorliegen, so dass es sich um ein polydentates bzw. polypodales Ligandensystem handelt.

Beispiele der oben beschriebenen Emitter können den Anmeldungen WO 2001/41512, WO 2002/02714, WO 2002/15645, EP 1191613, EP 1191612, EP 1191614, WO 2004/081017, WO 2005/033244, WO 2005/042550, WO 2005/113563, WO 2006/008069, WO 2006/061182, WO 2006/081973, WO 2009/118087 und WO 2009/146770 entnommen werden. Generell eignen sich alle phosphoreszierenden Komplexe, wie sie gemäß dem Stand der Technik für phosphoreszierende OLEDs verwendet werden und wie sie dem Fachmann auf dem Gebiet der organischen Elektrolumineszenz bekannt sind, und der Fachmann kann ohne erfindarisches Zutun weitere phosphoreszierende Verbindungen verwenden.

Besonders bevorzugt sind weiterhin Metallkomplexe der WO 2010/086089 und der nicht offen gelegten Anmeldungen EP 10006208.2 und DE 102010027317.1.

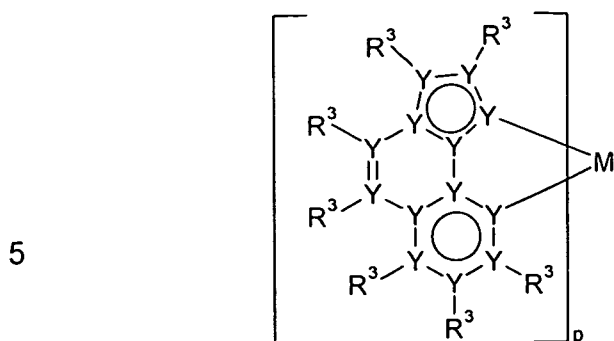
Insbesondere geeignet sind daher Metallkomplexe der folgenden Formel (47),



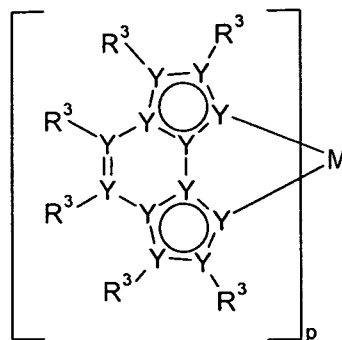
enthaltend eine Teilstruktur $M(L)_p$ der Formel (48) oder Formel (49):

30

35



Formel (48)



Formel (49)

10 wobei für die verwendeten Symbole und Indizes gilt:

M ist ein Metall, insbesondere Ir oder Pt;

15 Y ist bei jedem Auftreten gleich oder verschieden gewählt aus der Gruppe bestehend aus C und N; dabei stellen alle Y gemeinsam ein 14 π -Elektronensystem dar;

20 R^3 ist bei jedem Auftreten gleich oder verschieden H, D, F, Cl, Br, I, $N(R^4)_2$, CN, NO_2 , $Si(R^4)_3$, $B(OR^4)_2$, $C(=O)R^4$, $P(=O)(R^4)_2$, $S(=O)R^4$, $S(=O)_2R^4$, OSO_2R^4 , eine geradkettige Alkyl-, Alkoxy-, Thioalkoxy- oder Imingruppe mit 1 bis 40 C-Atomen oder eine Alkenyl- oder Alkynylgruppe mit 2 bis 40 C-Atomen oder eine verzweigte oder cyclische Alkyl-, Alkoxy- oder Thioalkoxygruppe mit 3 bis 40 C-Atomen, wobei die oben genannten Alkyl-, Alkoxy-, Thioalkoxy-, Imin-, Alkenyl- bzw. Alkynylgruppen jeweils mit einem oder mehreren Resten R^4 substituiert sein können, wobei eine oder mehrere nicht benachbarte CH_2 -Gruppen durch $R^4C=CR^4$, $C\equiv C$, $Si(R^4)_2$, $C=O$, $C=S$, $C=NR^4$, $P(=O)(R^4)$, SO , SO_2 , NR^4 , O, S oder $CONR^4$ ersetzt sein können und wobei ein oder mehrere H-Atome durch D, F, Cl, Br, I, CN oder NO_2 ersetzt sein können, oder ein aromatisches oder heteroaromatisches Ringsystem mit 5 bis 60 aromatischen Ringatomen, das jeweils durch einen oder mehrere Reste R^4 substituiert sein kann, oder eine Aryloxy- oder Heteroaryloxygruppe mit 5 bis 60 aromatischen Ringatomen, die durch einen oder mehrere Reste R^4 substituiert sein kann, oder eine Aralkyl- oder Heteroaralkylgruppe

25

30

35

mit 5 bis 60 aromatischen Ringatomen, die durch einen oder mehrere Reste R^4 substituiert sein kann, oder eine Diarylaminogruppe, Di-heteroarylaminogruppe oder Arylheteroarylaminogruppe mit 10 bis 40 aromatischen Ringatomen, welche durch einen oder mehrere Reste R^4 substituiert sein kann; dabei können zwei oder mehr benachbarte Reste R^3 auch miteinander ein mono- oder polycyclisches, aliphatisches, aromatisches und/oder benzoannelliertes Ringsystem bilden; mit der Maßgabe, dass R^3 ein freies Elektronenpaar darstellt, wenn die Gruppe Y, an welche dieser Rest R^3 gebunden ist, ein Stickstoffatom mit abgesättigter Valenz ist;

10

R^4 ist bei jedem Auftreten gleich oder verschieden H, D, F, Cl, Br, I, $N(R^2)_2$, CN, NO_2 , $Si(R^2)_3$, $B(OR^2)_2$, $C(=O)R^2$, $P(=O)(R^2)_2$, $S(=O)R^2$, $S(=O)_2R^2$, OSO_2R^2 , eine geradkettige Alkyl-, Alkoxy- oder Thioalkoxygruppe mit 1 bis 40 C-Atomen oder eine Alkenyl- oder Alkynylgruppe mit 2 bis 40 C-Atomen oder eine verzweigte oder cyclische Alkyl-, Alkoxy- oder Thioalkoxygruppe mit 3 bis 40 C-Atomen, die jeweils mit einem oder mehreren Resten R^2 substituiert sein kann, wobei eine oder mehrere nicht benachbarte CH_2 -Gruppen durch $R^2C=CR^2$, $C\equiv C$, $Si(R^2)_2$, $C=O$, $C=S$, $C=NR^2$, $P(=O)(R^2)$, SO , SO_2 , NR^2 , O, S oder $CONR^2$ ersetzt sein können und wobei ein oder mehrere H-Atome durch D, F, Cl, Br, I, CN oder NO_2 ersetzt sein können, oder ein aromatisches oder heteroaromatisches Ringsystem mit 5 bis 60 aromatischen Ringatomen, das jeweils durch einen oder mehrere Reste R^2 substituiert sein kann, oder eine Aryloxy- oder Heteroaryloxygruppe mit 5 bis 60 aromatischen Ringatomen, die durch einen oder mehrere Reste R^2 substituiert sein kann, oder eine Aralkyl- oder Heteroaralkylgruppe mit 5 bis 60 aromatischen Ringatomen, die durch einen oder mehrere Reste R^2 substituiert sein kann, oder eine Diarylaminogruppe, Diheteroarylaminogruppe oder Arylheteroarylaminogruppe mit 10 bis 40 aromatischen Ringatomen, welche durch einen oder mehrere Reste R^2 substituiert sein kann; dabei können zwei oder mehrere benachbarte Reste R^4 miteinander ein mono- oder polycyclisches, aliphatisches oder aromatisches Ringsystem bilden; dabei hat R^2 die oben genannte Bedeutung;

35

L' ist gleich oder verschieden bei jedem Auftreten ein beliebiger Coligand;

p ist 1, 2 oder 3;

5 q ist 0, 1, 2, 3 oder 4;

dabei können auch mehrere Liganden L miteinander oder L mit L' über eine beliebige Brücke V verknüpft sein und so ein tridentates, tetradentates, pentadentates oder hexadentates Ligandensystem aufspannen.

10

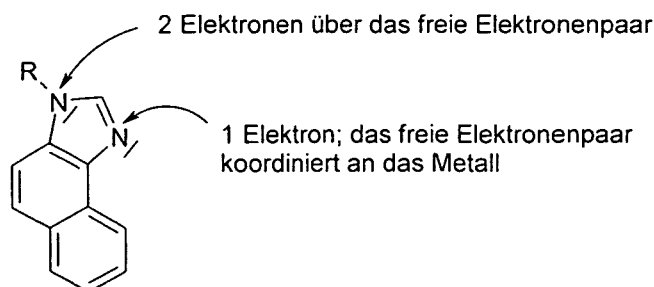
Alle Atome Y bilden zusammen ein 14 π -Elektronensystem. Dabei trägt jedes Kohlenstoffatom 1 π -Elektron zum gesamten Elektronensystem bei, wobei ein Carben-Kohlenstoffatom kein π -Elektron zum gesamten Elektronensystem beiträgt. Jedes Stickstoffatom, welches nur in einem 6-Ring gebunden ist, trägt ebenfalls 1 π -Elektron zum gesamten Elektronensystem bei. Jedes Stickstoffatom, welches gleichzeitig in einem 5-Ring und einem 6-Ring gebunden ist, trägt 2 π -Elektronen zum gesamten Elektronensystem bei. Jedes Stickstoffatom, welches nur in einem 5-Ring gebunden ist, trägt 1 oder 2 π -Elektronen zum gesamten Elektronensystem bei. Dabei hängt es von der Bindung des Stickstoffs im 5-Ring ab, ob dieses Stickstoffatom 1 oder 2 π -Elektronen zum gesamten Elektronensystem beiträgt. Dabei stellt der Kreis in einem Cyclus in Formel (2) und (3) ein 6 π -Elektronensystem dar, wie es üblicherweise für die Darstellung aromatischer oder heteroaromatischer Strukturen in der organischen Chemie verwendet wird. Die folgenden Strukturen erläutern nochmals, wann der Stickstoff 1 bzw. 2 π -Elektronen (in dem Schema nur als Elektronen bezeichnet) zum gesamten π -Elektronensystem beiträgt:

15

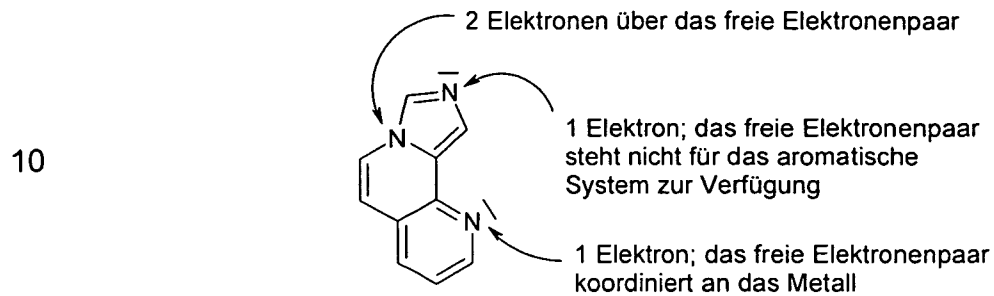
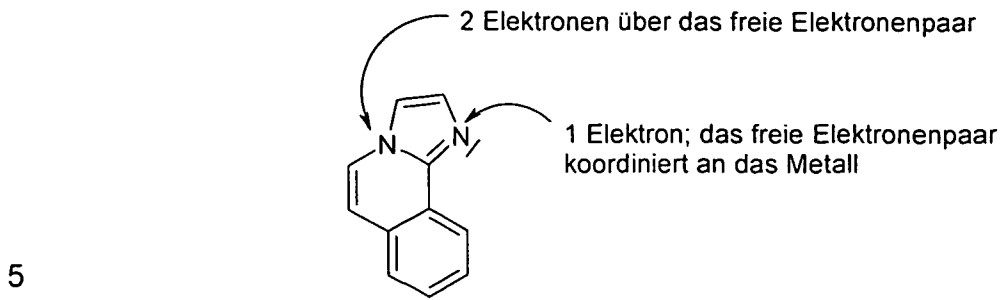
20

25

30

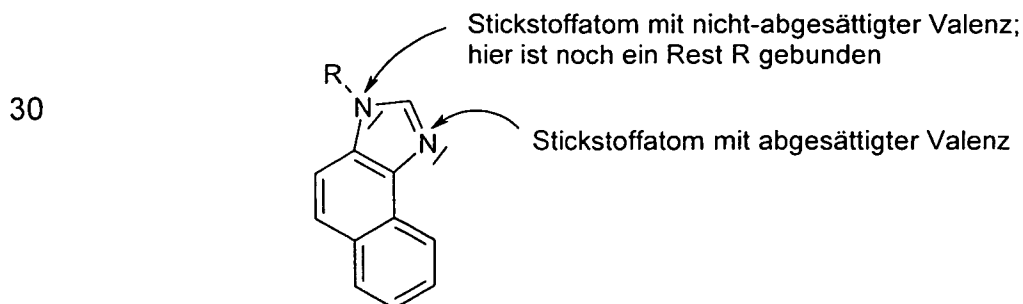


35



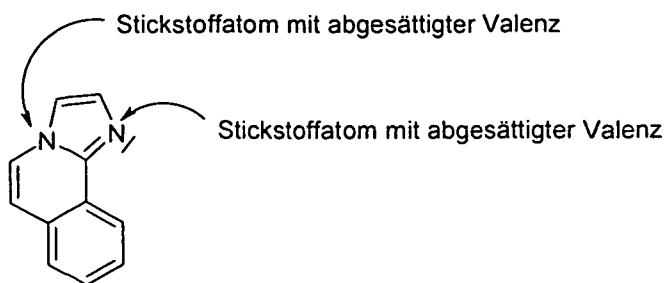
15 Unter einem Stickstoffatom mit abgesättigter Valenz im Sinne dieser Erfindung wird ein Stickstoffatom verstanden, welches innerhalb des aromatischen Grundgerüsts entweder formal eine Einfachbindung und eine Doppelbindung oder drei Einfachbindungen eingeht. In diesen Fällen stellt der Rest R^3 , welcher an dieses Stickstoffatom gebunden ist, ein freies Elektronenpaar dar.

20 Unter einem Stickstoffatom mit nicht abgesättigter Valenz im Sinne dieser Erfindung wird dagegen ein Stickstoffatom verstanden, welches innerhalb des aromatischen Grundgerüsts formal nur zwei Einfachbindungen eingeht. In diesen Fällen stellt der Rest R^3 , welcher an dieses Stickstoffatom gebunden ist, einen Rest dar, wie er oben definiert ist, und kein freies Elektronenpaar. Die folgenden Strukturen erläutern nochmals, was unter einem Stickstoffatom mit abgesättigter Valenz verstanden wird:



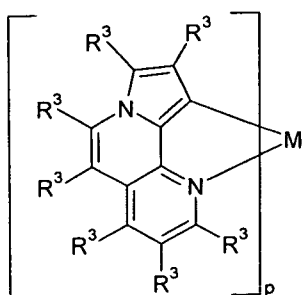
35

5

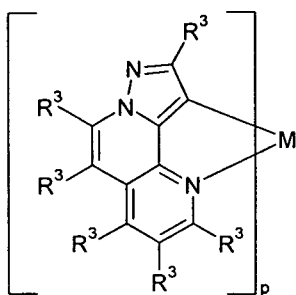


Eine besonders bevorzugte Ausführungsform der Teilstrukturen gemäß den Formeln (48) und (49) sind die Strukturen gemäß den folgenden Formeln (50) bis (118),

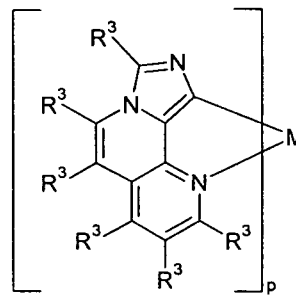
10



Formel (50)



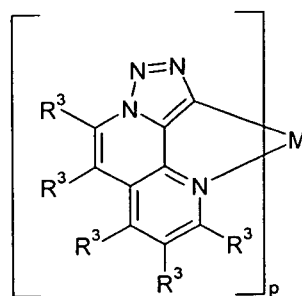
Formel (51)



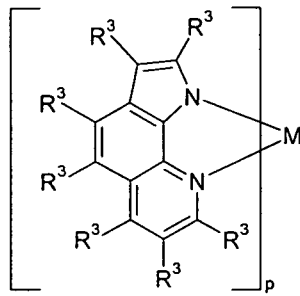
Formel (52)

15

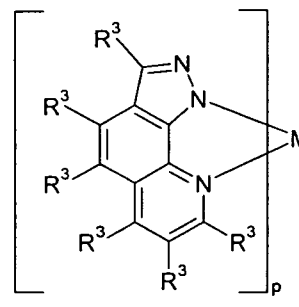
20



Formel (53)



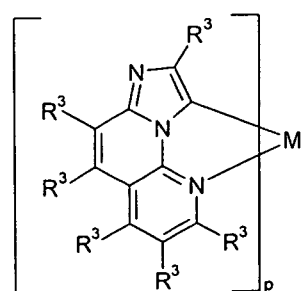
Formel (54)



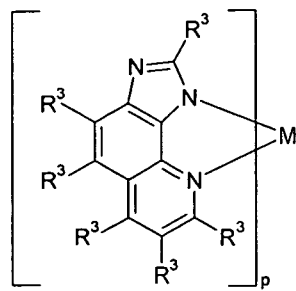
Formel (55)

25

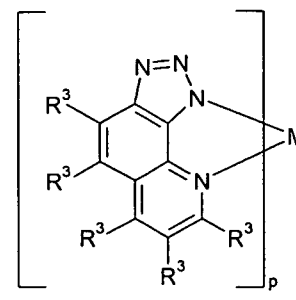
30



Formel (56)

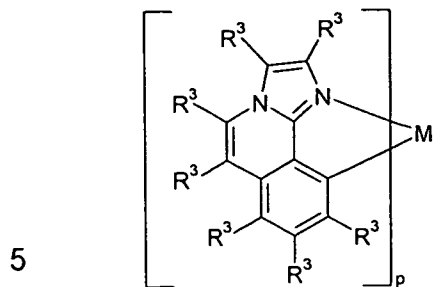


Formel (57)

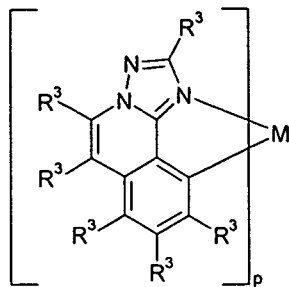


Formel (58)

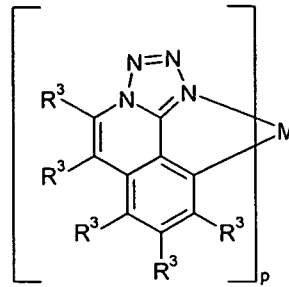
35



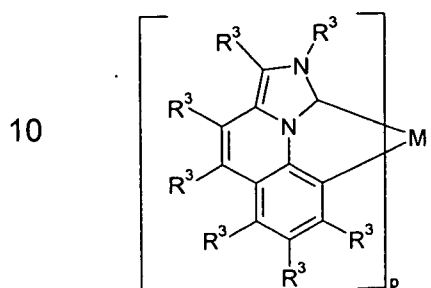
Formel (59)



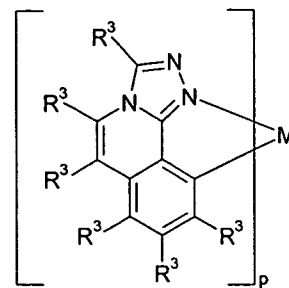
Formel (60)



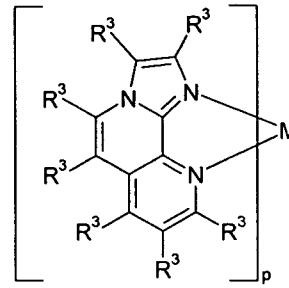
Formel (61)



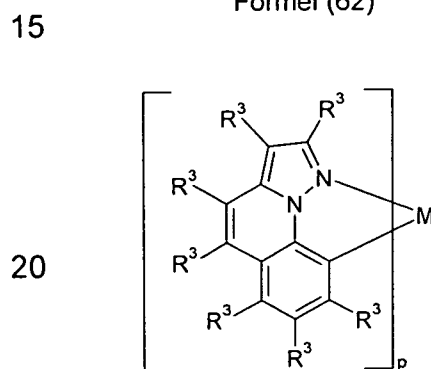
Formel (62)



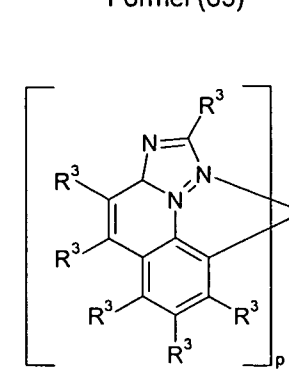
Formel (63)



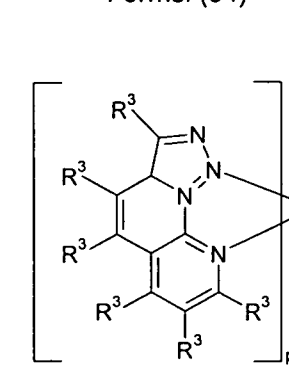
Formel (64)



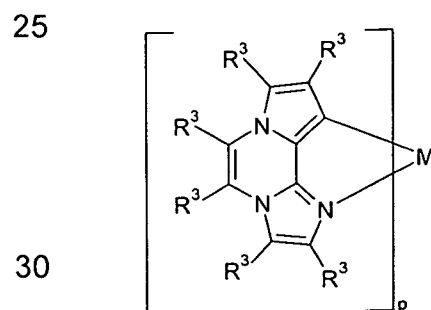
Formel (65)



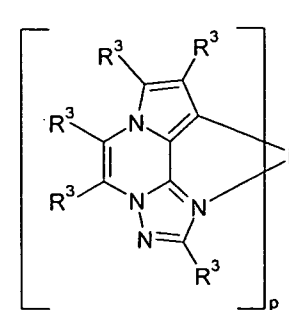
Formel (66)



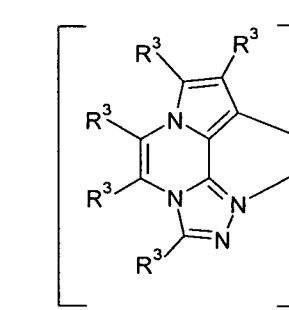
Formel (67)



Formel (68)

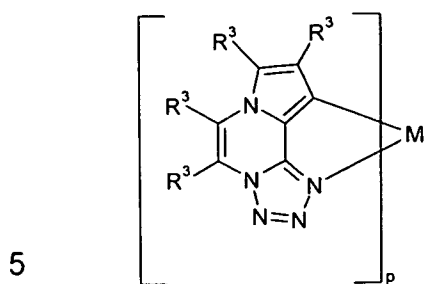


Formel (69)

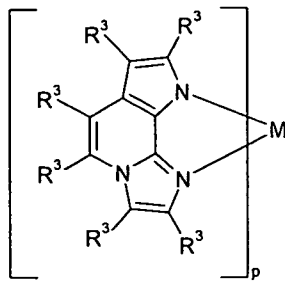


Formel (70)

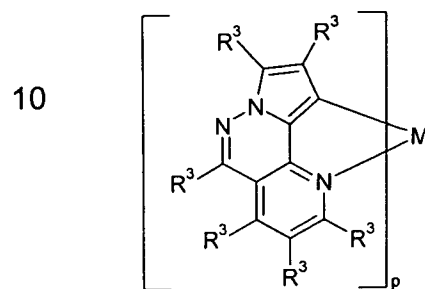
35



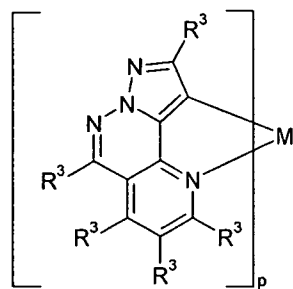
Formel (71)



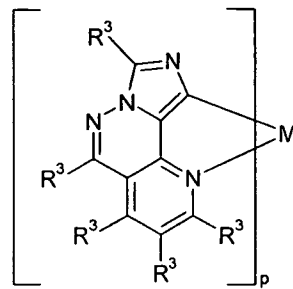
Formel (72)



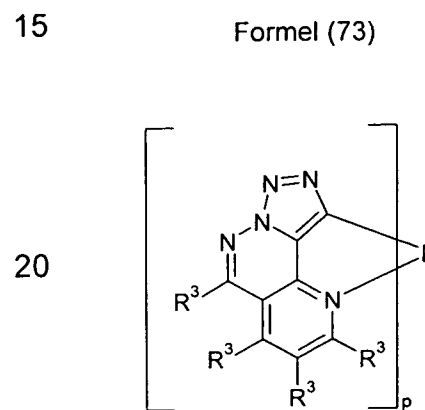
Formel (73)



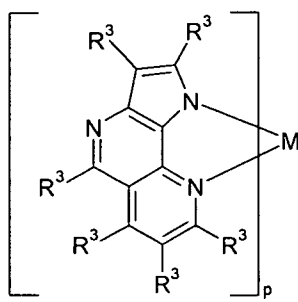
Formel (74)



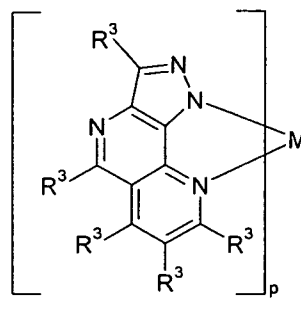
Formel (75)



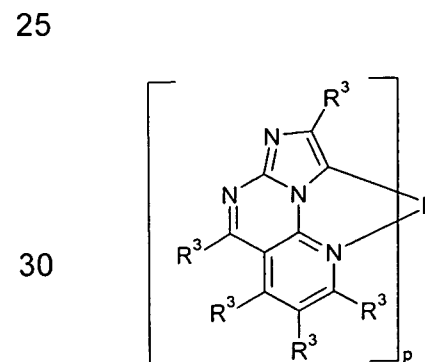
Formel (76)



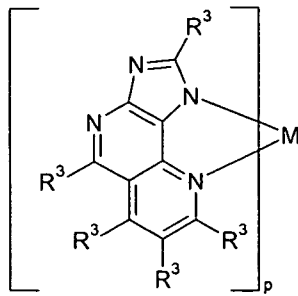
Formel (77)



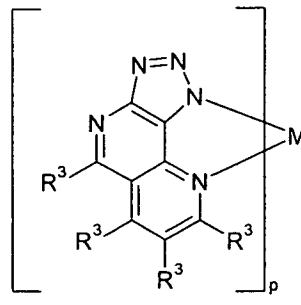
Formel (78)



Formel (79)

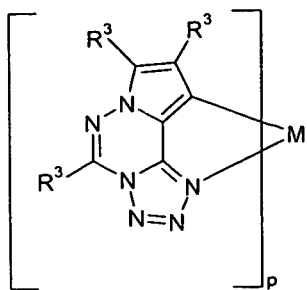


Formel (80)

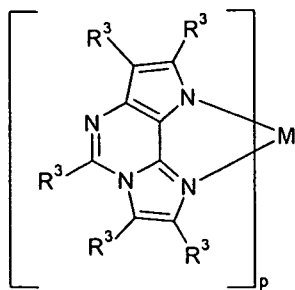


Formel (81)

5

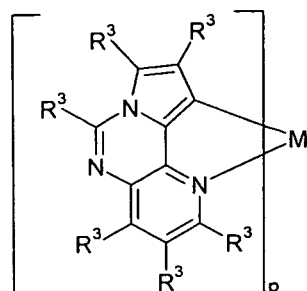


Formel (94)

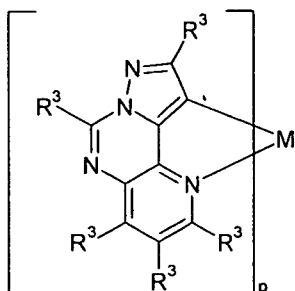


Formel (95)

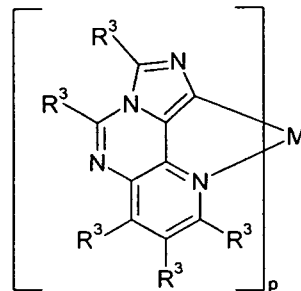
10



Formel (96)

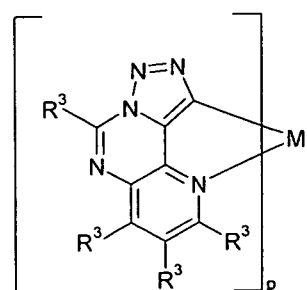


Formel (97)

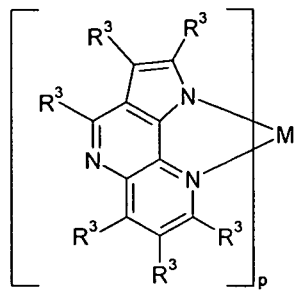


Formel (98)

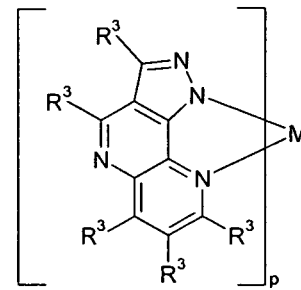
15



Formel (99)

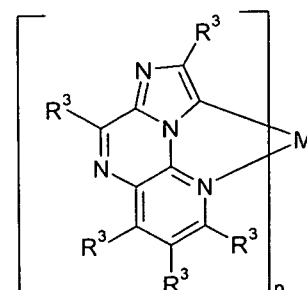


Formel (100)

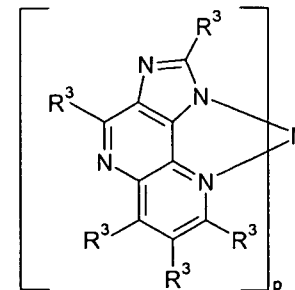


Formel (101)

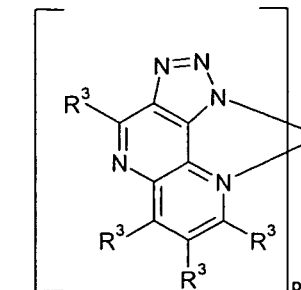
25



Formel (102)



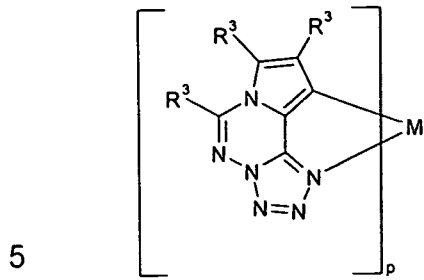
Formel (103)



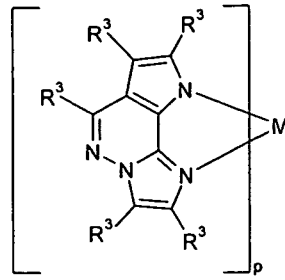
Formel (104)

30

35



Formel (117)



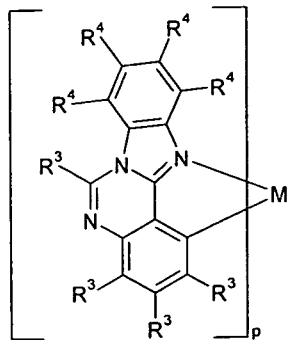
Formel (118)

wobei die verwendeten Symbole und Indizes die oben angegebenen Bedeutungen haben.

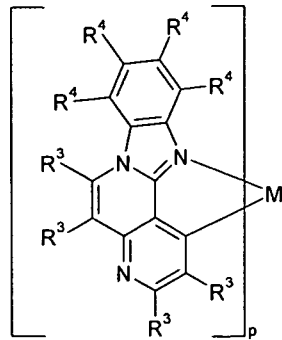
10

Bevorzugte Ausführungsformen, in denen die Reste R³ ein Ringsystem miteinander bilden, sind die Strukturen der folgenden Formeln (119) bis (127),

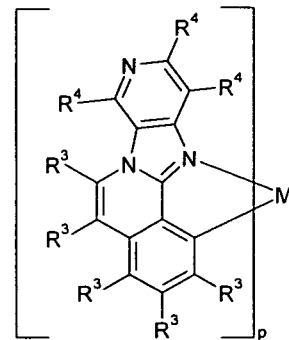
15



Formel (119)

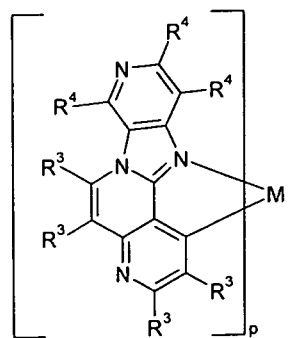


Formel (120)

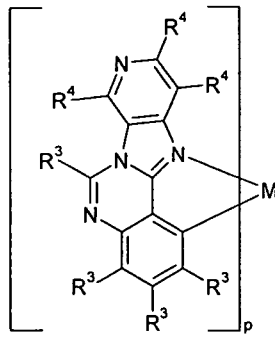


Formel (121)

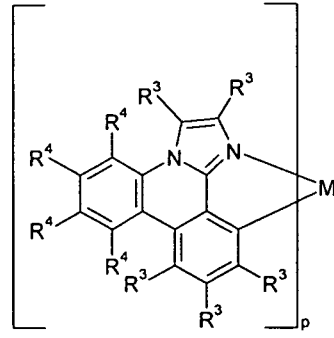
20



Formel (122)



Formel (123)

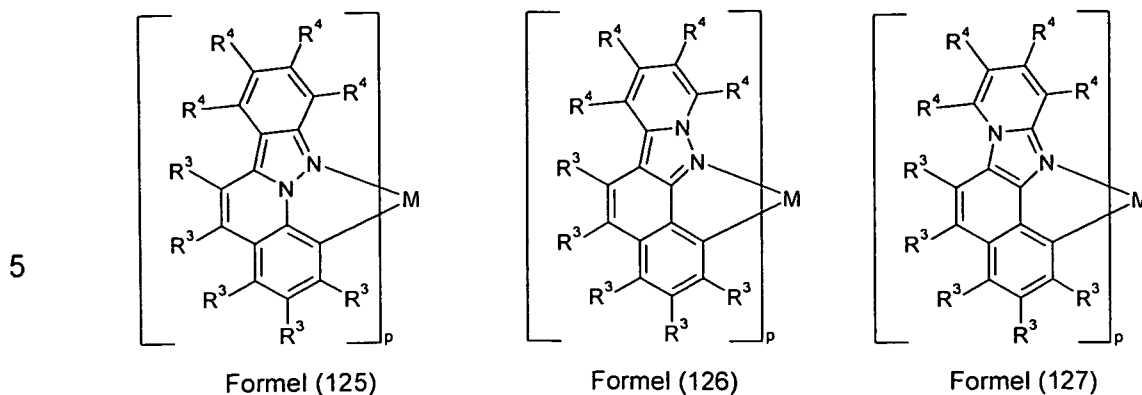


Formel (124)

25

30

35



10 wobei die verwendeten Symbole und Indizes die oben genannten Bedeutungen aufweisen.

15 In den Strukturen der Formeln (119) bis (127) ist es bevorzugt, wenn mindestens einer, bevorzugt genau einer der Substituenten R³ bzw. R⁴, welcher einem Stickstoff benachbart ist, welches nur in einem Sechsring gebunden ist, ein Substituent ungleich H oder D ist.

Beispiele für geeignete phosphoreszierende Verbindungen A sind die in der folgenden Tabelle aufgeführten Strukturen (1) bis (192).

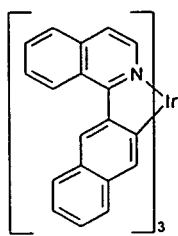
20

(1)	(2)	(3)
(4)	(5)	(6)

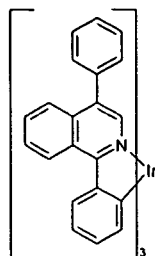
25

30

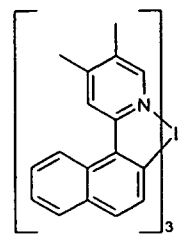
5



(7)

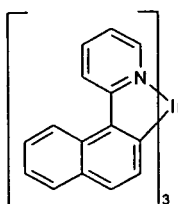


(8)

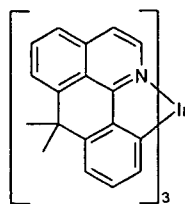


(9)

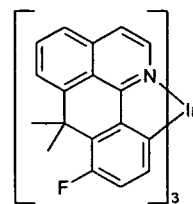
10



(10)

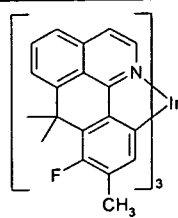


(11)

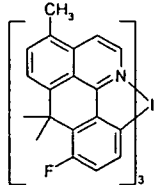


(12)

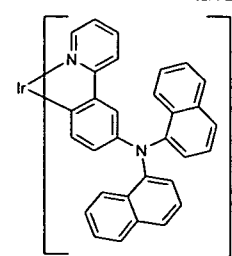
15



(13)

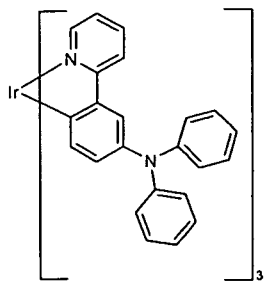


(14)

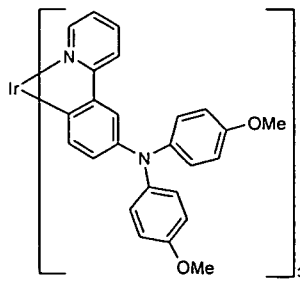


(15)

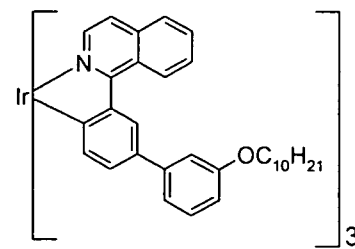
20



(16)



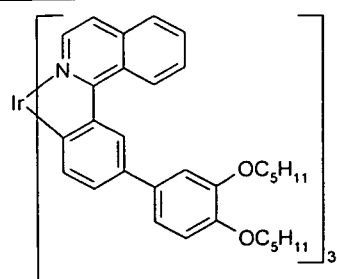
(17)



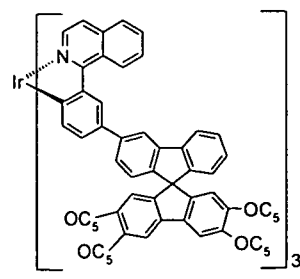
(18)

25

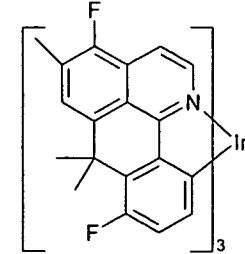
30



(19)

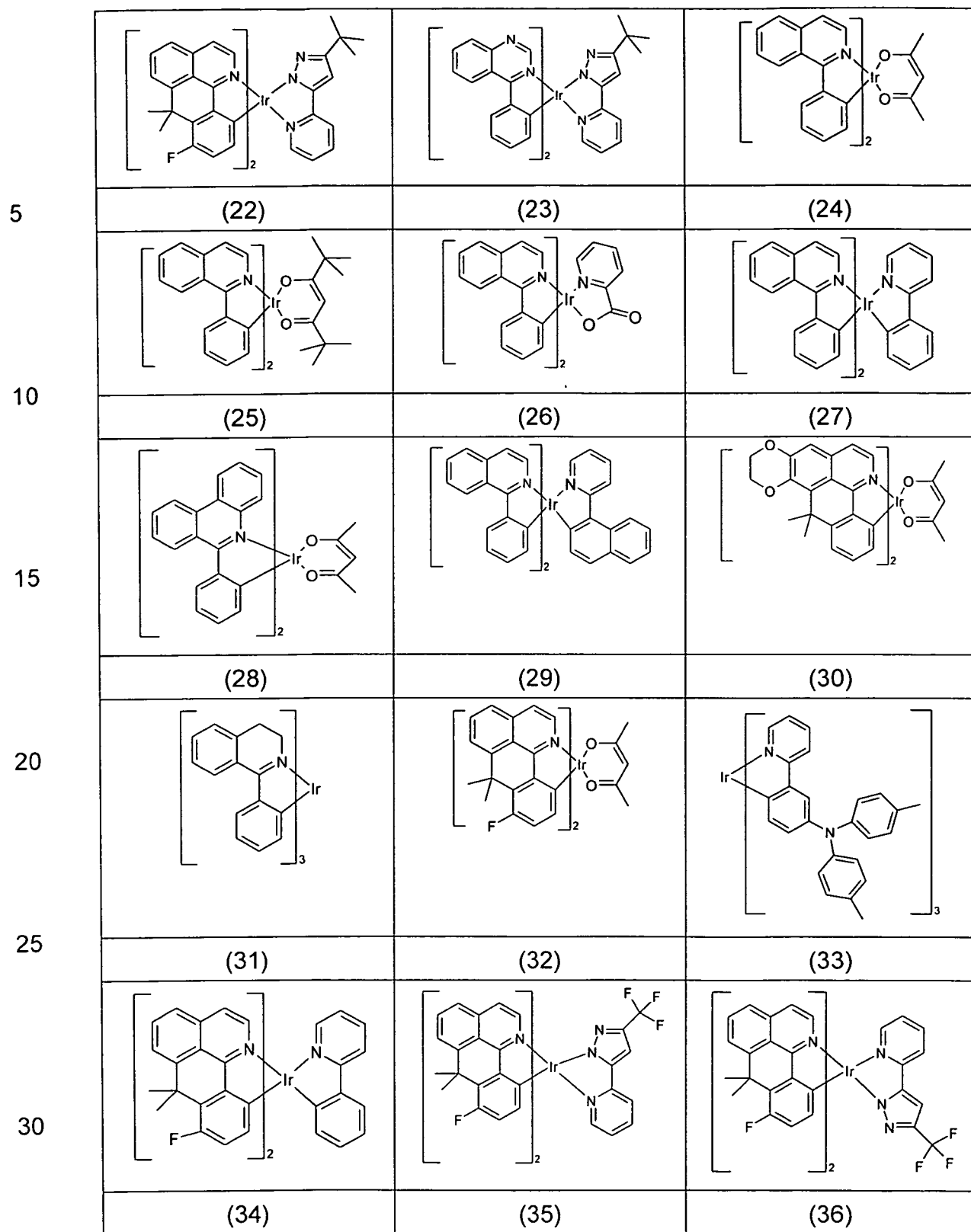


(20)



(21)

35



5

10

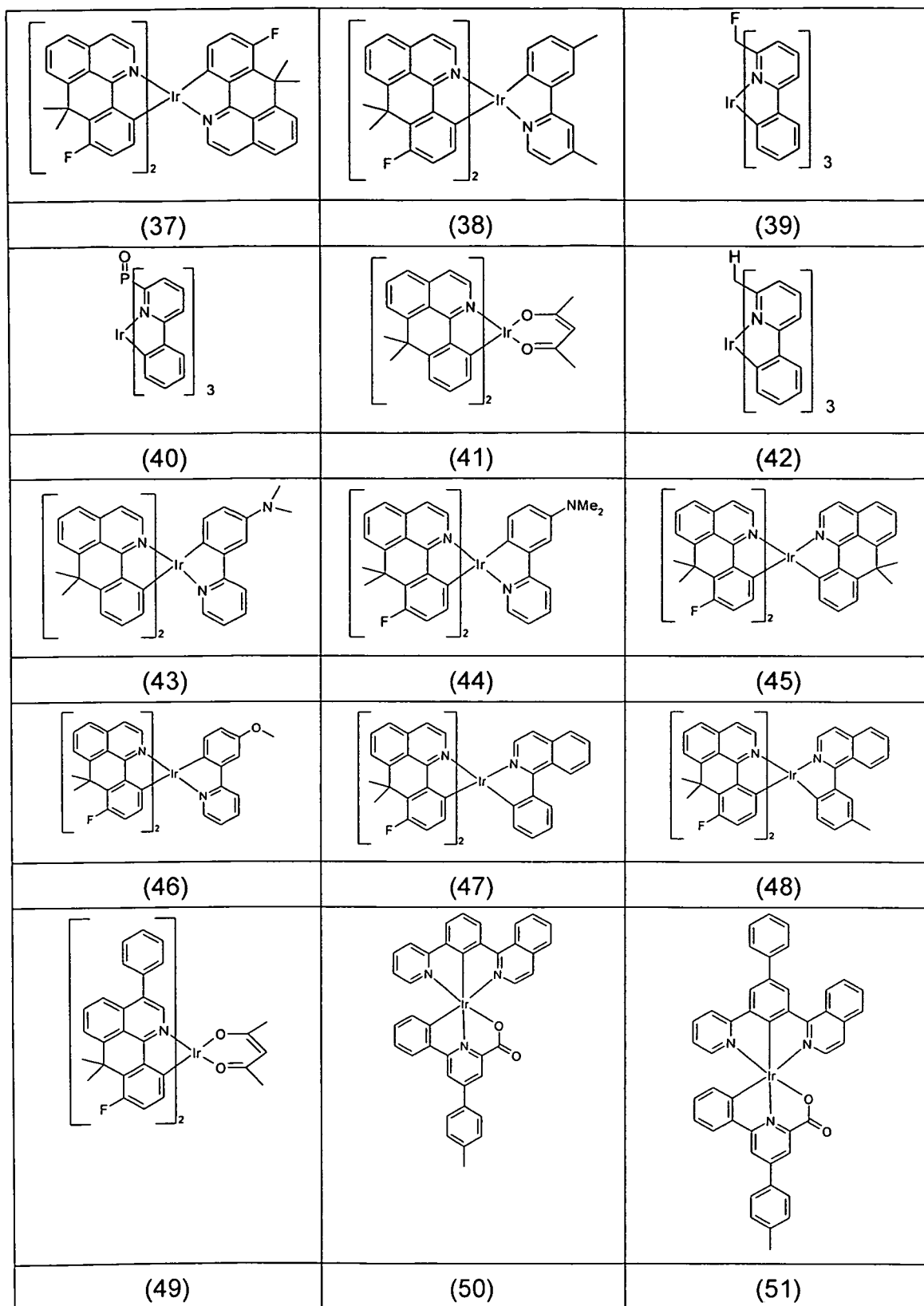
15

20

25

30

35



5

10

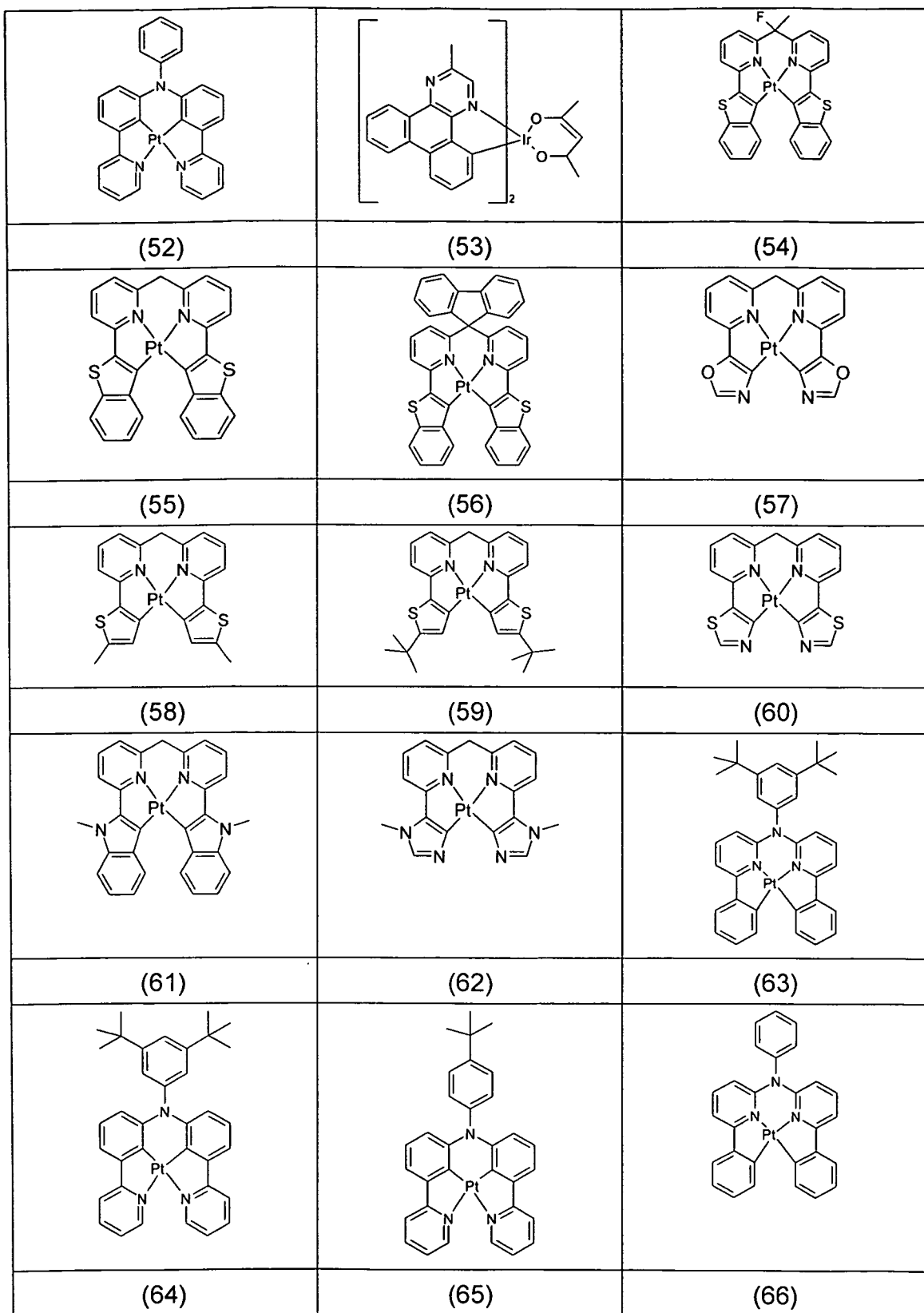
15

20

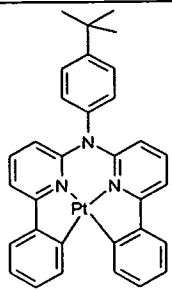
25

30

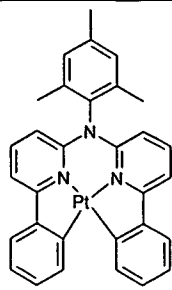
35



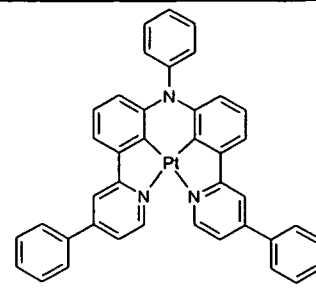
5



(67)

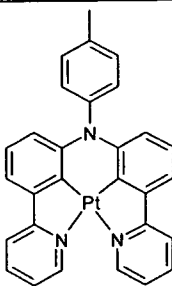


(68)

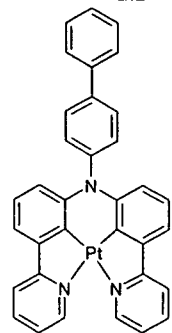


(69)

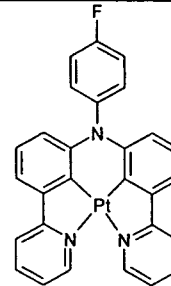
10



(70)

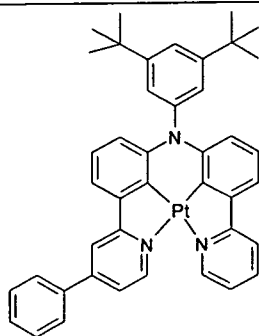


(71)

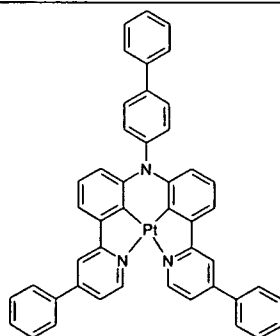


(72)

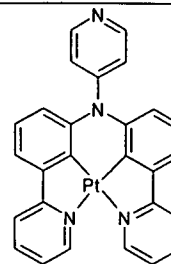
15



(73)



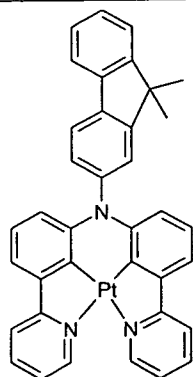
(74)



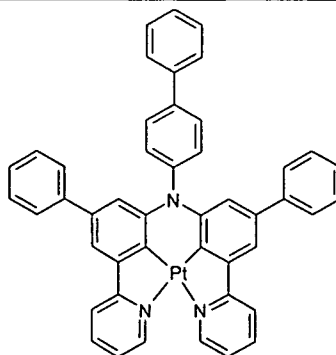
(75)

20

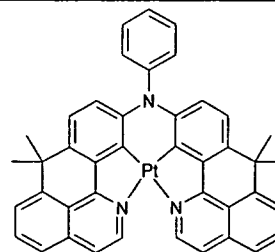
25



(76)



(77)

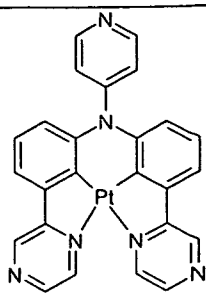


(78)

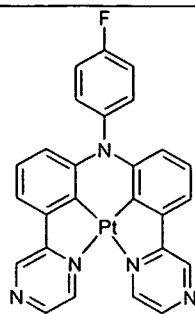
30

35

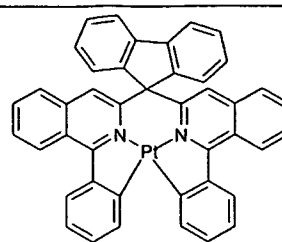
5



(79)

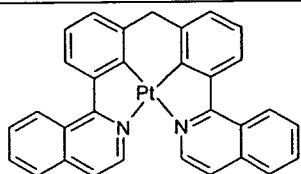


(80)

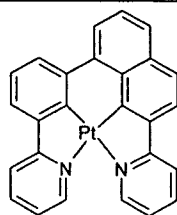


(81)

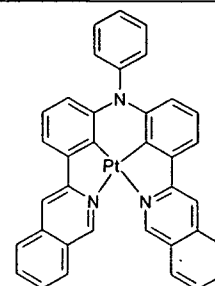
10



(82)

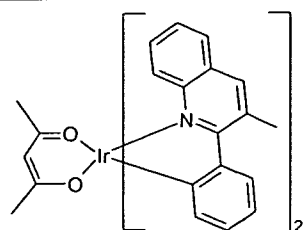


(83)

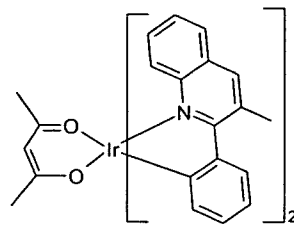


(84)

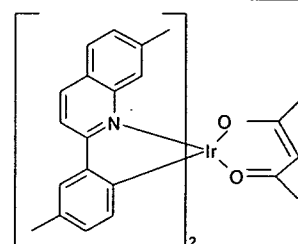
15



(85)



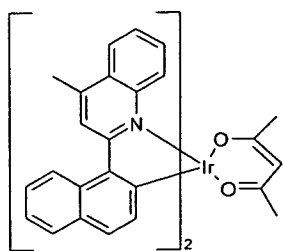
(86)



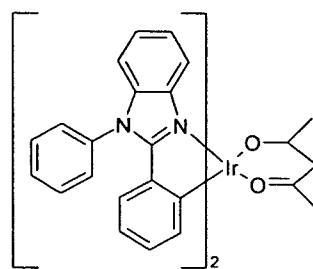
(87)

20

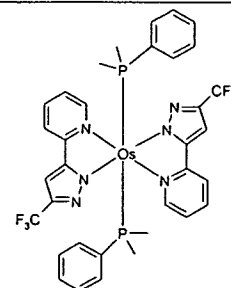
25



(88)

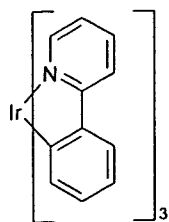


(89)

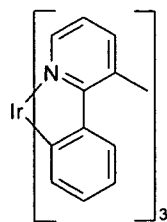


(90)

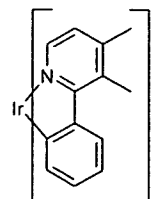
30



(91)



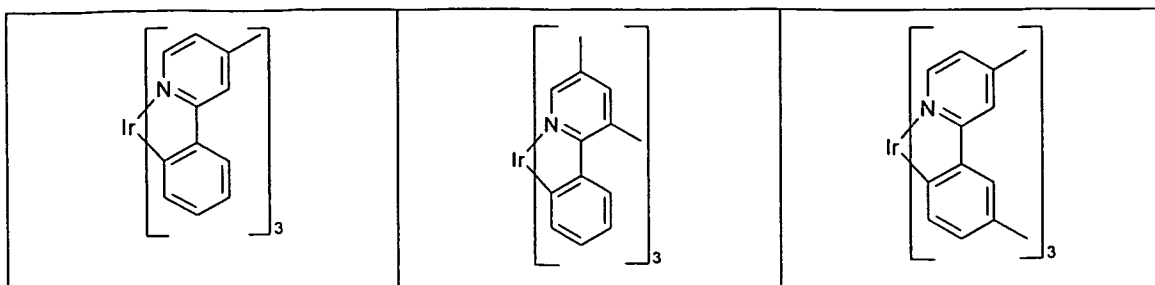
(92)



(93)

35

5

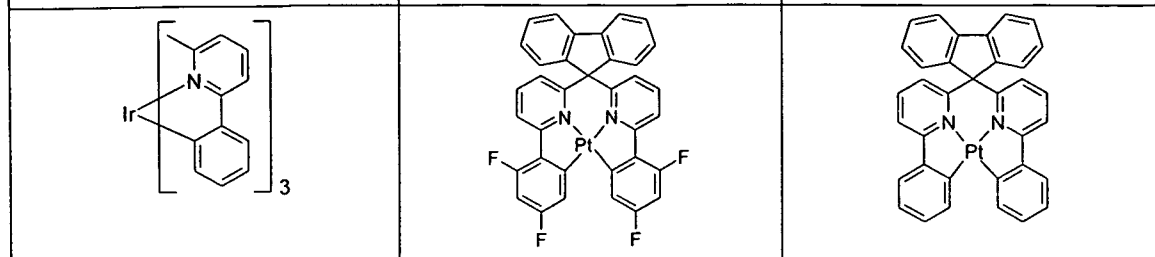


(94)

(95)

(96)

10

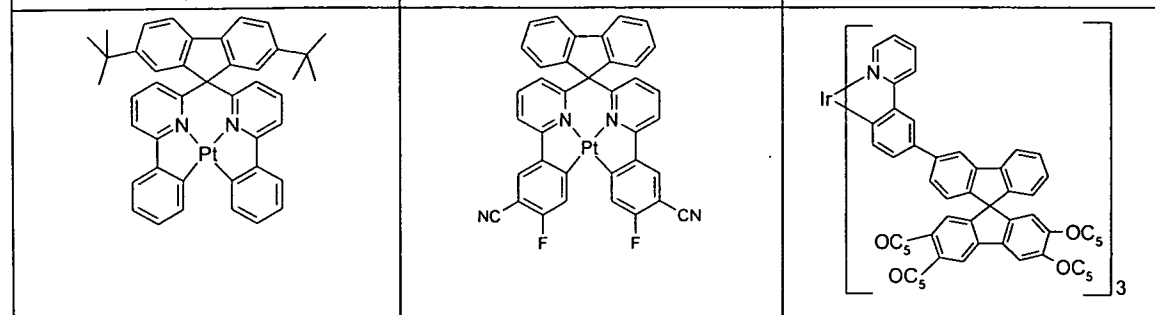


(97)

(98)

(99)

15

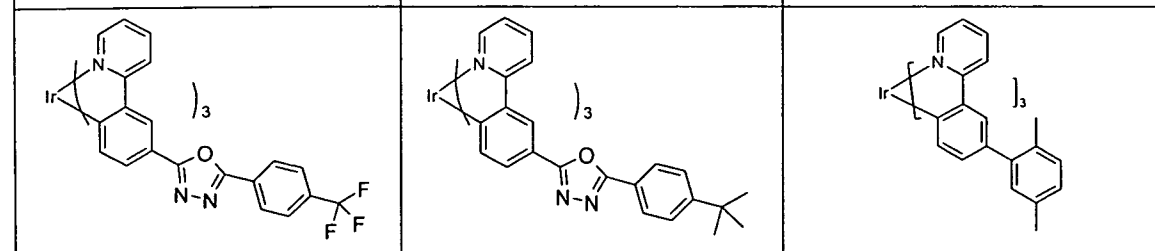


(100)

(101)

(102)

20

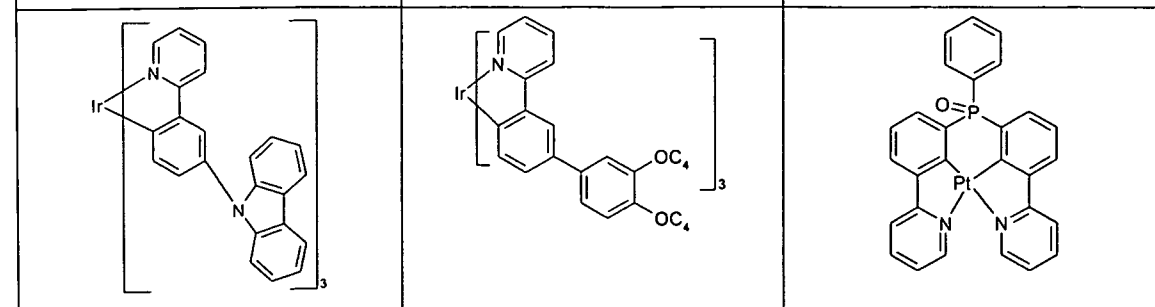


(103)

(104)

(105)

25



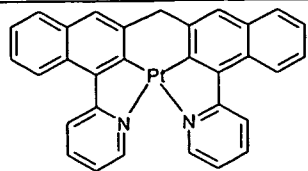
(106)

(107)

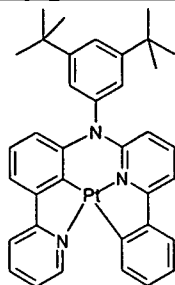
(108)

35

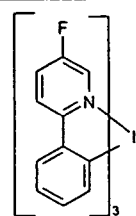
5



(109)

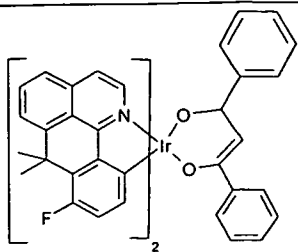


(110)

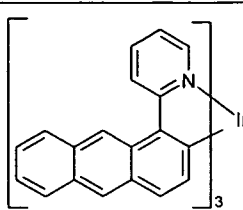


(111)

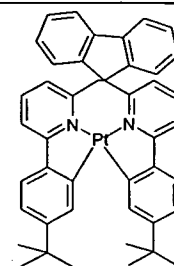
10



(112)

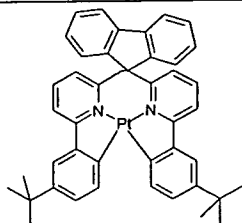


(113)

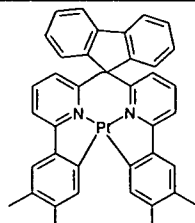


(114)

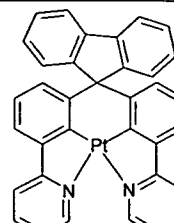
15



(115)

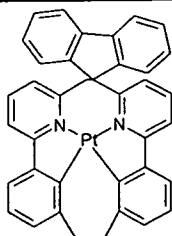


(116)

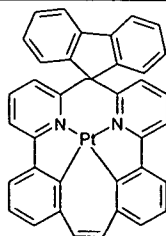


(117)

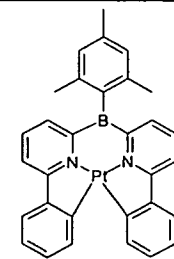
20



(118)



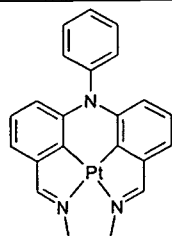
(119)



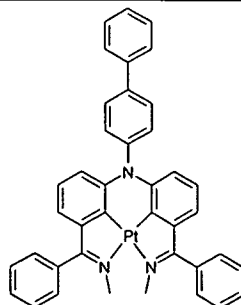
(120)

25

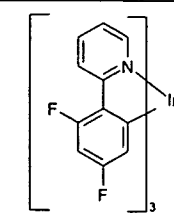
30



(121)



(122)



(123)

35

5

10

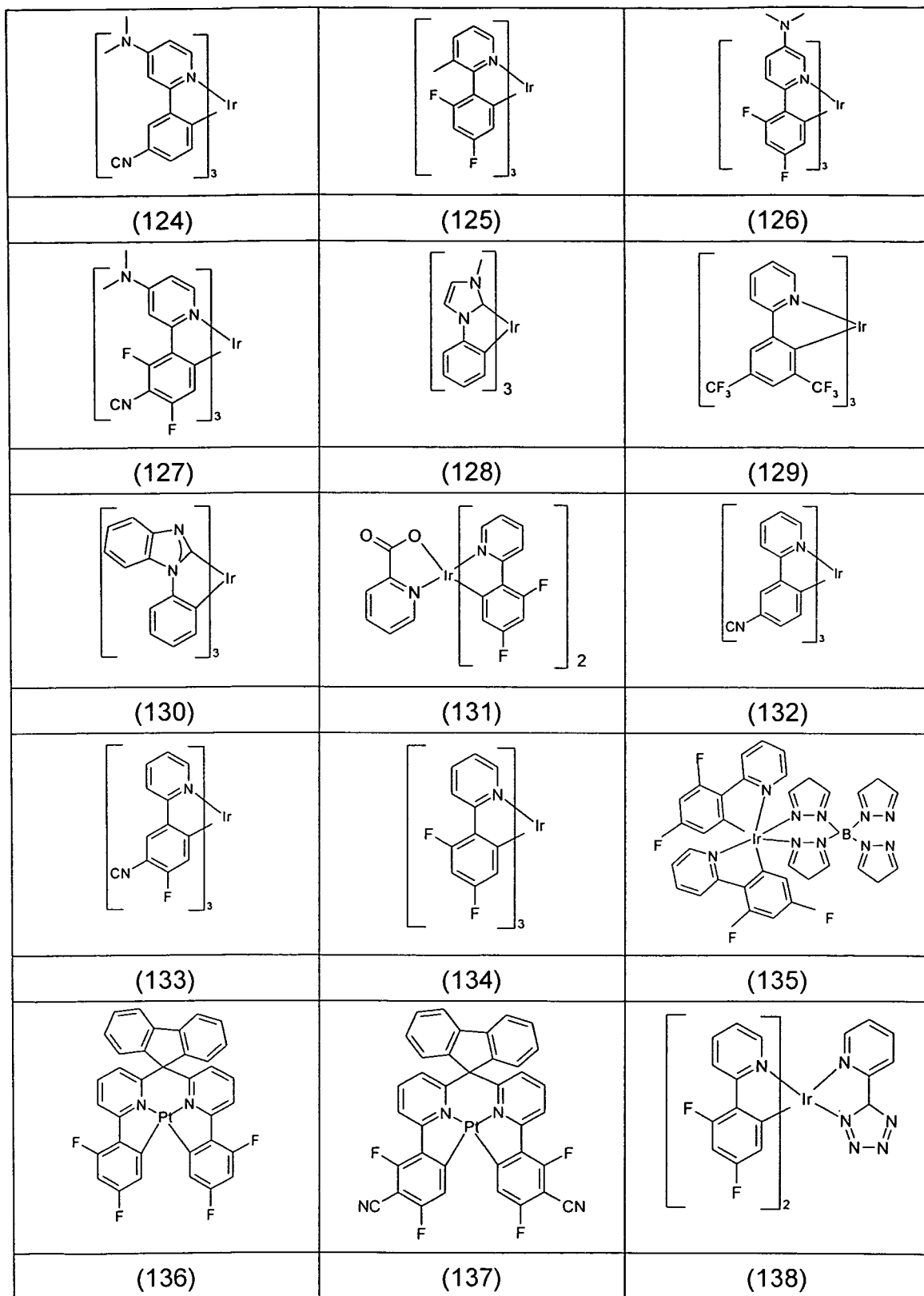
15

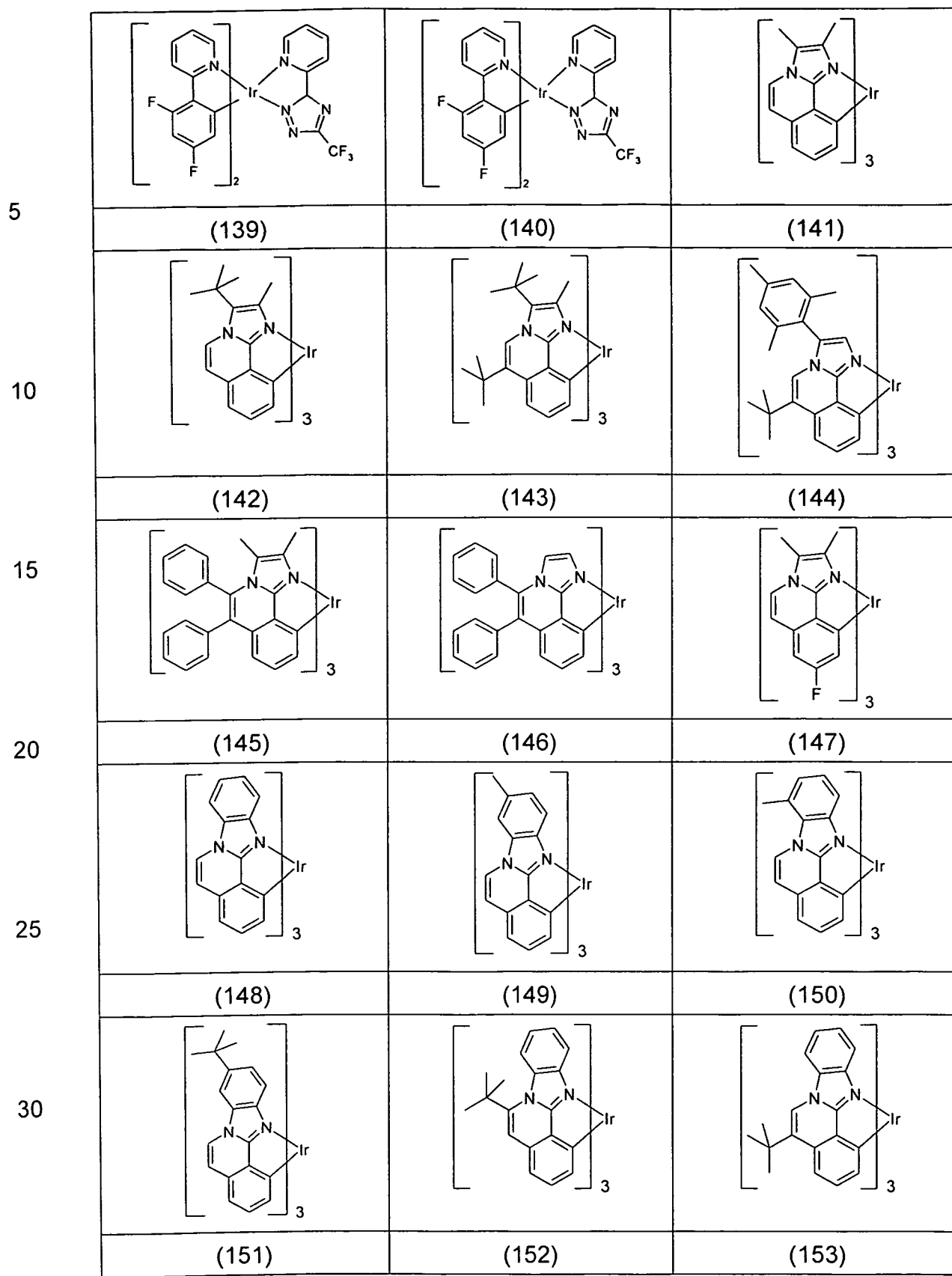
20

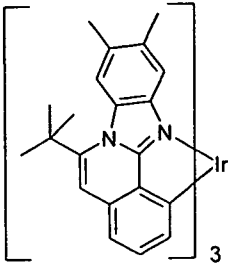
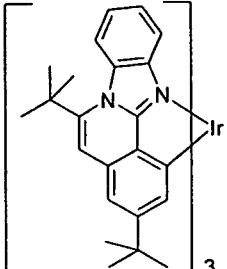
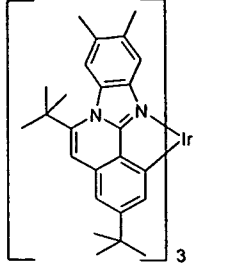
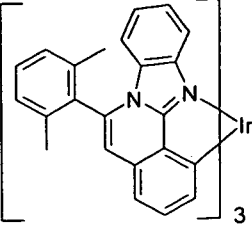
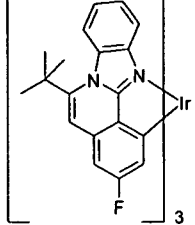
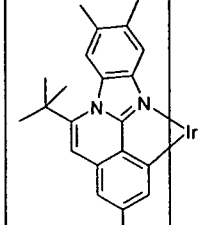
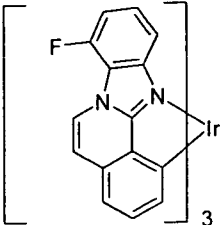
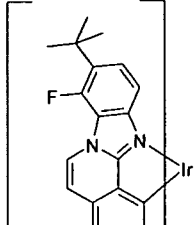
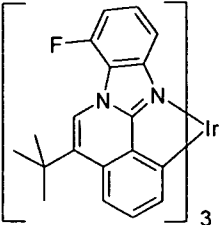
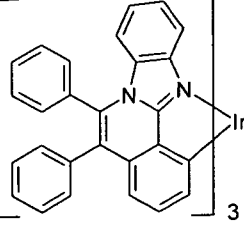
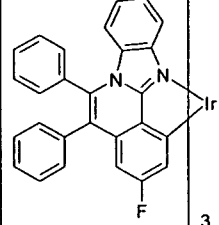
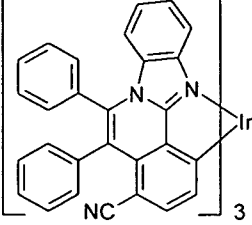
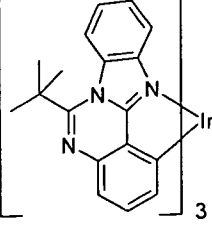
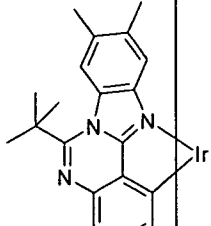
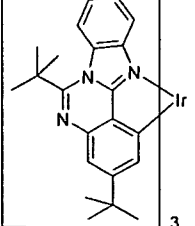
25

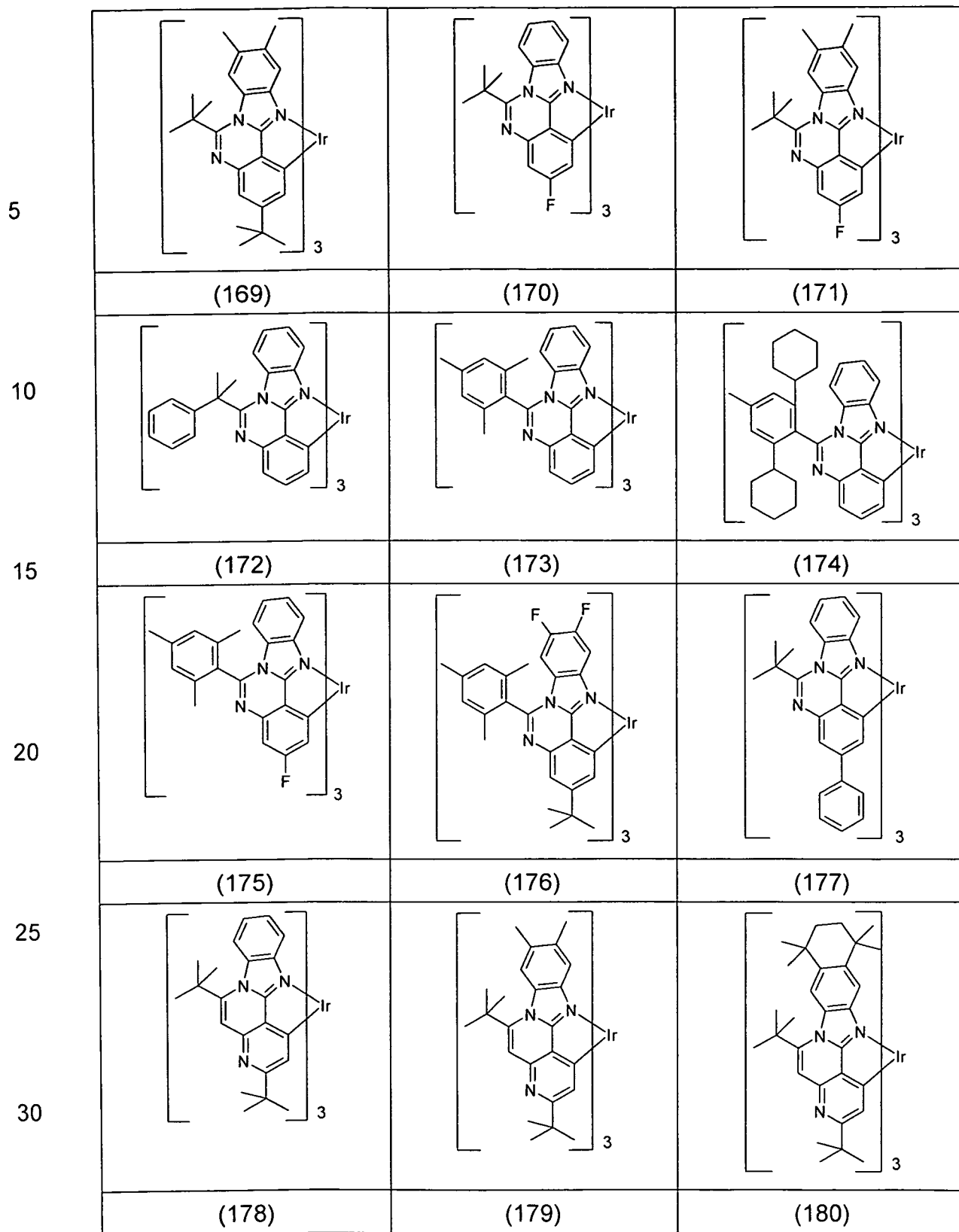
30

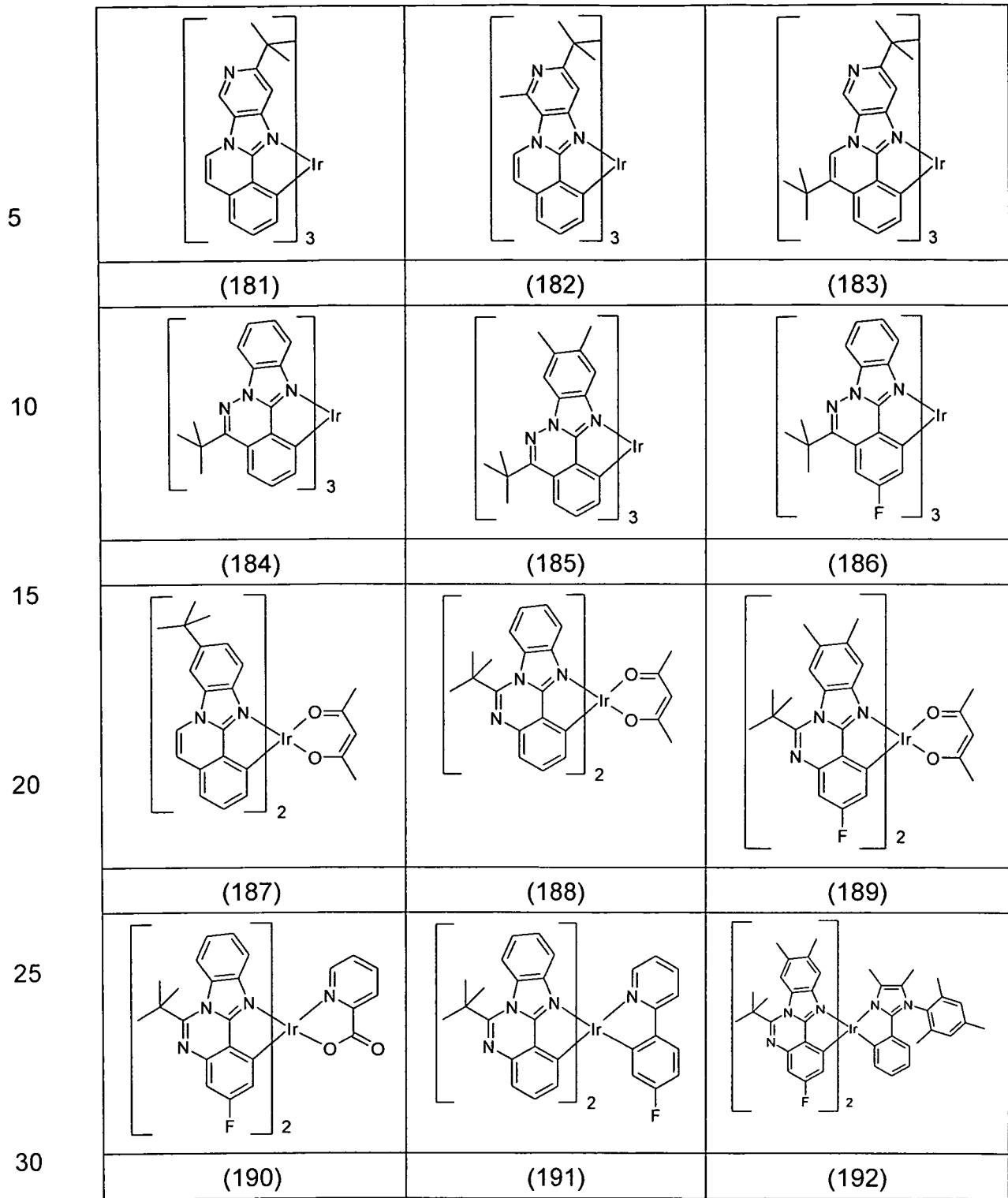
35





5			
	(154)	(155)	(156)
10			
	(157)	(158)	(159)
15			
20	(160)	(161)	(162)
25			
	(163)	(164)	(165)
30			
35	(166)	(167)	(168)





Außer Kathode, Anode und der mindestens einen emittierenden Schicht, die oben beschrieben wurde, kann die organische Elektrolumineszenzvorrichtung noch weitere Schichten enthalten. Diese sind beispielsweise ausgewählt aus jeweils einer oder mehreren Lochinjektionsschichten,

Lochtransportschichten, Lochblockierschichten, Elektronentransportschichten, Elektroneninjectionsschichten, Elektronenblockierschichten, Exzitonenblockierschichten, Ladungserzeugungsschichten (Charge-Generation Layers) und/oder organischen oder anorganischen p/n-Übergängen. Außerdem können Interlayers vorhanden sein, welche beispielsweise die Ladungsbalance im Device steuern. Insbesondere können solche Interlayers als Zwischenschicht zwischen zwei emittierenden Schichten sinnvoll sein, insbesondere als Zwischenschicht zwischen einer fluoreszierenden und einer phosphoreszierenden Schicht. Weiterhin können die Schichten, insbesondere die Ladungstransportschichten, auch dotiert sein. Die Dotierung der Schichten kann für einen verbesserten Ladungstransport vorteilhaft sein. Es sei aber darauf hingewiesen, dass nicht notwendigerweise jede der oben genannten Schichten vorhanden sein muss und die Wahl der Schichten immer von den verwendeten Verbindungen abhängt. Die Verwendung derartiger Schichten ist dem Fachmann bekannt, und er kann hierfür ohne erfinderisches Zutun alle für derartige Schichten bekannten Materialien gemäß dem Stand der Technik verwenden.

Weiterhin ist es möglich, mehr als eine emittierende Schicht zu verwenden, beispielsweise zwei oder drei emittierende Schichten, wobei diese bevorzugt unterschiedliche Emissionsfarben aufweisen. In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung handelt es sich um eine weiß emittierende organische Elektrolumineszenzvorrichtung. Diese ist dadurch charakterisiert, dass sie Licht mit CIE-Farbkoordinaten im Bereich von 0.28/0.29 bis 0.45/0.48 emittiert. Der allgemeine Aufbau einer derartigen weiß emittierenden Elektrolumineszenzvorrichtung ist beispielsweise in WO 2005/011013 offenbart.

Mit dem erfindungsgemäßen Aufbau sind weiß emittierende organische Elektrolumineszenzvorrichtungen besonders gut zugänglich, da die erfindungsgemäße organische Elektrolumineszenzvorrichtung zu einer Farbverschiebung der Emissionsbande zu längeren Wellenlängen gegenüber der Emission des reinen Emitters in Lösung und weiterhin zu breiteren Emissionsbanden führt, wobei diese Emission eine sehr hohe Effizienz aufweist. Ebenso ist es je nach verwendetem Matrixmaterial

möglich, sowohl die Emission des reinen Emitters wie auch gleichzeitig eine längerwellige Emission zu erhalten.

5 So ist es beispielsweise für die Erzeugung weißer Emission möglich, einen blau oder blaugrün phosphoreszierenden Emitter A in einer Schicht in eine Verbindung einzudotieren, mit der keine der oben genannten Bedingungen (1) oder (2) erfüllt sind, und denselben Emitter A in einer weiteren Schicht, die beispielsweise an die erste Schicht angrenzt, in eine Verbindung B einzudotieren, mit der entweder die oben genannten Bedingungen (1) oder die oben genannten Bedingungen (2) erfüllt sind. Die erste Schicht zeigt
10 dann die blaue bzw. blaugüne Emission des Emitters A, und die zweite Schicht zeigt eine längerwellige Emission mit breiter Emissionsbande, so dass sich als Gesamtes weiße Emission mit guten Farbkoordinaten und hoher Effizienz ergibt.

15 Ebenso ist es für die Erzeugung weißer Emission möglich, einen blau oder blaugrün phosphoreszierenden Emitter in einer Schicht in eine Verbindung einzudotieren, mit der keine der oben genannten Bedingungen (1) oder (2) erfüllt sind, und einen anderen Emitter A in einer weiteren Schicht, die beispielsweise an die erste Schicht angrenzt, in eine Verbindung B einzudotieren, mit der entweder die oben genannten Bedingungen (1) oder die oben genannten Bedingungen (2) erfüllt sind. Die erste Schicht zeigt dann
20 die blaue bzw. blaugüne Emission des Emitters A, und die zweite Schicht zeigt eine längerwellige Emission, beispielsweise gelbe Emission, mit breiter Emissionsbande, so dass sich als Gesamtes weiße Emission mit guten Farbkoordinaten und hoher Effizienz ergibt.
25

Weiterhin ist es für die Erzeugung weißer Emission möglich, einen blau oder blaugrün phosphoreszierenden Emitter A in einer Schicht in eine Mischung aus zwei oder mehr verschiedenen Verbindungen einzudotieren,
30 wobei mit mindestens einer der Verbindungen keine der oben genannten Bedingungen (1) oder (2) erfüllt sind und mit mindestens einer weiteren Verbindung B entweder die oben genannten Bedingungen (1) oder die oben genannten Bedingungen (2) erfüllt sind. Diese Schicht zeigt dann sowohl die blaue bzw. blaugüne Emission des Emitters A als auch eine
35 längerwellige Emission mit breiter Emissionsbande, so dass sich als

Gesamtes weiße Emission mit guten Farbkoordinaten ergibt. Da es sich hier um eine organische Elektrolumineszenzvorrichtung mit nur einer Emissionsschicht handelt, ist ein solcher Device-Aufbau gerade auch für die Herstellung der Elektrolumineszenzvorrichtung aus Lösung besonders geeignet.

5

Es ist daher bevorzugt, den erfindungsgemäßen Aufbau der organischen Elektrolumineszenzvorrichtung für die Erzeugung von weißer Emission zu verwenden.

10

Als Kathode der erfindungsgemäßen Elektrolumineszenzvorrichtung sind Metalle mit geringer Austrittsarbeit, Metalllegierungen oder mehrlagige Strukturen aus verschiedenen Metallen bevorzugt, wie beispielsweise Erdalkalimetalle, Alkalimetalle, Hauptgruppenmetalle oder Lanthanoide (z. B. Ca, Ba, Mg, Al, In, Mg, Yb, Sm, etc.). Bei mehrlagigen Strukturen können auch zusätzlich zu den genannten Metallen weitere Metalle verwendet werden, die eine relativ hohe Austrittsarbeit aufweisen, wie z. B. Ag, wobei dann in der Regel Kombinationen der Metalle, wie beispielsweise Mg/Ag, Ca/Ag oder Ba/Ag, verwendet werden. Ebenso bevorzugt sind Metalllegierungen, insbesondere Legierungen aus einem Alkalimetall oder Erdalkalimetall und Silber, besonders bevorzugt eine Legierung aus Mg und Ag. Es kann auch bevorzugt sein, zwischen einer metallischen Kathode und dem organischen Halbleiter eine dünne Zwischenschicht eines Materials mit einer hohen Dielektrizitätskonstante einzubringen. Hierfür kommen beispielsweise Alkalimetall- oder Erdalkalimetallfluoride, aber auch die entsprechenden Oxide oder Carbonate in Frage (z. B. LiF, Li₂O, CsF, Cs₂CO₃, BaF₂, MgO, NaF, etc.). Ebenso kommen hier organische Alkalimetallkomplexe, beispielsweise Lithiumchinolinat, in Frage. Die Schichtdicke dieser Schicht beträgt bevorzugt zwischen 0.5 und 5 nm.

15

20

25

30

35

Als Anode der erfindungsgemäßen Elektrolumineszenzvorrichtung sind Materialien mit hoher Austrittsarbeit bevorzugt. Bevorzugt weist die Anode eine Austrittsarbeit größer 4.5 eV vs. Vakuum auf. Hierfür sind einerseits Metalle mit hohem Redoxpotential geeignet, wie beispielsweise Ag, Pt oder Au. Es können andererseits auch Metall/Metalloxid-Elektroden (z. B. Al/Ni/NiO_x, Al/PtO_x) bevorzugt sein. Dabei muss mindestens eine der

Elektroden transparent oder teiltransparent sein, um die Auskopplung von Licht zu ermöglichen. Bevorzugte Anodenmaterialien sind hier leitfähige gemischte Metalloxide. Besonders bevorzugt sind Indium-Zinn-Oxid (ITO) oder Indium-Zink-Oxid (IZO). Bevorzugt sind weiterhin leitfähige, dotierte organische Materialien, insbesondere leitfähige dotierte Polymere.

5

Die Vorrichtung wird entsprechend (je nach Anwendung) strukturiert, kontaktiert und schließlich hermetisch versiegelt, da sich die Lebensdauer derartiger Vorrichtungen bei Anwesenheit von Wasser und/oder Luft drastisch verkürzt.

10

Es können generell alle weiteren Materialien, wie sie gemäß dem Stand der Technik in organischen Elektrolumineszenzvorrichtungen eingesetzt werden, in Kombination mit der erfindungsgemäßen emittierenden Schicht eingesetzt werden. Dem Fachmann ist bekannt, welche Materialien er für diese Schichten bzw. Funktionen einsetzen kann, und er kann diese Materialien ohne weiteres erfinderisches Zutun im Device-Aufbau der erfindungsgemäßen organischen Elektrolumineszenzvorrichtung einsetzen.

15

20

Weiterhin bevorzugt ist eine organische Elektrolumineszenzvorrichtung, dadurch gekennzeichnet, dass eine oder mehrere Schichten mit einem Sublimationsverfahren beschichtet werden. Dabei werden die Materialien in Vakuum-Sublimationsanlagen bei einem Anfangsdruck kleiner 10^{-5} mbar, bevorzugt kleiner 10^{-6} mbar aufgedampft. Es sei jedoch angemerkt, dass der Anfangsdruck auch noch geringer sein kann, beispielsweise kleiner 10^{-7} mbar.

25

30

Bevorzugt ist ebenfalls eine organische Elektrolumineszenzvorrichtung, dadurch gekennzeichnet, dass eine oder mehrere Schichten mit dem OVPD (Organic Vapour Phase Deposition) Verfahren oder mit Hilfe einer Trägergassublimation beschichtet werden. Dabei werden die Materialien bei einem Druck zwischen 10^{-5} mbar und 1 bar aufgebracht. Ein Spezialfall dieses Verfahrens ist das OVJP (Organic Vapour Jet Printing) Verfahren, bei dem die Materialien direkt durch eine Düse aufgebracht und so

35

strukturiert werden (z. B. M. S. Arnold *et al.*, *Appl. Phys. Lett.* **2008**, *92*, 053301).

5 Weiterhin bevorzugt ist eine organische Elektrolumineszenzvorrichtung, dadurch gekennzeichnet, dass eine oder mehrere Schichten aus Lösung, wie z. B. durch Spincoating, oder mit einem beliebigen Druckverfahren, wie z. B. Siebdruck, Flexodruck, Offsetdruck, LITI (Light Induced Thermal Imaging, Thermotransferdruck), Ink-Jet Druck (Tintenstrahldruck) oder Nozzle-Printing, hergestellt werden. Hierfür sind lösliche Verbindungen nötig. Hohe Löslichkeit lässt sich durch geeignete Substitution der
10 Verbindungen erreichen. Dabei können nicht nur Lösungen aus einzelnen Materialien aufgebracht werden, sondern auch Lösungen, die mehrere Verbindungen enthalten, beispielsweise die phosphoreszierende Verbindung A, die Verbindung B und gegebenenfalls weitere Verbindungen C.

15 Die organische Elektrolumineszenzvorrichtung kann auch als Hybrid-system hergestellt werden, indem eine oder mehrere Schichten aus Lösung aufgebracht werden und eine oder mehrere weitere Schichten aufgedampft werden.

20 Ein weiterer Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist somit ein Verfahren zur Herstellung einer erfindungsgemäßen organischen Elektrolumineszenzvorrichtung, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine Schicht mit einem Sublimationsverfahren aufgebracht wird und/oder dass
25 mindestens eine Schicht mit dem OVPD-Verfahren aufgebracht wird und/oder dass mindestens eine Schicht aus Lösung bzw. durch ein beliebiges Druckverfahren aufgebracht wird.

30 Zur Verarbeitung aus Lösung sind Lösungen bzw. Formulierungen der entsprechenden Verbindungen nötig. Ein weiterer Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist daher eine Formulierung, bevorzugt eine Lösung, eine Suspension oder eine Miniemulsion, enthaltend mindestens eine phosphoreszierende Verbindung A und mindestens eine weitere Verbindung B, wobei für die Verbindungen A und B die oben genannten
35 Beziehungen gelten.

Diese Verfahren sind dem Fachmann generell bekannt und können von ihm ohne erfinderisches Zutun auf die erfindungsgemäßen organischen Elektrolumineszenzvorrichtungen angewandt werden.

5 Die organische Elektrolumineszenzvorrichtung kann für verschiedene Anwendungen verwendet werden, insbesondere für Display-Anwendungen oder als Lichtquelle, beispielsweise für Beleuchtungsanwendungen oder für medizinische oder kosmetische Anwendungen.

10 Die erfindungsgemäßen organischen Elektrolumineszenzvorrichtungen weisen folgende überraschende Vorteile gegenüber dem Stand der Technik auf:

15 1. Die erfindungsgemäße organische Elektrolumineszenzvorrichtung zeigt Emission, deren Emissionsfarbe gegenüber der Emission des Emitters in Lösung zu längeren Wellenlängen verschoben ist. So lässt sich durch gezielte Wahl des Matrixmaterials der Farbort der Emission sowie die Breite der Emissionsbande der organischen Elektrolumineszenzvorrichtung einstellen.

20 2. Die erfindungsgemäße organische Elektrolumineszenzvorrichtung weist eine sehr hohe Effizienz auf. Dies ist überraschend, da im Allgemeinen eine Emission aus Zuständen, die auf intermolekulare Wechselwirkungen zurückzuführen sind, nur eine sehr geringe Übergangswahrscheinlichkeit besitzt und daher nur eine geringe Effizienz aufweist.

25 3. Mit dem erfindungsgemäßen Deviceaufbau sind weiß emittierende Elektrolumineszenzvorrichtungen mit dem Einsatz nur eines einzigen Emitters zugänglich, indem in derselben Schicht oder in unterschiedlichen Schichten unterschiedliche Matrixmaterialien verwendet werden. Dies stellt einen technischen Vorteil bei der Herstellung der Elektrolumineszenzvorrichtung dar, da weniger unterschiedliche Materialien erforderlich sind.

35

Die Erfindung wird durch die nachfolgenden Beispiele genauer beschrieben, ohne sie dadurch einschränken zu wollen. Der Fachmann kann, ohne erfinderisch tätig zu werden, weitere erfindungsgemäße organische Elektrolumineszenzvorrichtungen herstellen.

5 **Beispiele:**

Bestimmung der HOMO/LUMO Lagen und des Triplett-Niveaus

Die HOMO- und LUMO-Lagen der Verbindungen A und B sowie das Triplett-Niveau T_1 der Verbindungen B werden über quantenchemische
10 Rechnungen bestimmt. Hierzu wird das Programmpaket „Gaussian03W“ (Gaussian Inc.) verwendet. Zur Berechnung organischer Substanzen ohne Metalle (in Tabelle 4 mit Methode „org.“ bezeichnet) wird zuerst eine Geometrieoptimierung mit der Methode „Ground State/Semi-empirical/Default Spin/AM1“ (Charge 0/Spin Singlet) durchgeführt. Im Anschluss
15 erfolgt auf Grundlage der optimierten Geometrie eine Energierechnung. Hierbei wird die Methode „TD-SCF/DFT/ Default Spin/B3PW91“ mit dem Basissatz „6-31G(d)“ verwendet (Charge 0/Spin Singlet). Für metallorganische Verbindungen (in Tabelle 4 mit Methode „M-org.“ bezeichnet) wird die Geometrie über die Methode „Ground State/Hartree-Fock/Default Spin/LanL2MB“ (Charge 0/Spin Singlet) optimiert. Die Energierechnung erfolgt analog zu den organischen Substanzen wie oben beschrieben mit dem Unterschied, dass für das Metallatom der Basissatz „LanL2DZ“ (pseudo=LanL2) und für die Liganden der Basissatz „6-31G(d)“ verwendet
20 wird. Aus der Energierechnung erhält man das HOMO HEh bzw. LUMO LEh in Hartree-Einheiten. Daraus werden die HOMO- und LUMO-Werte in Elektronenvolt wie folgt bestimmt, wobei sich diese Beziehungen aus der Kalibrierung anhand von Cyclovoltammetriemessungen ergeben:

$$\begin{aligned} \text{HOMO(eV)} &= ((\text{HEh} \cdot 27.212) - 0.9899) / 1.1206 \text{ eV} \\ \text{LUMO(eV)} &= ((\text{LEh} \cdot 27.212) - 2.0041) / 1.385 \text{ eV} \end{aligned}$$

Diese Werte sind im Sinne dieser Anmeldung als energetische Lage des HOMO-Niveaus bzw. des LUMO-Niveaus der Materialien anzusehen. Als
35 Beispiel erhält man für die Substanz HTM aus der Rechnung ein HOMO von -0.17519 Hartrees und ein LUMO von -0.04192 Hartrees, was einem

- 74 -

kalibrierten HOMO von -5.14 eV und einem kalibrierten LUMO von -2.27 eV entspricht.

5 Das Triplett-Niveau T_1 der Verbindung B und gegebenenfalls der Verbindung C ist definiert als die Energie des Triplett-Zustands mit der niedrigsten Energie, der sich aus der quantenchemischen Rechnung ergibt.

10 Das Triplett-Niveau T_1 der phosphoreszierenden Verbindung A ergibt sich aus der Messung des Photolumineszenzmaximums der entsprechenden Verbindung in Toluol (10^{-5} molare Lösung) bei Raumtemperatur.

15 In Tabelle 4 sind die HOMO- und LUMO-Werte sowie die Triplett-Niveaus T_1 der verschiedenen Materialien angegeben. Im Falle der metallorganischen Verbindungen wird das Triplett-Niveau in der Tabelle 4 durch Messung des Photolumineszenzmaximums der entsprechenden Verbindung in Toluol (10^{-5} molare Lösung) bei Raumtemperatur bestimmt. Im Falle der organischen Verbindungen ist das Triplett-Niveau in der Regel durch eine Messung der Photolumineszenz bei Raumtemperatur nicht möglich, daher werden hierfür die quantenchemischen Rechnungen
20 hinzugezogen, wie oben beschrieben.

Herstellung der OLEDs

25 Die Herstellung von erfindungsgemäßen OLEDs sowie OLEDs nach dem Stand der Technik erfolgt nach einem allgemeinen Verfahren gemäß WO 2004/058911, das auf die hier beschriebenen Gegebenheiten (Schichtdickenvariation, verwendete Materialien) angepasst wird.

30 In den folgenden Beispielen 1 bis 19 (siehe Tabelle 1) wird der Aufbau verschiedener nicht optimierter OLEDs vorgestellt. Glasplättchen, die mit strukturiertem ITO (Indium-Zinn-Oxid) der Dicke 150 nm beschichtet sind, werden zur verbesserten Prozessierung mit 20 nm PEDOT beschichtet (Poly(3,4-ethylenedioxy-2,5-thiophen), aus Wasser aufgeschleudert; bezogen von H. C. Starck, Goslar, Deutschland). Diese beschichteten Glasplättchen bilden die Substrate, auf welche die OLEDs aufgebracht
35 werden. Die OLEDs haben prinzipiell folgenden Schichtaufbau: Substrat /

optionale Lochinjektionsschicht (HIL) / Lochtransportschicht (HTL) / Elektronenblockierschicht (EBL) / Emissionsschicht (EML) / optionale Lochblockierschicht (HBL) / Elektronentransportschicht (ETL) / optionale Elektroneninjectionsschicht (EIL) und abschließend eine Kathode. Die Kathode wird durch eine 100 nm dicke Aluminiumschicht gebildet

5

Um vakuumprozessierte OLEDs herzustellen, werden alle Materialien in einer Vakuumkammer thermisch aufgedampft. Dabei besteht die Emissionsschicht immer aus mindestens einem Matrixmaterial (Hostmaterial, Wirtsmaterial) und einem emittierenden Dotierstoff (Dotand, Emitter), der dem Matrixmaterial bzw. den Matrixmaterialien durch Coverdampfung in einem bestimmten Volumenanteil beigemischt wird. Eine Angabe wie M3:M2:TEB-1 (55%:35%:10%) bedeutet hierbei, dass das Material M3 in einem Volumenanteil von 55%, M2 in einem Anteil von 35% und TEB-1 in einem Anteil von 10% in der Schicht vorliegt. Analog können auch die Ladungstransportschichten aus einer Mischung von zwei oder mehr Materialien bestehen. In Tabelle 1 sind beispielhaft Bauteile mit Elektronentransportschichten dargestellt, die 2 Materialien enthalten (Beispiele 7 bis 13). Der genaue Aufbau der OLEDs ist Tabelle 1 zu entnehmen. Die zur Herstellung der OLEDs verwendeten Materialien sind in Tabelle 3 gezeigt.

10
15
20

Die OLEDs werden standardmäßig charakterisiert. Hierfür werden aus Strom-Spannungs-Leuchtdichte-Kennlinien (IUL-Kennlinien) die Stromeffizienz (gemessen in cd/A), die externe Quanteneffizienz (EQE, Angabe in %) und die Spannung (gemessen in V) bestimmt. Außerdem werden Elektrolumineszenzspektren (EL-Spektren) gemessen. Alle Angaben beziehen sich auf die entsprechenden Werte bei einer Leuchtdichte von bei 1000 cd/m². Tabelle 2 enthält die für die Beispiele 1 bis 19 erhaltenen Daten.

25
30

Beschreibung der Abbildungen

Abbildung 1 zeigt die normierten Photolumineszenzspektren der verwendeten Emitter TEB-1, TEB-2, TEB-3 und TEG-1 in einer 10⁻⁵ molaren Lösung in Toluol. Diese Spektren werden zur Bestimmung des Triplett-Niveaus herangezogen.

35

Abbildung 2 zeigt die normierten Elektrolumineszenzspektren zu den Beispielen 1 und 2. In beiden Beispielen beträgt die Konzentration der Emitter TEB-2 bzw. TEB-3 in der Matrix M1 10%. Aus der Tatsache, dass der Effekt einer breiten Bande für beide Emitter in etwa gleicher Höhe auftritt, kann man schließen, dass es sich nicht um Aggregate von Emittermolekülen untereinander handelt, da TEB-3 aufgrund seines tert-Butyl-Substituenten sterisch deutlich anspruchsvoller ist und eine entsprechend niedrigere Aggregationsneigung aufweist.

Abbildung 3 zeigt die normierten Elektrolumineszenzspektren zu den Beispielen 3 bis 5. Die Emitterkonzentration von TEB-2 wird dabei jeweils konstant gehalten, in den Beispielen 3 und 4 werden bei ansonsten gleichem Deviceaufbau die Matrizen M12 und M2 verwendet. Die erstgenannte Kombination (Bsp. 3) erfüllt die Bedingungen (1) oder (2) nicht, die EML von TEB-2 in M2 (Bsp. 4) dagegen schon. Dieses Spektrum zeigt daher den erfindungsgemäßen Effekt. Die gleiche EML aufgedampft auf EBM1 zeigt praktisch das gleiche Spektrum und sehr ähnliche Effizienzen, was zeigt, dass auch Grenzflächeneffekte als Ursache für die breite Bande ausgeschlossen werden können.

Abbildung 4 zeigt die normierten Elektrolumineszenzspektren zu den Beispielen 1, 5 und 6. Die Konzentration des Emitters TEB-2 wird hierbei konstant bei 10% gehalten, aber es werden Matrices mit unterschiedlichem LUMO-Niveau verwendet. Mit betragsmäßig größer werdendem LUMO nimmt die Breite der Emission und ihre Effizienz (EQE) zu. Die geringste Effizienz zeigt die reine Triplettemission des Emitters, was ein überraschendes Ergebnis ist.

Abbildung 5 zeigt die normierten Elektrolumineszenzspektren zu den Beispielen 7 und 8. Dabei wird jeweils 10 % TEG-1 als Emitter verwendet. In Matrix M4 zeigt der Emitter das typische grüne EL-Spektrum (Bsp. 7), in Matrix M5 ein verbreitertes (Bsp. 8) bzw. eines mit erhöhter Intensität im längerwelligen Spektralbereich. Dieses Beispiel zeigt, dass der Effekt nicht auf blaue Emitter beschränkt ist und somit auch zur Herstellung von Devices mit anderen Mischfarben verwendet werden kann.

Abbildung 6 zeigt die Differenz von CIE_x und CIE_y aus den Elektrolumineszenzspekten von TEG-1 in den Matrices M4 bis M9 zu CIE_x und CIE_y von TEG-1 in Matrix M4 (Beispiele 7 bis 12). Diese Differenz ist jeweils aufgetragen gegen die LUMO-Werte der Matrices. Man beobachtet für LUMO-Werte größer $\approx -2.87\text{eV}$, dass die Differenz gleich Null ist. Für kleinere LUMO-Werte findet man eine Differenz größer Null, was bedeutet, dass die Spektren verbreitert sind. Berechnet man nun die Differenz dieses Grenzwertes zum HOMO des Emitters TEG-1 nach Beziehung (1), erhält man ein ΔE von 2.35 eV, welches kleiner ist als das des Emissionsmaximums in Toluol von 2.37 eV.

Abbildung 7 zeigt das normierte Elektrolumineszenzspektrum zu Beispiel 17. Dabei zeigt der Emitter TEB-1 in Matrix M1 (Bsp. 17) fast ausschließlich die breite Bande ohne eigentliche Triplettemission. Zum Vergleich wurde das PL-Spektrum des Emitters in Lösung als Referenz in das EL-Spektrum kopiert.

Abbildung 8 zeigt die normierten Elektrolumineszenzspekten zu den Beispielen 18 und 19. Hier werden die beiden Matrices M1 und M3 innerhalb einer Schicht miteinander gemischt (Bsp. 18) oder zwei Emissionsschichten enthaltend jeweils eine der beiden Matrices nacheinander in eine OLED eingebracht (Bsp. 19). Dadurch kann man beide Elektrolumineszenzspekten in Summe erzeugen, was zu einer weißen Emission führt.

Beispiel 13 bis Beispiel 16 zeigen OLEDs mit weiteren Emittlern (TEB-4 bis TEB-7) in verschiedenen Matrices, die ebenfalls eine verbreiterte Emission bzw. eine breite Bande zeigen, wie den OLED-Daten in Tabelle 2 zu entnehmen ist.

Tabelle 1: Aufbau der OLEDs

Bsp.	HIL Dicke	HTL Dicke	EBL Dicke	EML1 Dicke	EML2oder HBL Dicke	ETL Dicke	EIL Dicke
1	HIM 20 nm	HTM 5 nm	EBM1 15 nm	M1:TEB-2 (90%:10%) 40 nm	M1 10 nm	AIQ 20 nm	LiF 2 nm
2	HIM 20 nm	HTM 5 nm	EBM1 15 nm	M1:TEB-3 (90%:10%) 40 nm	M1 10 nm	AIQ 20 nm	LiF 2 nm

3	HIM 20 nm	HTM 5 nm	EBM2 15 nm	M12:TEB-2 (90%:10%) 40nm	M1 10 nm	AIQ 20 nm	LiF 2 nm
4	HIM 20 nm	HTM 5 nm	EBM2 15 nm	M2:TEB-2 (90%:10%)	M1 10 nm	AIQ 20 nm	LiF 2 nm
5	HIM 20 nm	HTM 5 nm	EBM1 15 nm	M2:TEB-2 (90%:10%) 40 nm	M1 10 nm	AIQ 20 nm	LiF 2 nm
6	HIM 20 nm	HTM 5 nm	EBM1 15 nm	M3:TEB-2 (90%:10%) 40 nm	M1 10 nm	AIQ 20 nm	LiF 2 nm
7	HIM 70 nm	HTM 90 nm	-	M4:TEG-1 (90%:10%) 30 nm	-	ETM1:LiQ 40 nm	-
8	HIM 70 nm	HTM 90 nm	-	M5:TEG-1 (90%:10%) 30 nm	-	ETM1:LiQ 40 nm	-
9	HIM 70 nm	HTM 90 nm	-	M6:TEG-1 (90%:10%) 30 nm	-	ETM1:LiQ 40 nm	-
10	HIM 70 nm	HTM 90 nm	-	M7:TEG-1 (90%:10%) 30 nm	-	ETM1:LiQ 40 nm	-
11	HIM 70 nm	HTM 90 nm	-	M8:TEG-1 (90%:10%) 30 nm	-	ETM1:LiQ 40 nm	-
12	HIM 70 nm	HTM 90 nm	-	M9:TEG-1 (90%:10%) 30 nm	-	ETM1:LiQ 40 nm	-
13	HIM 20 nm	HTM 5 nm	EBM1 15 nm	M1:TEB-4 (90%:10%) 40 nm	-	ETM1:LiQ 30 nm	-
14	HIM 20 nm	HTM 5 nm	EBM1 15 nm	M10:TEB-5 (90%:10%) 40 nm	M10 10 nm	AIQ 20 nm	LiF 2 nm
15	HIM 20 nm	HTM 5 nm	EBM1 15 nm	ETM2:TEB-6 (90%:10%) 40 nm	-	ETM2 30 nm	LiQ 2 nm
16	HIM 20 nm	HTM 5 nm	EBM1 15 nm	M11:TEB-7 (90%:10%) 40 nm	-	M11 10 nm	LiQ 2 nm
17	HIM 20 nm	HTM 5 nm	EBM1 15 nm	M1:TEB-1 (90%:10%) 40 nm	-	ETM2 30 nm	LiQ 2 nm
18	HIM 20 nm	HTM 5 nm	EBM1 15 nm	M3:M1:TEB-1 (85%:10%:5%) 40 nm	-	ETM2 30 nm	LiQ 2 nm
19	HIM 20 nm	HTM 5 nm	EBM1 15 nm	M3:TEB-1 (90%:10%) 20 nm	M1:TEB-1 (90%:10%) 20 nm	ETM2 30 nm	LiQ 2 nm

Tabelle 2: OLED-Daten zu OLEDs aus Tabelle 1

Bsp.	Effizienz (cd/A) bei 1000 cd/m ²	EQE (%) bei 1000 cd/m ²	Spannung (V) bei 1000 cd/m ²	CIE x/y bei 1000 cd/m ²
1	23.4	8.3	5.4	0.34/0.51
2	40.8	13.7	4.3	0.31/0.52
3	18.8	7.7	5.7	0.19/0.45
4	33.0	11.5	5.1	0.29/0.52
5	33.8	11.8	5.8	0.28/0.52
6	19.7	8.6	6.7	0.17/0.42

5

10

7	51.8	14.7	3.6	0.37/0.60
8	36.3	10.5	3.3	0.40/0.57
9	40.8	12.1	3.7	0.39/0.58
10	35.4	9.9	3.3	0.38/0.59
11	48.3	13.6	3.5	0.36/0.60
12	56.9	16.1	3.3	0.36/0.60
13	32.3	14.0	5.2	0.52/0.47
14	16.4	10.4	7.6	0.30/0.50
15	29.4	9.7	4.7	0.33/0.53
16	24.1	8.4	3.9	0.30/0.53
17	38.2	14.0	5.1	0.47/0.51
18	23.4	8.2	6.2	0.34/0.48
19	24.2	9.6	6.5	0.34/0.43

Tabelle 3: Strukturformeln der verwendeten Materialien

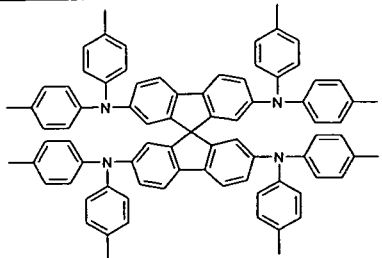
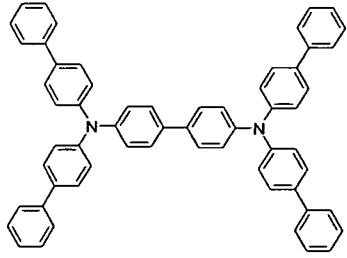
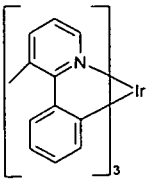
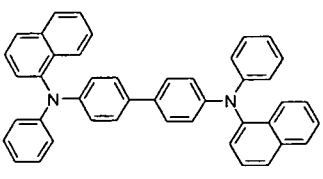
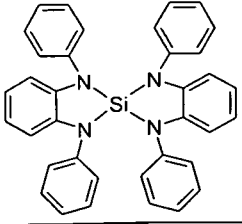
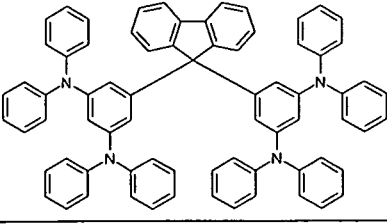
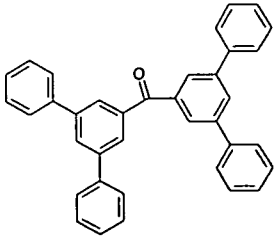
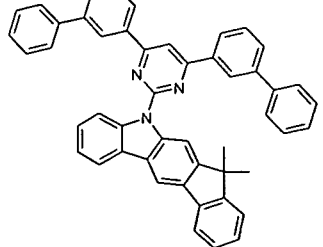
15

20

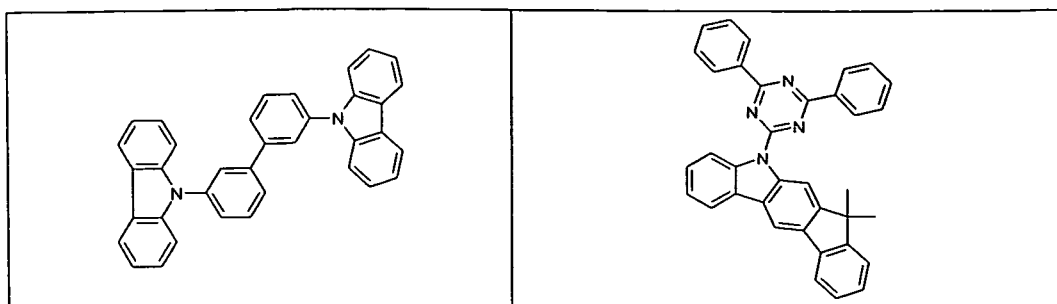
25

30

35

	
HIM	HTM
	
TEG-1	NPB
	
EBM1	EBM2
	
M1	M2

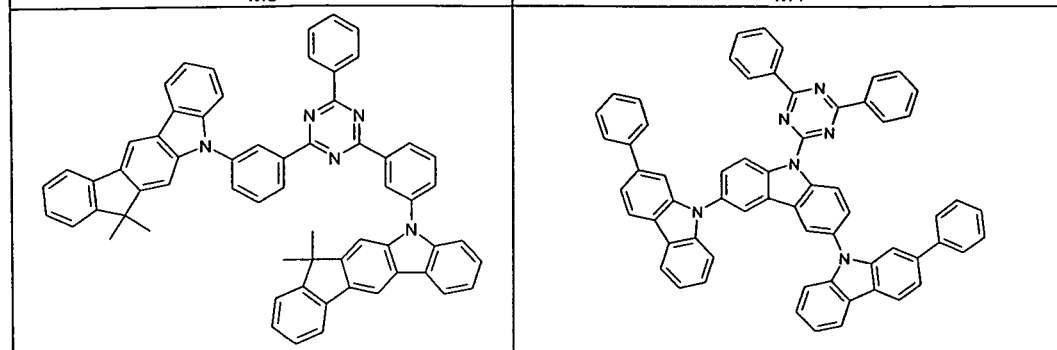
5



M3

M4

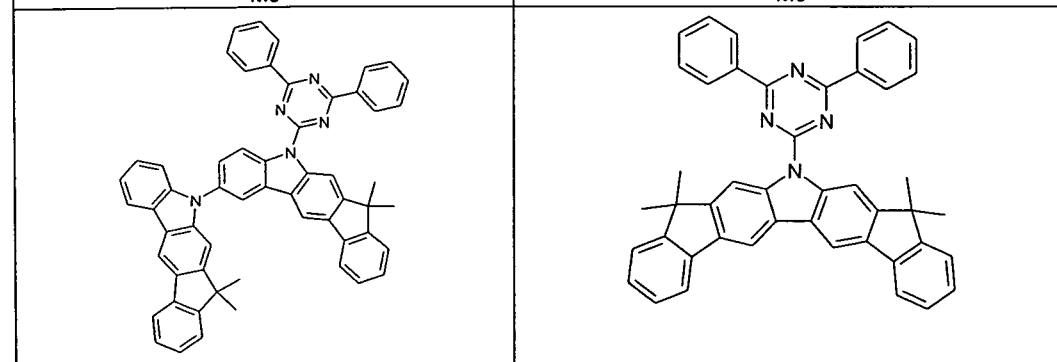
10



M5

M6

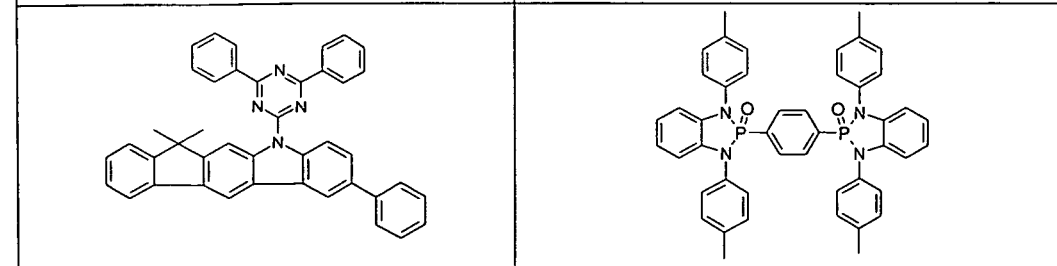
15



M7

M8

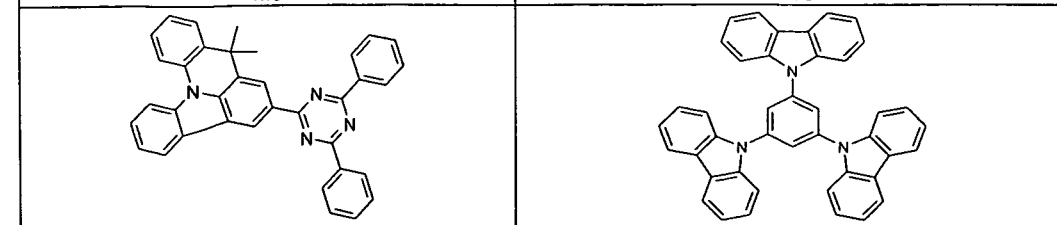
25



M9

M10

30

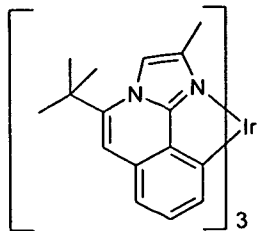


35

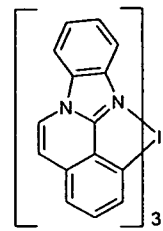
M11

M12

5

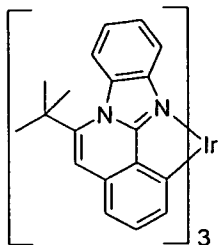


TEB-1

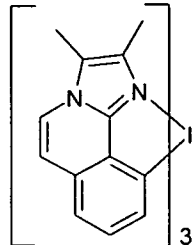


TEB-2

10

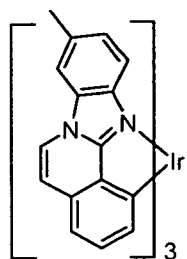


TEB-3

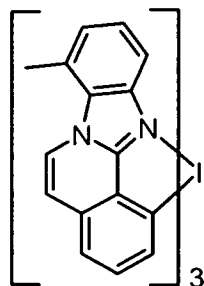


TEB-4

15

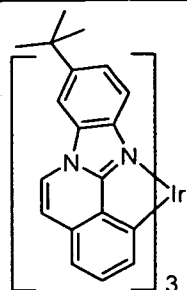


TEB-5

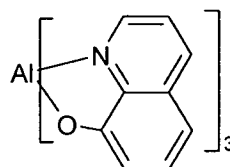


TEB-6

20



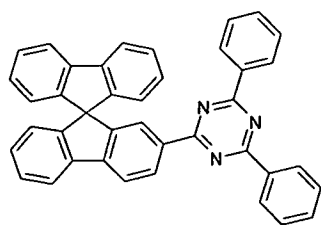
TEB-7



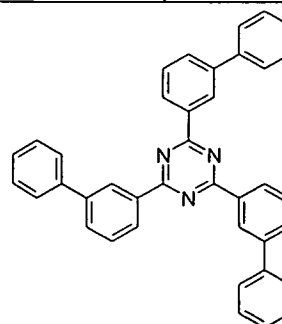
Alq

25

30

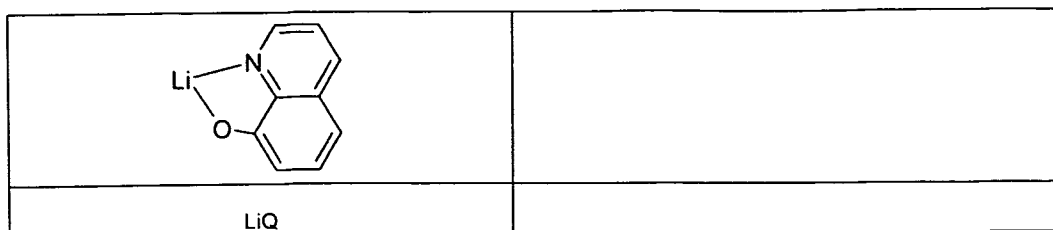


ETM1



ETM2

35



5

Tabelle 4: HOMO-/LUMO-Werte und Triplett-Niveau der Materialien

Material	HOMO (eV)	LUMO (eV)	TN (eV)	Methode
NPB	-5.16	-2.28	2.45	org.
HTM	-5.14	-2.27	2.52	org.
EBM1	-5.43	-1.81	3.25	org.
EBM2	-5.17	-2.16	2.80	org.
ETM2	-6.47	-2.80	3.01	org.
M1	-6.38	-2.79	2.77	org.
M2	-5.62	-2.75	2.75	org.
M3	-5.78	-2.29	3.09	org.
M4	-5.79	-2.83	2.69	org.
M5	-5.59	-2.96	2.65	org.
M6	-5.69	-2.93	2.81	org.
M7	-5.47	-2.90	2.71	org.
M8	-5.75	-2.87	2.67	org.
M9	-5.81	-2.84	2.70	org.
M10	-5.63	-2.63	2.91	org.
M11	-5.71	-2.71	2.79	org.
M12	-5.91	-2.25	3.03	org.
TEB-1	-4.95	-1.66	2.72 [*]	M-org.
TEB-2	-5.23	-2.14	2.59 [*]	M-org.
TEB-3	-5.13	-2.05	2.60 [*]	M-org.
TEB-4	-4.95	-1.71	2.65 [*]	M-org.
TEB-5	-5.16	-2.07	2.59 [*]	M-org.
TEB-6	-5.18	-2.06	2.57 [*]	M-org.
TEB-7	-5.16	-2.07	2.61 [*]	M-org.
TEG-1	-5.21	-2.26	2.37 [*]	M-org.

^{*} Bestimmung aus Photolumineszenzspektrum

35

Patentansprüche

1. Organische Elektrolumineszenzvorrichtung, enthaltend Anode, Kathode und mindestens eine emittierende Schicht, welche mindestens eine phosphoreszierende Verbindung A und mindestens eine Verbindung B enthält, dadurch gekennzeichnet, dass für die Verbindungen A und B die folgenden Beziehungen (1) oder die folgenden Beziehungen (2) gelten:

- (1) a) $T_1(B) \geq \Delta E$, wobei $\Delta E = | \text{HOMO}(A) | - | \text{LUMO}(B) |$;
b) $T_1(A) \geq \Delta E$, wobei $\Delta E = | \text{HOMO}(A) | - | \text{LUMO}(B) |$;
c) $| \text{HOMO}(B) | > | \text{HOMO}(A) |$; und
d) $| \text{LUMO}(B) | > | \text{LUMO}(A) |$;

oder

- (2) a) $T_1(B) \geq \Delta E$, wobei $\Delta E = | \text{HOMO}(B) | - | \text{LUMO}(A) |$;
b) $T_1(A) \geq \Delta E$, wobei $\Delta E = | \text{HOMO}(B) | - | \text{LUMO}(A) |$;
c) $| \text{LUMO}(A) | > | \text{LUMO}(B) |$; und
d) $| \text{HOMO}(A) | > | \text{HOMO}(B) |$;

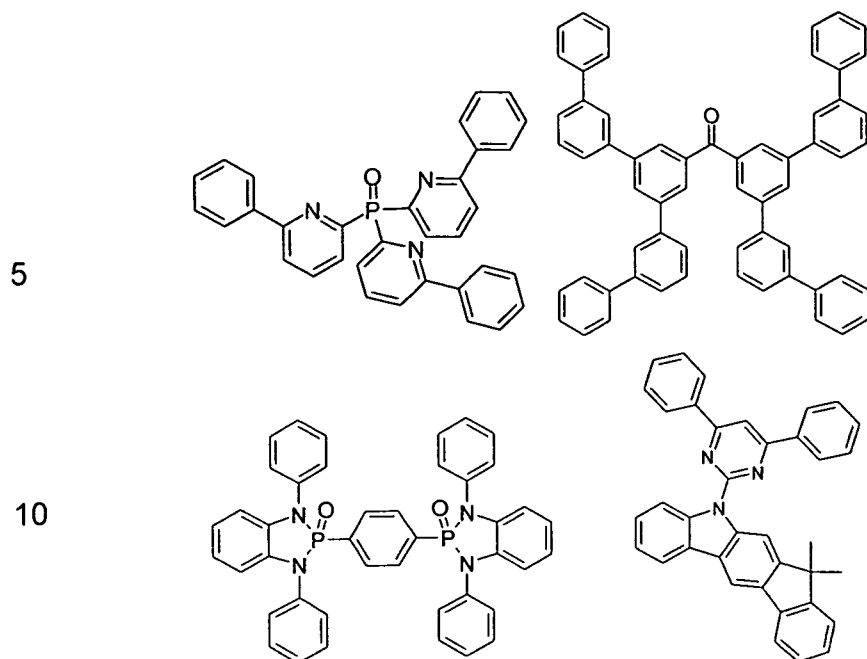
wobei $T_1(A)$ bzw. $T_1(B)$ jeweils die niedrigste Triplettenergie in eV der Verbindung A bzw. B darstellt;

und wobei HOMO(A) bzw. HOMO(B) jeweils das Energieniveau des HOMO in eV relativ zum Vakuum der Verbindung A bzw. B darstellt;

und wobei LUMO(A) bzw. LUMO(B) jeweils das Energieniveau des LUMO in eV relativ zum Vakuum der Verbindung A bzw. B darstellt;

dabei sind die folgenden Materialien als Verbindung B von der Erfindung ausgenommen:

- 84 -



- 15 2. Organische Elektrolumineszenzvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die emittierende Schicht nur aus den Verbindungen A und B besteht oder dass die emittierende Schicht ein oder mehrere weitere Materialien C enthält, wobei für jedes dieser Materialien C gilt:

20

- a) $T_1(C) \geq T_1(A)$
 b) $T_1(C) \geq T_1(B)$
 c) $| \text{HOMO}(C) | > | \text{HOMO}(A) |$ und $| \text{HOMO}(C) | > | \text{HOMO}(B) |$;
 d) $| \text{LUMO}(C) | < | \text{LUMO}(A) |$ und $| \text{LUMO}(C) | < | \text{LUMO}(B) |$

25

3. Organische Elektrolumineszenzvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Verbindung B und, falls vorhanden, C eine Glasübergangstemperatur T_G von größer als 70°C , bevorzugt größer als 90°C aufweist.

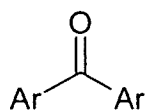
30

4. Organische Elektrolumineszenzvorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Anteil der phosphoreszierenden Verbindung A in der emittierenden Schicht 0.1 bis 50 Vol.-%, bevorzugt 1 bis 30 Vol.-% beträgt.

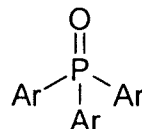
35

5. Organische Elektrolumineszenzvorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass ΔE größer 1.90 eV, bevorzugt größer 2.05 eV ist.
- 5 6. Organische Elektrolumineszenzvorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass $T_1(A)$ größer 2.3 eV, bevorzugt größer 2.5 eV ist.
- 10 7. Organische Elektrolumineszenzvorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass, wenn die in Anspruch 1 genannte Beziehung (1) erfüllt ist, $|HOMO(B)|$ mindestens 0.05 eV größer als $|HOMO(A)|$ ist, bevorzugt mindestens 0.1 eV und dass, wenn die in Anspruch 1 genannte Beziehung (2) erfüllt ist, $|LUMO(A)|$ mindestens 0.05 eV größer als $|LUMO(B)|$ ist, bevorzugt mindestens 0.1 eV.
- 15 8. Organische Elektrolumineszenzvorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass, wenn die Beziehung (1) erfüllt ist, die Verbindung B ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus aromatischen Ketonen, aromatischen Phosphinoxiden, aromatischen Sulfoxiden, aromatischen Sulfonylen, Triazinderivaten, Pyrimidinderivaten, Pyridinderivaten, Zinkkomplexen, Aluminiumkomplexen, Diazaphospholen, Azaborolen, Boronestern, Boranen oder Triphenylenderivaten.
- 20 9. Organische Elektrolumineszenzvorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass das aromatische Keton eine Verbindung der folgenden Formel (1a) und das aromatische Phosphinoxid eine Verbindung der folgenden Formel (1b) darstellt,

30



Formel (1a)



Formel (1b)

35

wobei für die verwendeten Symbole gilt:

Ar ist bei jedem Auftreten gleich oder verschieden ein aromatisches oder heteroaromatisches Ringsystem mit 5 bis 60 aromatischen Ringatomen, welches jeweils mit einer oder mehreren Gruppen R^1 substituiert sein kann;

5

R^1 ist bei jedem Auftreten gleich oder verschieden H, D, F, Cl, Br, I, CHO, $C(=O)Ar^1$, $P(=O)(Ar^1)_2$, $S(=O)Ar^1$, $S(=O)_2Ar^1$, $CR^2=CR^2Ar^1$, $N(R^2)_2$, $N(Ar^1)_2$, CN, NO_2 , $Si(R^2)_3$, $B(OR^2)_2$, $B(R^2)_2$, $B(N(R^2)_2)_2$, OSO_2R^2 , eine geradkettige Alkyl-, Alkoxy- oder Thioalkoxygruppe mit 1 bis 40 C-Atomen oder eine geradkettige Alkenyl- oder Alkynylgruppe mit 2 bis 40 C-Atomen oder eine verzweigte oder cyclische Alkyl-, Alkenyl-, Alkynyl-, Alkoxy- oder Thioalkoxygruppe mit 3 bis 40 C-Atomen, die jeweils mit einem oder mehreren Resten R^2 substituiert sein kann, wobei eine oder mehrere nicht benachbarte CH_2 -Gruppen durch $R^2C=CR^2$, $C\equiv C$, $Si(R^2)_2$, $C=O$, $C=S$, $C=NR^2$, $P(=O)(R^2)$, SO, SO_2 , NR^2 , O, S oder $CONR^2$ ersetzt sein können und wobei ein oder mehrere H-Atome durch F, Cl, Br, I, CN oder NO_2 ersetzt sein können, oder ein aromatisches oder heteroaromatisches Ringsystem mit 5 bis 60 aromatischen Ringatomen, das jeweils durch einen oder mehrere Reste R^2 substituiert sein kann, oder eine Aryloxy- oder Heteroaryloxygruppe mit 5 bis 60 aromatischen Ringatomen, die durch einen oder mehrere Reste R^2 substituiert sein kann, oder eine Kombination dieser Systeme; dabei können zwei oder mehrere benachbarte Substituenten R^1 auch miteinander ein mono- oder polycyclisches, aliphatisches oder aromatisches Ringsystem bilden;

10

15

20

25

Ar^1 ist bei jedem Auftreten gleich oder verschieden ein aromatisches oder heteroaromatisches Ringsystem mit 5 bis 40 aromatischen Ringatomen, das mit einem oder mehreren Resten R^2 substituiert sein kann;

30

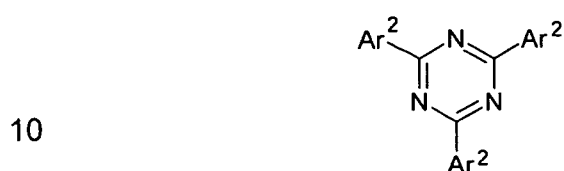
R^2 ist bei jedem Auftreten gleich oder verschieden H, D, CN oder ein aliphatischer, aromatischer und/oder heteroaromatischer Kohlenwasserstoffrest mit 1 bis 20 C-Atomen, in dem auch H-Atome

35

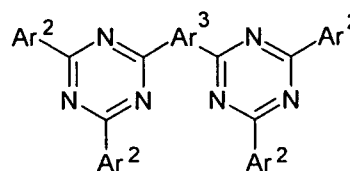
- 87 -

durch F ersetzt sein können; dabei können zwei oder mehrere benachbarte Substituenten R^2 auch miteinander ein mono- oder polycyclisches, aliphatisches oder aromatisches Ringsystem bilden;

5 und dass das Triazinderivat eine Verbindung der folgenden Formel (6) oder (7) darstellt,



Formel (6)



Formel (7)

15 wobei R^1 die oben genannte Bedeutung hat und für die weiteren verwendeten Symbole gilt:

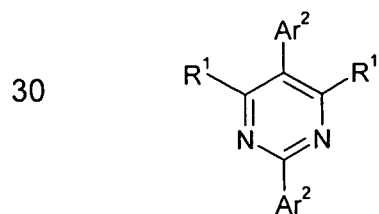
Ar^2 ist gleich oder verschieden bei jedem Auftreten ein monovalentes aromatisches oder heteroaromatisches Ringsystem mit 5 bis 60 aromatischen Ringatomen, welches jeweils mit einem oder mehreren Resten R^1 substituiert sein kann;

20

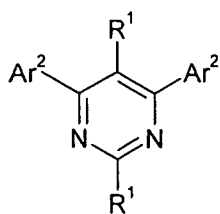
Ar^3 ist ein bivalentes aromatisches oder heteroaromatisches Ringsystem mit 5 bis 60 aromatischen Ringatomen, welches mit einem oder mehreren Resten R^1 substituiert sein kann;

25

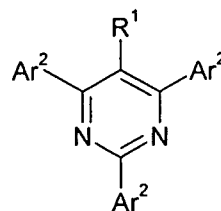
und dass das Pyrimidinderivat eine Verbindung folgenden Formel (25), (26) oder (27) darstellt,



Formel (25)



Formel (26)

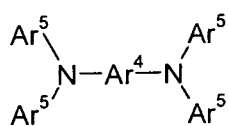


Formel (27) ,

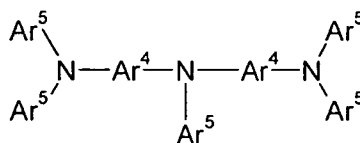
35

wobei die verwendeten Symbole die oben genannten Bedeutungen aufweisen.

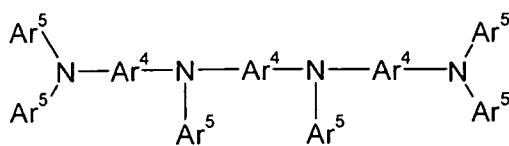
10. Organische Elektrolumineszenzvorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass, wenn die Beziehung (2) erfüllt ist, die Verbindung B ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus Carbazolderivaten, Triarylaminderivaten, überbrückten Carbazolderivaten, Indolocarbazolderivaten, Indenocarbazolderivaten, Azacarbazolderivaten, Dibenzofuran- und Dibenzothiophenderivaten und Diazasilol- bzw. Tetraazasilol-Derivaten.
11. Organische Elektrolumineszenzvorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die aromatischen Amine und Carbazole Verbindungen der folgenden Formeln (28) bis (33) sind,



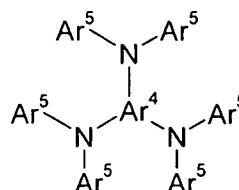
Formel (28)



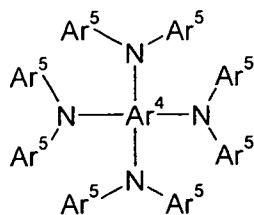
Formel (29)



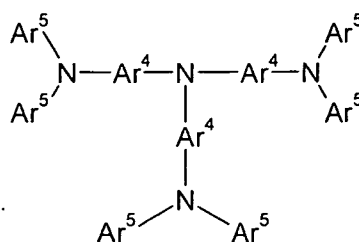
Formel (30)



Formel (31)



Formel (32)



Formel (33)

wobei R¹ die in Anspruch 9 genannte Bedeutung hat und für die weiteren verwendeten Symbole gilt:

Ar⁴ ist bei jedem Auftreten gleich oder verschieden ein bivalentes, trivalentes oder tetravalentes aromatisches oder heteroaromatisches Ringsystem mit 5 bis 60 aromatischen Ringatomen, welches durch einen oder mehrere Reste R¹ substituiert sein kann;

5

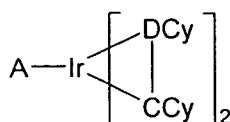
Ar⁵ ist bei jedem Auftreten gleich oder verschieden ein monovalentes aromatisches oder heteroaromatisches Ringsystem mit 5 bis 60 aromatischen Ringatomen, welches durch einen oder mehrere Reste R¹ substituiert sein kann, dabei können zwei Gruppen Ar⁵, welche an dasselbe Stickstoffatom binden, oder eine Gruppe Ar⁴ mit einer Gruppe Ar⁵, welche an dasselbe Stickstoffatom binden, miteinander durch eine Einfachbindung oder eine Brücke, ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus B(R¹), C(R¹)₂, Si(R¹)₂, C=O, C=NR¹, C=C(R¹)₂, O, S, S=O, SO₂, N(R¹), P(R¹) und P(=O)R¹, verknüpft sein.

10

15

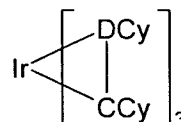
12. Organische Elektrolumineszenzvorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die phosphoreszierende Verbindung A eine Verbindung der Formeln (43) bis (46) darstellt,

20

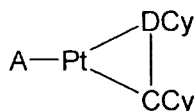


25

Formel (43)

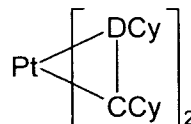


Formel (44)



30

Formel (45)



Formel (46)

wobei R¹ dieselbe Bedeutung hat, wie in Anspruch 9 definiert, und für die weiteren verwendeten Symbole gilt:

35

DCy ist gleich oder verschieden bei jedem Auftreten eine cyclische Gruppe, die mindestens ein Donoratom, bevorzugt Stickstoff,

Kohlenstoff in Form eines Carbens oder Phosphor, enthält, über welches die cyclische Gruppe an das Metall gebunden ist, und die wiederum einen oder mehrere Substituenten R¹ tragen kann; die Gruppen DCy und CCy sind über eine kovalente Bindung miteinander verbunden;

5

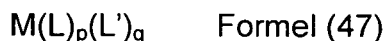
CCy ist gleich oder verschieden bei jedem Auftreten eine cyclische Gruppe, die ein Kohlenstoffatom enthält, über welches die cyclische Gruppe an das Metall gebunden ist und die wiederum einen oder mehrere Substituenten R¹ tragen kann;

10

A ist gleich oder verschieden bei jedem Auftreten ein mono-anionischer, zweizählig chelatisierender Ligand, bevorzugt ein Diketonatligand oder ein Picolinat;

15

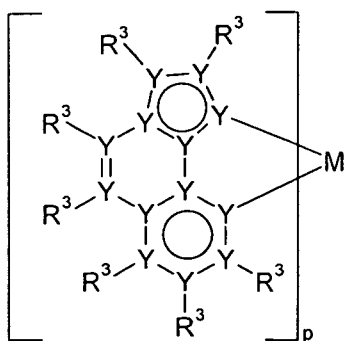
oder dass die phosphoreszierende Verbindung A eine Verbindung der Formel (47) darstellt,



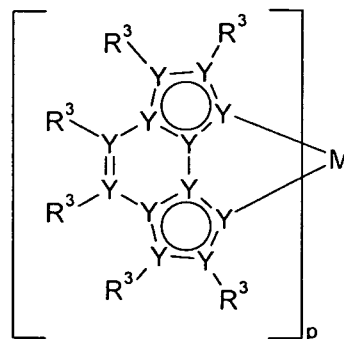
20

enthaltend eine Teilstruktur M(L)_p der Formel (48) oder Formel (49):

25



Formel (48)



Formel (49)

30

wobei für die verwendeten Symbole und Indizes gilt:

35

M ist ein Metall, insbesondere Ir oder Pt;

Y ist bei jedem Auftreten gleich oder verschieden gewählt aus der Gruppe bestehend aus C und N; dabei stellen alle Y gemeinsam ein 14 π -Elektronensystem dar;

5 R^3 ist bei jedem Auftreten gleich oder verschieden H, D, F, Cl, Br, I, $N(R^4)_2$, CN, NO_2 , $Si(R^4)_3$, $B(OR^4)_2$, $C(=O)R^4$, $P(=O)(R^4)_2$, $S(=O)R^4$, $S(=O)_2R^4$, OSO_2R^4 , eine geradkettige Alkyl-, Alkoxy-, Thioalkoxy- oder Imingruppe mit 1 bis 40 C-Atomen oder eine Alkenyl- oder Alkinylgruppe mit 2 bis 40 C-Atomen oder eine verzweigte oder cyclische Alkyl-, Alkoxy- oder Thioalkoxygruppe mit 3 bis 40 C-
10 Atomen, wobei die oben genannten Alkyl-, Alkoxy-, Thioalkoxy-, Imin-, Alkenyl- bzw. Alkinylgruppen jeweils mit einem oder mehreren Resten R^4 substituiert sein können, wobei eine oder mehrere nicht benachbarte CH_2 -Gruppen durch $R^4C=CR^4$, $C\equiv C$, $Si(R^4)_2$, $C=O$, $C=S$, $C=NR^4$, $P(=O)(R^4)$, SO , SO_2 , NR^4 , O, S oder $CONR^4$ ersetzt sein können und wobei ein oder mehrere H-Atome
15 durch D, F, Cl, Br, I, CN oder NO_2 ersetzt sein können, oder ein aromatisches oder heteroaromatisches Ringsystem mit 5 bis 60 aromatischen Ringatomen, das jeweils durch einen oder mehrere Reste R^4 substituiert sein kann, oder eine Aryloxy- oder Heteroaryloxygruppe mit 5 bis 60 aromatischen Ringatomen, die durch einen oder mehrere Reste R^4 substituiert sein kann, oder eine Aralkyl- oder Heteroaralkylgruppe mit 5 bis 60 aromatischen Ring-
20 atomen, die durch einen oder mehrere Reste R^4 substituiert sein kann, oder eine Diarylaminogruppe, Diheteroarylaminogruppe oder Arylheteroarylaminogruppe mit 10 bis 40 aromatischen Ring-
25 atomen, welche durch einen oder mehrere Reste R^4 substituiert sein kann; dabei können zwei oder mehr benachbarte Reste R^3 auch miteinander ein mono- oder polycyclisches, aliphatisches, aromatisches und/oder benzoannelliertes Ringsystem bilden;
30 mit der Maßgabe, dass R^3 ein freies Elektronenpaar darstellt, wenn die Gruppe Y, an welche dieser Rest R^3 gebunden ist, ein Stickstoffatom mit abgesättigter Valenz ist;

35 R^4 ist bei jedem Auftreten gleich oder verschieden H, D, F, Cl, Br, I, $N(R^2)_2$, CN, NO_2 , $Si(R^2)_3$, $B(OR^2)_2$, $C(=O)R^2$, $P(=O)(R^2)_2$, $S(=O)R^2$,

5 $S(=O)_2R^2$, OSO_2R^2 , eine geradkettige Alkyl-, Alkoxy- oder Thioalkoxygruppe mit 1 bis 40 C-Atomen oder eine Alkenyl- oder Alkynylgruppe mit 2 bis 40 C-Atomen oder eine verzweigte oder cyclische Alkyl-, Alkoxy- oder Thioalkoxygruppe mit 3 bis 40 C-Atomen, die jeweils mit einem oder mehreren Resten R^2 substituiert sein kann, wobei eine oder mehrere nicht benachbarte CH_2 -Gruppen durch $R^2C=CR^2$, $C\equiv C$, $Si(R^2)_2$, $C=O$, $C=S$, $C=NR^2$, $P(=O)(R^2)$, SO , SO_2 , NR^2 , O , S oder $CONR^2$ ersetzt sein können und wobei ein oder mehrere H-Atome durch D, F, Cl, Br, I, CN oder NO_2 ersetzt sein können, oder ein aromatisches oder heteroaromatisches Ringsystem mit 5 bis 60 aromatischen Ringatomen, das jeweils durch einen oder mehrere Reste R^2 substituiert sein kann, oder eine Aryloxy- oder Heteroaryloxygruppe mit 5 bis 60 aromatischen Ringatomen, die durch einen oder mehrere Reste R^2 substituiert sein kann, oder eine Aralkyl- oder Heteroaralkylgruppe mit 5 bis 60 aromatischen Ringatomen, die durch einen oder mehrere Reste R^2 substituiert sein kann, oder eine Diarylamino- gruppe, Diheteroarylaminogruppe oder Arylheteroarylaminogruppe mit 10 bis 40 aromatischen Ringatomen, welche durch einen oder mehrere Reste R^2 substituiert sein kann; dabei können zwei oder mehrere benachbarte Reste R^4 miteinander ein mono- oder polycyclisches, aliphatisches oder aromatisches Ringsystem bilden; dabei hat R^2 die oben genannte Bedeutung;

25 L' ist gleich oder verschieden bei jedem Auftreten ein Coligand;

p ist 1, 2 oder 3;

q ist 0, 1, 2, 3 oder 4;

30 dabei können auch mehrere Liganden L miteinander oder L mit L' über eine beliebige Brücke V verknüpft sein und so ein tridentates, tetradentates, pentadentates oder hexadentates Ligandensystem aufspannen.

35

13. Organische Elektrolumineszenzvorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass sie weißes Licht emittiert.

5 14. Verfahren zur Herstellung einer organischen Elektrolumineszenzvorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine Schicht mit einem Sublimationsverfahren aufgebracht wird und/oder dass mindestens eine Schicht mit dem OVPD-Verfahren aufgebracht wird und/oder dass
10 mindestens eine Schicht aus Lösung bzw. durch ein Druckverfahren aufgebracht wird.

15 15. Formulierung, enthaltend mindestens eine phosphoreszierende Verbindung A und mindestens eine Verbindung B, wobei für die Verbindungen A und B die in Anspruch 1 genannten Beziehungen gelten.

20

25

30

35

Abbildung 1

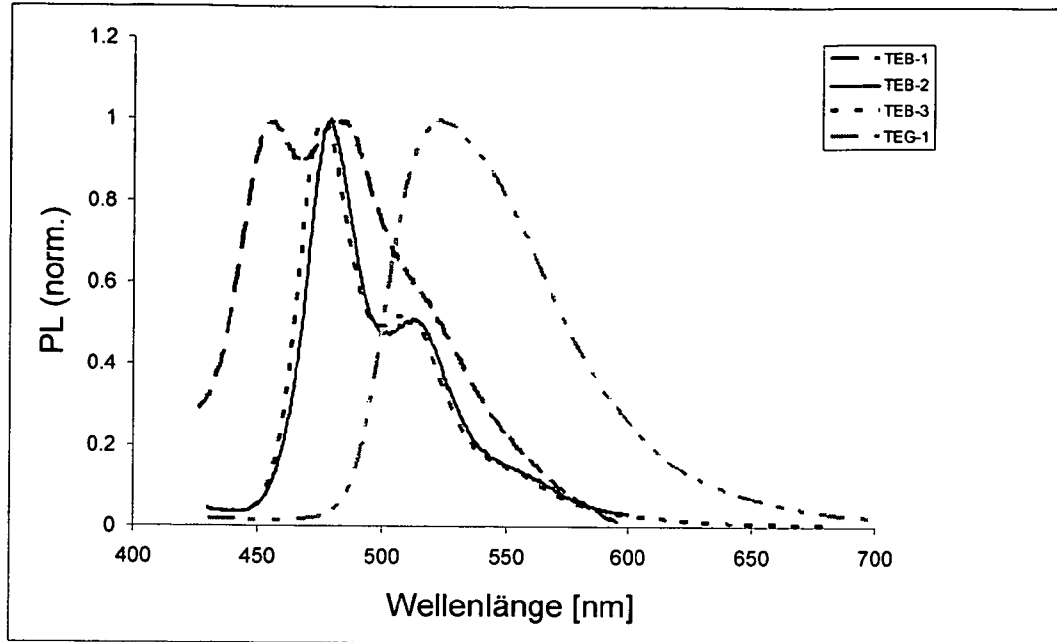


Abbildung 2

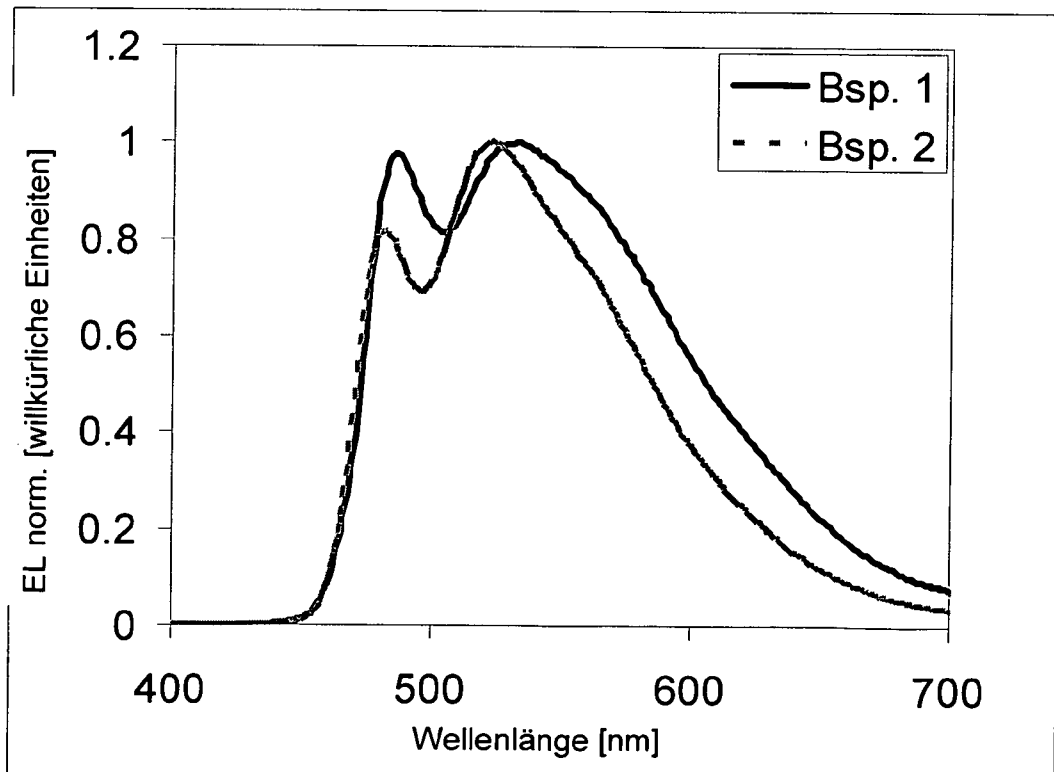


Abbildung 3

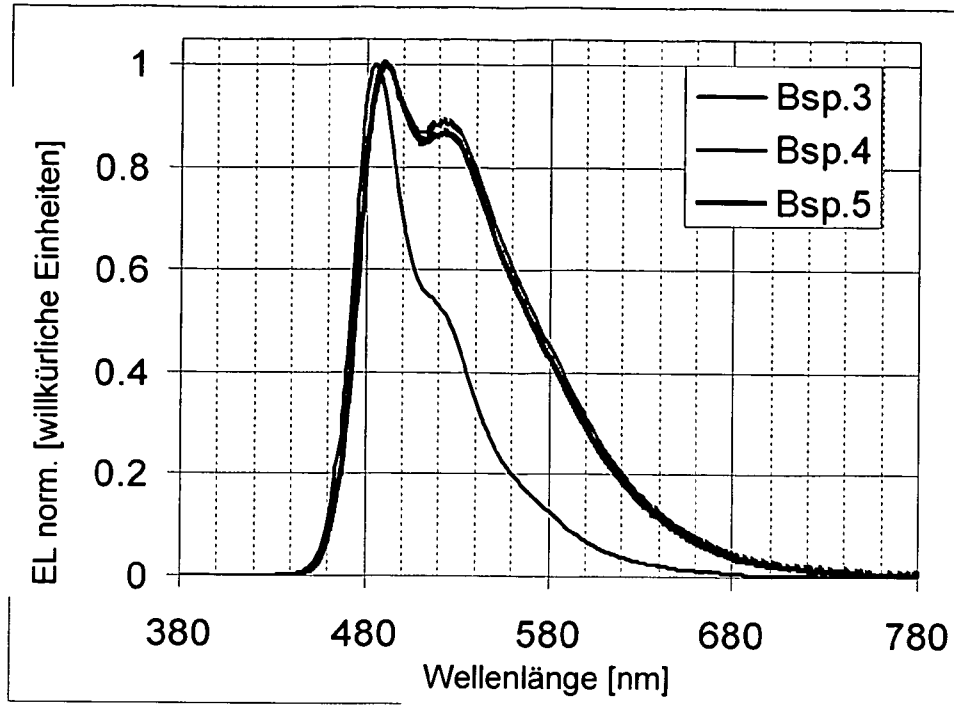


Abbildung 4

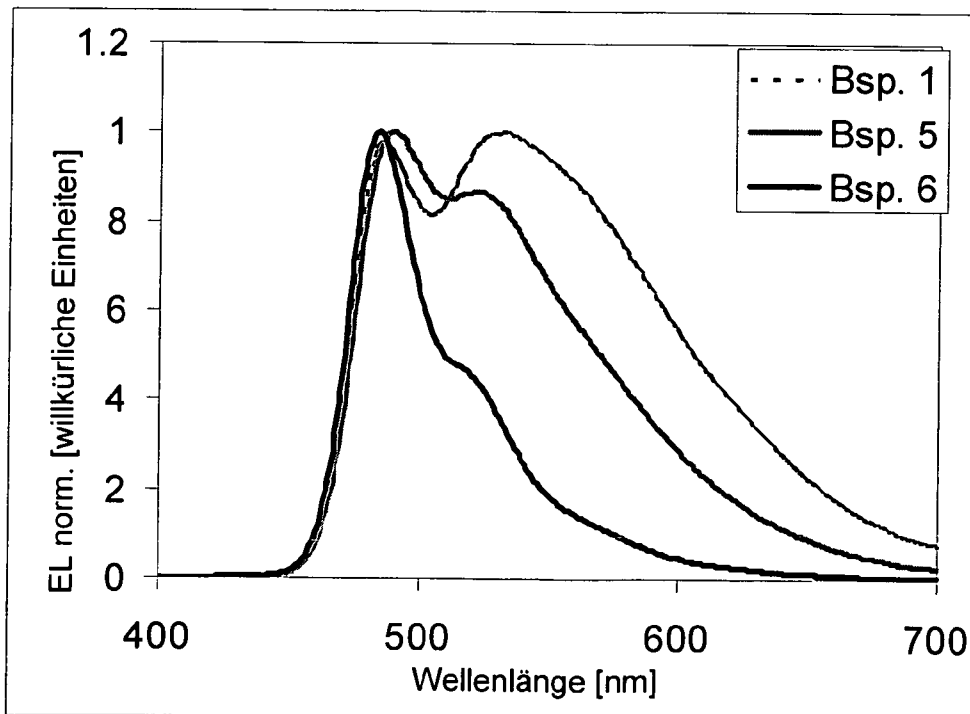


Abbildung 5

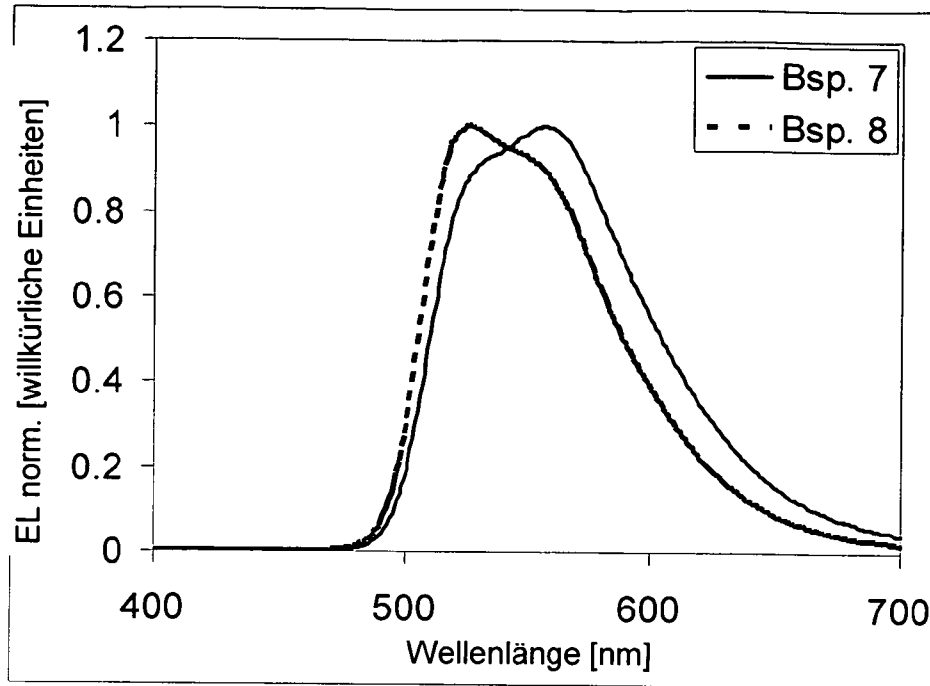


Abbildung 6

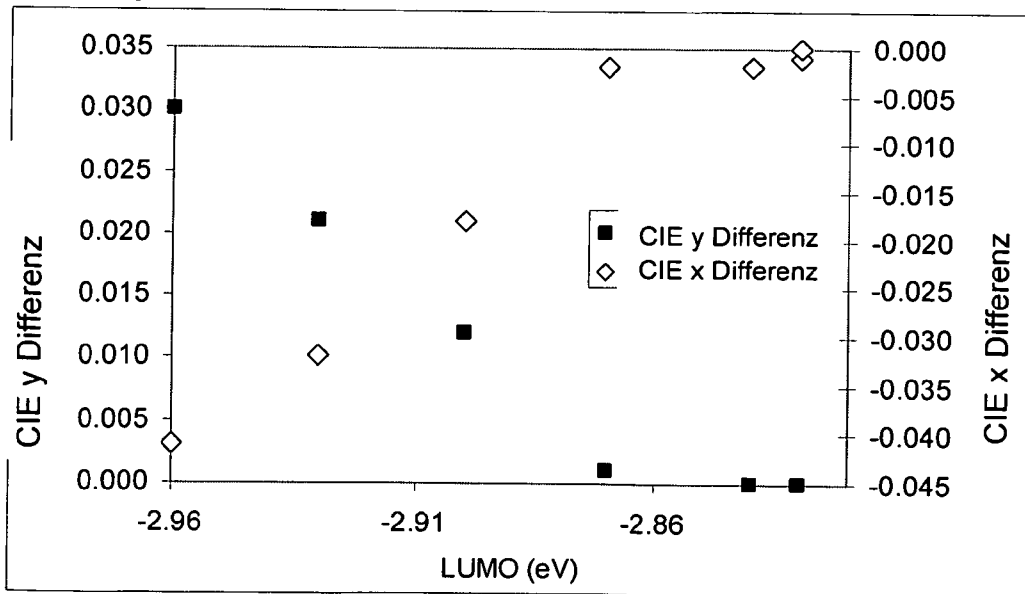


Abbildung 7

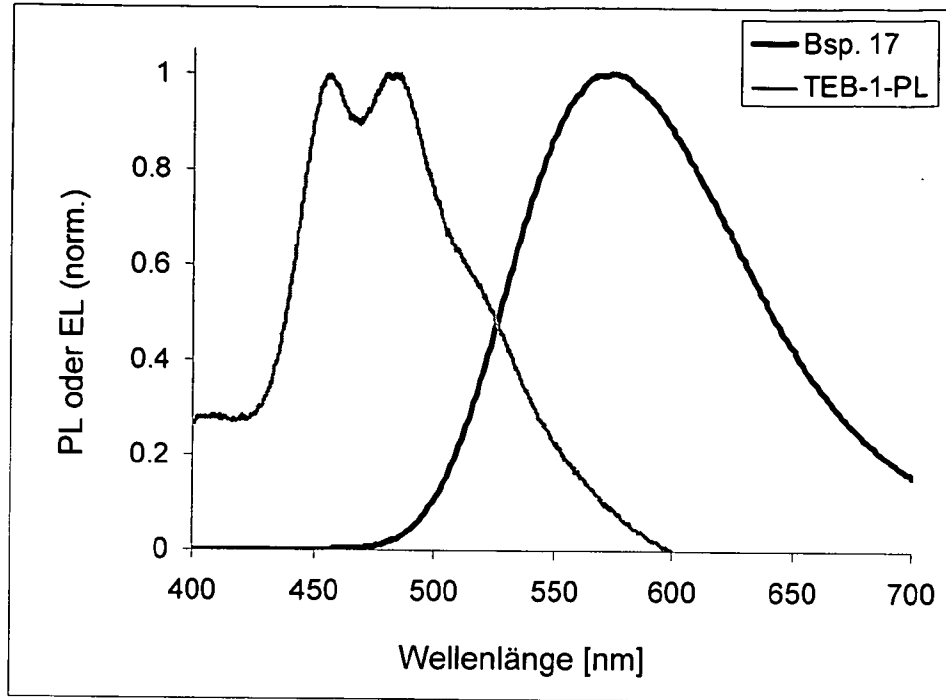
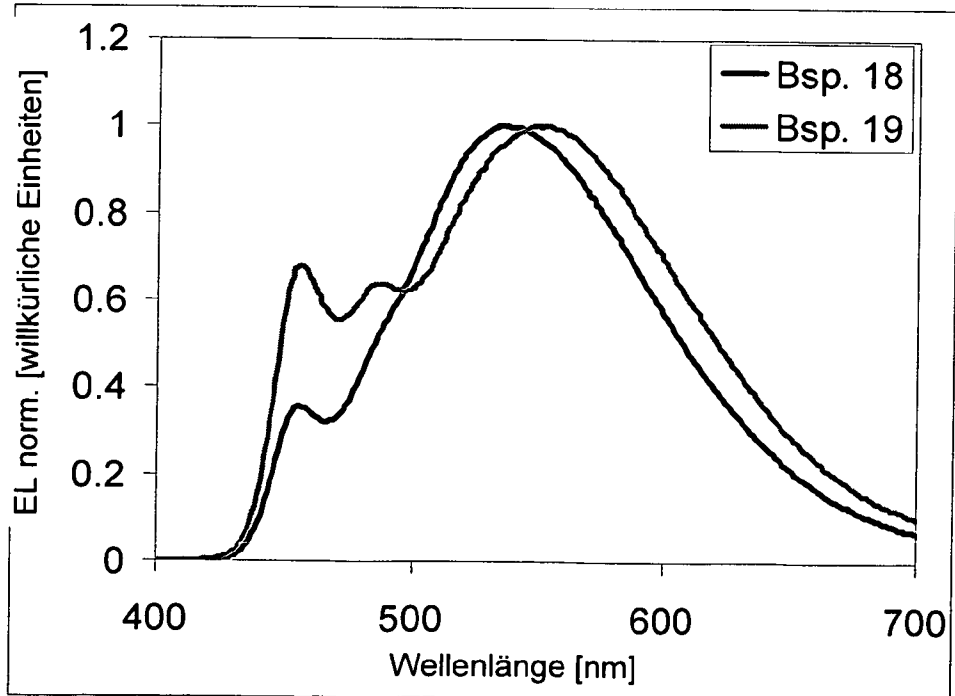


Abbildung 8



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2011/003134

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H01L51/50
ADD.
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
H01L
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)
EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 1 998 387 A1 (KONICA MINOLTA HOLDINGS INC [JP]) 3 December 2008 (2008-12-03) paragraphs [0232] - [0242]; examples 1-10; tables 2,3,5	1-7,12, 14,15
A	DE 103 43 910 A1 (COVION ORGANIC SEMICONDUCTORS [DE]) 12 May 2005 (2005-05-12) paragraphs [0049] - [0054]; example 3a; table 1	1-9,12, 14,15
A	US 2010/140605 A1 (SHIBATA KAZUYUKI [JP] ET AL) 10 June 2010 (2010-06-10) example 12	1-7, 12-15

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search 24 October 2011	Date of mailing of the international search report 02/11/2011
--	--

Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Welter, Steve
--	---

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2011/003134

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 1998387	A1 03-12-2008	WO 2007108362 A1 US 2009091253 A1	27-09-2007 09-04-2009
DE 10343910	A1 12-05-2005	CN 1853288 A	25-10-2006
US 2010140605	A1 10-06-2010	JP 2010161356 A	22-07-2010

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. H01L51/50 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) H01L		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 1 998 387 A1 (KONICA MINOLTA HOLDINGS INC [JP]) 3. Dezember 2008 (2008-12-03) Absätze [0232] - [0242]; Beispiele 1-10; Tabellen 2,3,5	1-7,12, 14,15
A	----- DE 103 43 910 A1 (COVION ORGANIC SEMICONDUCTORS [DE]) 12. Mai 2005 (2005-05-12) Absätze [0049] - [0054]; Beispiel 3a; Tabelle 1	1-9,12, 14,15
A	----- US 2010/140605 A1 (SHIBATA KAZUYUKI [JP] ET AL) 10. Juni 2010 (2010-06-10) Beispiel 12	1-7, 12-15
<input type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
24. Oktober 2011		02/11/2011
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Welter, Steve

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2011/003134

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung	
EP 1998387	A1	03-12-2008	WO 2007108362 A1	27-09-2007
			US 2009091253 A1	09-04-2009

DE 10343910	A1	12-05-2005	CN 1853288 A	25-10-2006

US 2010140605	A1	10-06-2010	JP 2010161356 A	22-07-2010
