



(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2009 014 513.3**

(22) Anmeldetag: **23.03.2009**

(43) Offenlegungstag: **30.09.2010**

(51) Int Cl.⁸: **C09K 11/06** (2006.01)
H01L 51/54 (2006.01)

(71) Anmelder:

Merck Patent GmbH, 64293 Darmstadt, DE

(72) Erfinder:

**Kaiser, Joachim, Dr., 64293 Darmstadt, DE; Heil,
Holger, Dr., 60389 Frankfurt, DE; Stoessel, Philipp,
Dr., 60487 Frankfurt, DE; Joosten, Dominik, Dr.,
60487 Frankfurt, DE; Leu, Simone, 67596
Dittelsheim-Heßloch, DE**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Organische Elektrolumineszenzvorrichtung**

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft phosphoreszierende organische Elektrolumineszenzvorrichtungen, welche in der emittierenden Schicht mindestens einen phosphoreszierenden Emitter und eine Mischung aus mindestens zwei Matrixmaterialien enthalten.

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft organische Elektrolumineszenzvorrichtungen, welche mindestens eine Schicht mit mindestens einem phosphoreszierenden Dotanden und mindestens zwei Matrixmaterialien enthalten.

[0002] 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.

[0003] Allerdings gibt es bei phosphoreszierenden OLEDs noch Verbesserungsbedarf. Dies gilt insbesondere für die Effizienz und die Lebensdauer der Vorrichtung.

[0004] Die der vorliegenden Erfindung zugrunde liegende technische Aufgabe besteht daher darin, eine phosphoreszierende organische Elektrolumineszenzvorrichtung bereitzustellen, welche eine verbesserte Lebensdauer aufweist. Eine weitere Aufgabe besteht darin, eine phosphoreszierende organische Elektrolumineszenzvorrichtung bereitzustellen, welche eine verbesserte Effizienz aufweist.

[0005] Gemäß dem Stand der Technik werden elektronenleitende Materialien, unter anderem Ketone (z. B. gemäß WO 04/093207 oder gemäß der nicht offen gelegten Anmeldung DE 10 2008 033 943.1) oder Triazin-derivate (z. B. gemäß der nicht offen gelegten Anmeldung DE 100 2008 036 982.9) als Matrixmaterialien für phosphoreszierende Emittier verwendet. Insbesondere mit Ketonen werden niedrige Betriebsspannungen und lange Lebensdauern erzielt, was diese Verbindungsklasse zu einem sehr interessanten Matrixmaterial macht. Allerdings besteht bei Verwendung dieser Matrixmaterialien ebenso wie bei anderen Matrixmaterialien noch Verbesserungsbedarf, insbesondere in Bezug auf die Effizienz und die Lebensdauer der Vorrichtung.

[0006] Aus dem Stand der Technik sind weiterhin organische Elektrolumineszenzvorrichtungen bekannt, welche einen phosphoreszierenden Emittier dotiert in eine Mischung aus zwei Matrixmaterialien enthalten.

[0007] In der US 2007/0252516 werden phosphoreszierende organische Elektrolumineszenzvorrichtungen offenbart, welche eine Mischung aus einem loch- und einem elektronenleitenden Matrixmaterial aufweisen. Für diese OLEDs wird eine verbesserte Effizienz offenbart. Ein Einfluss auf die Lebensdauer ist nicht erkennbar.

[0008] In der US 2007/0099026 werden weiß emittierende organische Elektrolumineszenzvorrichtungen offenbart, wobei die grün bzw. rot emittierende Schicht einen phosphoreszierenden Emittier und eine Mischung aus einem loch- und einem elektronenleitenden Matrixmaterial aufweist. Als lochleitende Materialien sind unter anderem Triarylamin- und Carbazolderivate angegeben. Als elektronenleitende Materialien sind unter anderem Aluminium- und Zinkverbindungen, Oxadiazolverbindungen und Triazin- bzw. Triazolverbindungen angegeben. Auch für diese OLEDs sind noch weitere Verbesserungen wünschenswert.

[0009] Überraschend wurde gefunden, dass sich sowohl die Effizienz wie auch die Lebensdauer einer phosphoreszierenden organischen Elektrolumineszenzvorrichtung auf Basis niedermolekularer Moleküle (so genannte Small Molecules) deutlich verbessert, wenn in der emittierenden Schicht als Matrix für den phosphoreszierenden Emittier eine Mischung aus mindestens zwei Matrixmaterialien verwendet wird, wobei eines der beiden Matrixmaterialien ein Material ist, welches in der Lage ist, Ladungen zu transportieren, also ein Elektronen- oder Lochtransportmaterial, und das andere der beiden Matrixmaterialien ein Material ist, welches so gewählt ist, dass es nicht am Ladungstransport beteiligt ist. Dies erreicht man durch Materialien, in denen die Lage des HOMO (höchstes besetztes Molekülorbital) und des LUMO (niedrigstes unbesetztes Molekülorbital) sowie die Energielücke (Bandgap) entsprechend gewählt wird. Mit derartigen Elektrolumineszenzvorrichtungen werden bessere Ergebnisse, insbesondere in Bezug auf Effizienz und Lebensdauer, erzielt als mit Elektrolumineszenzvorrichtungen, welche als Matrix für den phosphoreszierenden Emittier eine Mischung aus einem elektronentransportierenden und einem lochtransportierenden Material enthalten.

[0010] Gegenstand der Erfindung ist somit eine organische Elektrolumineszenzvorrichtung, enthaltend Anode, Kathode und mindestens eine emittierende Schicht, welche mindestens eine phosphoreszierende Verbindung enthält, welche in eine Mischung aus zwei Materialien A und B eindotiert ist, wobei diese Materialien definierte niedermolekulare Verbindungen mit einer Molmasse von 2000 g/mol oder weniger sind, dadurch gekennzeichnet, dass das Material A ein ladungstransportierendes Material ist und dass das Material B ein Ma-

terial ist, welches ein HOMO von -5.4 eV oder weniger und ein LUMO von -2.4 eV oder mehr aufweist, und welches eine Energielücke von mindestens 3.5 eV aufweist.

[0011] Die Materialien A und B sind dabei die Matrixmaterialien für die phosphoreszierende Verbindung und sind selber nicht an der Emission der Elektrolumineszenzvorrichtung beteiligt.

[0012] Das ladungstransportierende Matrixmaterial A kann ein lochtransportierendes Material oder ein elektronentransportierendes Material sein.

[0013] Ein lochtransportierendes Material im Sinne dieser Anmeldung ist charakterisiert durch ein HOMO von mehr als -5.4 eV. Ein elektronentransportierendes Material im Sinne dieser Anmeldung ist charakterisiert durch ein LUMO von weniger als -2.4 eV. Dabei erfolgt die Bestimmung der HOMO- und LUMO-Lagen und der Energielücke so, wie im Beispielpart ausführlich allgemein beschrieben.

[0014] 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 und weiterhin mindestens ein ladungstransportierendes Matrixmaterial und ein weiteres Matrixmaterial mit einem HOMO von -5.4 eV oder weniger, einem LUMO von -2.4 eV oder mehr und einer Energielücke von 3.5 eV oder mehr. 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.

[0015] Eine phosphoreszierende Verbindung im Sinne dieser Erfindung ist eine Verbindung, welche bei Raumtemperatur Lumineszenz aus einem angeregten Zustand mit höherer Spinmultiplizität zeigt, also einem Spinzustand > 1 , insbesondere aus einem angeregten Triplettzustand. Im Sinne dieser Erfindung sollen alle lumineszierenden Übergangsmetallkomplexe mit Übergangsmetallen der zweiten und dritten Übergangsmetallreihe, insbesondere alle lumineszierenden Iridium- und Platinverbindungen als phosphoreszierende Verbindungen angesehen werden.

[0016] In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung handelt es sich bei der phosphoreszierenden Verbindung um eine rot phosphoreszierende Verbindung oder um eine grün phosphoreszierende Verbindung.

[0017] Bevorzugt weisen die Matrixmaterialien A und B eine Glasübergangstemperatur T_g von größer als 70°C auf, besonders bevorzugt größer als 90°C , ganz besonders bevorzugt größer als 110°C .

[0018] Der Anteil der phosphoreszierenden Verbindung in der emittierenden Schicht beträgt bevorzugt 1 bis 50 Vol.-%, besonders bevorzugt 3 bis 30 Vol.-%, ganz besonders bevorzugt 5 bis 25 Vol.-%, insbesondere 10 bis 20 Vol.-%.

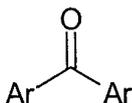
[0019] Das Verhältnis zwischen dem Matrixmaterial A und dem Matrixmaterial B kann variieren. Insbesondere kann durch Variation dieses Verhältnisses die Ladungsbalance der OLED einfach und reproduzierbar eingestellt werden. Durch das Einstellen des Mischungsverhältnisses lässt sich somit leicht die Effizienz der OLED optimieren. Dabei beträgt das Mischungsverhältnis zwischen dem ladungstransportierenden Matrixmaterial A und dem Matrixmaterial B im Allgemeinen von 10:1 bis 1:10, bevorzugt von 7:1 bis 1:7, besonders bevorzugt von 4:1 bis 1:4, jeweils bezogen auf das Volumen.

[0020] Im Folgenden werden bevorzugte Ausführungsformen für das ladungstransportierende Matrixmaterial A und das Matrixmaterial B sowie für die phosphoreszierende Verbindung, welche erfindungsgemäß in der emittierenden Schicht vorhanden sind, ausgeführt.

[0021] In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist das ladungstransportierende Matrixmaterial A eine elektronenleitende Verbindung. Geeignete elektronentransportierende Matrixmaterialien sind ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus aromatischen Ketonen, aromatischen Sulfoxiden, aromatischen Sulfonen, Triazinderivaten, Zink-Komplexen und Aluminium-Komplexen.

[0022] 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 entsprechend definiert.

[0023] In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist das aromatische Keton eine Verbindung der folgenden Formel (1),



Formel (1)

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;

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, 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 Alkinylgruppe mit 2 bis 40 C-Atomen oder eine verzweigte oder cyclische Alkyl-, Alkenyl-, Alkenyl-, 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, Ge(R²)₂, Sn(R²)₂, C=O, C=S, C=Se, C=NR², 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 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;

Ar¹ 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;

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

[0024] 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 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 Cyclus, beispielsweise Pyridin, Pyrimidin, Thiophen, etc., oder eine kondensierte Aryl- oder Heteroarylgruppe, beispielsweise Naphthalin, Anthracen, Pyren, Chinolin, Isochinolin, etc., verstanden.

[0025] 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 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 Aryl- oder Heteroarylgruppen durch eine kurze, nicht-aromatische Einheit (bevorzugt weniger als 10% der von H verschiedenen Atome), wie z. B. ein sp³-hybridisiertes C-, N- oder O-Atom oder eine Carbonylgruppe, unterbrochen sein können. So sollen beispielsweise auch Systeme wie 9,9'-Spirofluoren, 9,9-Diarylfluoren, Triarylamine, Diarylether, Stilben, Benzophenon, etc. als aromatische Ringsysteme im Sinne dieser Erfindung verstanden werden. Ebenso werden unter einem aromatischen bzw. heteroaromatischen Ringsystem Systeme verstanden, in denen mehrere Aryl- bzw. Heteroarylgruppen durch Einfachbindungen miteinander verknüpft sind, beispielsweise Biphenyl, Terphenyl oder Bipyridin.

[0026] 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, Cyclopentyl, n-Hexyl, s-Hexyl, t-Hexyl, 2-Hexyl, 3-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-Alkylgruppe 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, Pyren, Chrysen, Perylen, Fluoranthren, Benzfluoranthren, Naphthacen, Pentacen, Benzpyren, Biphenyl, Biphenylen, Terphenyl, Terphenylen, Fluoren, Benzofluoren, Dibenzofluoren, Spirobifluoren, Dihydrophenanthren, Dihdropyren, Tetrahydropyren, cis- oder trans-Indenofluoren, cis- oder trans-Monobenzoidenofluoren, cis- oder trans-Dibenzoidenofluoren, 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.

[0027] Geeignete Verbindungen gemäß Formel (1) sind insbesondere die in WO 04/093207 und in der nicht offen gelegten DE 10 2008 033 943.1 offenbarten Ketone. Diese sind via Zitat Bestandteil der vorliegenden Erfindung.

[0028] Aus der Definition der Verbindung gemäß Formel (1) geht hervor, dass diese nicht nur eine Carbonylgruppe enthalten muss, sondern auch mehrere dieser Gruppen enthalten kann.

[0029] Bevorzugt ist die Gruppe Ar in Verbindungen gemäß Formel (1) ein aromatisches Ringsystem mit 6 bis 40 aromatischen Ringatomen, 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 nichtaromatische Gruppe, beispielsweise durch eine weitere Carbonylgruppe unterbrochen sein.

[0030] 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.

[0031] 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, 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-, 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-Chinolinylyl, 1-, 3-, 4-, 5-, 6-, 7- oder 8-iso-Chinolinylyl, 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.

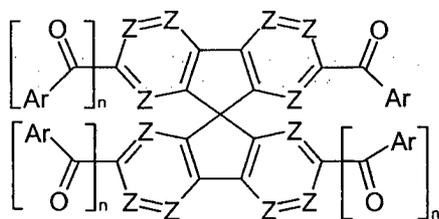
[0032] Die Gruppen Ar können, wie oben beschrieben, durch einen oder mehrere Reste R¹ substituiert sein. Diese Reste R¹ sind bevorzugt gleich oder verschieden bei jedem Auftreten gewählt aus der Gruppe bestehend aus H, F, C(=O)Ar¹, P(=O)(Ar¹)₂, S(=O)Ar¹, S(=O)₂Ar¹, einer geradkettigen Alkylgruppe mit 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 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)Ar¹ 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.

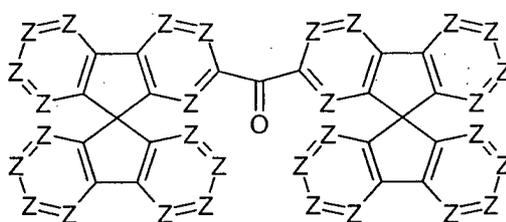
[0033] In nochmals einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist die Gruppe Ar¹ gleich oder verschieden bei jedem Auftreten ein aromatisches Ringsystem mit 6 bis 24 aromatischen Ringatomen, das mit einem oder mehreren Resten R^2 substituiert sein kann. Besonders bevorzugt ist Ar¹ gleich oder verschieden bei jedem Auftreten ein aromatisches Ringsystem mit 6 bis 12 aromatischen Ringatomen.

[0034] Besonders bevorzugt sind Benzophenon-Derivate, die jeweils an den 3,5,3',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 kann. Weiterhin bevorzugt sind Ketone, welche mit mindestens einer Spirobifluorengruppe substituiert sind.

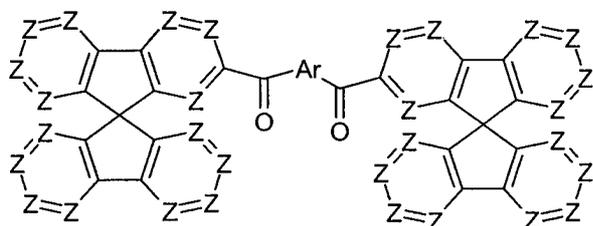
[0035] Bevorzugte aromatische Ketone sind daher die Verbindungen der folgenden Formel (2) bis (5),



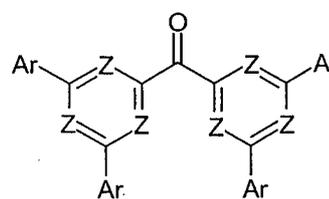
Formel (2)



Formel (3)



Formel (4)



Formel (5)

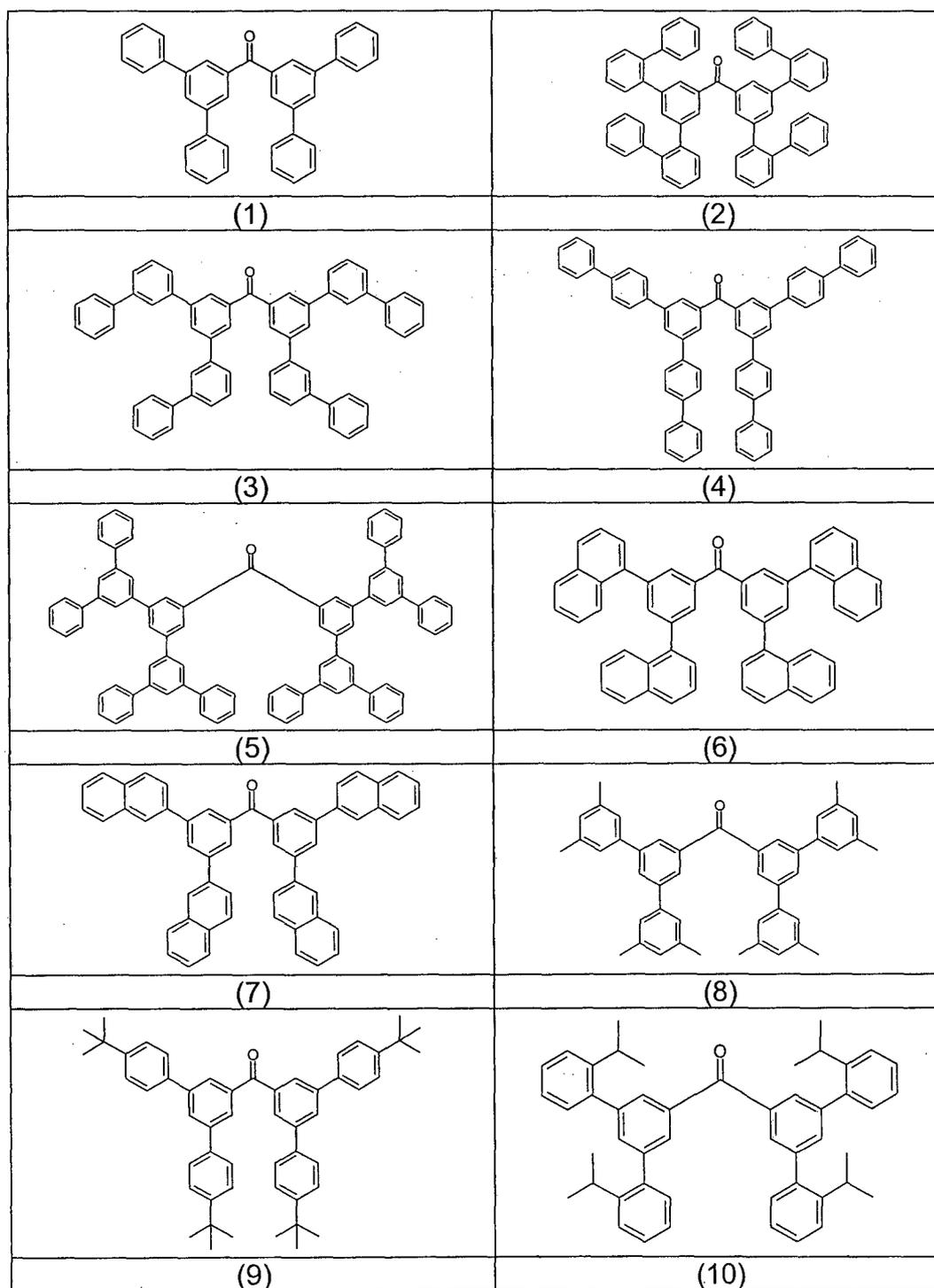
wobei Ar und R^1 dieselbe Bedeutung haben, wie oben beschrieben, und weiterhin gilt:

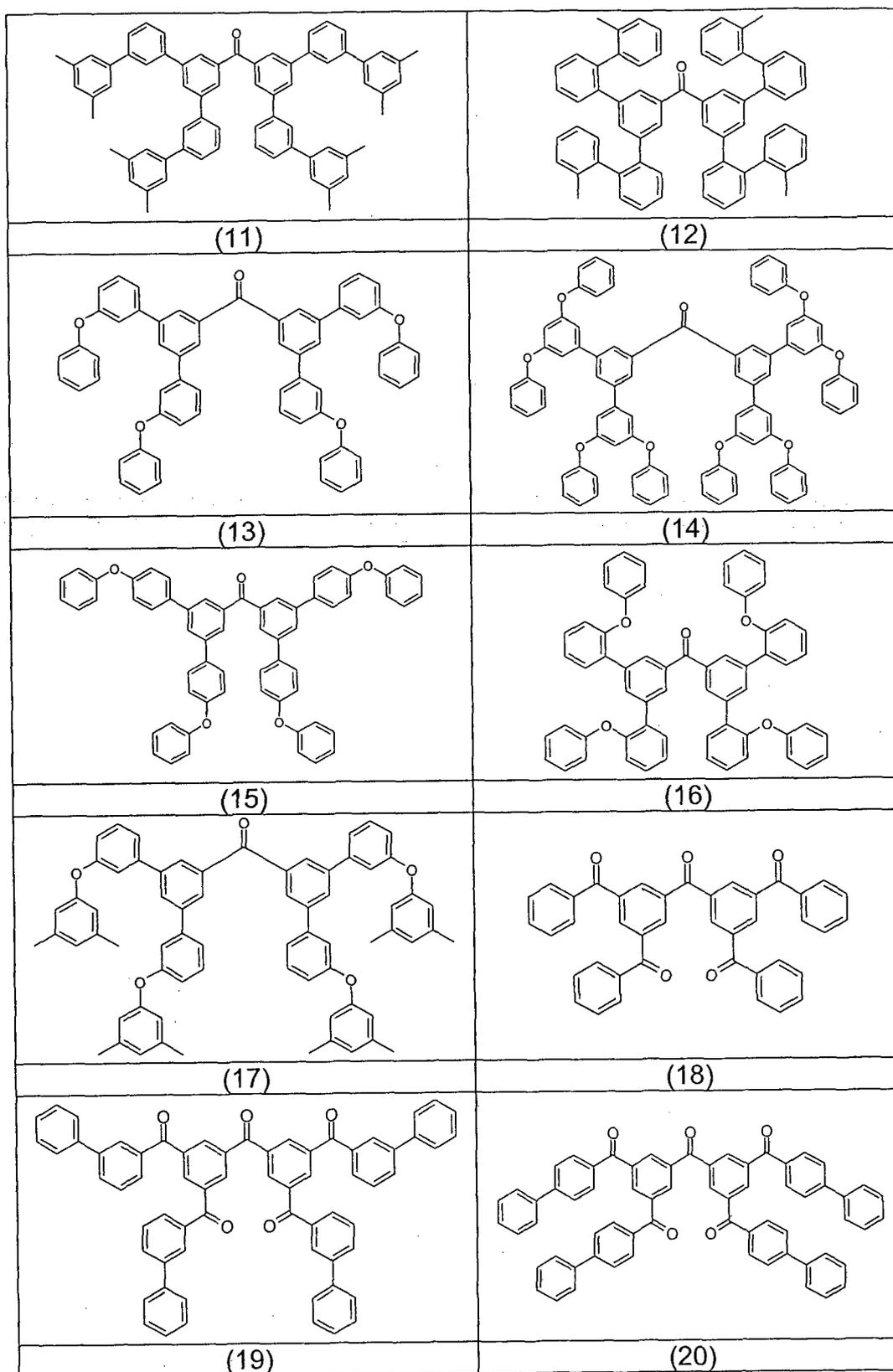
Z ist gleich oder verschieden bei jedem Auftreten CR¹ oder N;

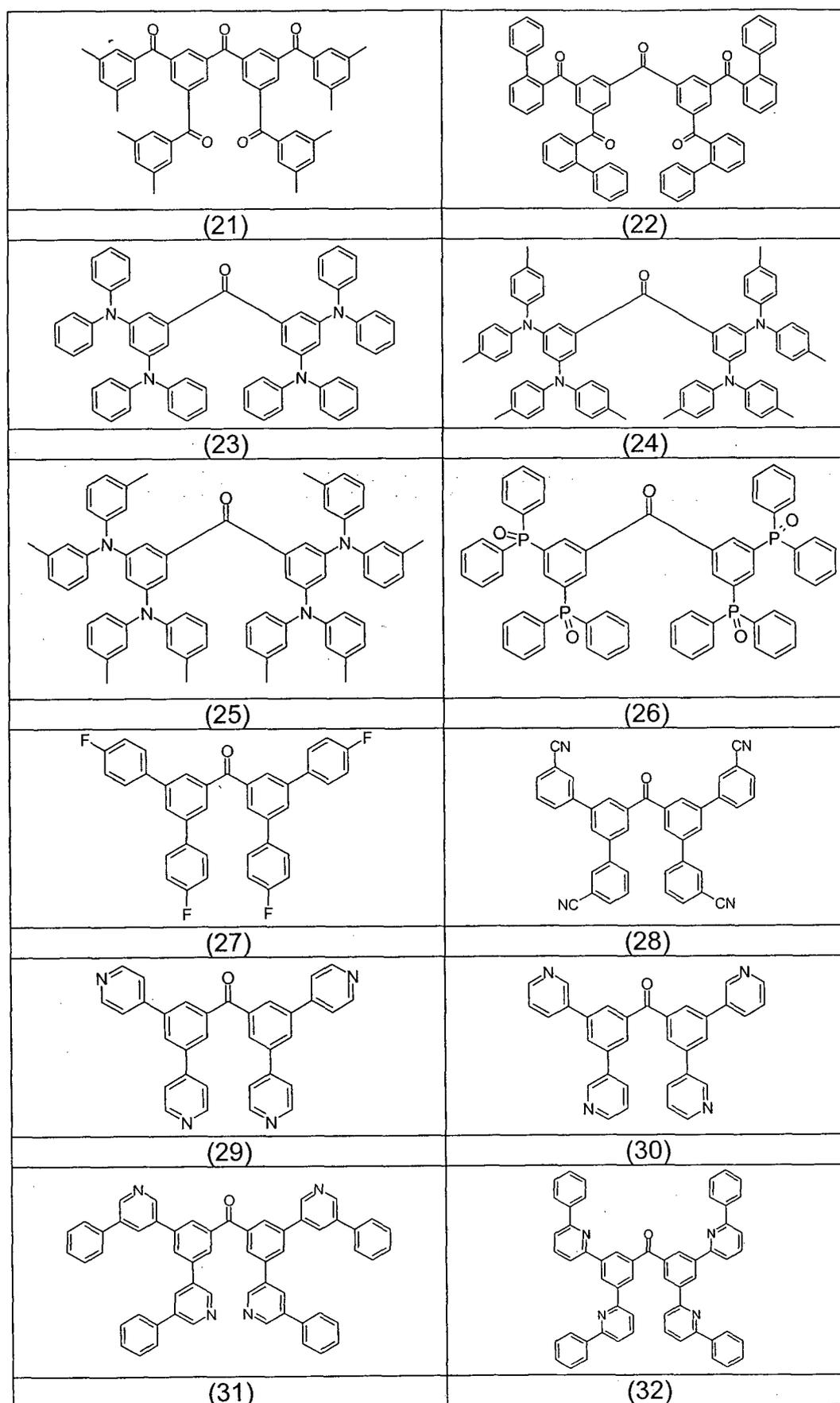
n ist gleich oder verschieden bei jedem Auftreten 0 oder 1.

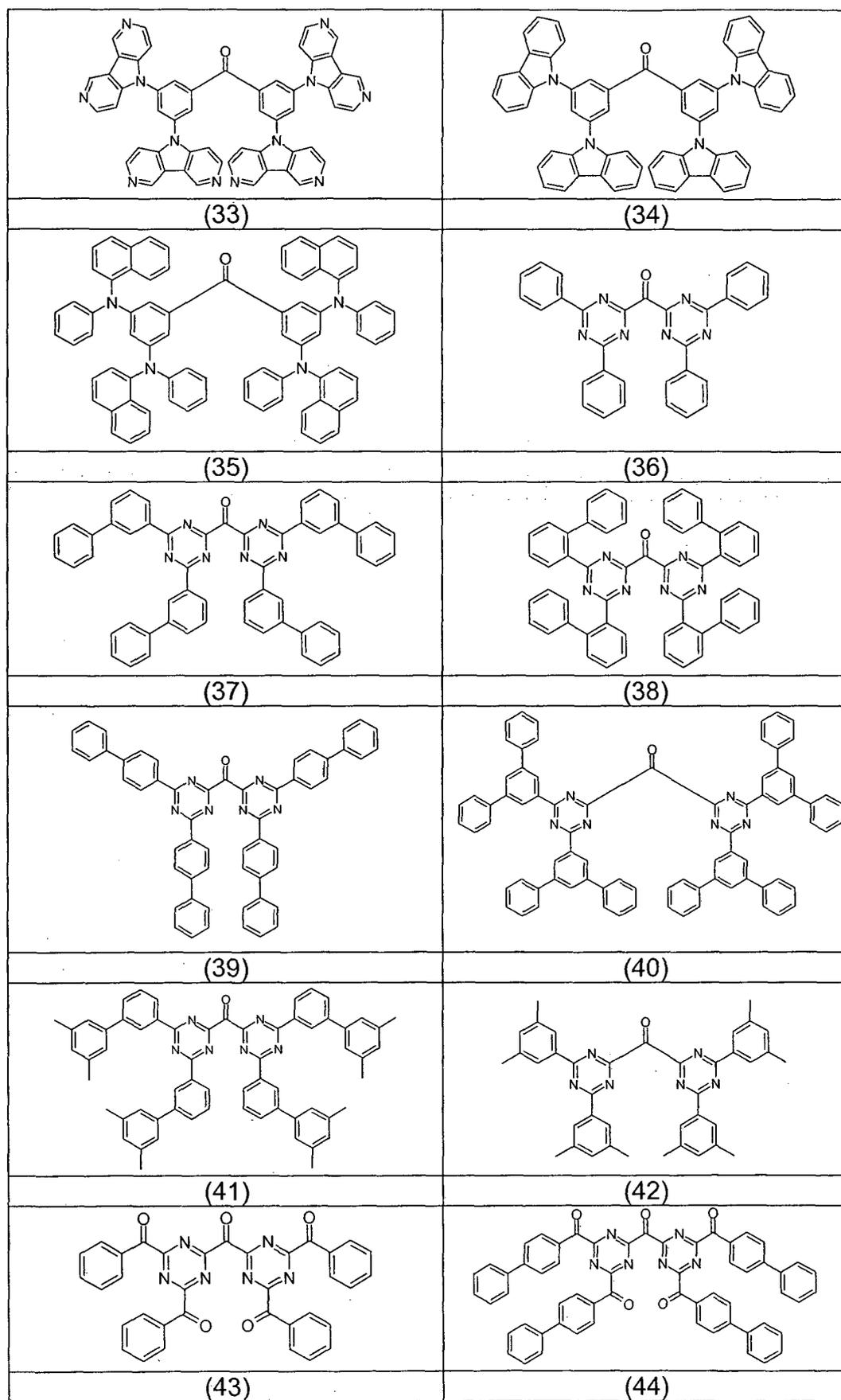
[0036] Bevorzugt steht Ar in der oben genannten Formel (2), (4) und (5) für ein aromatisches oder heteroaromatisches Ringsystem mit 1 bis 30 aromatischen Ringatomen, welches mit einem oder mehreren Resten R^1 substituiert sein kann. Besonders bevorzugt sind die oben genannten Gruppen Ar.

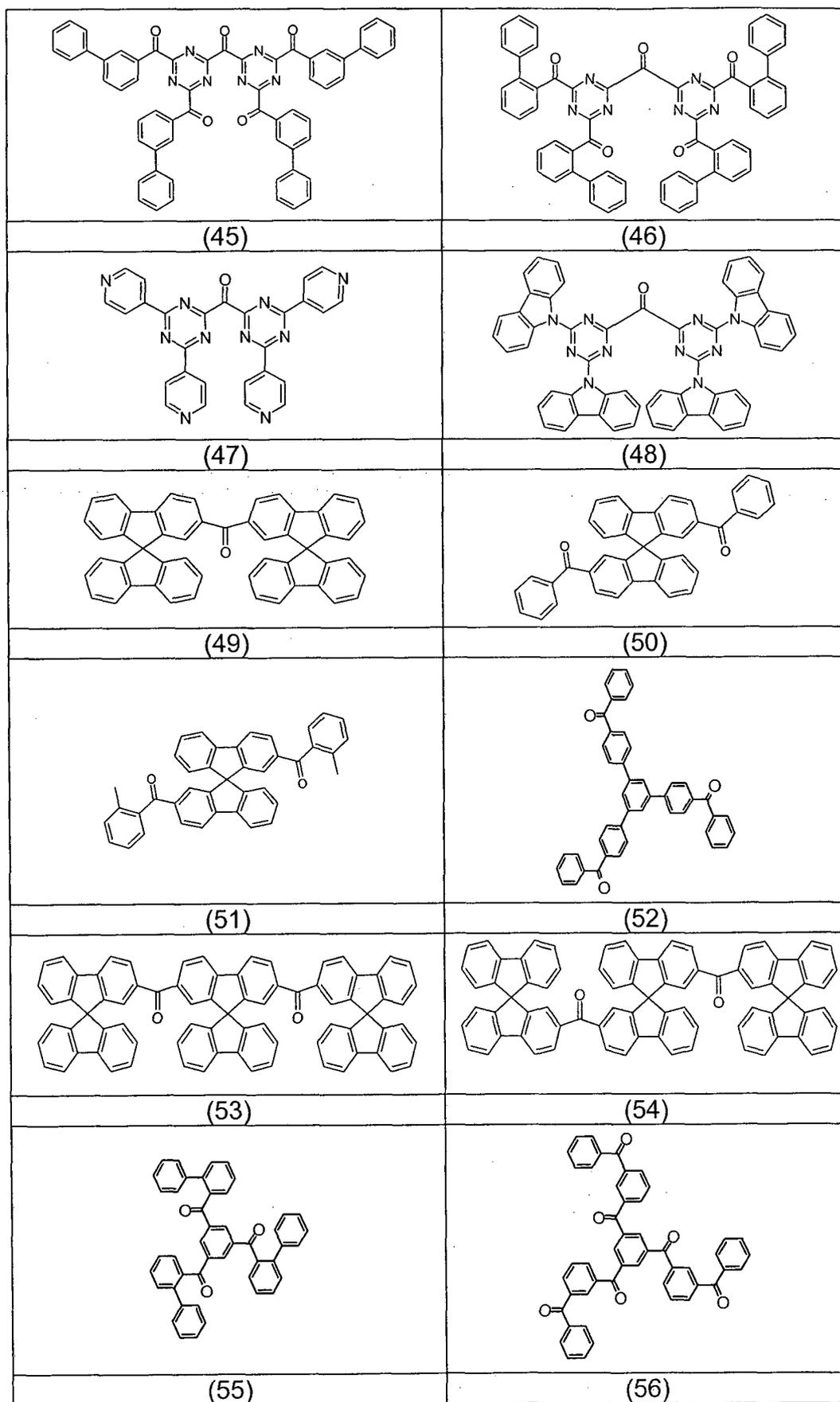
[0037] Beispiele für geeignete Verbindungen gemäß Formel (1) sind die im Folgenden abgebildeten Verbindungen (1) bis (59).

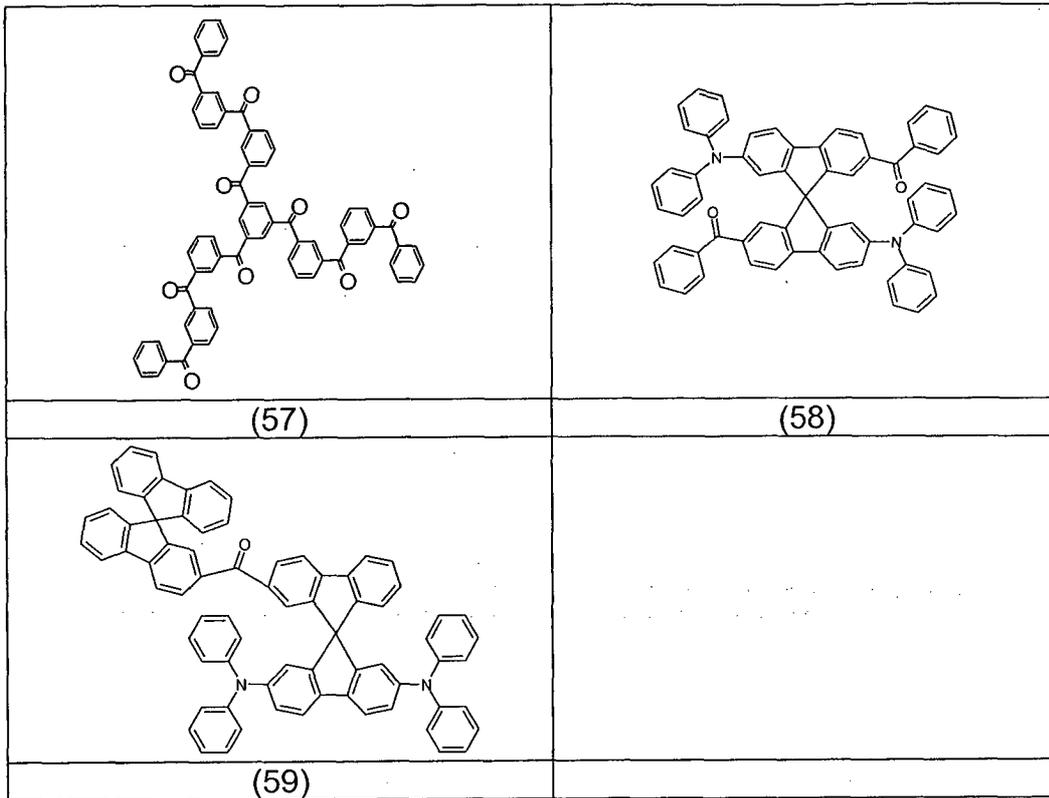




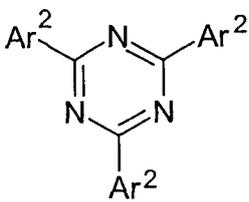




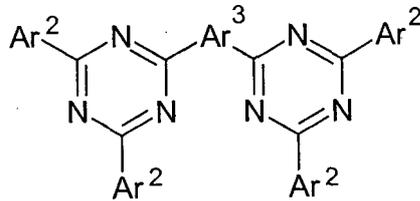




[0038] Geeignete Triazinderivate, die als Matrixmaterial A verwendet werden können, sind insbesondere 1,3,5-Triazine, welche mit mindestens einer, bevorzugt mindestens zwei, besonders bevorzugt mit drei aromatischen oder heteroaromatischen Ringsystemen substituiert sind. Besonders bevorzugt sind also Verbindungen der folgenden Formel (6) oder (7),



Formel (6)



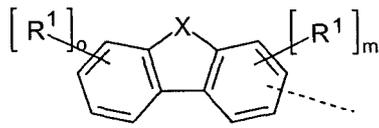
Formel (7)

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

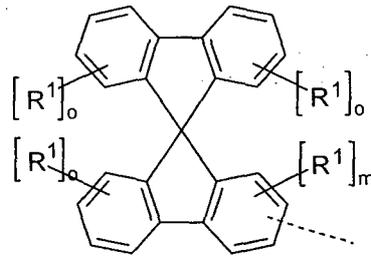
Ar² ist gleich oder verschieden bei jedem Auftreten ein monovalentes aromatisches oder heteroaromatisches Ringsystem mit 5 bis 60 aromatischen Ringatomen, welches jeweils mit einem oder mehreren Resten R¹ substituiert sein kann;

Ar³ ist ein bivalentes aromatisches oder heteroaromatisches Ringsystem mit 5 bis 60 aromatischen Ringatomen, welches mit einem oder mehreren Resten R¹ substituiert sein kann.

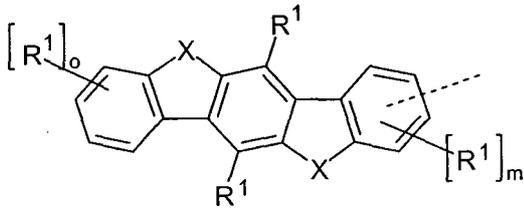
[0039] Bevorzugt ist in Verbindungen der Formel (6) und (7) mindestens eine Gruppe Ar² gewählt aus den Gruppen der folgenden Formeln (8) bis (14), und die anderen Gruppen Ar² haben die oben angegebene Bedeutung,



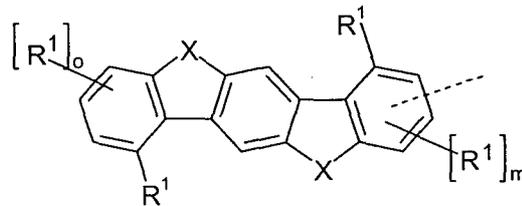
Formel (8)



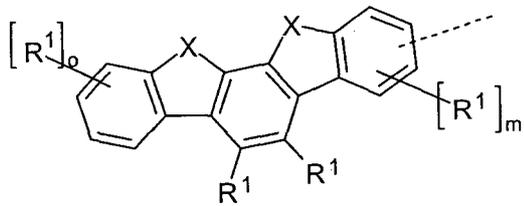
Formel (9)



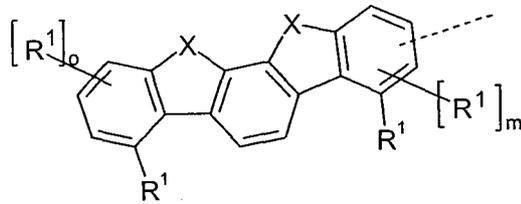
Formel (10)



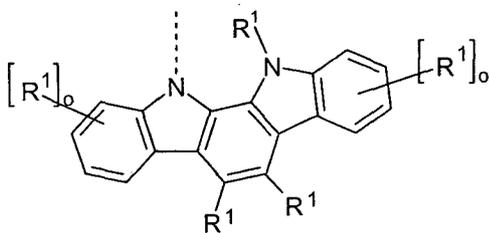
Formel (11)



Formel (12)



Formel (13)



Formel (14)

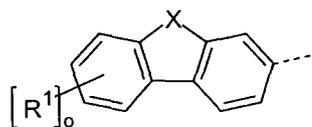
wobei R^1 dieselbe Bedeutung hat, wie oben beschrieben, die gestrichelte Bindung die Verknüpfung mit der Triazineinheit darstellt und weiterhin gilt:

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 $P(=O)R^1$;

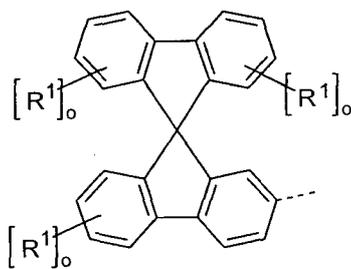
m ist bei jedem Auftreten gleich oder verschieden 0, 1, 2 oder 3;

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

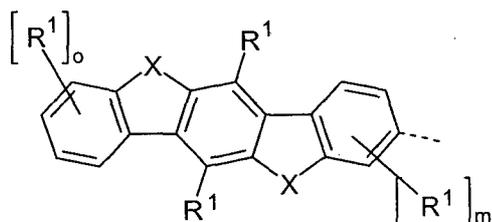
[0040] Besonders bevorzugte Gruppen Ar^2 sind gewählt aus den Gruppen der folgenden Formeln (8a) bis (14a),



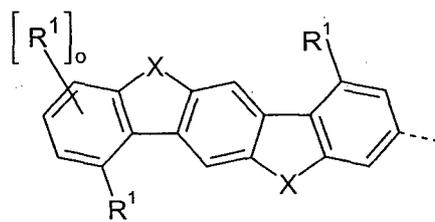
Formel (8a)



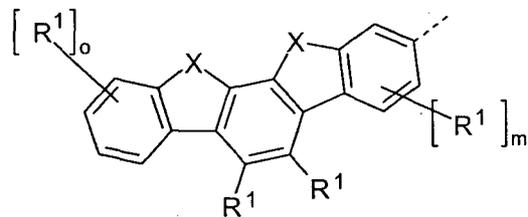
Formel (9a)



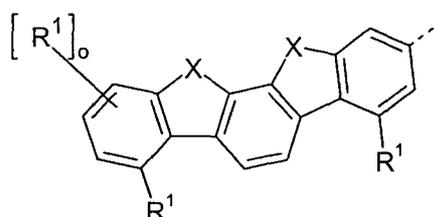
Formel (10a)



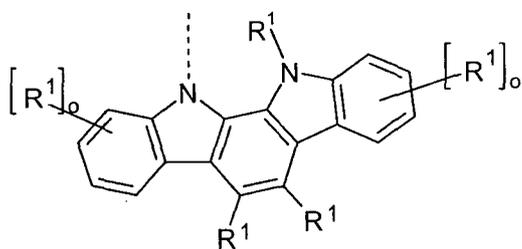
Formel (11a)



Formel (12a)



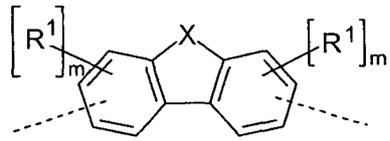
Formel (13a)



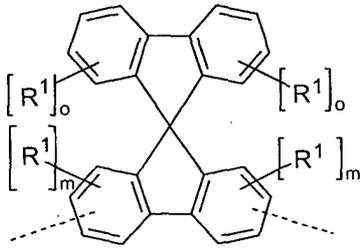
Formel (14a)

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 $C(R^1)_2$.

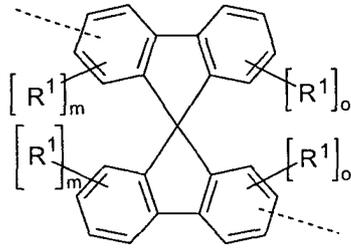
[0041] Bevorzugte Gruppen Ar^3 in Verbindungen der Formel (7) sind gewählt aus den Gruppen der folgenden Formeln (15) bis (21),



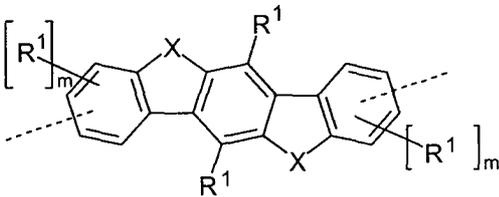
Formel (15)



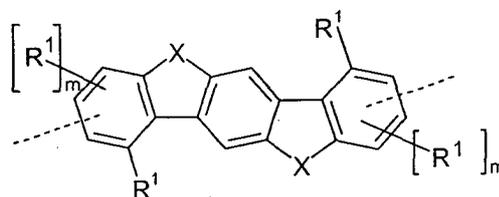
Formel (16)



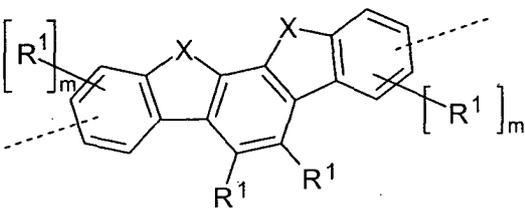
Formel (17)



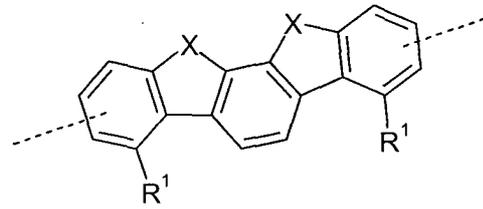
Formel (18)



Formel (19)



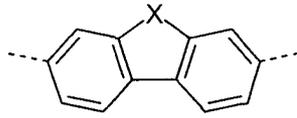
Formel (20)



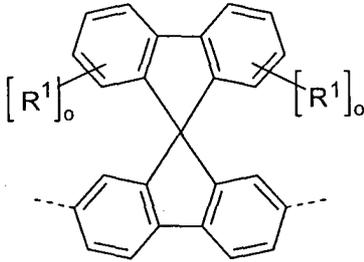
Formel (21)

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

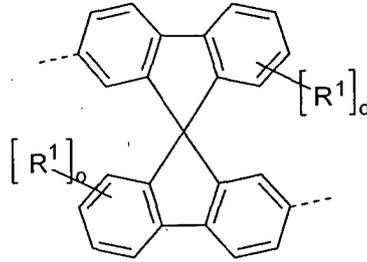
[0042] Besonders bevorzugte Gruppen Ar^3 sind gewählt aus den Gruppen der folgenden Formeln (15a) bis (21a),



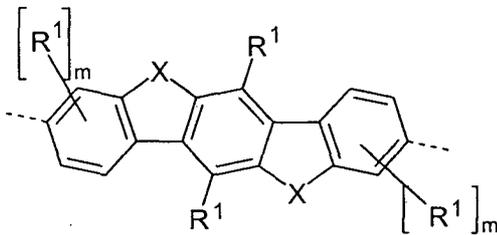
Formel (15a)



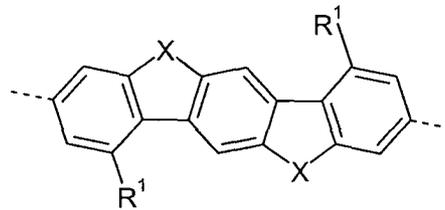
Formel (16a)



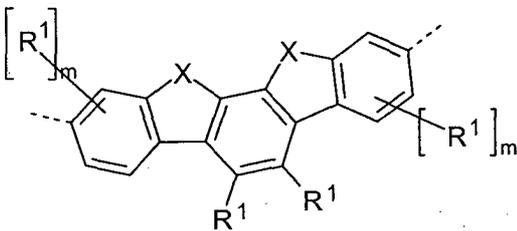
Formel (17a)



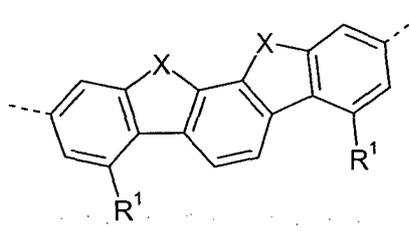
Formel (18a)



Formel (19a)



Formel (20a)



Formel (21a)

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 $C(R^1)_2$.

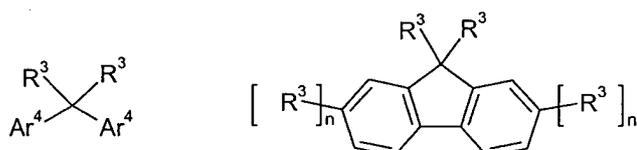
[0043] Bevorzugt sind weiterhin Verbindungen der oben aufgeführten Formel (7), in der die Gruppe Ar^3 aus den oben aufgeführten Formeln (15) bis (21) ausgewählt ist und Ar^2 gleich oder verschieden bei jedem Auftreten ausgewählt ist aus den oben aufgeführten Formeln (8) bis (14) oder Phenyl, 1- oder 2-Naphthyl, ortho-, meta- oder para-Biphenyl, welche durch einen oder mehrere Reste R^1 substituiert sein können, jedoch bevorzugt unsubstituiert sind.

[0044] Wie oben beschrieben, ist das Matrixmaterial B ein Material, welches ein HOMO von -5.4 eV oder weniger aufweist und welches ein LUMO von -2.4 eV oder mehr aufweist und welches weiterhin eine Energielücke von 3.5 eV oder mehr aufweist. In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung weist das Matrixmaterial B ein HOMO von -5.7 eV oder weniger, besonders bevorzugt von -6.0 eV oder weniger auf. Weiterhin bevorzugt weist das Matrixmaterial B eine Energielücke von 3.7 eV oder mehr, besonders bevorzugt von 3.9 eV oder mehr auf. Durch die Wahl von Materialien mit den oben genannten Bedingungen für HOMO, LUMO und Energielücke wird gewährleistet, dass dieses Material nicht bzw. nicht in einem wesentlichen Anteil am Ladungstransport in der Schicht teilnimmt. Weiterhin bevorzugt weist das Matrixmaterial B ein LUMO von -2.2 eV oder mehr, besonders bevorzugt von -2.0 eV oder mehr auf.

[0045] In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist das Matrixmaterial B ein Diazaborolderivat, insbesondere ein aromatisches Diazaborolderivat.

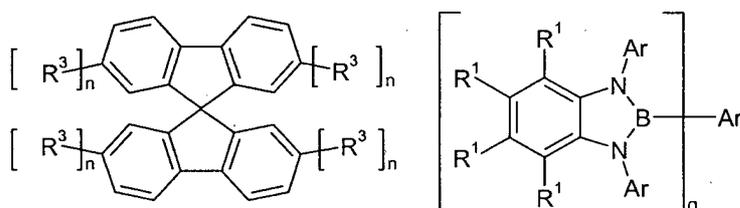
[0046] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist das Matrixmaterial B ein reiner Kohlenwasserstoff, also ein Material, welches nur aus den Atomen Kohlenstoff und Wasserstoff aufgebaut ist und welches keine Atome ungleich Kohlenstoff oder Wasserstoff enthält. In einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung handelt es sich bei dem Matrixmaterial B um einen aromatischen Kohlenwasserstoff. Dieser ist dadurch gekennzeichnet, dass er aromatische Gruppen enthält. Er kann aber zusätzlich auch nicht-aromatische Kohlenstoffatome enthalten, beispielsweise Alkylgruppen.

[0047] In einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist das Matrixmaterial B ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Diarylmethan-Derivaten, Fluorenderivaten, Spirobifluorenderivaten oder Diazaborolderivaten. Besonders geeignete Matrixmaterialien B sind also Verbindungen der folgenden Formeln (22), (23), (24) und (25),



Formel (22)

Formel (23)



Formel (24)

Formel (25)

wobei Ar, R¹ und n die oben genannte Bedeutung haben und die weiteren verwendeten Symbole die folgenden Bedeutungen haben:

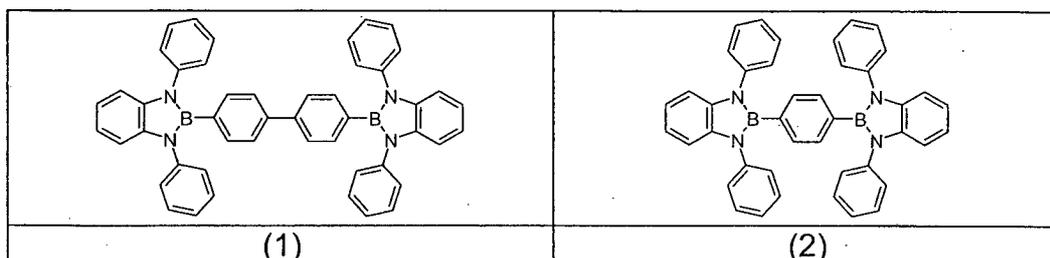
Ar⁴ ist bei jedem Auftreten gleich oder verschieden ein aromatisches Gruppe mit 6 bis 60 aromatischen C-Atomen, welches keine nichtaromatischen Gruppen ungleich Kohlenstoff oder Wasserstoff enthält; dabei kann Ar⁴ durch einen oder mehrere Reste R⁴ substituiert sein;

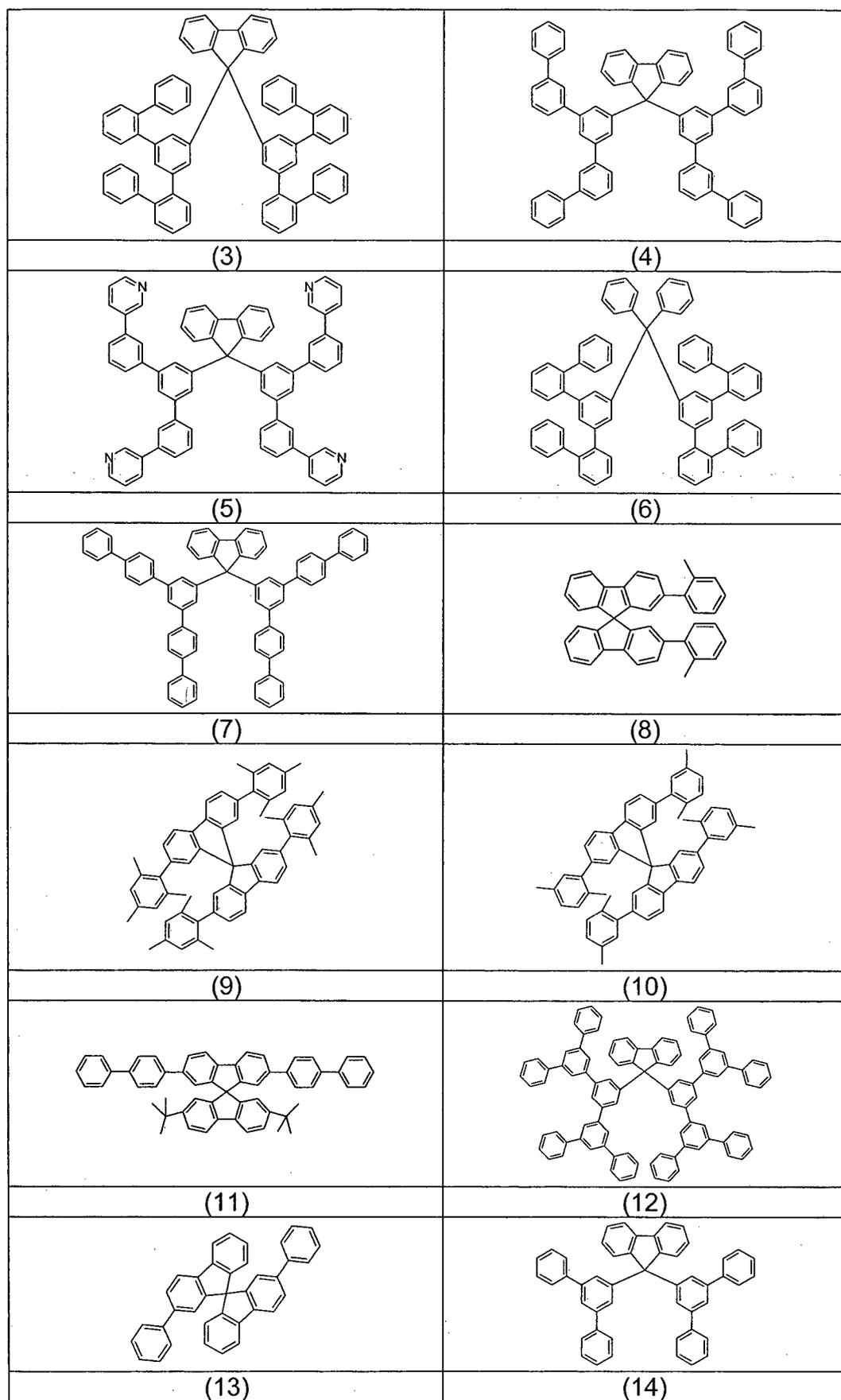
R³ ist bei jedem Auftreten gleich oder verschieden eine geradkettige Alkylgruppe mit 1 bis 20 C-Atomen oder eine verzweigte oder cyclische Alkylgruppe mit 3 bis 20 C-Atomen, oder ein aromatisches Ringsystem mit 6 bis 60 aromatischen C-Atomen, welches keine nicht-aromatischen Gruppen ungleich Kohlenstoff oder Wasserstoff enthält und welches durch einen oder mehrere Reste R⁴ substituiert sein kann; dabei können zwei oder mehrere Reste R³ auch miteinander ein Ringsystem bilden;

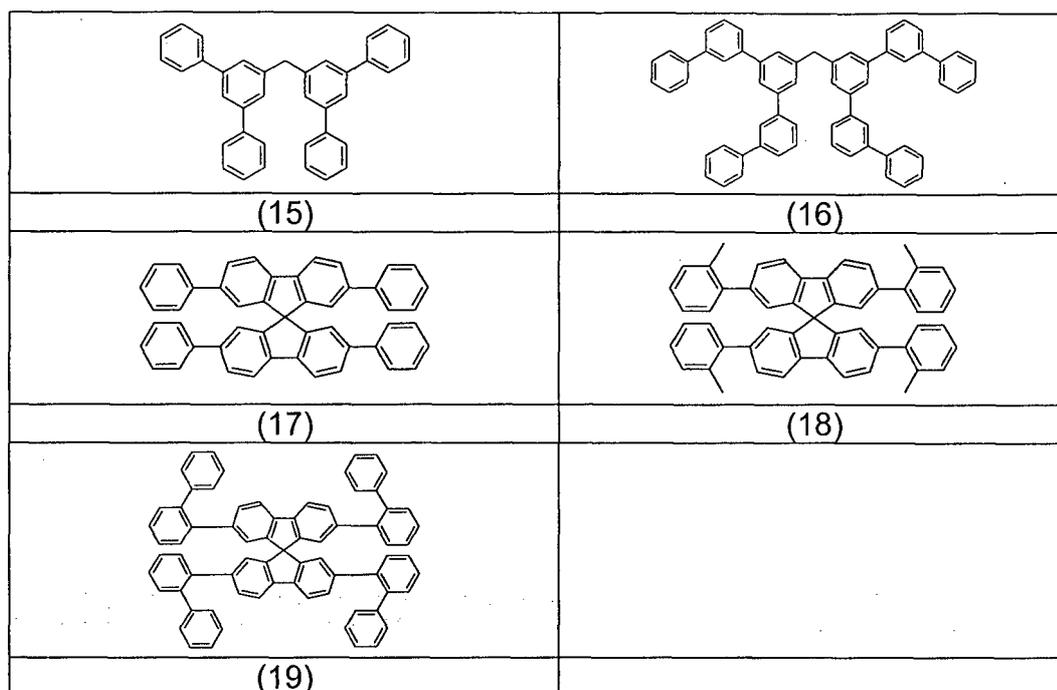
R⁴ ist bei jedem Auftreten gleich oder verschieden eine geradkettige Alkylgruppe mit 1 bis 20 C-Atomen oder eine verzweigte oder cyclische Alkylgruppe mit 3 bis 20 C-Atomen; dabei können zwei oder mehrere Reste R⁴ auch miteinander ein Ringsystem bilden;

q ist 1, 2, 3 oder 4.

[0048] Beispiele für bevorzugte Matrixmaterialien B gemäß den oben genannten Formeln (22) bis (25) sind die im Folgenden abgebildeten Verbindungen (1) bis (19).

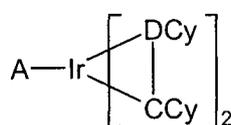




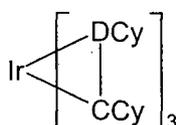


[0049] Als phosphoreszierende Verbindung eignen sich insbesondere Verbindungen, die bei geeigneter Anregung Licht, vorzugsweise im sichtbaren Bereich, emittieren und außerdem mindestens ein Atom der Ordnungszahl größer 20, bevorzugt größer 38 und kleiner 84, besonders bevorzugt größer 56 und kleiner 80 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 oder Platin enthalten.

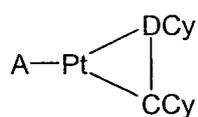
[0050] Besonders bevorzugte organische Elektrolumineszenzvorrichtungen enthalten als phosphoreszierende Verbindung mindestens eine Verbindung der Formeln (26) bis (29),



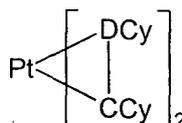
Formel (26)



Formel (27)



Formel (28)



Formel (29)

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

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 R^1 tragen kann; die Gruppen DCy und CCy sind über eine kovalente Bindung miteinander verbunden;

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 R^1 tragen kann;

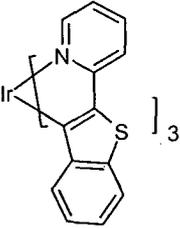
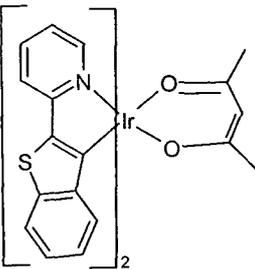
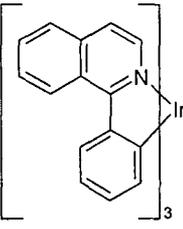
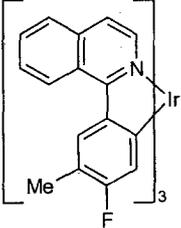
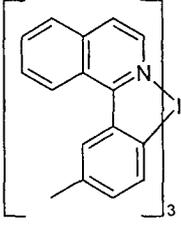
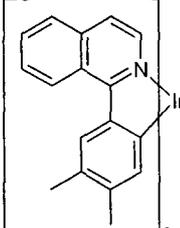
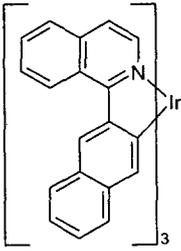
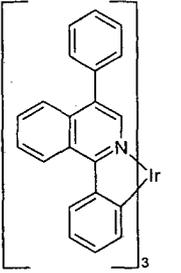
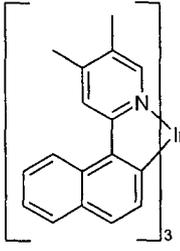
A ist gleich oder verschieden bei jedem Auftreten ein monoanionischer, zweizählig chelatisierender Ligand, bevorzugt ein Diketonatligand.

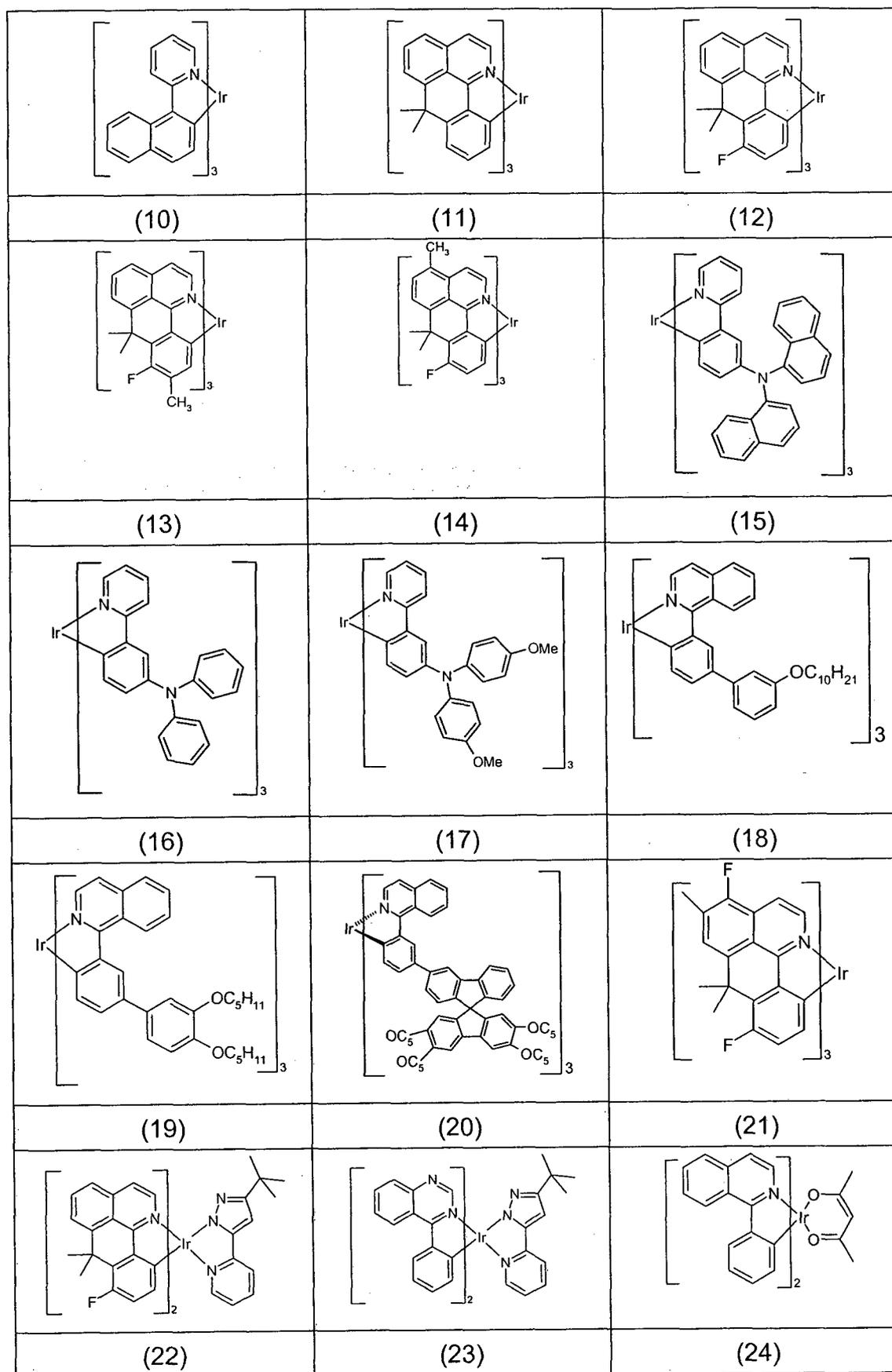
[0051] Dabei kann durch Bildung von Ringsystemen zwischen mehreren Resten R^1 auch eine Brücke zwischen den Gruppen DCy und CCy vorliegen. Weiterhin kann durch Bildung von Ringsystemen zwischen mehreren Resten R^1 auch eine Brücke zwischen zwei oder drei Liganden CCy-DCy bzw. zwischen ein oder zwei

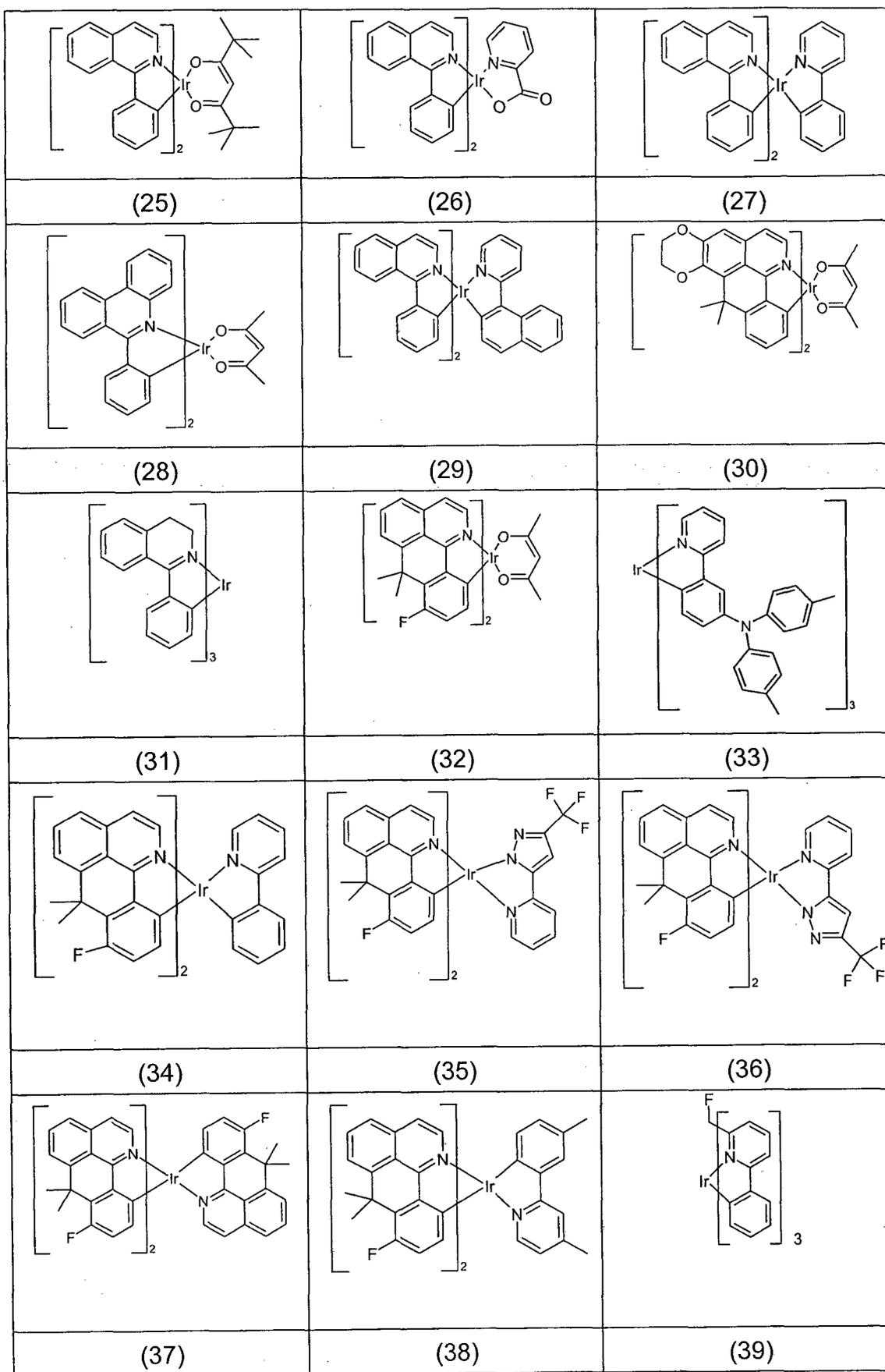
Liganden CCy-DCy und dem Liganden A vorliegen, so dass es sich um ein polydentates bzw. polypodales Ligandensystem handelt.

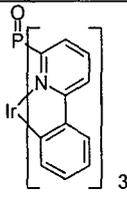
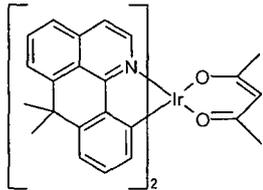
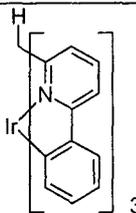
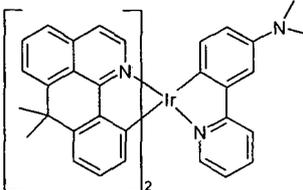
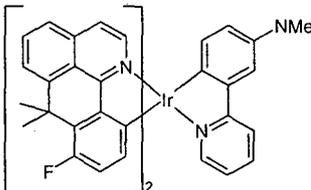
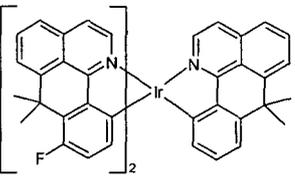
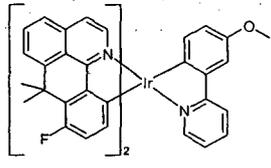
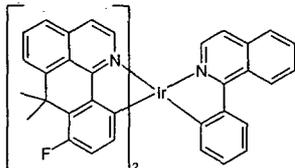
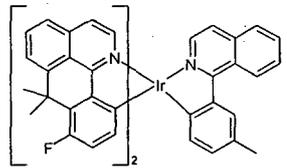
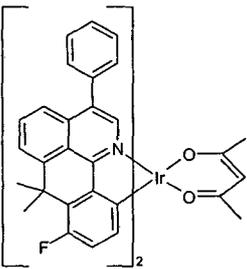
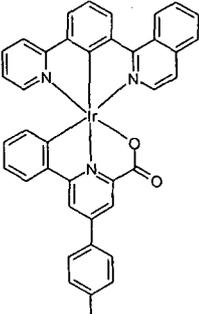
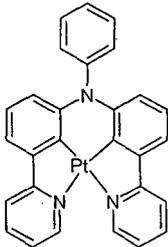
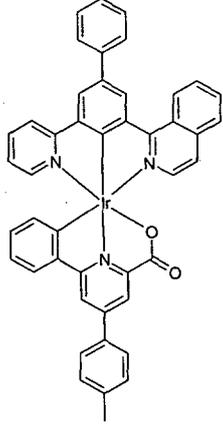
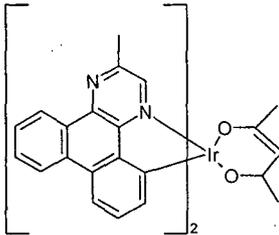
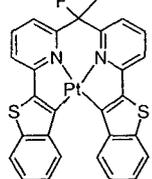
[0052] Beispiele der oben beschriebenen Emitter können den Anmeldungen WO 00/70655, WO 01/41512, WO 02/02714, WO 02/15645, EP 1191613, EP 1191612, EP 1191614, WO 04/081017, WO 05/033244, WO 05/042550, WO 05/113563, WO 06/008069, WO 06/061182, WO 06/081973 und den nicht offen gelegten Anmeldungen DE 10 2008 015 526.8, DE 10 2008 027 005.9 und DE 10 2009 007 038.9 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 erfinderisches Zutun weitere phosphoreszierende Verbindungen verwenden. Insbesondere ist dem Fachmann bekannt, welche phosphoreszierenden Komplexe mit welcher Emissionsfarbe emittieren.

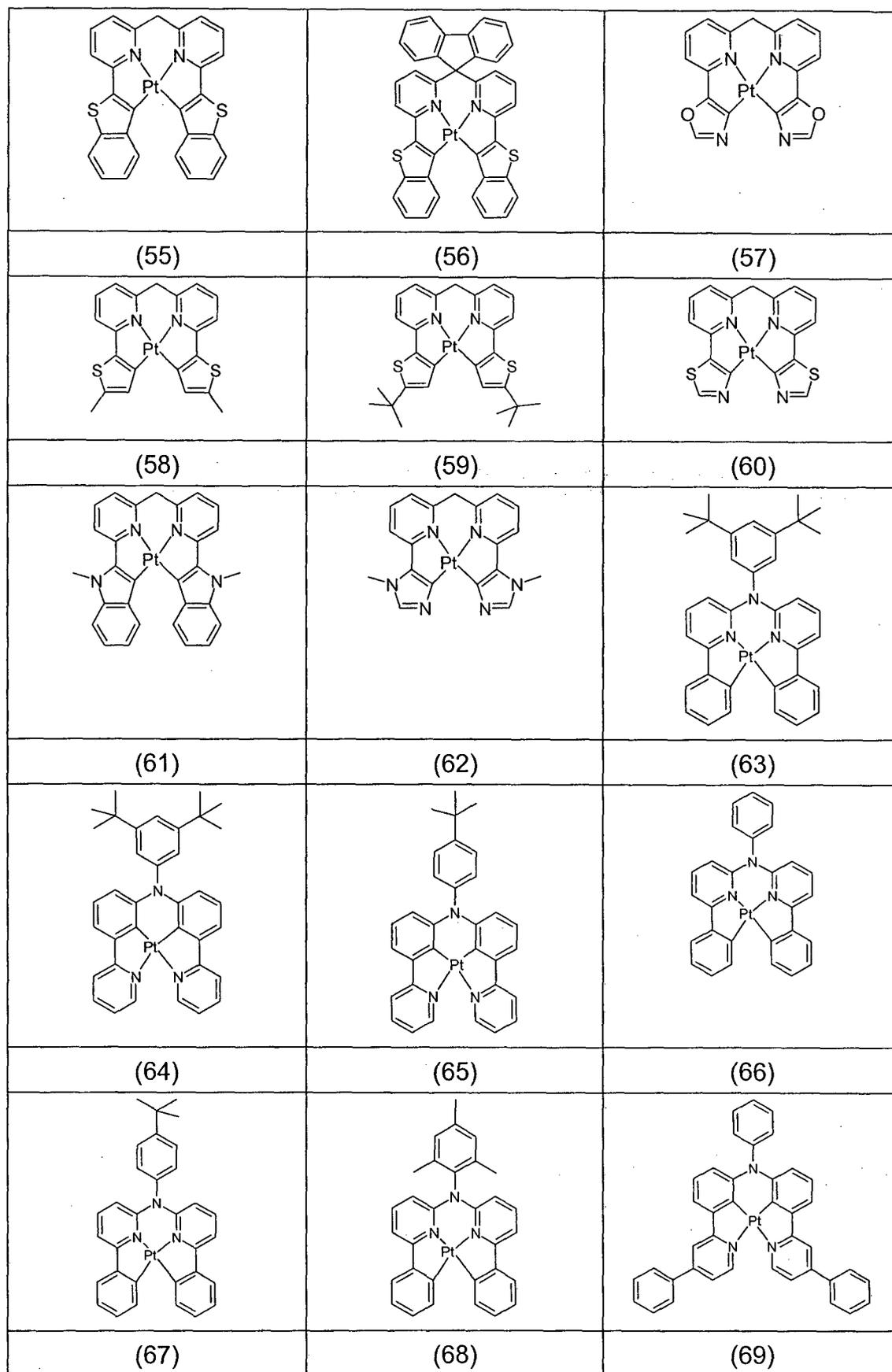
[0053] Beispiele für geeignete phosphoreszierende Verbindungen sind die in der folgenden Tabelle aufgeführten Strukturen (1) bis (140).

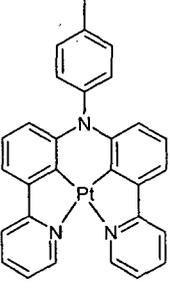
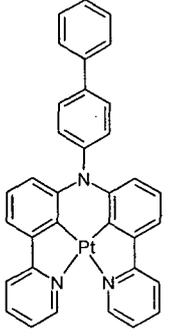
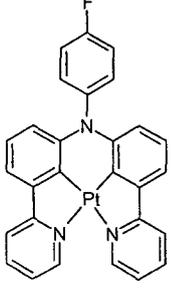
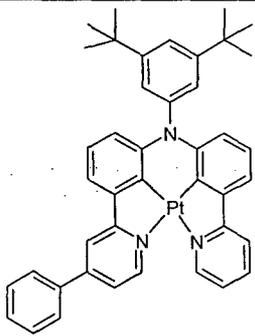
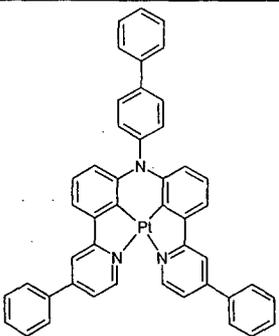
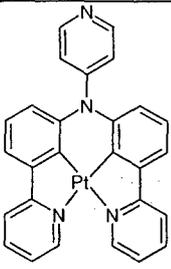
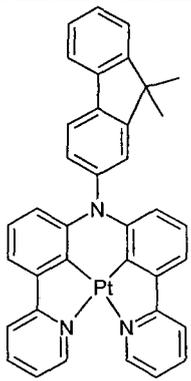
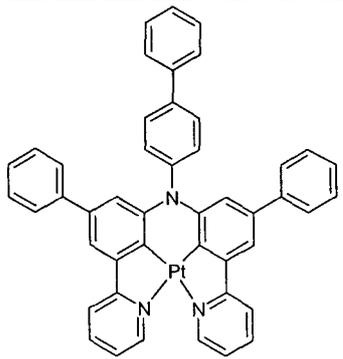
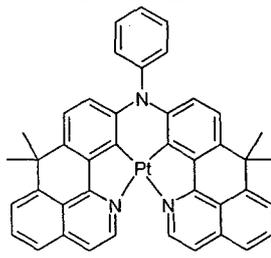
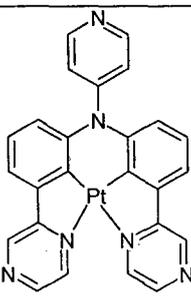
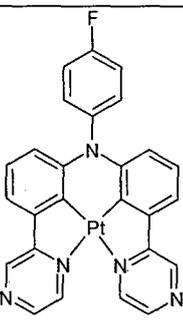
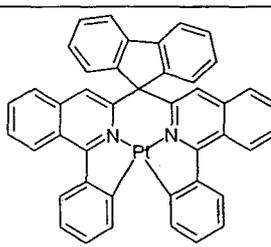
		
(1)	(2)	(3)
		
(4)	(5)	(6)
		
(7)	(8)	(9)

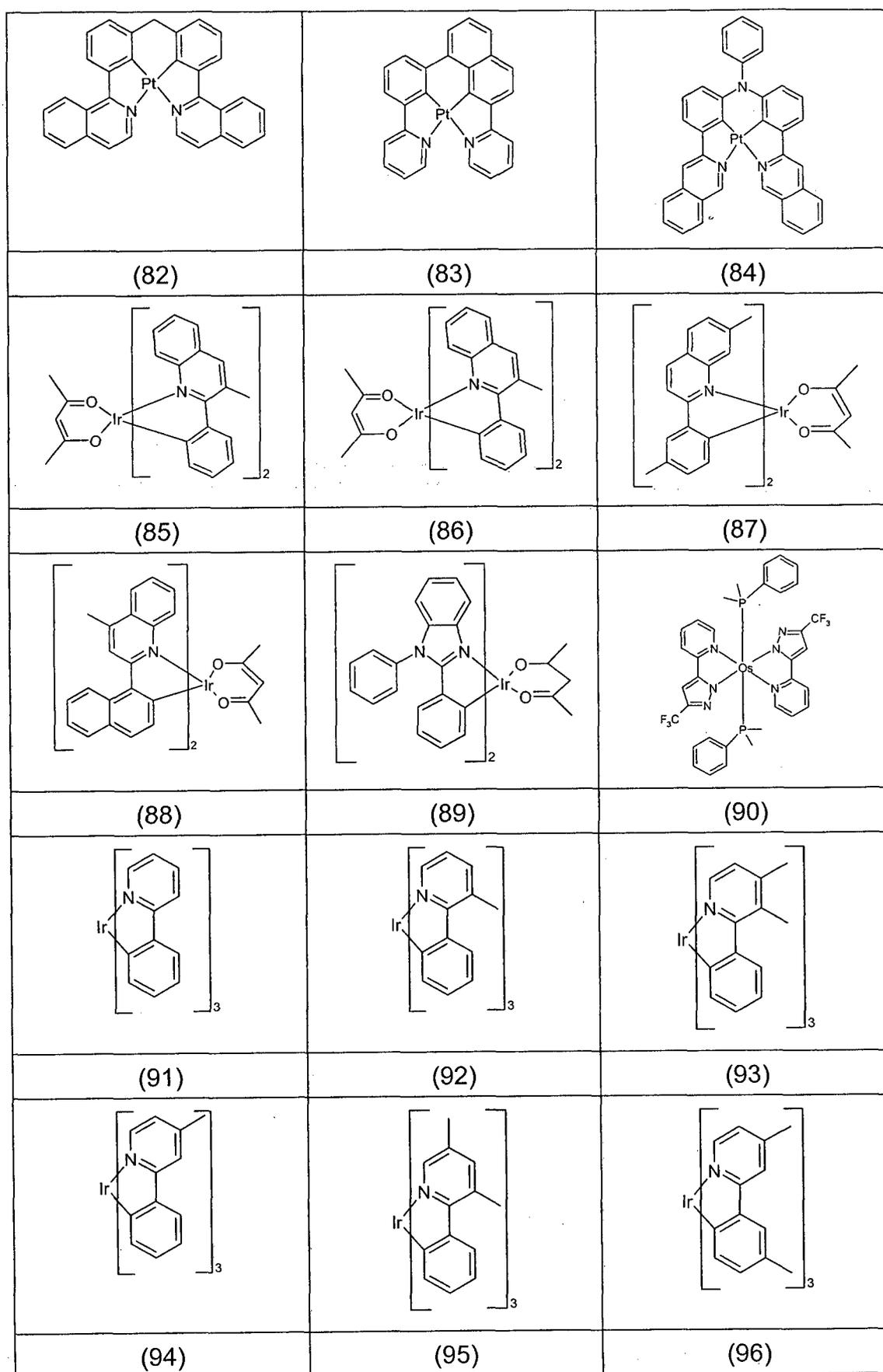




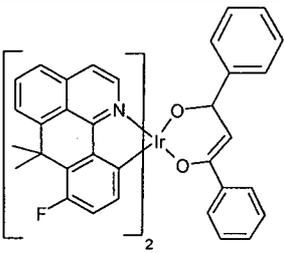
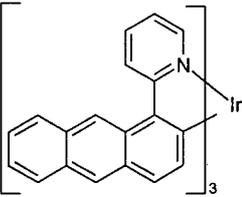
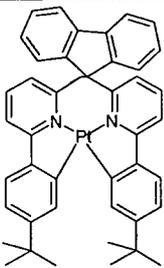
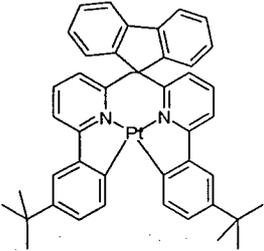
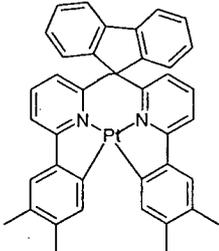
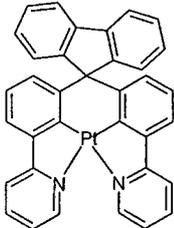
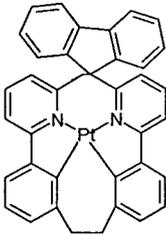
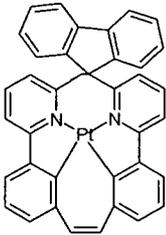
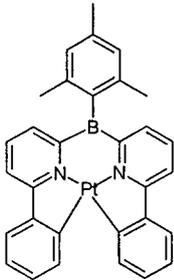
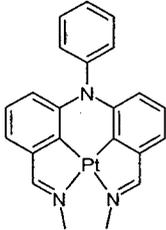
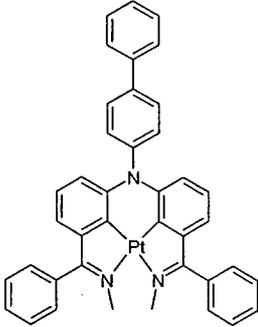
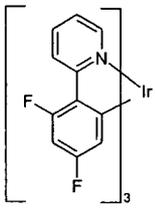
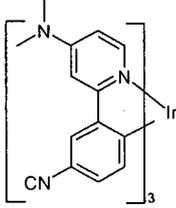
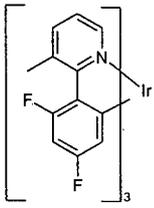
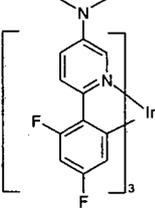
		
<p>(40)</p>	<p>(41)</p>	<p>(42)</p>
		
<p>(43)</p>	<p>(44)</p>	<p>(45)</p>
		
<p>(46)</p>	<p>(47)</p>	<p>(48)</p>
		
<p>(49)</p>	<p>(50)</p>	<p>(51)</p>
		
<p>(52)</p>	<p>(53)</p>	<p>(54)</p>



		
(70)	(71)	(72)
		
(73)	(74)	(75)
		
(76)	(77)	(78)
		
(79)	(80)	(81)



(97)	(98)	(99)
(100)	(101)	(102)
(103)	(104)	(105)
(106)	(107)	(108)
(109)	(110)	(111)

		
(112)	(113)	(114)
		
(115)	(116)	(117)
		
(118)	(119)	(120)
		
(121)	(122)	(123)
		
(124)	(125)	(126)

(127)	(128)	(129)
(130)	(131)	(132)
(133)	(134)	(135)
(136)	(137)	(138)
(139)	(140)	

[0054] Außer Kathode, Anode und der mindestens einen emittierenden Schicht, die oben beschrieben wurde, kann die organische Elektrolumineszenzvorrichtung noch weitere Schichten enthalten. Diese sind beispielsweise gewählt aus jeweils einer oder mehreren Lochinjektionsschichten, Lochtransportschichten, Lochblockierschichten, Elektronentransportschichten, Elektroneninjektionsschichten, Elektronenblockierschichten, Excitonenblockierschichten, 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 fluo-reszierenden 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 erfindersches Zutun alle für derartige Schichten bekannten Materialien gemäß dem Stand der Technik verwenden.

[0055] 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 besonders 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 0.45/0.41 emittiert. Der allgemeine Aufbau einer derartigen weiß emittierenden Elektrolumineszenzvorrichtung ist beispielsweise in WO 05/011013 offenbart.

[0056] 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 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.). Die Schichtdicke dieser Schicht beträgt bevorzugt zwischen 0.5 und 5 nm.

[0057] 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 sein, um die Auskopplung von Licht zu ermöglichen. Ein bevorzugter Aufbau verwendet eine transparente Anode. 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.

[0058] 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.

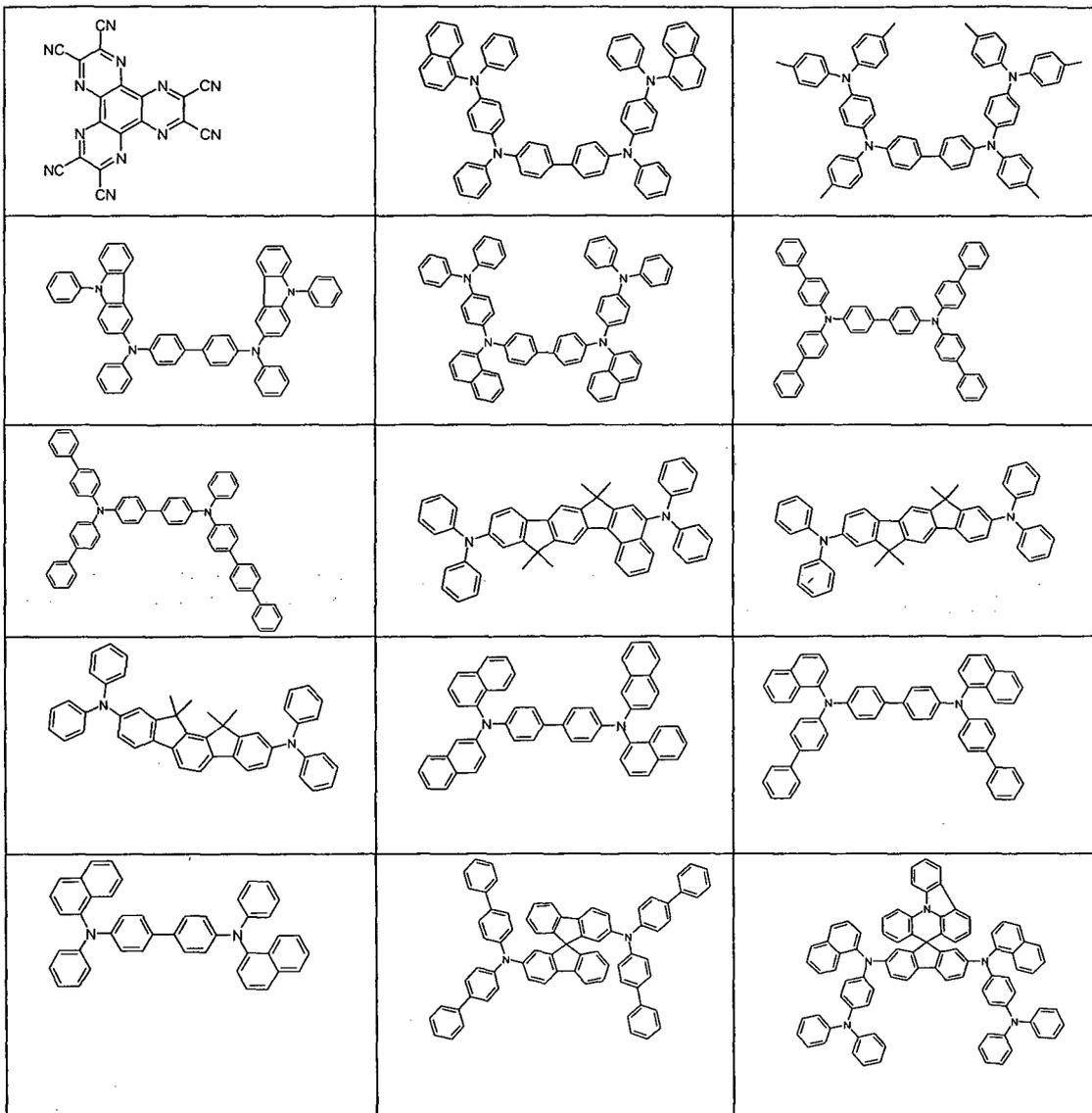
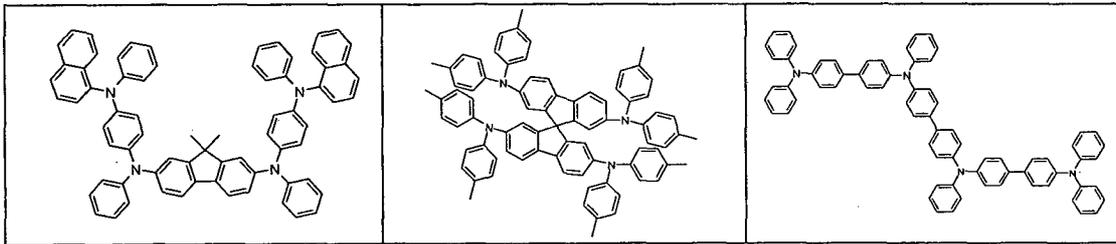
[0059] Es können generell alle weiteren Materialien, wie sie gemäß dem Stand der Technik in organischen Elektrolumineszenzvorrichtungen eingesetzt werden, in Kombination mit der erfindungsgemäßen emittierenden Schicht, welche mindestens einen phosphoreszierenden Emitter und die oben definierten Matrixmaterialien A und B enthält, eingesetzt werden.

[0060] Geeignete Ladungstransportmaterialien, wie sie in der Lochinjektions- bzw. Lochtransport- oder in der Elektronentransportschicht der erfindungsgemäßen organischen Elektrolumineszenzvorrichtung verwendet werden können, sind beispielsweise die in Y. Shirota et al., Chem. Rev. 2007, 107(4), 953–1010 offenbarten Verbindungen oder andere Materialien, wie sie gemäß dem Stand der Technik in diesen Schichten eingesetzt werden.

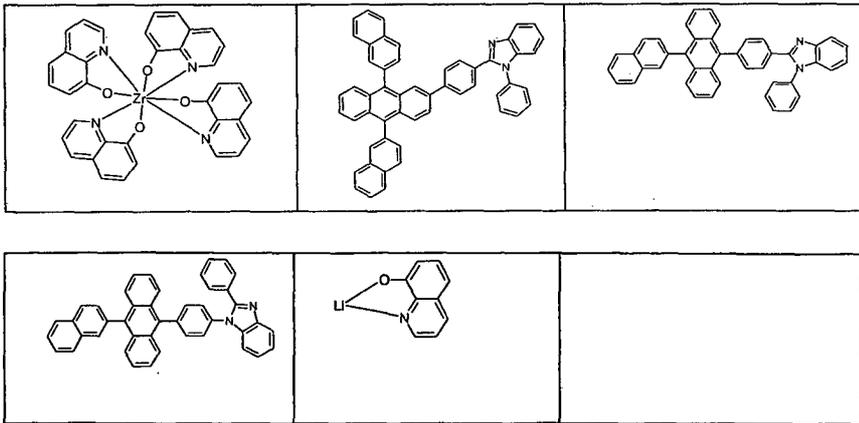
[0061] Beispiele für bevorzugte Lochtransportmaterialien, die in einer Lochtransport- oder Lochinjektionsschicht in der erfindungsgemäßen Elektrolumineszenzvorrichtung verwendet werden können, sind Indenofluorenamine und Derivate (z. B. gemäß WO 06/122630 oder WO 06/100896), die in EP 1661888 offenbarten Aminderivate, Hexaazatriphenylenderivate (z. B. gemäß WO 01/049806), Aminderivate mit kondensierten Aromaten (z. B. gemäß US 5,061,569), die in WO 95/09147 offenbarten Aminderivate, Monobenzoindenofluorenamine (z. B. gemäß WO 08/006449) oder Dibenzoindenofluorenamine (z. B. gemäß WO 07/140847). Weiterhin geeignete Lochtransport- und Lochinjektionsmaterialien sind Derivate der oben abgebildeten Verbindungen, wie sie in JP 2001/226331, EP 676461, EP 650955, WO 01/049806, US 4780536, WO 98/30071, EP

891121, EP 1661888, JP 2006/253445, EP 650955, WO 06/073054 und US 5061569 offenbart werden.

[0062] Geeignete Lochtransport- oder Lochinjektionsmaterialien sind weiterhin beispielsweise die in der folgenden Tabelle aufgeführten Materialien.



[0063] Geeignete Elektronentransport- oder Elektroneninjektionsmaterialien für die erfindungsgemäße Elektrolumineszenzvorrichtung sind beispielsweise die in der folgenden Tabelle aufgeführten Materialien. Weiterhin geeignete Elektronentransport- und Elektroneninjektionsmaterialien sind Derivate der oben abgebildeten Verbindungen, wie sie in JP 2000/053957, WO 03/060956, WO 04/028217 und WO 04/080975 offenbart werden.



[0064] 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.

[0065] 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 Trägervassublimation 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 strukturiert werden (z. B. M. S. Arnold et al., Appl. Phys. Lett. 2008, 92, 053301).

[0066] 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 oder Offsetdruck, besonders bevorzugt aber LITI (Light Induced Thermal Imaging, Thermotransferdruck) oder Ink-Jet Druck (Tintenstrahldruck), hergestellt werden. Hierfür sind lösliche Verbindungen nötig. Hohe Löslichkeit lässt sich durch geeignete Substitution der Verbindungen erreichen. Dabei können nicht nur Lösungen aus einzelnen Materialien aufgebracht werden, sondern auch Lösungen, die mehrere Verbindungen enthalten, beispielsweise Matrixmaterialien und Dotanden.

[0067] Die organische Elektrolumineszenzvorrichtung kann auch als Hybridsystem hergestellt werden, indem eine oder mehrere Schichten aus Lösung aufgebracht werden und eine oder mehrere weitere Schichten aufgedampft werden.

[0068] Diese Verfahren sind dem Fachmann generell bekannt und können von ihm ohne erfinderisches Zutun auf die erfindungsgemäßen organischen Elektrolumineszenzvorrichtungen angewandt werden.

[0069] Die erfindungsgemäßen organischen Elektrolumineszenzvorrichtungen weisen folgende überraschende Vorteile gegenüber dem Stand der Technik auf:

1. Die erfindungsgemäße organische Elektrolumineszenzvorrichtung weist eine sehr hohe Effizienz auf. Dabei ist die Effizienz besser als bei Verwendung eines elektronentransportierenden Matrixmaterials in Kombination mit einem Lochtransportierenden Matrixmaterial.
2. Die erfindungsgemäße organische Elektrolumineszenzvorrichtung weist gleichzeitig eine verbesserte Lebensdauer auf. Dabei ist die Lebensdauer höher als bei Verwendung eines elektronentransportierenden Matrixmaterials in Kombination mit einem Lochtransportierenden Matrixmaterial.

[0070] 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.

Beispiele:

Bestimmung von HOMO, LUMO und Energielücke aus Cyclovoltammetrie und Absorptionsspektrum

[0071] Die Bestimmung der HOMO- und LUMO-Werte sowie der Energielücke im Sinne der vorliegenden Er-

findung erfolgt nach den im Folgenden beschriebenen allgemeinen Verfahren:

Der HOMO-Wert ergibt sich aus dem Oxidationspotential, das mittels Cyclovoltammetrie (CV) bei Raumtemperatur gemessen wird. Als Messgerät hierzu wird ein ECO Autolab System mit Metrohm 663 VA Stand verwendet. Die Arbeitselektrode ist eine Goldelektrode, die Referenzelektrode Ag/AgCl, der Zwischenelektrolyt KCl (3 mol/l) und die Hilfelektrode Platin.

[0072] Für die Messung wird zunächst eine 0.11 M Leitsalzlösung aus Tetrabutylammoniumhexafluorophosphat (NH_4PF_6) in Dichlormethan hergestellt, in die Messzelle eingefüllt und 5 min entgast. Anschließend werden zwei Messzyklen mit folgenden Parametern durchgeführt:

Messtechnik: CV

Initial purge time: 300 s

Cleaning Potential: -1 V

Cleaning Time: 10 s

Deposition Potential: -0.2 V

Deposition Time: 10 s

Start Potential: -0.2 V

End Potential: 1.6 V

Voltage Step: 6 mV

Sweep Rate: 50 mV/s

[0073] Anschließend wird die Leitsalzlösung mit 1 ml der Probenlösung (10 mg der zu messenden Substanz in 1 ml Dichlormethan) versetzt und erneut 5 min entgast. Anschließend werden fünf weitere Messzyklen gefahren, von denen die letzten 3 zur Auswertung aufgezeichnet werden. Dabei werden dieselben Parameter eingestellt, wie oben beschrieben.

[0074] Anschließend wird die Lösung mit 0.1 ml Ferrocenlösung (100 mg Ferrocen in 1 ml Dichlormethan) versetzt, 1 min entgast, und ein Messzyklus mit folgenden Parametern durchgeführt:

Messtechnik: CV

Initial purge time: 60 s

Cleaning Potential: -1 V

Cleaning Time: 10 s

Deposition Potential: -0.2 V

Deposition Time: 10 s

Start Potential: -0.2 V

End Potential: 1.6 V

Voltage Step: 6 mV

Sweep Rate: 50 mV/s

[0075] Zur Auswertung wird für die Probenlösung und die mit Ferrocenlösung versetzte Lösung jeweils der Mittelwert aus den Spannungen des ersten Oxidationsmaximums aus den Hinkurven und des zugehörigen Reduktionsmaximums aus den Rückkurven genommen (V_p und V_F), wobei als Spannung jeweils die Spannung gegen Ferrocen verwendet wird. Der HOMO-Wert der zu untersuchenden Substanz E_{HOMO} ergibt sich als $E_{\text{HOMO}} = -[e \cdot (V_p - V_F) + 4.8 \text{ eV}]$, wobei e die Elementarladung darstellt.

[0076] Es ist zu beachten, dass im Einzelfall gegebenenfalls sinnvolle Abwandlungen der Messmethode vorgenommen werden müssen, z. B. wenn sich die zu untersuchende Substanz in Dichlormethan nicht lösen lässt oder wenn es zu Zersetzung der Substanz während der Messung kommt. Sollte eine sinnvolle Messung mittels CV mit der oben genannten Methode nicht möglich sein, wird die HOMO-Energie über Photoelektronen-Spektroskopie mittels Model AC-2 Photoelectron Spectrometer von Riken Keiki Co. Ltd. (<http://www.rikenkeiki.com/pages/AC2.htm>) bestimmt werden, wobei zu beachten ist, dass die erhaltenen Werte dabei typischerweise um 0.3 eV tiefer liegen, als die mit CV gemessenen. Unter dem HOMO-Wert im Sinne dieses Patents ist dann der Wert aus Riken AC2 + 0.3 eV zu verstehen.

[0077] Weiterhin lassen sich sowohl mit der beschriebenen CV Methode wie auch mit der beschriebenen Photoelektronen-Spektroskopie HOMO-Werte, die tiefer als -6 eV liegen, nicht verlässlich messen. In diesem Fall werden die HOMO-Werte aus quantenchemischer Rechnung mittels Dichtefunktional-Theorie (DFT) ermittelt. Dies erfolgt über die kommerziell erhältliche Software Gaussian 03W (Gaussian Inc.) mit der Methode B3PW91/6-31 G(d). Die Normierung der berechneten Werte auf CV-Werte wird über einen Abgleich mit aus CV messbaren Materialien erreicht. Hierzu werden die HOMO-Werte einer Reihe von Materialien mit der CV Methode gemessen und ebenso berechnet. Die berechneten Werte werden dann mittels der gemessenen ka-

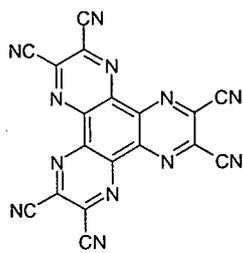
libriert, dieser Kalibrierfaktor wird für alle weiteren Berechnungen verwendet. Auf diese Weise lassen sich HOMO-Werte berechnen, die sehr gut denen entsprechen, die man über CV messen würde. Sollte sich der HOMO-Wert einer bestimmten Substanz nicht über CV oder Riken AC2 wie oben beschrieben messen lassen, ist unter dem HOMO-Wert im Sinne dieses Patents daher der Wert zu verstehen, der entsprechend der Beschreibung durch eine auf CV kalibrierte DFT-Rechnung, wie oben beschrieben, erhalten wird. Beispiele für auf diese Weise berechnete Werte einiger gängiger organischer Materialien sind: NPB = (HOMO -5.16 eV, LUMO -2.28 eV); TCTA (HOMO -5.33 eV, LUMO -2.20 eV); TPBI (HOMO -6.26 eV, LUMO -2.48 eV). Diese Werte können für die Kalibrierung der Rechenmethode verwendet werden.

[0078] Die Energielücke wird bestimmt aus der Absorptionskante des Absorptionsspektrums gemessen an einem Film mit Schichtdicke 50 nm. Die Absorptionskante ist dabei definiert als die Wellenlänge, die man erhält, wenn man im Absorptionsspektrum an die langwelligste abfallende Flanke an ihrer steilsten Stelle eine Gerade anfügt und den Wert ermittelt, bei dem diese Gerade die Wellenlängeachse, d. h. den Absorptionswert = 0, schneidet

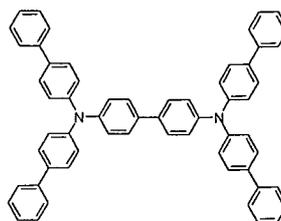
[0079] Der LUMO Wert wird durch Addition der Energielücke auf den oben beschriebenen HOMO-Wert erhalten.

Herstellung und Charakterisierung von organischen Elektrolumineszenzvorrichtungen gemäß der Erfindung

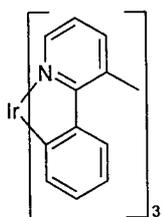
[0080] Erfindungsgemäße Elektrolumineszenzvorrichtungen können, wie beispielsweise in WO 05/003253 allgemein beschrieben, hergestellt werden. Die Strukturen der verwendeten Materialien sind der Übersichtlichkeit halber im Folgenden abgebildet.



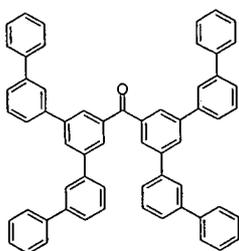
HIM



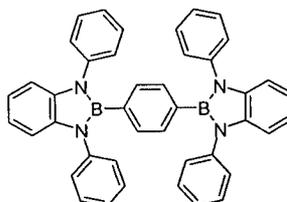
HTM



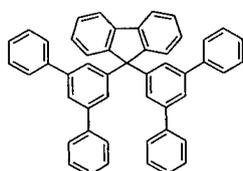
TEG



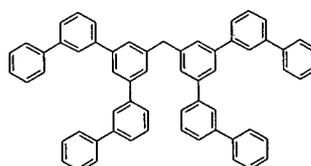
TMM1



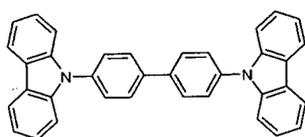
TMM2



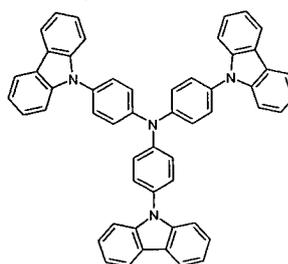
TMM3



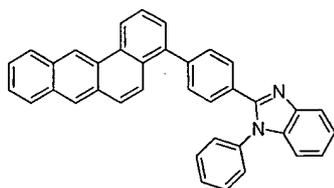
TMM4



CBP



TCTA



ETM

[0081] Diese noch nicht optimierten OLEDs werden standardmäßig charakterisiert; hierfür werden die Elektrolumineszenzspektren und Farbkoordinaten (gemäß CIE 1931), die Effizienz (gemessen in cd/A) in Abhängigkeit von der Helligkeit, die Betriebsspannung, berechnet aus Strom-Spannungs-Leuchtdichte-Kennlinien (IUL-Kennlinien), und die Lebensdauer bestimmt. Die erhaltenen Ergebnisse sind in Tabelle 2 zusammengefasst.

[0082] Im Folgenden werden die Ergebnisse verschiedener OLEDs gegenübergestellt. Für die verwendeten Matrixmaterialien werden dabei folgende Werte für HOMO, LUMO und Energielücke mit der oben beschriebenen allgemeinen Methode bestimmt (Tabelle 1).

Tabelle 1

Material	HOMO	LUMO	Energielücke
TMM1	-6.3 eV	-2.75 eV	3.55 eV
TMM2	-5.8 eV	-1.8 eV	4.0 eV
TMM3	-6.15 eV	-2.0 eV	4.15 eV
TMM4	-6.2 eV	-2.2 eV	4.0 eV
CBP	-5.40 eV	-2.0 eV	3.4 eV
TCTA	-5.30 eV	-2.2 eV	3.1 eV

[0083] Dabei ist TMM1 ein elektronenleitendes Matrixmaterial, CBP und TCTA sind lochleitende Matrixmaterialien und TMM2, TMM3 und TMM4 sind weder elektronenleitende noch lochleitende Matrixmaterialien.

Beispiel 1:

[0084] Erfindungsgemäße Beispiele 1a und 1b werden durch folgenden Schichtaufbau realisiert: 20 nm HIM, 20 nm HTM, 30 nm Mischschicht TMM1:TMM3 im Verhältnis 2:1 (1a) bzw. 1:2 (1b) dotiert mit 10% TEG, 10 nm TMM1, 20 nm ETM, 1 nm LiF, 100 nm Al.

[0085] TMM1 stellt hierbei gemäß Definition einen elektronenleitenden Host dar und TMM3 einen Neutralhost. Die erhaltenen OLEDs weisen grüne Emission mit hoher Effizienz, niedriger Betriebsspannung und einer langen Betriebslebensdauer auf.

Beispiel 2:

[0086] Erfindungsgemäßes Beispiel 2 wird durch den gleichen Schichtaufbau realisiert wie Beispiel 1a, wobei als Neutralhost anstelle von TMM3 das Material TMM2 verwendet wurde. Auch diese OLED weist ähnlich gute Emissionseigenschaften auf wie Beispiele 1a und 1b

Beispiel 3:

[0087] Erfindungsgemäßes Beispiel 3 wird durch den gleichen Schichtaufbau realisiert wie Beispiel 2, wobei als Neutralhost anstelle von TMM2 das Material TMM4 verwendet wurde. Auch diese OLED weist ähnlich gute Emissionseigenschaften auf wie Beispiel 2

Beispiel 4 (Vergleich):

[0088] Vergleichsbeispiel 4 wird durch den gleichen Schichtaufbau realisiert wie Beispiele 1, 2 und 3 allerdings wird hier auf eine Mischschicht verzichtet, die Emissionsschicht enthält TMM1 alleine, dotiert mit 10% TEG.

[0089] Die Verwendung des elektronenleitenden Hosts ohne Beimischung eines Neutralmaterials ermöglicht zwar etwas geringere Spannungen, dafür liegen aber Effizienz und Betriebslebensdauer deutlich unter den Daten der in Beispielen 1, 2 und 3 gezeigten OLEDs mit erfindungsgemäßer Mischschicht.

Beispiel 5 (Vergleich):

[0090] Vergleichsbeispiel 5 wird durch den gleichen Schichtaufbau realisiert wie Beispiel 4, allerdings wird hier der Neutralhost TMM3 als alleiniger Host für die Emissionsschicht verwendet, wieder dotiert mit 10% TEG.

[0091] Es zeigt sich, dass dieses Material als alleiniger Host aufgrund seiner HOMO und LUMO Lagen ungeeignet ist, um eine brauchbare OLED Emissionscharakteristik zu erhalten. Schon alleine an der sehr hohen Betriebsspannung zeigt sich, dass dieses Material zu keinem guten Ladungstransport in der OLED führt.

Beispiel 6 (Vergleich):

[0092] Vergleichsbeispiele 6a und 6b enthalten wieder eine Mischschicht als Host, allerdings keine erfindungsgemäße, da sie entsprechend dem Stand der Technik neben dem elektronenleitenden Material TMM1 die lochleitenden Materialien CBP oder TCTA enthalten. Sie werden analog zu Beispiel 1a durch folgenden Schichtaufbau realisiert:

20 nm HIM, 20 nm HTM, 30 nm Mischschicht TMM1:CBP (6a) bzw. TMM1:TCTA (6b) im Verhältnis 2:1 dotiert mit 10% TEG, 10 nm TMM1, 20 nm ETM, 1 nm LiF, 100 nm Al.

[0093] Es zeigt sich, dass die Spannung bei Verwendung von TCTA zwar etwas niedriger liegt als bei den erfindungsgemäßen Mischschichten in Beispielen 1 und 2. Die Effizienz und insbesondere die Betriebslebensdauer ist den erfindungsgemäßen Mischschichten aber deutlich unterlegen.

Tabelle 2: Device-Ergebnisse

Bsp.	Wirtsmaterial(ien)	Dotand	CIE x/y bei 1000 cd/m ²	Effizienz bei 1000 cd/m ²	Spannung bei 1000 cd/m ²	Lebensdauer 50% bei 4000 cd/m ²
1a	TMM1:TMM3 (2:1)	TEG 10%	0.36/0.61	46 cd/A	4.0 V	2900
1b	TMM1:TMM3 (1:2)	TEG 10%	0.36/0.61	45 cd/A	4.3 V	3100
2	TMM1:TMM2 (2:1)	TEG 10%	0.36/0.61	47 cd/A	4.1 V	2700
3	TMM1:TMM4 (2:1)	TEG 10%	0.36/0.61	45 cd/A	4.1 V	2300
4(Vgl.)	TMM1	TEG 10%	0.37/0.60	42 cd/A	3.8 V	2000
5(Vgl.)	TMM3	TEG 10%	0.34/0.59	12 cd/A	8.7 V	140
6a(Vgl)	TMM1:CBP (2:1)	TEG 10%	0.36/0.61	44 cd/A	4.1 V	2000
6b(Vgl)	TMM1:TCTA (2:1)	TEG 10%	0.35/0.60	42 cd/A	3.9 V	1100

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

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

Zitierte Patentliteratur

- US 4539507 [0002]
- US 5151629 [0002]
- EP 0676461 [0002]
- WO 98/27136 [0002]
- WO 04/093207 [0005, 0027]
- DE 102008033943 [0005, 0027]
- DE 1002008036982 [0005]
- US 2007/0252516 [0007]
- US 2007/0099026 [0008]
- WO 00/70655 [0052]
- WO 01/41512 [0052]
- WO 02/02714 [0052]
- WO 02/15645 [0052]
- EP 1191613 [0052]
- EP 1191612 [0052]
- EP 1191614 [0052]
- WO 04/081017 [0052]
- WO 05/033244 [0052]
- WO 05/042550 [0052]
- WO 05/113563 [0052]
- WO 06/008069 [0052]
- WO 06/061182 [0052]
- WO 06/081973 [0052]
- DE 102008015526 [0052]
- DE 102008027005 [0052]
- DE 102009007038 [0052]
- WO 05/011013 [0055]
- WO 06/122630 [0061]
- WO 06/100896 [0061]
- EP 1661888 [0061, 0061]
- WO 01/049806 [0061, 0061]
- US 5061569 [0061, 0061]
- WO 95/09147 [0061]
- WO 08/006449 [0061]
- WO 07/140847 [0061]
- JP 2001/226331 [0061]
- EP 676461 [0061]
- EP 650955 [0061, 0061]
- US 4780536 [0061]
- WO 98/30071 [0061]
- EP 891121 [0061]
- JP 2006/253445 [0061]
- WO 06/073054 [0061]
- JP 2000/053957 [0063]
- WO 03/060956 [0063]
- WO 04/028217 [0063]
- WO 04/080975 [0063]
- WO 05/003253 [0080]

Zitierte Nicht-Patentliteratur

- Y. Shirota et al., Chem. Rev. 2007, 107(4), 953–1010 [0060]

Patentansprüche

1. Organische Elektrolumineszenzvorrichtung, enthaltend Anode, Kathode und mindestens eine emittierende Schicht, welche mindestens eine phosphoreszierende Verbindung enthält, welche in eine Mischung aus zwei Materialien A und B eindotiert ist, wobei die Materialien A und B definierte niedermolekulare Verbindungen mit einer Molmasse von 2000 g/mol oder weniger sind, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Material A ein ladungstransportierendes Material ist und dass das Material B ein Material ist, welches ein HOMO von -5.4 eV oder weniger und ein LUMO von -2.4 eV oder mehr aufweist, und welches eine Energielücke von mindestens 3.5 eV aufweist.

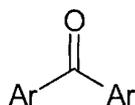
2. Organische Elektrolumineszenzvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das ladungstransportierende Matrixmaterial A ein lochtransportierendes Material oder ein elektronentransportierendes Material ist.

3. Organische Elektrolumineszenzvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Anteil der phosphoreszierenden Verbindung in der emittierenden Schicht 1 bis 50 Vol.-%, bevorzugt 3 bis 30 Vol.-%, besonders bevorzugt 5 bis 25 Vol.-%, ganz besonders bevorzugt 10 bis 20 Vol.-% beträgt.

4. Organische Elektrolumineszenzvorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Mischungsverhältnis zwischen dem ladungstransportierenden Material A und dem Material B zwischen 10:1 und 1:10, bevorzugt zwischen 7:1 und 1:7, besonders bevorzugt zwischen 4:1 und 1:4 liegt, jeweils bezogen auf das Volumen.

5. Organische Elektrolumineszenzvorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass das ladungstransportierende Material A eine elektronenleitende Verbindung ist, welche ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus aromatischen Ketonen, aromatischen Sulfoxiden, aromatischen Sulfonen, Triazinderivaten, Zink-Komplexen und Aluminium-Komplexen.

6. Organische Elektrolumineszenzvorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass das aromatische Keton eine Verbindung der Formel (1) ist,



Formel (1)

wobei für die verwendeten Symbole gilt:

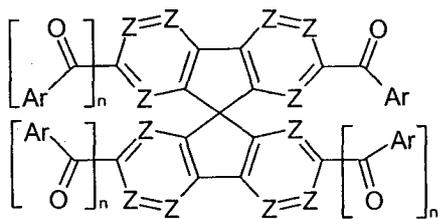
Ar ist bei jedem Auftreten gleich oder verschieden ein aromatisches oder heteroaromatisches Ringsystem mit 5 bis 60 aromatischen Ringatomen, welches jeweils mit einer oder mehreren Gruppen R^1 substituiert sein kann;

R^1 ist bei jedem Auftreten gleich oder verschieden H, D, F, Cl, Br, I, CHO, $C(=O)Ar^1$, $P(=O)(Ar^1)_2$, $S(=O)Ar^1$, $S(=O)_2Ar^1$, $CR^2=CR^2Ar^1$, 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 $R^2C=CR^2$, $C\equiv C$, $Si(R^2)_2$, $Ge(R^2)_2$, $Sn(R^2)_2$, C=O, C=S, C=Se, $C=NR^2$, $P(=O)(R^2)$, 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;

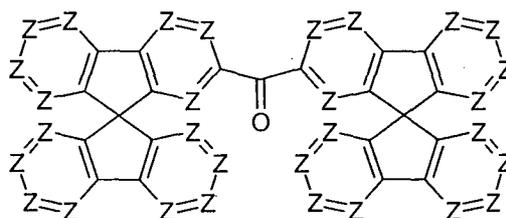
Ar^1 ist bei jedem Auftreten gleich oder verschieden ein aromatisches oder heteroaromatisches Ringsystem mit 5 bis 40 aromatischen Ringatomen, das mit einem oder mehreren Resten R^2 substituiert sein kann;

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

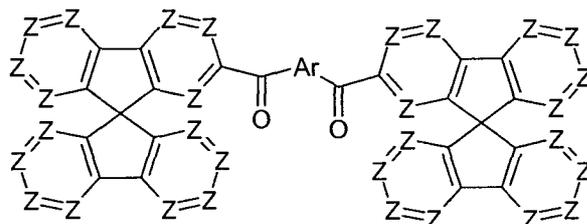
7. Organische Elektrolumineszenzvorrichtung nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass das aromatische Keton eine Verbindung der Formel (2), (3), (4) oder (5) ist,



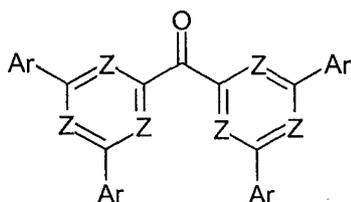
Formel (2)



Formel (3)



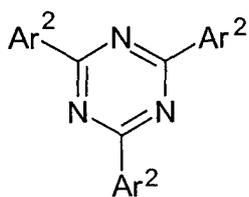
Formel (4)



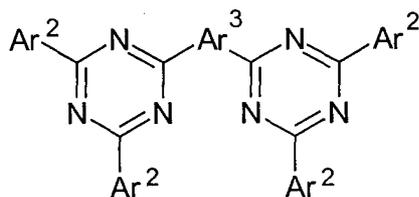
Formel (5)

wobei Ar und R¹ dieselbe Bedeutung haben, wie in Anspruch 6 beschrieben, und weiterhin gilt:
Z ist gleich oder verschieden bei jedem Auftreten CR¹ oder N;
n ist gleich oder verschieden bei jedem Auftreten 0 oder 1.

8. Organische Elektrolumineszenzvorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Triazinderivat eine Verbindung der Formel (6) oder (7) ist,



Formel (6)



Formel (7)

wobei R¹ die in Anspruch 6 genannte Bedeutung hat und für die weiteren verwendeten Symbole gilt:
Ar² 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 R¹ substituiert sein kann;
Ar³ ist ein bivalentes aromatisches oder heteroaromatisches Ringsystem mit 5 bis 60 aromatischen Ringatomen, welches mit einem oder mehreren Resten R¹ substituiert sein kann.

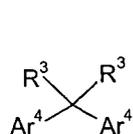
9. Organische Elektrolumineszenzvorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Material B ein HOMO von -5.7 eV oder weniger, bevorzugt von -6.0 eV oder weniger aufweist.

10. Organische Elektrolumineszenzvorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Material B eine Energielücke von 3.7 eV oder mehr, bevorzugt von 3.9 eV oder mehr aufweist.

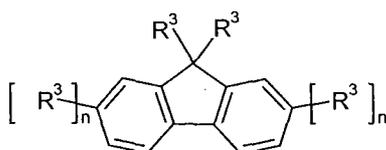
11. Organische Elektrolumineszenzvorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass das Material B ein LUMO von -2.2 eV oder mehr, bevorzugt von -2.0 eV oder mehr aufweist.

12. Organische Elektrolumineszenzvorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass das Material B ein Diazaborol oder ein reiner Kohlenwasserstoff ist, insbesondere ein aromatischer Kohlenwasserstoff.

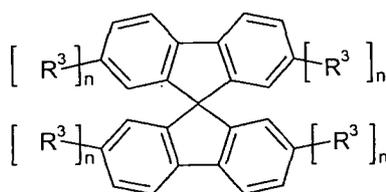
13. Organische Elektrolumineszenzvorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass das Matrixmaterial B ausgewählt ist aus Verbindungen der Formeln (22), (23), (24) und (25),



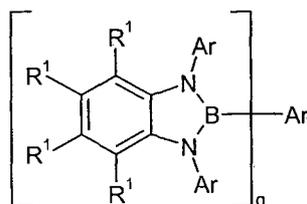
Formel (22)



Formel (23)



Formel (24)



Formel (25)

wobei Ar, R¹ und n die in den Ansprüchen 6 und 7 genannten Bedeutungen haben und die weiteren verwendeten Symbole die folgenden Bedeutungen haben:

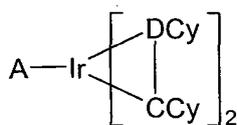
Ar⁴ ist bei jedem Auftreten gleich oder verschieden ein aromatisches Gruppe mit 6 bis 60 aromatischen C-Atomen, welches keine nicht-aromatischen Gruppen ungleich Kohlenstoff oder Wasserstoff enthält; dabei kann Ar⁴ durch einen oder mehrere Reste R⁴ substituiert sein;

R³ ist bei jedem Auftreten gleich oder verschieden eine geradkettige Alkylgruppe mit 1 bis 20 C-Atomen oder eine verzweigte oder cyclische Alkylgruppe mit 3 bis 20 C-Atomen, oder ein aromatisches Ringsystem mit 6 bis 60 aromatischen C-Atomen, welches keine nicht-aromatischen Gruppen ungleich Kohlenstoff oder Wasserstoff enthält und welches durch einen oder mehrere Reste R⁴ substituiert sein kann; dabei können zwei oder mehrere Reste R³ auch miteinander ein Ringsystem bilden;

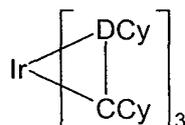
R⁴ ist bei jedem Auftreten gleich oder verschieden eine geradkettige Alkylgruppe mit 1 bis 20 C-Atomen oder eine verzweigte oder cyclische Alkylgruppe mit 3 bis 20 C-Atomen; dabei können zwei oder mehrere Reste R⁴ auch miteinander ein Ringsystem bilden;

q ist 1, 2, 3 oder 4.

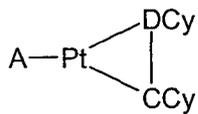
14. Organische Elektrolumineszenzvorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die phosphoreszierende Verbindung eine Verbindung der Formeln (26) bis (29) ist,



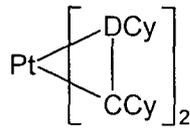
Formel (26)



Formel (27)



Formel (28)



Formel (29)

wobei R^1 dieselbe Bedeutung hat, wie in Anspruch 6 beschrieben, und für die weiteren verwendeten Symbole gilt:

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 R^1 tragen kann; die Gruppen DCy und CCy sind über eine kovalente Bindung miteinander verbunden;

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 R^1 tragen kann;

A ist gleich oder verschieden bei jedem Auftreten ein monoanionischer, zweizählig chelatisierender Ligand, bevorzugt ein Diketonatligand.

15. Verfahren zur Herstellung einer organischen Elektrolumineszenzvorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass eine oder mehrere Schichten mit einem Sublimationsverfahren beschichtet werden oder dass eine oder mehrere Schichten mit dem OVPD (Organic Vapour Phase Deposition) Verfahren oder mit Hilfe einer Trägergassublimation beschichtet werden oder dass eine oder mehrere Schichten aus Lösung oder mit einem Druckverfahren beschichtet werden.

Es folgt kein Blatt Zeichnungen