

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

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
31. März 2011 (31.03.2011)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2011/035835 A1

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

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2010/005218

(22) Internationales Anmeldedatum:
25. August 2010 (25.08.2010)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2009 042 680.9
23. September 2009 (23.09.2009) DE

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

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **KAISER, Joachim**
[DE/DE]; Bismarckstrasse 70, 64293 Darmstadt (DE).
VESTWEBER, Horst [DE/DE]; Denkmalstrasse 6,
34630 Gilserberg-Winterscheid (DE). **LEU, Simone** [DE/
DE]; Hauptstrasse 31, 67596 Dittelsheim-Hessloch (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY,

BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN,
KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA,
MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG,
NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC,
SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN,
TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

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

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

— vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden
Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderun-
gen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)



WO 2011/035835 A1

(54) Title: ORGANIC ELECTROLUMINESCENT DEVICE

(54) Bezeichnung : ORGANISCHE ELEKTROLUMINESZENZVORRICHTUNG

(57) Abstract: The present invention relates to organic electroluminescent devices having, in addition to the emitting layer, a fur-
ther layer which contains the same materials as said emitting layer.

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft organische Elektrolumineszenzvorrichtungen, welche zusätzlich zur
emittierenden Schicht eine weitere Schicht aufweisen, welche dieselben Materialien enthält wie die emittierende Schicht.

**Merck Patent Gesellschaft
mit beschränkter Haftung
64271 Darmstadt**

Organische Elektrolumineszenzvorrichtung

Organische Elektrolumineszenzvorrichtung

Die vorliegende Erfindung betrifft eine organische Elektrolumineszenz-
vorrichtung, enthaltend mindestens eine emittierende Schicht enthaltend
mindestens zwei Materialien A und B, sowie zusätzlich zur emittierenden
5 Schicht mindestens eine weitere Schicht, welche dieselben Materialien A
und B enthält wie die emittierende Schicht, wobei das Material, das in der
emittierenden Schicht in geringerem Anteil vorliegt, in der weiteren Schicht
in höherem Anteil vorliegt.

10 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. Dabei enthält eine OLED nach Stand der
Technik zwischen Anode und Kathode üblicherweise eine Lochinjektions-
15 schicht, eine oder mehrere Lochtransportschichten, eine oder mehrere
emittierende Schichten, gegebenenfalls eine Lochblockierschicht, eine
oder mehrere Elektronentransportschichten und eine Elektroneninjektions-
schicht, wobei nicht zwingend jede dieser Schichten anwesend ist. Die
emittierende Schicht ist dabei in der Regel eine dotierte Schicht, d. h. eine
20 Mischung aus mindestens einem Wirtsmaterial (Hostmaterial, Matrix-
material) und mindestens einem Dotanden. Auch spezielle Device-
aufbauten, wie graduelles Doping (graded doping) oder emittierende
Schichten, die aus mehreren Einzelschichten aufgebaut sind, wobei z. B.
unterschiedliche Wirtsmaterialien für den gleichen Dotanden oder
25 verschiedene Dotierkonzentrationen in den verschiedenen Schichten
verwendet werden, sind bekannt. Bei dotierten Schichten weist die
Gesamtheit der Dotanden immer eine geringere Konzentration auf als die
Gesamtheit der Wirtsmaterialien. Bei phosphoreszierenden Emittier-
schichten liegt die Dotierkonzentration üblicherweise zwischen 5 und 20
30 Vol.-%, bei fluoreszierenden Emitterschichten üblicherweise zwischen 0.5
und 10 Vol.-%.

Als Lochtransportschichten werden üblicherweise Reinschichten aus
einem Lochtransportmaterial, in der Regel Arylaminderivate, verwendet,
35 oder es werden Lochtransportmaterialien verwendet, welche mit p-

- 2 -

Dotanden, also oxidierenden Materialien, dotiert sind, um die Leitfähigkeit zu erhöhen.

5 Generell besteht noch weiterer Verbesserungsbedarf hinsichtlich der Effizienz, der Betriebsspannung und der Betriebslebensdauer von organischen Elektrolumineszenzvorrichtungen.

10 Überraschend wurde gefunden, dass in einer organischen Elektrolumineszenzvorrichtung, welche eine emittierende Schicht aus mindestens einem Dotanden und mindestens einem Wirtsmaterial aufweist, die Emissionseigenschaften verbessert werden können, wenn eine zusätzliche Schicht eingebracht wird, die ebenfalls aus einer Mischung des gleichen Dotanden und des gleichen Wirtsmaterials wie in der emittierenden Schicht besteht, wobei in dieser zusätzlichen Schicht der Dotand in einem höheren Anteil in der Mischung vorliegt als das Wirtsmaterial.

15 Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist somit eine organische Elektrolumineszenzvorrichtung, welche eine emittierende Schicht enthält, die aus einer Mischung aus mindestens zwei Materialien A und B in ungleichem Mischungsverhältnis besteht, wobei die Konzentration von Material A geringer ist als die Konzentration vom Material B, und welche eine
20 zusätzliche Schicht enthält, die aus einer Mischung derselben Materialien A und B wie die emittierende Schicht besteht, dadurch gekennzeichnet, dass das Material A, das in der emittierenden Schicht den geringeren Anteil der beiden Materialien aufweist, in dieser zusätzlichen Schicht in
25 höherem Anteil als das Material B vorliegt.

Dabei handelt es sich bei der zusätzlichen Schicht bevorzugt um eine nicht-leuchtende Schicht, das heißt, diese Schicht zeigt bei Betrieb der
30 OLED keine Emission.

In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung weist das geringer konzentrierte Material A in der emittierenden Schicht eine Konzentration von weniger als 30 Vol.-% auf, besonders bevorzugt weniger als 10 Vol.-%, ganz besonders bevorzugt weniger als 7 Vol.-%.

35

- 3 -

5 In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung handelt es sich bei dem Material A, welches in der emittierenden Schicht in geringerer Konzentration vorhanden ist, um ein emittierendes Material. Dabei trägt dieses bevorzugt zu mindestens 80 %, bevorzugt zu mindestens 90 % der Emission aus dieser Emitterschicht bei. Der Anteil an der Emission kann abgeschätzt werden aus dem Elektrolumineszenzspektrum der OLED im Vergleich zu dem Elektrolumineszenzspektrum einer OLED, in der das Material A weggelassen wird.

10 In einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung handelt es sich bei dem emittierenden Material A um ein fluoreszierendes Material.

15 In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung weist das höher konzentrierte Material B in der emittierenden Schicht einen Anteil von mehr als 30 Vol.-%, besonders bevorzugt mehr als 50 Vol.-%, ganz besonders bevorzugt mehr als 70 Vol.-% auf.

20 In einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung besteht die emittierende Schicht aus genau einem Wirtsmaterial B, welches mit genau einem emittierenden Dotanden A dotiert ist, wobei das Wirtsmaterial B das höher konzentrierte Material ist. In diesem Fall ist die Konzentration des Wirtsmaterials B bevorzugt größer als 70 Vol.-%, besonders bevorzugt größer als 90 Vol.-%, ganz besonders bevorzugt größer als 93 Vol.-%.

25 Erfindungsgemäß weist die organische Elektrolumineszenzvorrichtung eine zusätzliche Schicht auf, welche die selben Materialien A und B enthält wie die emittierende Schicht, wobei Material A in dieser zusätzlichen Schicht in höherem Anteil vorliegt als Material B. In einer bevorzugten Ausführungsform ist der Anteil des Materials A, welches in der
30 emittierenden Schicht in geringerem Anteil vorhanden ist, in der zusätzlichen Schicht größer 50 Vol.-%, besonders bevorzugt größer 70 Vol.-%, ganz besonders bevorzugt größer 80 Vol.-%.

35

Entsprechend ist der Anteil des Materials B in der zusätzlichen Schicht bevorzugt kleiner 50 Vol.-%, besonders bevorzugt kleiner 30 Vol.-%, ganz besonders bevorzugt kleiner 20 Vol.-%.

5 In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung grenzt die zusätzliche Schicht direkt an die emittierende Schicht an, besonders bevorzugt auf Anodenseite.

10 In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung handelt es sich bei der emittierenden Schicht um eine blau emittierende Schicht oder um eine grün emittierende Schicht. Besonders bevorzugt handelt es sich bei der emittierenden Schicht um eine blau emittierende Schicht, ganz besonders bevorzugt um eine blau fluoreszierende Schicht. Dabei kann es sich insgesamt bei der organischen Elektrolumineszenzvorrichtung um eine monochrome organische Elektrolumineszenzvorrichtung handeln oder
15 um eine weiß emittierende organische Elektrolumineszenzvorrichtung.

Die erfindungsgemäße organische Elektrolumineszenzvorrichtung enthält Anode, Kathode und mindestens eine emittierende Schicht sowie die oben beschriebene zusätzliche Schicht, wobei die genannten Schichten
20 zwischen der Anode und der Kathode angeordnet sind. 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
25 oder ganz aus anorganischen Materialien aufgebaut sind.

Die erfindungsgemäße organische Elektrolumineszenzvorrichtung kann fluoreszierende oder phosphoreszierende Verbindungen enthalten.

30 Eine phosphoreszierende Verbindung im Sinne dieser Erfindung, wie sie in den phosphoreszierenden Emitterschichten der erfindungsgemäßen organischen Vorrichtung vorliegt, ist eine Verbindung, welche bei Raumtemperatur Lumineszenz aus einem angeregten Zustand mit höherer Spinmultiplizität zeigt, also einem Spinzustand > 1 , insbesondere aus
35 einem angeregten Triplettzustand. Im Sinne dieser Erfindung sollen alle

lumineszierenden Übergangsmetallkomplexe der zweiten und dritten Übergangsmetallreihe, insbesondere alle lumineszierenden Iridium- und Platinverbindungen, als phosphoreszierende Verbindungen angesehen werden.

5 Eine fluoreszierende Verbindung im Sinne dieser Erfindung, wie sie in einer blau fluoreszierenden Emitterschicht vorliegt, ist eine Verbindung, welche bei Raumtemperatur Lumineszenz aus einem angeregten Singulett-Zustand zeigt. Im Sinne dieser Erfindung sollen insbesondere alle lumineszierenden Verbindungen, die nur aus den Elementen C, H, N, O, S, F, B und P aufgebaut sind, als fluoreszierende Verbindungen
10 verstanden werden.

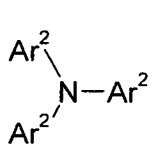
In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist das Material A, welches in der emittierenden Schicht in geringerer Konzentration vorliegt, ein Lochtransportmaterial. Dabei ist ein Lochtransportmaterial im Sinne
15 der vorliegenden Erfindung definiert als ein Material, welches ein HOMO (höchstes besetztes Molekülorbital) von > -5.6 eV aufweist. Bevorzugt ist das HOMO > -5.4 eV, besonders bevorzugt > -5.2 eV. Dabei wird das HOMO bestimmt, wie in den Ausführungsbeispielen in Beispiel 1 allgemein beschrieben.
20

In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird als lochleitendes Material A ein aromatisches Monoamin, ein aromatisches Diamin, ein aromatisches Triamin oder ein aromatisches Tetramin eingesetzt, insbesondere ein aromatisches Monoamin oder ein aromatisches Diamin, wobei
25 besonders bevorzugt mindestens ein Substituent an dem aromatischen Amin eine kondensierte aromatische Gruppe darstellt.

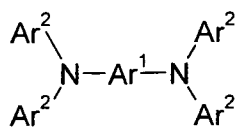
Bevorzugte aromatische Amine, welche als Material A eingesetzt werden können, sind die Verbindungen der folgenden Formeln (1) bis (7),
30

35

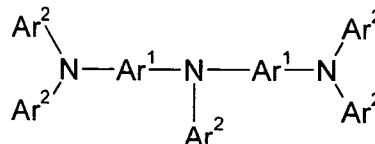
- 6 -



Formel (1)

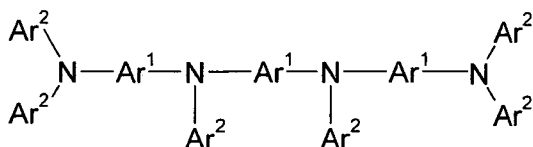


Formel (2)

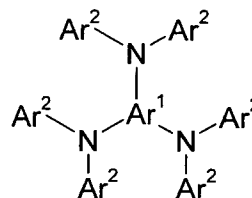


Formel (3)

5

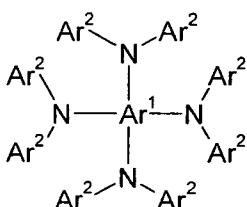


Formel (4)

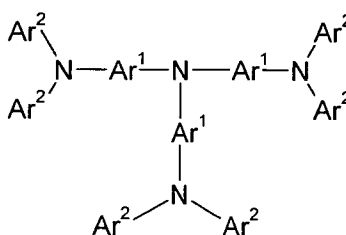


Formel (5)

10



Formel (6)



Formel (7)

15

20

wobei für die verwendeten Symbole gilt:

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

25

Ar^2 ist bei jedem Auftreten gleich oder verschieden ein monovalentes aromatisches oder heteroaromatisches Ringsystem mit 5 bis 60 aromatischen Ringatomen, welches durch einen oder mehrere Reste R^1 substituiert sein kann; dabei können zwei Gruppen Ar^2 , welche an dasselbe Stickstoffatom binden, oder eine Gruppe Ar^1 mit einer Gruppe Ar^2 , welche an dasselbe Stickstoffatom binden, miteinander durch eine Einfachbindung oder eine Brücke, ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus $B(R^1)$, $C(R^1)_2$, $Si(R^1)_2$, $C=O$, $C=NR^1$, $C=C(R^1)_2$, O , S , $S=O$, SO_2 , $N(R^1)$, $P(R^1)$ und $P(=O)R^1$, verknüpft sein;

35

- 7 -

- 5
10
15
20
25
30
35
- R^1 ist bei jedem Auftreten gleich oder verschieden H, D, F, Cl, Br, I, CHO, $C(=O)Ar^3$, $P(=O)(Ar^3)_2$, $S(=O)Ar^3$, $S(=O)_2Ar^3$, $CR^2=CR^2Ar^3$, 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^3 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.

- 8 -

Wenn zwei Gruppen Ar^2 oder eine Gruppe Ar^1 mit einer Gruppe Ar^2 , welche jeweils an dasselbe Stickstoffatom binden, miteinander durch eine Einfachbindung verknüpft sind, entsteht dadurch ein Carbazol.

5 Dabei ist Ar^1 in den Verbindungen der Formeln (2), (3), (4) und (7) eine bivalente Gruppe und in den Verbindungen der Formel (5) eine trivalente Gruppe und in den Verbindungen der Formel (6) eine tetravalente Gruppe.

10 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
15 Cyclus, beispielsweise Pyridin, Pyrimidin, Thiophen, etc., oder eine kondensierte Aryl- oder Heteroarylgruppe verstanden. Dabei wird unter einer kondensierten Aryl- oder Heteroarylgruppe eine Gruppe verstanden, in welcher mindestens zwei Aryl- oder Heteroarylgruppen durch eine gemeinsame Kante aneinander ankondensiert sind, beispielsweise
20 Naphthalin, Anthracen, Pyren, Chinolin, Isochinolin, etc..

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
25 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
30 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 sp^3 -hybridisiertes C-, N- oder O-Atom oder eine Carbonylgruppe, unterbrochen sein können. So sollen beispielsweise auch Systeme wie 9,9'-
35 Spirobifluoren, 9,9-Diarylfluoren, Triarylamin, Diarylether, Stilben, Benzo-

phenon, 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.

5

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 C₂- bis C₄₀-Alkenylgruppe werden bevorzugt Ethenyl, Propenyl, Butenyl, Pentenyl, Cyclopentenyl, Hexenyl, Cyclohexenyl, Heptenyl, Cycloheptenyl, Octenyl und Cyclooctenyl verstanden. Unter einer C₂- bis C₄₀-Alkynylgruppe werden bevorzugt Ethinyl, Propinyl, Butinyl, Pentinyl, Hexinyl, Heptinyl und Octinyl verstanden. Unter einer C₁- bis C₄₀-Alkoxygruppe werden besonders bevorzugt Methoxy, Trifluormethoxy, Ethoxy, n-Propoxy, i-Propoxy, n-Butoxy, i-Butoxy, s-Butoxy, t-Butoxy oder 2-Methylbutoxy verstanden. Unter einem aromatischen oder heteroaromatischen Ringsystem mit 5 - 60 aromatischen Ringatomen, welches noch jeweils mit den oben genannten Resten R substituiert sein kann und welches über beliebige Positionen am Aromaten bzw. Heteroaromaten verknüpft sein kann, werden insbesondere Gruppen verstanden, die abgeleitet sind von Benzol, Naphthalin, Anthracen, Phenanthren, Benzanthracen, Benzphenanthren, Pyren, Chrysen, Perylen, Fluoranthren, Benzfluoranthren, Naphthacen, Pentacen, Benzpyren, Biphenyl, Biphenylen, Terphenyl, Terphenylen, Fluoren, Benzofluoren, Dibenzofluoren, Spirobifluoren, Dihydrophenanthren, Dihydropyren, Tetrahydropyren, cis- oder trans-Indenofluoren, cis- oder trans-Monobenzoindenofluoren, cis- oder trans-Dibenzoindenofluoren, Truxen, Isotruxen, Spirotruxen, Spiroisotruxen, Furan, Benzofuran, Isobenzofuran, Dibenzofuran, Thiophen, Benzothiophen, Isobenzo-

35

thiophen, 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,
5 Naphthoxazol, Anthroxazol, Phenanthroxazol, Isoxazol, 1,2-Thiazol,
1,3-Thiazol, Benzothiazol, Pyridazin, Benzopyridazin, Pyrimidin, Benz-
pyrimidin, Chinoxalin, 1,5-Diazaanthracen, 2,7-Diazapyren, 2,3-Diaza-
pyren, 1,6-Diazapyren, 1,8-Diazapyren, 4,5-Diazapyren, 4,5,9,10-Tetra-
azaperylen, Pyrazin, Phenazin, Phenoxazin, Phenothiazin, Fluorubin,
10 Naphthyridin, Azacarbazol, Benzocarbolin, Phenanthrolin, 1,2,3-Triazol,
1,2,4-Triazol, Benzotriazol, 1,2,3-Oxadiazol, 1,2,4-Oxadiazol, 1,2,5-Oxa-
diazol, 1,3,4-Oxadiazol, 1,2,3-Thiadiazol, 1,2,4-Thiadiazol, 1,2,5-Thia-
diazol, 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
15 und Benzothiadiazol.

In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung stellt mindestens
eine der Gruppen Ar^1 und/oder Ar^2 in Verbindungen der Formeln (1) bis (7)
ein kondensiertes aromatisches oder heteroaromatisches Ringsystem mit
20 mehr als 10 aromatischen Ringatomen dar.

Besonders bevorzugt stellt mindestens eine Gruppe Ar^1 in Verbindungen
der Formeln (2) bis (7) bzw. mindestens eine Gruppe Ar^2 in Verbindungen
der Formel (1) ein kondensiertes aromatisches oder heteroaromatisches
25 Ringsystem mit 14 bis 40 aromatischen Ringatomen, besonders bevorzugt
mit 14 bis 30 aromatischen Ringatomen dar. Ganz besonders bevorzugt ist
das kondensierte aromatische oder heteroaromatische Ringsystem ausge-
wählt aus der Gruppe bestehend aus Anthracen, Chrysen, Pyren, Perylen,
Naphthacen, Pentacen, Benzofluoren, Dibenzofluoren, cis- oder trans-
30 Monobenzoindenofluoren oder cis- oder trans-Dibenzoindenofluoren.

In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist die Gruppe Ar^2 in
Verbindungen der Formeln (2) bis (7) gleich oder verschieden bei jedem
Auftreten ein aromatisches oder heteroaromatisches Ringsystem mit 5 bis
35 18 aromatischen Ringatomen, besonders bevorzugt mit 6 bis 12 aroma-

tischen Ringatomen, welches jeweils mit einem oder mehreren Resten R^1 substituiert sein kann. Ganz besonders bevorzugt ist Ar^2 gleich oder verschieden bei jedem Auftreten ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Phenyl, 1-Naphthyl, 2-Naphthyl oder ortho-, meta- oder para-Biphenyl, welche jeweils durch einen oder mehrere Reste R^1 substituiert sein können. In Verbindungen der Formel (1) sind bevorzugt zwei der Gruppen Ar^2 wie oben definiert und die dritte Gruppe Ar^2 ist ein kondensiertes aromatisches oder heteroaromatisches Ringsystem mit mehr als 10 aromatischen Ringatomen.

Bevorzugte Beispiele hierfür sind aromatische 2- oder 9-Anthracenamine, aromatische 2,6- oder 9,10-Anthracendiamine, aromatische 1-Pyrenamine, aromatische 1,6-Pyrendiamine, aromatische Chrysenamine oder aromatische Chrysendiamine, Benzoindenofluorenamine bzw. -diamine, beispielsweise gemäß WO 08/006449, und Dibenzoindenofluorenamine bzw. -diamine, beispielsweise gemäß WO 07/140847.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist das Material B, das in der emittierenden Schicht in höherem Anteil vorliegt, ein elektronentransportierendes Material. Dieses hat bevorzugt ein LUMO (niedrigstes unbesetztes Molekülorbital) von < -2.3 eV, besonders bevorzugt < -2.5 eV. Dabei wird das LUMO bestimmt, wie in den Ausführungsbeispielen in Beispiel 1 allgemein beschrieben.

Geeignete Materialien B, die als Hostmaterialien (Matrixmaterialien) für die fluoreszierenden Dotanden, insbesondere für die oben genannten Dotanden, eingesetzt werden können, sind beispielsweise ausgewählt aus den Klassen der Oligoarylene (z. B. 2,2',7,7'-Tetraphenylspirobifluoren gemäß EP 676461 oder Dinaphthylanthracen), insbesondere der Oligoarylene enthaltend kondensierte aromatische Gruppen, der Oligoarylen-vinylene (z. B. DPVBi oder Spiro-DPVBi gemäß EP 676461), der poly-podalen Metallkomplexe (z. B. gemäß WO 04/081017), der elektronenleitenden Verbindungen, insbesondere Ketone, Phosphinoxide, Sulfoxide, etc. (z. B. gemäß WO 05/084081 und WO 05/084082), der Atropisomere (z. B. gemäß WO 06/048268), der Boronsäurederivate (z. B. gemäß WO 06/117052), der Benzanthracenderivate (z. B. Benz[a]anthracen-

derivate gemäß WO 08/145239) und der Benzophenanthrenderivate (z. B. Benz[c]phenanthrenderivate gemäß der nicht offen gelegten Anmeldung DE 102009005746.3). Besonders bevorzugte Hostmaterialien sind ausgewählt aus den Klassen der Oligoarylene, enthaltend Naphthalin, Anthracen, Benzanthracen, insbesondere Benz[a]anthracen, Benzophenanthren, insbesondere Benz[c]phenanthren, und/oder Pyren oder Atropisomere dieser Verbindungen. Unter einem Oligoarylen im Sinne dieser Erfindung soll eine Verbindung verstanden werden, in der mindestens drei Aryl- bzw. Arylengruppen aneinander gebunden sind.

Besonders bevorzugte Materialien B sind Verbindungen der folgenden Formel (8),



wobei R^1 die oben aufgeführte Bedeutung aufweist und für die weiteren verwendeten Symbole gilt:

Ant steht für eine Anthracengruppe, welche in 9- und 10-Position durch die Gruppen Ar^4 substituiert ist und welche weiterhin durch einen oder mehrere Substituenten R^1 substituiert sein kann;

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

In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung enthält mindestens eine der Gruppen Ar^4 eine kondensierte Arylgruppe mit 10 oder mehr aromatischen Ringatomen. Bevorzugte Gruppen Ar^4 sind gleich oder verschieden bei jedem Auftreten ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Phenyl, 1-Naphthyl, 2-Naphthyl, Anthracenyl, ortho-, meta- oder para-Biphenyl, Phenylen-1-naphthyl, Phenylen-2-naphthyl, Phenanthrenyl, Benz[a]anthracenyl oder Benz[c]phenanthrenyl, welche jeweils mit einem Rest R^1 substituiert sein können.

35

Die Schichtdicke der emittierenden Schicht liegt bevorzugt zwischen 5 und 60 nm, besonders bevorzugt zwischen 10 und 30 nm.

5 Die Schichtdicke der zusätzlichen Schicht, welche dieselben Materialien wie die emittierende Schicht enthält, liegt bevorzugt zwischen 1 und 50 nm, besonders bevorzugt zwischen 3 und 20 nm.

Im Folgenden werden die bevorzugten Ausführungsformen für die weiteren Schichten der OLED ausgeführt.

10 Falls weitere emittierende Schichten vorhanden sind, können in diesen emittierenden Schichten generell alle Materialien verwendet werden, wie sie gemäß dem Stand der Technik verwendet werden.

15 In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung handelt es sich um eine weiß emittierende organische Elektrolumineszenzvorrichtung. Diese ist dadurch charakterisiert, dass sie Licht mit CIE 1931 -Farbkoordinaten im Bereich von 0.28/0.29 bis 0.45/0.41 emittiert.

20 Wenn die organische Elektrolumineszenzvorrichtung genau zwei emittierende Schichten aufweist, ist die zweite Emitterschicht bevorzugt eine gelb oder orange phosphoreszierende Emitterschicht. Die erste Schicht ist, wie oben bereits als allgemein bevorzugt angegeben, bevorzugt eine blau fluoreszierende Emitterschicht. Dabei ist die gelb oder orange phosphoreszierende Schicht bevorzugt auf Anodenseite und die blau fluoreszierende Schicht auf Kathodenseite angeordnet.
25 Die zusätzliche Schicht ist dann bevorzugt eine Schicht, die dieselben Materialien enthält, wie die blau fluoreszierende Schicht. Diese Schicht ist bevorzugt auf Anodenseite der blau fluoreszierenden Schicht angeordnet und liegt als Zwischenschicht zwischen der blau fluoreszierenden und der
30 gelb oder orange phosphoreszierenden Emitterschicht.

In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung weist die erfindungsgemäße Elektrolumineszenzvorrichtung mindestens drei emittierende
35 Schichten auf.

Wenn die organische Elektrolumineszenzvorrichtung drei emittierende Schichten aufweist, so ist eine dieser Schichten bevorzugt eine rot oder orange phosphoreszierende Emitterschicht und eine der Schichten eine grün phosphoreszierende Emitterschicht. Die erste Schicht ist, wie oben bereits als allgemein bevorzugt angegeben, bevorzugt eine blau fluoreszierende Emitterschicht. In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung liegt die rot oder orange phosphoreszierende Schicht auf Anodenseite, die blau fluoreszierende Schicht liegt auf Kathodenseite und die grün phosphoreszierende Schicht liegt zwischen der rot phosphoreszierenden Schicht und der blau fluoreszierenden Schicht. Die zusätzliche Schicht ist dann bevorzugt eine Schicht, die dieselben Materialien enthält, wie die blau fluoreszierende Schicht. Diese Schicht ist bevorzugt auf Anodenseite der blau fluoreszierenden Schicht angeordnet und liegt als Zwischenschicht zwischen der blau fluoreszierenden und der grün phosphoreszierenden Emitterschicht.

Es ist auch möglich, dass die organische Elektrolumineszenzvorrichtung statt einer zwei oder mehr Zwischenschichten zwischen der fluoreszierenden und der phosphoreszierenden Emitterschicht aufweist, wie z. B. in der nicht offen gelegten Anmeldung DE 102009017064.2 beschrieben. In diesem Fall ist die zusätzliche Schicht, die dieselben Materialien A und B aufweist wie die blau fluoreszierende Schicht, eine dieser Zwischenschichten und grenzt bevorzugt direkt an die blau fluoreszierende Schicht an.

Es ist auch möglich, dass die organische Elektrolumineszenzvorrichtung mehr als drei Emitterschichten aufweist.

Dabei wird unter einer gelb emittierenden Schicht eine Schicht verstanden, deren Photolumineszenzmaximum im Bereich von 540 bis 570 nm liegt. Unter einer orange emittierenden Schicht wird eine Schicht verstanden, deren Photolumineszenzmaximum im Bereich von 570 bis 600 nm liegt. Unter einer rot emittierenden Schicht wird eine Schicht verstanden, deren Photolumineszenzmaximum im Bereich von 600 bis 750 nm liegt. Unter einer grün emittierenden Schicht wird eine Schicht verstanden, deren Photolumineszenzmaximum im Bereich von 490 bis

540 nm liegt. Unter einer blau emittierenden Schicht wird eine Schicht verstanden, deren Photolumineszenzmaximum im Bereich von 440 bis 490 nm liegt. Dabei wird das Photolumineszenzmaximum durch Messung des Photolumineszenzspektrums der Schicht mit einer Schichtdicke von 50 nm bestimmt.

5

Als Materialien für die phosphoreszierenden Emitterschichten in der weiß emittierenden organischen Elektrolumineszenzvorrichtung kommen generell alle phosphoreszierenden Emitter und alle Matrixmaterialien für phosphoreszierende Emitter in Frage, wie sie gemäß dem Stand der Technik verwendet werden, wobei es sich bei den phosphoreszierenden Emittlern bevorzugt um cyclometallierte Iridium- und Platinkomplexe handelt. Insbesondere ist dem Fachmann bekannt, welche phosphoreszierenden Komplexe mit welcher Emissionsfarbe emittieren.

10

15

Außer Kathode, Anode, der emittierenden Schicht und der zusätzlichen Schicht, die dieselben Materialien wie die emittierende Schicht enthält, kann die organische Elektrolumineszenzvorrichtung noch weitere Schichten enthalten. Diese sind beispielsweise gewählt aus jeweils einer oder mehreren Lochinjektionsschichten, Lochtransportschichten, Lochblockierschichten, Elektronentransportschichten, Elektroneninjektionschichten, Elektronenblockierschichten, Excitonenblockierschichten, Ladungserzeugungsschichten (Charge-Generation Layers) und/oder organischen oder anorganischen p/n-Übergängen. Außerdem können Zwischenschichten zwischen mehreren emittierenden Schichten vorhanden sein. 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 dieser Schichten vorhanden sein muss und die Wahl der Schichten immer von den verwendeten Verbindungen abhängt.

20

25

30

Die Verwendung derartiger Schichten ist dem Fachmann bekannt, und er kann hierfür ohne erfinderisches Zutun alle für derartige Schichten bekannten Materialien gemäß dem Stand der Technik verwenden.

35

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.

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.

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.

Es können generell alle weiteren Materialien, wie sie gemäß dem Stand der Technik in organischen Elektrolumineszenzvorrichtungen eingesetzt werden, auch in Kombination mit den erfindungsgemäßen Schichten enthaltend die Materialien A und B eingesetzt werden.

5

Geeignete Ladungstransportmaterialien, wie sie in der Lochinjektions- bzw. Lochtransportschicht 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.

10

15

20

25

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 Amin-derivate, 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.

30

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

35

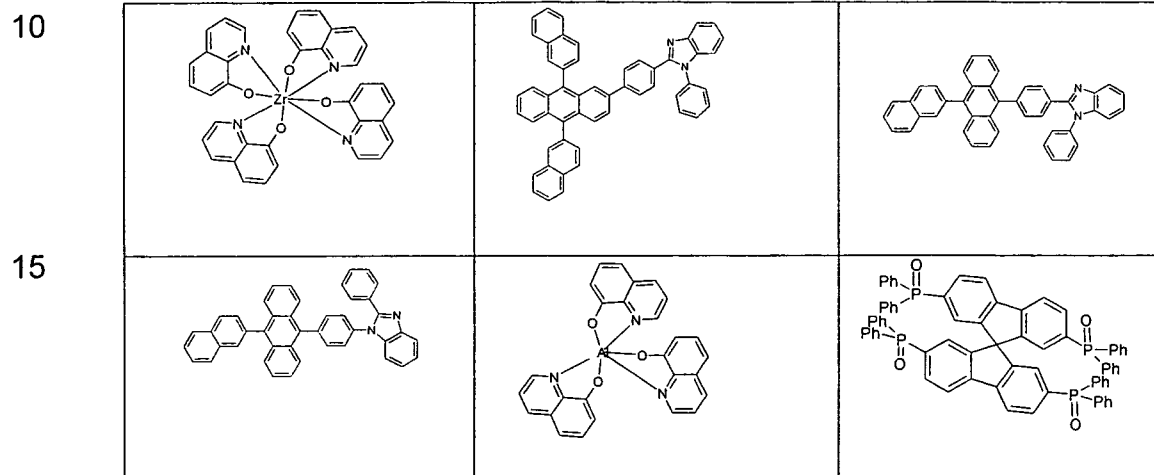
5			
10			
15			
20			
25			
30			

35 Als Materialien für die Elektronentransportschicht können alle Materialien verwendet werden, wie sie gemäß dem Stand der Technik als Elektronen-

- 19 -

transportmaterialien in der Elektronentransportschicht verwendet werden. Insbesondere eignen sich Aluminiumkomplexe, beispielsweise Alq_3 , Zirkoniumkomplexe, beispielsweise Zrq_4 , Benzimidazolderivate, Triazin-derivate, wie z. B. die in der nicht offen gelegten Anmeldung DE 102008064200.2 offenbarten Materialien, oder aromatische Ketone.

5 Geeignete Materialien sind beispielsweise die in der folgenden Tabelle aufgeführten Materialien. Weiterhin geeignete Materialien sind Derivate, wie sie in JP 2000/053957, WO 03/060956, WO 04/028217 und WO 04/080975 offenbart werden.



20

Es kann auch bevorzugt sein, zwei separate Elektronentransportschichten einzusetzen. Dies kann Vorteile bezüglich der Helligkeitsabhängigkeit des Farbortes der Elektrolumineszenzvorrichtung haben (siehe z. B. die nicht offen gelegte Anmeldung DE 102009012346.6).

25

Weiterhin ist es möglich, dass die Elektronentransportschicht dotiert ist. Geeignete Dotanden sind Alkalimetalle oder Alkalimetallverbindungen, wie z. B. LiQ (Lithiumchinolinat). In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist die Elektronentransportschicht insbesondere dann dotiert, wenn das Elektronentransportmaterial ein Benzimidazolderivat oder ein Triazinderivat ist. Der bevorzugte Dotand ist dann LiQ.

30

Weiterhin bevorzugt ist eine organische Elektrolumineszenzvorrichtung, dadurch gekennzeichnet, dass eine oder mehrere Schichten mit einem Sublimationsverfahren beschichtet werden. Dabei werden die Materialien

35

- 20 -

in Vakuum-Sublimationsanlagen bei einem Anfangsdruck kleiner 10^{-5} mbar, bevorzugt kleiner 10^{-6} mbar aufgedampft. Es sei jedoch angemerkt, dass der Druck auch noch geringer sein kann, beispielsweise kleiner 10^{-7} mbar.

5 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 Trägertgasublimation beschichtet werden. Dabei werden die Materialien bei einem Druck zwischen 10^{-5} mbar und 1 bar aufgebracht. Ein Spezialfall
10 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).

15 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-
20 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
25 Dotanden.

Die organische Elektrolumineszenzvorrichtung kann auch hergestellt werden, indem eine oder mehrere Schichten aus Lösung aufgebracht werden und eine oder mehrere andere Schichten aufgedampft werden.

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

35

- 21 -

Die erfindungsgemäße organische Elektrolumineszenzvorrichtung weist folgende überraschende Vorteile gegenüber dem Stand der Technik auf:

- 5 1. Die erfindungsgemäße organische Elektrolumineszenzvorrichtung weist durch die Verwendung der zusätzlichen Schicht enthaltend die Materialien A und B eine sehr hohe Effizienz auf.
- 10 2. Die erfindungsgemäße organische Elektrolumineszenzvorrichtung weist gleichzeitig eine sehr gute Lebensdauer auf. Insbesondere ist die Lebensdauer höher als bei Verwendung von nur Material A in der zusätzlichen Schicht oder bei Verwendung eines geringeren Anteils des Materials A in der zusätzlichen Schicht.
- 15 3. Weiterhin führt die Verwendung der erfindungsgemäßen zusätzlichen Schicht enthaltend die Materialien A und B zu einem geringeren Spannungsanstieg über die Lebensdauer der Vorrichtung.

20 Die Erfindung wird durch die nachfolgenden Beispiele genauer beschrieben, ohne sie dadurch einschränken zu wollen. Der Fachmann kann, ohne erfinderisch tätig zu werden, die Erfindung im gesamten offenbarten Bereich ausführen und so weitere erfindungsgemäße organische Elektrolumineszenzvorrichtungen herstellen.

25

30

35

Beispiele:**Beispiel 1: Bestimmung von HOMO, LUMO und Energielücke aus Cyclovoltammetrie und Absorptionsspektrum**

5 Die Bestimmung der HOMO- und LUMO-Werte sowie der Energielücke im Sinne der vorliegenden Erfindung erfolgt nach den im Folgenden beschriebenen allgemeinen Verfahren:

10 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.

15 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:

20 Messtechnik: CV
Initial purge time: 300 s
Cleaning Potential: -1 V
Cleaning Time: 10 s
25 Deposition Potential: -0.2 V
Deposition Time: 10 s
Start Potential: -0.2 V
End Potential: 1.6 V
Voltage Step: 6 mV
30 Sweep Rate: 50 mV/s

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,

35

von denen die letzten drei zur Auswertung aufgezeichnet werden. Dabei werden dieselben Parameter eingestellt, wie oben beschrieben.

5 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
10 Cleaning Time: 10 s
Deposition Potential: -0.2 V
Deposition Time: 10 s
Start Potential: -0.2 V
End Potential: 1.6 V
15 Voltage Step: 6 mV
Sweep Rate: 50 mV/s

Zur Auswertung wird für die Probenlösung und die mit Ferrocenlösung versetzte Lösung jeweils der Mittelwert aus den Spannungen des ersten
20 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.

25 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
30 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>)
35 bestimmt werden, wobei zu beachten ist, dass die erhaltenen Werte dabei typischerweise um 0.3 eV tiefer liegen, als die mit CV gemessenen. Unter

- 24 -

dem HOMO-Wert im Sinne dieses Patents ist dann der Wert aus Riken AC2 + 0.3 eV zu verstehen.

Weiterhin lassen sich sowohl mit der beschriebenen CV Methode wie auch mit der beschriebenen Photoelektronen-Spektroskopie HOMO-Werte, die
5 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 / 6-31G(d). Die Normierung der berechneten Werte auf CV-Werte wird über
10 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 kalibriert, dieser Kalibrierfaktor wird für alle weiteren Berechnungen verwendet. Auf diese Weise lassen sich HOMO-
15 Werte berechnen, die sehr gut denen über CV gemessenen entsprechen. 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-
20 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.

25 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
30 Flanke an ihrer steilsten Stelle eine Gerade anfittet und den Wert ermittelt, bei dem diese Gerade die Wellenlängeachse, d. h. den Absorptionswert = 0, schneidet.

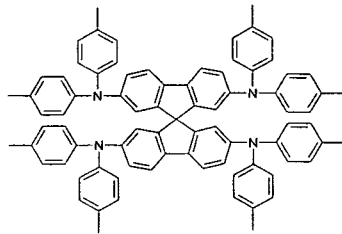
35 Der LUMO-Wert wird durch Addition der Energielücke auf den oben beschriebenen HOMO-Wert erhalten.

Beispiel 2: Herstellung und Charakterisierung von organischen Elektrolumineszenzvorrichtungen gemäß der Erfindung

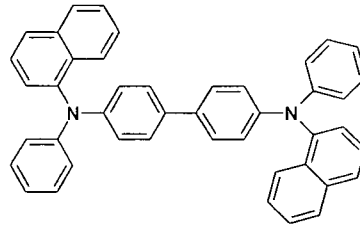
Erfindungsgemäße Elektrolumineszenzvorrichtungen können beispielsweise nach dem in WO 05/003253 beschriebenen Verfahren hergestellt werden.

Die Strukturen der verwendeten Materialien sind der Übersichtlichkeit halber im Folgenden abgebildet.

10



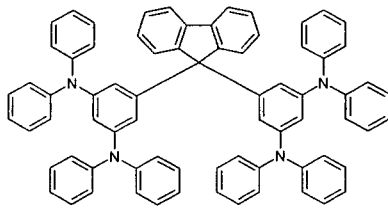
HIM



NPB

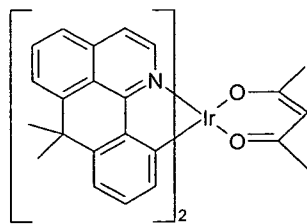
15

20



HTM1

25



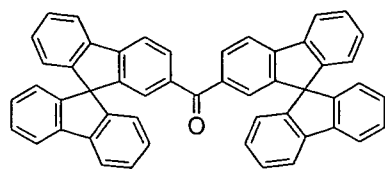
TER

30

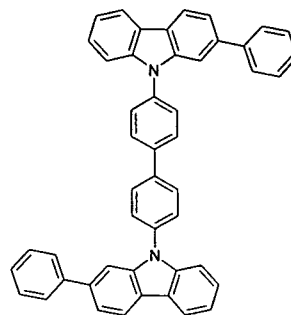
35

- 26 -

5

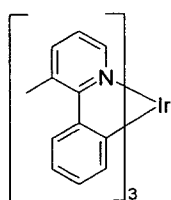


SK



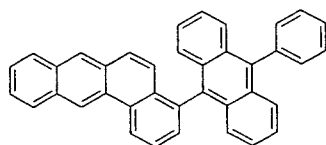
TMM

10

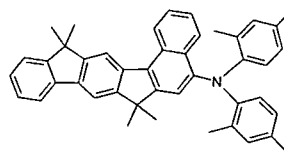


TEG

15

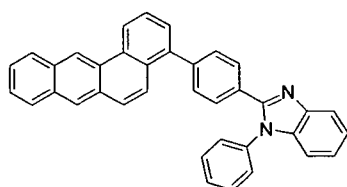


BH



BD

20



25

ETM

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 1 zusammengefasst.

35

Im Folgenden werden die Ergebnisse verschiedener OLEDs gegenübergestellt. Es handelt sich dabei um monochrome oder weiße OLEDs, mit jeweils einer Variante (a), die gemäß Stand der Technik herkömmlich aufgebaut ist, und einer zweiten Variante (b) mit einer zusätzlichen erfindungsgemäßen Schicht.

5

Beispiel 3:

Beispiel 3 wird durch folgenden Schichtaufbau realisiert: 150 nm HIM, 20 nm NPB, 5 nm BD dotiert mit 5% BH (nur bei Variante 3b), 20 nm BH dotiert mit 5% BD, 30 nm ETM, 1 nm LiF, 100 nm Al.

10

Bei Beispiel 3 handelt es sich um fluoreszente blaue OLEDs. Die erfindungsgemäße OLED 3b weist ähnliche Werte für Farbe, Effizienz, Betriebsspannung und Lebensdauer auf wie OLED 3a. Sie zeigt jedoch eine deutliche Verbesserung im Spannungsanstieg während des Betriebs. Der Spannungsanstieg gemessen bis zu dem Zeitpunkt, an dem die Leuchtdichte bei Konstantstrombetrieb von 1000 cd/m² auf 500 cd/m² abgefallen ist, ist in Beispiel 3b um ca. einen Faktor 3 geringer als im Vergleichsbeispiel 3a.

15

20

Beispiel 4:

Beispiel 4 wird durch folgenden Schichtaufbau realisiert: 50 nm HIM, 40 nm NPB dotiert mit 7% TER, 7 nm Mischschicht bestehend aus 70% TMM, 15% SK und 15% TEG, 3 nm HTM1 dotiert mit 20 % SK, 3 nm BD dotiert mit 20% BH (nur bei Variante 4b), 25 nm BH dotiert mit 5% BD, 10 nm SK, 20 nm ETM, 1 nm LiF, 100 nm Al.

25

Bei Beispiel 4 handelt es sich um hybrid-weiße OLEDs. Auch hier zeigen OLEDs 4a und 4b bezüglich Farbe, Effizienz und Betriebsspannung ähnliche Werte. Eine Verbesserung ergibt sich wiederum unter Verwendung der erfindungsgemäßen Zusatzschicht im Spannungsanstieg während des Betriebs, wenn auch in geringerem Ausmaß als in Beispiel 3. Eine deutliche Verbesserung ergibt sich jedoch hier zusätzlich in der Betriebslebensdauer, die bei der erfindungsgemäßen OLED mehr als doppelt so hoch ist wie bei der Vergleichs-OLED.

30

35

Tabelle 1: Device-Ergebnisse

Bsp.	Effizienz [cd/A] bei 1000 cd/m ²	Spannung [V] bei 1000 cd/m ²	CIE x/y bei 1000 cd/m ²	Lebensdauer bis 50% [h], bei 1000 cd/m ² Anfangshelligkeit	Spannungsan- stieg [V] nach Lebensdauer 50%
3a (Vgl)	7.1	5.0	0.14/0.14	5400	0.25
3b	6.8	5.2	0.14/0.14	4700	0.08
4a (Vgl)	15.8	4.5	0.28/0.28	4200	0.50
4b	15.4	4.2	0.28/0.28	9600	0.38

5

10

15

20

25

30

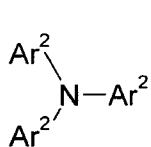
35

Patentansprüche

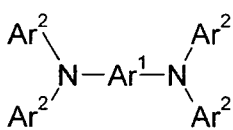
1. Organische Elektrolumineszenzvorrichtung, welche eine emittierende Schicht enthält, die aus einer Mischung aus mindestens zwei Materialien A und B in ungleichem Mischungsverhältnis besteht, wobei
5 die Konzentration von Material A geringer ist als die Konzentration von Material B, und welche eine zusätzliche Schicht enthält, die aus einer Mischung derselben Materialien A und B wie die emittierende Schicht besteht, dadurch gekennzeichnet, dass das Material A, das in der emittierenden Schicht den geringeren Anteil der beiden Materialien
10 aufweist, in dieser zusätzlichen Schicht in höherem Anteil als das Material B vorliegt.
2. Organische Elektrolumineszenzvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Material A in der emittierenden Schicht eine
15 Konzentration von weniger als 30 Vol.-% aufweist, bevorzugt weniger als 10 Vol.-%, besonders bevorzugt weniger als 7 Vol.-% aufweist.
3. Organische Elektrolumineszenzvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Material A ein emittierendes
20 Material ist, insbesondere ein fluoreszierendes Material.
4. Organische Elektrolumineszenzvorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Material B
25 in der emittierenden Schicht einen Anteil von mehr als 30 Vol.-%, bevorzugt mehr als 50 Vol.-%, besonders bevorzugt mehr als 70 Vol.-% aufweist.
5. Organische Elektrolumineszenzvorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die emittierende
30 Schicht aus genau einem Wirtsmaterial B, welches mit genau einem emittierenden Dotanden A dotiert ist, besteht, wobei die Konzentration des Wirtsmaterials B bevorzugt größer als 70 Vol.-%, besonders bevorzugt größer als 90 Vol.-%, ganz besonders bevorzugt größer als
35 93 Vol.-% ist.

- 30 -

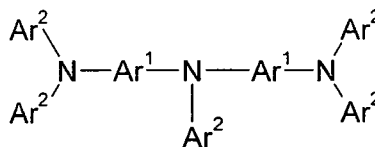
6. Organische Elektrolumineszenzvorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass in der zusätzlichen Schicht, welche die selben Materialien A und B enthält wie die emittierende Schicht, der Anteil des Materials A größer 50 Vol. %, bevorzugt größer 70 Vol.-%, besonders bevorzugt größer 80 Vol.-% ist und dass der Anteil des Materials B kleiner 50 Vol.-%, bevorzugt kleiner 30 Vol.-%, besonders bevorzugt kleiner 20 Vol.-% ist.
7. Organische Elektrolumineszenzvorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die zusätzliche Schicht direkt an die emittierende Schicht angrenzt, bevorzugt auf Anodenseite.
8. Organische Elektrolumineszenzvorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Material A ein Lochtransportmaterial mit einem HOMO von > -5.6 eV ist, bevorzugt > -5.4 eV, besonders bevorzugt > -5.2 eV.
9. Organische Elektrolumineszenzvorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass als Material A Verbindungen der folgenden Formeln (1) bis (7) eingesetzt werden,



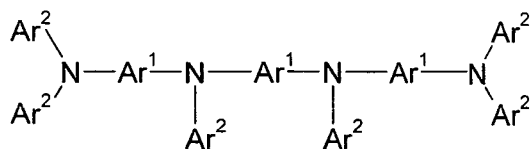
Formel (1)



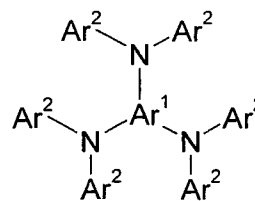
Formel (2)



Formel (3)



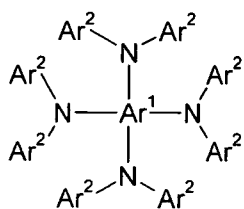
Formel (4)



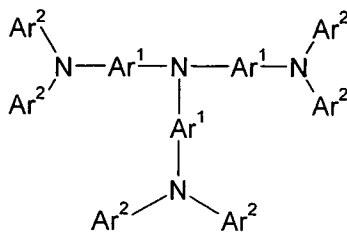
Formel (5)

35

- 31 -



Formel (6)



Formel (7)

5

wobei für die verwendeten Symbole gilt:

10

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

15

Ar^2 ist bei jedem Auftreten gleich oder verschieden ein monovalentes aromatisches oder heteroaromatisches Ringsystem mit 5 bis 60 aromatischen Ringatomen, welches durch einen oder mehrere Reste R^1 substituiert sein kann; dabei können zwei Gruppen Ar^2 , welche an dasselbe Stickstoffatom binden, oder eine Gruppe Ar^1 mit einer Gruppe Ar^2 , welche an dasselbe Stickstoffatom binden, miteinander durch eine Einfachbindung oder eine Brücke, ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus $B(R^1)$, $C(R^1)_2$, $Si(R^1)_2$, $C=O$, $C=NR^1$, $C=C(R^1)_2$, O , S , $S=O$, SO_2 , $N(R^1)$, $P(R^1)$ und $P(=O)R^1$, verknüpft sein;

20

25

R^1 ist bei jedem Auftreten gleich oder verschieden H , D , F , Cl , Br , I , CHO , $C(=O)Ar^3$, $P(=O)(Ar^3)_2$, $S(=O)Ar^3$, $S(=O)_2Ar^3$, $CR^2=CR^2Ar^3$, 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

30

35

5 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 R² substituiert sein kann, oder eine Aryloxy- oder Heteroaryloxygruppe mit 5 bis 60 aromatischen Ringatomen, die durch einen oder mehrere Reste R² substituiert sein kann, oder eine Kombination dieser Systeme; dabei können zwei oder mehrere benachbarte Substituenten R¹ auch miteinander ein mono- oder polycyclisches, aliphatisches oder aromatisches Ringsystem bilden;

15 Ar³ ist bei jedem Auftreten gleich oder verschieden ein aromatisches oder heteroaromatisches Ringsystem mit 5 bis 40 aromatischen Ringatomen, das mit einem oder mehreren Resten R² substituiert sein kann;

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

25 10. Organische Elektrolumineszenzvorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine der Gruppen Ar¹ und/oder Ar² in Verbindungen der Formeln (1) bis (7) ein kondensiertes aromatisches oder heteroaromatisches Ringsystem mit mehr als 10 aromatischen Ringatomen darstellt.

30 11. Organische Elektrolumineszenzvorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass das Material B ein elektronentransportierendes Material mit einem LUMO von < -2.3 eV, bevorzugt < -2.5 eV ist.

35

12. Organische Elektrolumineszenzvorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass das Material B ausgewählt ist aus den Klassen der Oligoarylene, insbesondere der Oligoarylene enthaltend kondensierte aromatische Gruppen, der Oligoarylenvinylene, der polypodalen Metallkomplexe, der Ketone, der Phosphinoxide, der Sulfoxide, der Atropisomere, der Boronsäurederivate, der Benzanthracenderivate und der Benzophenanthren-
5 derivate.

13. Organische Elektrolumineszenzvorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass das Material B eine Verbindung der folgenden Formel (8) ist,
10



15 wobei R¹ die in Anspruch 9 aufgeführte Bedeutung aufweist und für die weiteren verwendeten Symbole gilt:

Ant steht für eine Anthracengruppe, welche in 9- und 10-Position durch die Gruppen Ar⁴ substituiert ist und welche weiterhin durch einen oder mehrere Substituenten R¹ substituiert sein kann;
20

Ar⁴ ist gleich oder verschieden bei jedem Auftreten ein aromatisches oder heteroaromatisches Ringsystem mit 5 bis 60 aromatischen Ringatomen, welches durch einen oder mehrere Reste R¹ substituiert sein kann.
25

14. Organische Elektrolumineszenzvorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Schichtdicke der emittierenden Schicht zwischen 5 und 60 nm, bevorzugt zwischen 10 und 30 nm liegt.
30

15. Organische Elektrolumineszenzvorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Schichtdicke der zusätzlichen Schicht, welche dieselben Materialien wie die
35

- 34 -

emittierende Schicht enthält, zwischen 1 und 50 nm, bevorzugt zwischen 3 und 20 nm liegt.

- 5 16. Verfahren zur Herstellung einer organischen Elektrolumineszenz-
vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 15,
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
10 werden oder dass eine oder mehrere Schichten aus Lösung oder mit
einem Druckverfahren beschichtet werden.

15

20

25

30

35

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2010/005218

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

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

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CHWANG ANNA B ET AL: "Graded mixed-layer organic light-emitting devices", APPLIED PHYSICS LETTERS, AIP, AMERICAN INSTITUTE OF PHYSICS, MELVILLE, NY, US, vol. 80, no. 5, 4 February 2002 (2002-02-04), pages 725-727, XP012031431, ISSN: 0003-6951, DOI: DOI:10.1063/1.1446992 the whole document	1-4, 6-12, 14-16
X	WO 2009/030981 A2 (UNIVERSAL DISPLAY CORP [US]; ADAMOVICH VADIM [US]; WEAVER MICHAEL STUA) 12 March 2009 (2009-03-12) paragraph [0134] - paragraph [0172]; claims 1,2; figures 3-5 ----- -/--	1-8,11, 12,14-16

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

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

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

Date of the actual completion of the international search 20 January 2011	Date of mailing of the international search report 27/01/2011
--	--

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

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2010/005218

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2006/243967 A1 (NOMURA RYOJI [JP] ET AL) 2 November 2006 (2006-11-02) claim 1 -----	1-16
A	US 2004/222739 A1 (CHEN WEN-KUEN [TW] ET AL) 11 November 2004 (2004-11-11) claim 1 -----	1-16
X	US 2007/096644 A1 (NISHIMURA KAZUKI [JP] ET AL) 3 May 2007 (2007-05-03) table 1 -----	1,2,4, 6-16

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2010/005218

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date	
WO 2009030981	A2	12-03-2009	EP 2097938 A2	09-09-2009
			JP 2010515255 T	06-05-2010

US 2006243967	A1	02-11-2006	CN 1855579 A	01-11-2006

US 2004222739	A1	11-11-2004	JP 2004335442 A	25-11-2004
			TW 588568 B	21-05-2004

US 2007096644	A1	03-05-2007	CN 1956236 A	02-05-2007
			JP 2007123611 A	17-05-2007
			KR 20070045997 A	02-05-2007

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2010/005218

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. H01L51/50
 ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 H01L

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)
 EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	CHWANG ANNA B ET AL: "Graded mixed-layer organic light-emitting devices", APPLIED PHYSICS LETTERS, AIP, AMERICAN INSTITUTE OF PHYSICS, MELVILLE, NY, US, Bd. 80, Nr. 5, 4. Februar 2002 (2002-02-04), Seiten 725-727, XP012031431, ISSN: 0003-6951, DOI: DOI:10.1063/1.1446992 das ganze Dokument	1-4, 6-12, 14-16
X	WO 2009/030981 A2 (UNIVERSAL DISPLAY CORP [US]; ADAMOVICH VADIM [US]; WEAVER MICHAEL STUA) 12. März 2009 (2009-03-12) Absatz [0134] - Absatz [0172]; Ansprüche 1,2; Abbildungen 3-5	1-8,11, 12,14-16
	----- -/--	



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

- * Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
- "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- "E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
- "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
- "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
20. Januar 2011	27/01/2011
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter Welter, Steve

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 2006/243967 A1 (NOMURA RYOJI [JP] ET AL) 2. November 2006 (2006-11-02) Anspruch 1 -----	1-16
A	US 2004/222739 A1 (CHEN WEN-KUEN [TW] ET AL) 11. November 2004 (2004-11-11) Anspruch 1 -----	1-16
X	US 2007/096644 A1 (NISHIMURA KAZUKI [JP] ET AL) 3. Mai 2007 (2007-05-03) Tabelle 1 -----	1,2,4, 6-16

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2010/005218

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2009030981 A2	12-03-2009	EP 2097938 A2 JP 2010515255 T	09-09-2009 06-05-2010
US 2006243967 A1	02-11-2006	CN 1855579 A	01-11-2006
US 2004222739 A1	11-11-2004	JP 2004335442 A TW 588568 B	25-11-2004 21-05-2004
US 2007096644 A1	03-05-2007	CN 1956236 A JP 2007123611 A KR 20070045997 A	02-05-2007 17-05-2007 02-05-2007