



(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2009 023 155.2**

(22) Anmeldetag: **29.05.2009**

(43) Offenlegungstag: **02.12.2010**

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

C07D 209/86 (2006.01)

C07D 209/88 (2006.01)

(71) Anmelder:

Merck Patent GmbH, 64293 Darmstadt, DE

(72) Erfinder:

**Pflumm, Christof, Dr., 60316 Frankfurt, DE;
Büsing, Arne, Dr., 65929 Frankfurt, DE; Parham,
Amir, Dr., 65929 Frankfurt, DE; Mujica-Fernaud,
Teresa, Dr., 64285 Darmstadt, DE; Heil, Holger, Dr.,
60389 Frankfurt, DE; Stößel, Philipp, Dr., 60487
Frankfurt, DE**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Materialien für organische Elektrolumineszenzvorrichtungen**

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung beschreibt Indenocarbazol-Derivate mit elektronen- und lochtransportierenden Eigenschaften, insbesondere zur Verwendung in der Emissions- und/oder Ladungstransportschicht von Elektrolumineszenzvorrichtungen oder als Matrixmaterial. Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zur Herstellung der erfindungsgemäßen Verbindungen sowie elektronische Vorrichtungen, enthaltend diese.

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung beschreibt Indenocarbazol-Derivate mit elektronen- und lochtransportierenden Eigenschaften, insbesondere zur Verwendung in der Emissions- und/oder Ladungstransportschicht von Elektrolumineszenzvorrichtungen oder als Matrixmaterial. Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zur Herstellung der erfindungsgemäßen Verbindungen sowie elektronische Vorrichtungen, enthaltend diese.

[0002] Der allgemeine Aufbau organischer Elektrolumineszenzvorrichtungen ist beispielsweise in US 4539507, US 5151629, EP 0676461 und WO 98/27136 beschrieben. Allerdings zeigen diese Vorrichtungen immer noch Verbesserungsbedarf:

1. Die Effizienz ist bei fluoreszierenden sowie auch phosphoreszierenden OLEDs immer noch niedrig und sollte verbessert werden.
2. Die operative Lebensdauer ist insbesondere bei blauer Emission häufig immer noch gering, so dass hier weiterer Verbesserungsbedarf besteht.
3. Die Betriebsspannung, sowohl bei fluoreszierenden wie auch bei phosphoreszierenden OLEDs, ist hoch. Eine Verringerung der Betriebsspannung führt zu einer Verbesserung der Leistungseffizienz. Das ist insbesondere für mobile Anwendungen von großer Bedeutung.
4. Bei Lochtransportmaterialien gemäß dem Stand der Technik ist die Spannung abhängig von der Schichtdicke der Lochtransporterschicht. In der Praxis wäre häufig eine dickere Schichtdicke der Lochtransporterschicht wünschenswert, um die optische Auskopplung und die Produktionsausbeute zu verbessern. Dies lässt sich jedoch wegen des damit verbundenen Spannungsanstiegs mit Materialien gemäß dem Stand der Technik nicht realisieren. Hier besteht daher weiterhin Verbesserungsbedarf.

[0003] Gerade auch bei phosphoreszierenden Elektrolumineszenzvorrichtungen sind noch Verbesserungen der oben genannten Eigenschaften erforderlich. Insbesondere besteht Verbesserungsbedarf bei Matrixmaterialien für phosphoreszierende Emitter, die gleichzeitig zu guter Effizienz, hoher Lebensdauer und geringer Betriebsspannung führen. Gerade die Eigenschaften der Matrixmaterialien sind häufig limitierend für die Lebensdauer und die Effizienz der organischen Elektrolumineszenzvorrichtung.

[0004] Gemäß dem Stand der Technik werden häufig Carbazolderivate, z. B. Bis(carbazolyl)biphenyl, als Matrixmaterialien verwendet. Hier besteht noch Verbesserungsbedarf insbesondere in Bezug auf die Lebensdauer und die Glasübergangstemperatur der Materialien.

[0005] Weiterhin werden Ketone (WO 04/093207), Phosphinoxide und Sulfone (WO 05/003253) als Matrixmaterialien für phosphoreszierende Emitter verwendet. Insbesondere mit Ketonen werden niedrige Betriebsspannungen und lange Lebensdauern erzielt. Trotzdem besteht hier noch Verbesserungsbedarf insbesondere in Bezug auf die Effizienz und die Kompatibilität mit Metallkomplexen, welche beispielsweise Ketoketonat-Liganden enthalten, beispielsweise Acetylacetonat.

[0006] Weiterhin werden Metallkomplexe, beispielsweise BAIq_3 oder Bis[2-(2-benzothiazol)phenolat]-zink(II), als Matrixmaterialien für phosphoreszierende Emitter verwendet. Hier besteht noch Verbesserungsbedarf insbesondere in Bezug auf die Betriebsspannung und die chemische Stabilität. Rein organische Verbindungen sind häufig stabiler als diese Metallkomplexe. So sind einige dieser Metallkomplexe hydrolyseempfindlich, was die Handhabung der Komplexe erschwert.

[0007] Insbesondere besteht noch Verbesserungsbedarf bei Matrixmaterialien für phosphoreszierende Emitter, welche gleichzeitig zu hohen Effizienzen, langen Lebensdauern und geringen Betriebsspannungen führen und die auch mit phosphoreszierenden Emittlern, welche Ketoketonat-Liganden tragen, kompatibel sind.

[0008] Ebenso sind auch bei Elektronentransportmaterialien noch Verbesserungen der Eigenschaften wünschenswert, da gerade auch die Eigenschaften des Elektronentransportmaterials einen wesentlichen Einfluss auf die oben genannten Eigenschaften der organischen Elektrolumineszenzvorrichtung ausüben. Insbesondere besteht Verbesserungsbedarf bei Elektronentransportmaterialien, welche gleichzeitig zu guter Effizienz, hoher Lebensdauer und geringer Betriebsspannung führen. Gerade auch die Eigenschaften des Elektronentransportmaterials sind häufig limitierend für die Lebensdauer, die Effizienz und die Betriebsspannung der organischen Elektrolumineszenzvorrichtung.

[0009] Dabei wäre es wünschenswert, Elektronentransportmaterialien zur Verfügung zu haben, welche zu einer besseren Elektroneninjektion in die emittierende Schicht führen, da eine elektronenreichere Emissionsschicht zu einer besseren Effizienz führt. Außerdem kann durch eine bessere Injektion die Betriebsspannung

gesenkt werden. Hierfür sind daher weitere Verbesserungen des Elektronentransportmaterials erforderlich.

[0010] Elektrolumineszenzvorrichtungen, die AlQ_3 als Elektronenleiter verwenden, sind schon lange bekannt und wurden schon 1993 in US 4,539,507 beschrieben. AlQ_3 wird seither häufig als Elektronentransportmaterial verwendet, hat allerdings mehrere Nachteile: Es lässt sich nicht rückstandsfrei aufdampfen, da es sich bei der Sublimationstemperatur teilweise zersetzt, was insbesondere für Produktionsanlagen ein großes Problem darstellt. Dies hat zur Folge, dass die Aufdampfquellen immer wieder gereinigt oder gewechselt werden müssen. Des Weiteren gelangen Zersetzungsprodukte von AlQ_3 in die OLED, die dort zu einer verringerten Lebensdauer und reduzierten Quanten- und Leistungseffizienz beitragen. AlQ_3 hat außerdem eine niedrige Elektronenbeweglichkeit, was zu hohen Spannungen und damit zu einer niedrigeren Leistungseffizienz führt. Um Kurzschlüsse im Display zu vermeiden, würde man gern die Schichtdicke erhöhen; dies ist mit AlQ_3 wegen der geringen Ladungsträgerbeweglichkeit und der daraus resultierenden Spannungserhöhung nicht möglich. Die Ladungsträgerbeweglichkeit anderer Elektronenleiter (US 4,539,507) ist ebenfalls zu gering, um dickere Schichten damit aufzubauen, wobei die Lebensdauer der OLED noch schlechter ist als bei Verwendung von AlQ_3 . Als ungünstig erweist sich auch die Eigenfarbe (im Feststoff gelb) von AlQ_3 , die gerade bei blauen OLEDs durch Reabsorption und schwache Reemission zu Farbverschiebungen führen kann. Hier sind blaue OLEDs nur mit starken Effizienz- bzw. Farborteinbußen darstellbar.

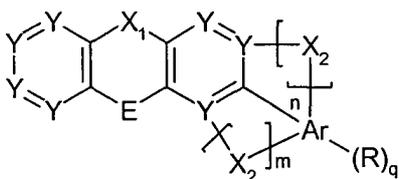
[0011] Es besteht also weiterhin Bedarf an Elektronentransportmaterialien, die in organischen Elektrolumineszenzvorrichtungen zu guten Effizienzen und gleichzeitig zu hohen Lebensdauern führen.

[0012] Indenofluorenamine finden aufgrund sehr guter Lochbeweglichkeit als Ladungstransportmaterialien und -injektionsmaterialien Verwendung. EP 1860097, WO 2006/100896, DE 102006025846, WO 2006/122630 und WO 2008/006449 offenbaren Indenofluorendiamine zur Verwendung in elektronischen Vorrichtungen. Darin werden gute Lebensdauern beim Einsatz als Lochtransportmaterial zitiert, allerdings besteht hier immer noch Bedarf, die Betriebsspannung zu senken um bessere Leistungseffizienzen zu erreichen, vor allem bei blauer Emission.

[0013] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht somit in der Bereitstellung solcher Verbindungen.

[0014] Es wurde überraschend gefunden, dass Elektrolumineszenzvorrichtungen, die Indenocarbazolderivate gemäß nachstehender Formel (1) enthalten, deutliche Verbesserungen gegenüber dem Stand der Technik aufweisen, insbesondere beim Einsatz als Matrixmaterialien für phosphoreszierende Dotanden, aber auch bei Verwendung als Elektronentransport- oder als Lochtransportverbindungen.

[0015] Die Erfindung stellt dazu eine Verbindung der allgemeinen Formel (1) bereit



Formel (1)

wobei für die verwendeten Symbole und Indizes gilt:

Y ist C, wenn an die Gruppe Y eine Gruppe X_2 gebunden ist, oder ist bei jedem Auftreten gleich oder verschiedenen CR oder N, wenn an die Gruppe Y keine Gruppe X_2 gebunden ist;

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

X_1 ist bei jedem Auftreten gleich oder verschieden eine bivalente Brücke, ausgewählt aus $\text{N}(\text{R}^1)$, $\text{B}(\text{R}^1)$, O, $\text{C}(\text{R}^1)_2$, $\text{Si}(\text{R}^1)_2$, $\text{C}=\text{NR}^1$, $\text{C}=\text{C}(\text{R}^1)_2$, S, $\text{S}=\text{O}$, SO_2 , $\text{P}(\text{R}^1)$ und $\text{P}(\text{=O})\text{R}^1$;

X_2 ist bei jedem Auftreten gleich oder verschieden eine bivalente Brücke, ausgewählt aus $\text{N}(\text{R}^1)$, $\text{B}(\text{R}^1)$, $\text{C}(\text{R}^1)_2$, $\text{Si}(\text{R}^1)_2$, $\text{C}=\text{O}$, $\text{C}=\text{NR}^1$, $\text{C}=\text{C}(\text{R}^1)_2$, S, $\text{S}=\text{O}$, SO_2 , $\text{CR}^1\text{-CR}^1$, $\text{P}(\text{R}^1)$ und $\text{P}(\text{=O})\text{R}^1$;

n, m sind 0 oder 1, mit der Maßgabe, dass $n + m = 1$ oder 2 ist;

q ist 1, 2, 3, 4, 5 oder 6;

R ist bei jedem Auftreten gleich oder verschieden H, D, F, Cl, Br, I, $\text{N}(\text{Ar})_2$, $\text{C}(\text{=O})\text{Ar}$, $\text{P}(\text{=O})\text{Ar}_2$, $\text{S}(\text{=O})\text{Ar}$, $\text{S}(\text{=O})_2\text{Ar}$, $\text{CR}^2=\text{CR}^2\text{Ar}$, CN, NO_2 , $\text{Si}(\text{R}^2)_3$, $\text{B}(\text{OR}^2)_2$, OSO_2R^2 , eine geradkettige Alkyl-, Alkoxy- oder Thioalkoxygruppe mit 1 bis 40 C-Atomen oder eine verzweigte oder cyclische Alkyl-, Alkoxy- oder Thioalkoxygruppe mit 3 bis 40 C-Atomen, die jeweils mit einem oder mehreren Resten R^2 substituiert sein kann, wobei eine oder

mehrere nicht benachbarte CH_2 -Gruppen durch $\text{R}^2\text{C}=\text{CR}^2$, $\text{C}\equiv\text{C}$, $\text{Si}(\text{R}^2)_2$, $\text{Ge}(\text{R}^2)_2$, $\text{Sn}(\text{R}^2)_2$, $\text{C}=\text{O}$, $\text{C}=\text{S}$, $\text{C}=\text{Se}$, $\text{C}=\text{NR}^2$, $\text{P}(\text{=O})(\text{R}^2)$, SO , SO_2 , NR^2 , O , S oder CONR^2 ersetzt sein können und wobei ein oder mehrere H-Atome durch D , F , Cl , Br , I , CN oder NO_2 ersetzt sein können, oder eine aromatische oder heteroaromatische Gruppe mit 5 bis 40 Ringatomen, die jeweils durch einen oder mehrere Reste R^2 substituiert sein kann, oder ein aromatisches oder heteroaromatisches Ringsystem mit 5 bis 40 aromatischen Ringatomen, das jeweils durch einen oder mehrere Reste R^2 substituiert sein kann, oder eine Aryloxy- oder Heteroaryloxygruppe mit 5 bis 40 aromatischen Ringatomen, die durch einen oder mehrere Reste R^2 substituiert sein kann, oder eine Kombination dieser Systeme; dabei können zwei oder mehrere Substituenten R zusammen mit den Atomen, an die sie gebunden sind, auch miteinander oder, wenn sie an Ar gebunden sind, mit Ar ein mono- oder polycyclisches aliphatisches oder aromatisches Ringsystem bilden;

R^1 ist bei jedem Auftreten gleich oder verschieden H , D , F , Cl , Br , I , CN , NO_2 , CF_3 , $\text{B}(\text{OR}^2)_2$, $\text{Si}(\text{R}^2)_3$, eine geradkettige Alkyl-, Alkoxy- oder Thioalkoxygruppe mit 1 bis 40 C-Atomen oder eine verzweigte oder cyclische Alkyl-, Alkoxy- oder Thioalkoxygruppe mit 3 bis 40 C-Atomen, die jeweils mit einem oder mehreren Resten R^2 substituiert sein kann, wobei eine oder mehrere nicht benachbarte CH_2 -Gruppen durch $-\text{R}^2\text{C}=\text{CR}^2-$, $-\text{C}\equiv\text{C}-$, $\text{Si}(\text{R}^2)_2$, $\text{Ge}(\text{R}^2)_2$, $\text{Sn}(\text{R}^2)_2$, $\text{C}=\text{O}$, $\text{C}=\text{S}$, $\text{C}=\text{Se}$, $\text{C}=\text{NR}^2$, $-\text{O}-$, $-\text{S}-$, $-\text{COO}-$ oder $-\text{CONR}^2-$ ersetzt sein können und wobei ein oder mehrere H-Atome durch F , Cl , Br , I , CN oder NO_2 ersetzt sein können, oder Arylamine, oder substituierte oder unsubstituierte Carbazole, die jeweils mit einem oder mehreren Resten R^2 substituiert sein können, oder eine Aryl- oder Heteroarylgruppe mit 5 bis 40 Ringatomen, das durch einen oder mehrere aromatische oder heteroaromatische oder durch nicht-aromatische Reste R^2 substituiert sein kann oder ein aromatisches oder heteroaromatisches Ringsystem mit 5 bis 40 aromatischen Ringatomen, das durch einen oder mehrere nicht-aromatische Reste R^2 substituiert sein kann, oder eine Aryloxy- oder Heteroaryloxygruppe mit 5 bis 40 aromatischen Ringatomen, die durch einen oder mehrere nicht-aromatische Reste R^2 substituiert sein kann, oder eine Kombination dieser Systeme; dabei können zwei oder mehrere Substituenten R^1 auch miteinander, zusammen mit den Atomen, an die sie gebunden sind, ein mono- oder polycyclisches aliphatisches oder aromatisches Ringsystem bilden;

R^2 ist bei jedem Auftreten gleich oder verschieden H , D oder ein aliphatischer Kohlenwasserstoffrest mit 1 bis 20 C-Atomen oder eine aromatische oder heteroaromatische Gruppe mit 5 bis 40 Ringatomen;

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

[0016] Im Rahmen der vorliegenden Erfindung werden unter einer Alkylgruppe mit 1 bis 40 C-Atomen, in der auch einzelne H-Atome oder CH_2 -Gruppen durch $-\text{R}^2\text{C}=\text{CR}^2-$, $-\text{C}\equiv\text{C}-$, $\text{Si}(\text{R}^2)_2$, $\text{Ge}(\text{R}^2)_2$, $\text{Sn}(\text{R}^2)_2$, $\text{C}=\text{O}$, $\text{C}=\text{S}$, $\text{C}=\text{Se}$, $\text{C}=\text{NR}^2$, $-\text{O}-$, $-\text{S}-$, $-\text{COO}-$ oder $-\text{CONR}^2-$ substituiert sein können, bevorzugt die Reste Methyl, Ethyl, n-Propyl, i-Propyl, n-Butyl, i-Butyl, s-Butyl, t-Butyl, 2-Methylbutyl, n-Pentyl, s-Pentyl, Cyclopentyl, n-Hexyl, Cyclohexyl, n-Heptyl, Cycloheptyl, n-Octyl, Cyclooctyl, 2-Ethylhexyl, Trifluormethyl, Pentafluorethyl und 2,2,2-Trifluorethyl verstanden. Unter einer Alkenylgruppe im Sinne dieser Erfindung werden insbesondere Ethenyl, Propenyl, Butenyl, Pentenyl, Cyclopentenyl, Hexenyl, Cyclohexenyl, Heptenyl, Cycloheptenyl, Octenyl und Cyclooctenyl verstanden. Unter einer Alkynylgruppe im Sinne dieser Erfindung werden insbesondere Ethinyl, Propinyl, Butinyl, Pentinyl, Hexinyl oder Octinyl verstanden. Unter einer C_{1-} bis C_{40} -Alkoxygruppe werden bevorzugt Methoxy, Tri-fluormethoxy, Ethoxy, n-Propoxy, i-Propoxy, n-Butoxy, i-Butoxy, s-Butoxy, t-Butoxy oder 2-Methylbutoxy verstanden.

[0017] Eine Arylgruppe bzw. aromatische Gruppe im Sinne dieser Erfindung enthält bevorzugt 5 bis 40 C-Atome, mehr bevorzugt 5 bis 25 C-Atome, am meisten bevorzugt 6 bis 20 C-Atome; eine Heteroarylgruppe bzw. heteroaromatische Gruppe im Sinne dieser Erfindung enthält bevorzugt 2 bis 40 C-Atome und mindestens ein Heteroatom, mehr bevorzugt 3 bis 25 C-Atome und mindestens ein Heteroatom, am meisten bevorzugt 5 bis 20 C-Atome und mindestens ein 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, Triazin, Thiophen, etc., oder eine polycyclische kondensierte Aryl- oder Heteroarylgruppe, beispielsweise Naphthalin, Anthracen, Phenanthren, Benzanthracen, Chinolin, Isochinolin, Benzothiophen, Benzofuran und Idol etc., verstanden.

[0018] Ein aromatisches Ringsystem im Sinne dieser Erfindung enthält 5 bis 40 C-Atome, mehr bevorzugt 5 bis 25 C-Atome, am meisten bevorzugt 6 bis 20 C-Atome im Ringsystem. Ein heteroaromatisches Ringsystem im Sinne dieser Erfindung enthält 2 bis 40 C-Atome und mindestens ein Heteroatom im Ringsystem, mehr bevorzugt 3 bis 25 C-Atome und mindestens ein Heteroatom, am meisten bevorzugt 5 bis 20 C-Atome und mindestens ein 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 . Unter einem aromatischen oder heteroaromatischen Ringsystem im Sinne dieser Erfindung soll darüber hinaus ein System verstanden werden,

das nicht notwendigerweise nur Aryl- oder Heteroarylgruppen enthält, sondern in dem auch mehrere Aryl- oder Heteroarylgruppen durch eine nicht-aromatische Einheit (bevorzugt weniger als 10% der von H verschiedenen Atome), wie z. B. ein sp^3 -hybridisiertes C-, N- oder O-Atom, unterbrochen sein können. So sollen beispielsweise auch Systeme wie 9,9'-Spirobifluoren, 9,9-Diarylfluoren, Triarylammin, Diarylether, Stilben, etc. als aromatische Ringsysteme im Sinne dieser Erfindung verstanden werden, und ebenso Systeme, in denen zwei oder mehrere Arylgruppen beispielsweise durch eine lineare oder cyclische Alkylgruppe oder durch eine Silylgruppe unterbrochen sind.

[0019] Unter einem aromatischen oder heteroaromatischen Ringsystem mit 5–40 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, Pyren, Chrysen, Benzanthracen, Perylen, Fluoranthren, Naphthacen, Pentacen, Benzopyren, Biphenyl, Biphenylen, Terphenyl, Terphenylen, Fluoren, Spirobifluoren, Dihydrophenanthren, Dihdropyren, Tetrahydropyren, cis- oder trans-Indenofluoren, Truxen, Isotruxen, Spirotruxen, Spiroisotruxen, Furan, Benzofuran, Isobenzofuran, Dibenzofuran, Thiophen, Benzothiophen, Iso-benzothiophen, Dibenzothiophen, Pyrrol, Idol, Isoindol, Carbazol, cis- oder trans-Indenocarbazol, cis- oder trans-Indolocarbazol, 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.

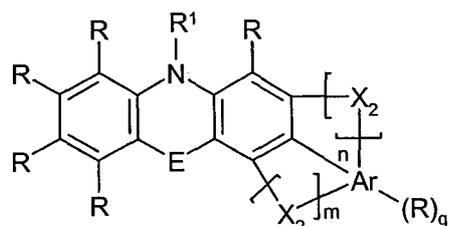
[0020] In einer Ausführungsform ist X_1 in der Verbindung der allgemeinen Formel (1) bevorzugt ausgewählt aus $N(R^1)$, wobei R^1 ausgewählt ist aus einer mit R^2 substituierten oder unsubstituierten aromatischen oder heteroaromatischen Gruppe mit 5 bis 40 Ringatomen oder einem aromatischen oder heteroaromatischen Ringsystem mit 5 bis 40 Ringatomen.

[0021] X_2 ist in der Verbindung der allgemeinen Formel (1) bei jedem Auftreten unabhängig voneinander bevorzugt ausgewählt aus $C(R^1)_2$, $N(R^1)$ oder S.

[0022] In der Verbindung der allgemeinen Formel (1) ist R bevorzugt ausgewählt aus D, H, einem substituierten oder unsubstituierten Arylamin, einer geradkettigen Alkylgruppe mit 1 bis 20 C-Atomen, einer verzweigten Alkylgruppe mit 3 bis 20 C-Atomen, oder einem aromatischen oder heteroaromatischen Ringsystem mit 5 bis 25 Ringatomen. Dabei ist das aromatische oder heteroaromatische Ringsystem vorzugsweise ausgewählt aus substituiertem oder unsubstituiertem Phenyl, Naphthyl, Pyridin, Triazin, Pyrimidin, Benzimidazol oder Thiophen.

[0023] In der Verbindung der allgemeinen Formel (1) ist ferner bevorzugt, dass Ar ein aromatisches oder heteroaromatisches Ringsystem mit 5 bis 40 Ringatomen bedeutet, bevorzugt substituiertes oder unsubstituiertes Phenyl, Naphthyl, Triazinyl, Pyridinyl, Pyrimidinyl oder Carbazol.

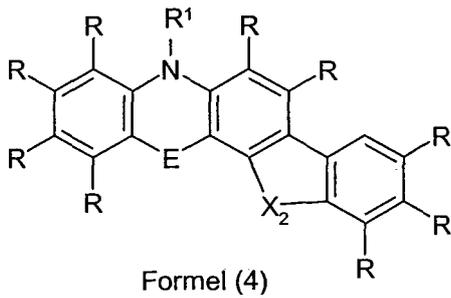
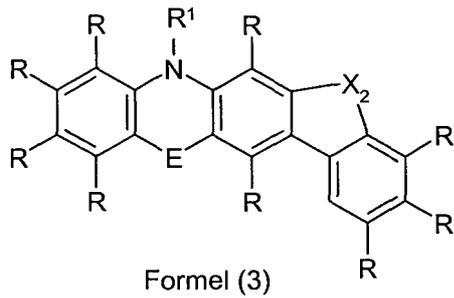
[0024] Eine erfindungsgemäß bevorzugte Verbindung ist beispielsweise durch nachstehende Formel (2) dargestellt



Formel (2)

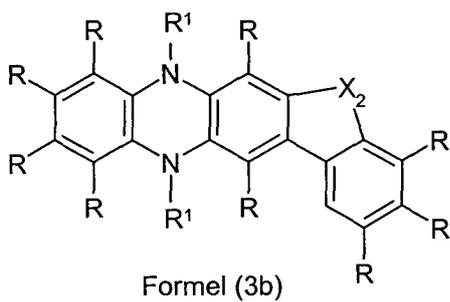
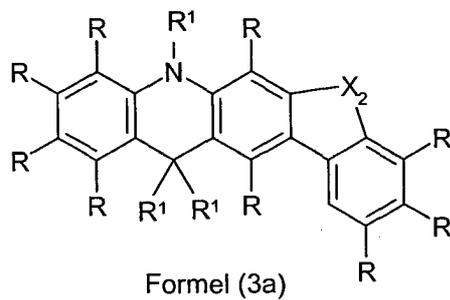
wobei die Symbole und Indices die oben angegebene Bedeutung haben.

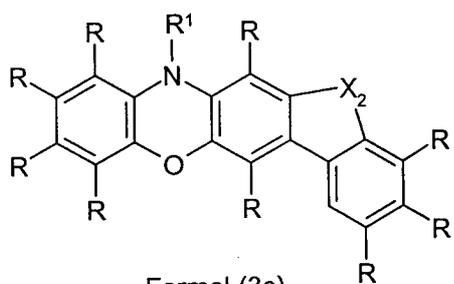
[0025] Weitere besonders bevorzugte Verbindungen innerhalb der allgemeinen Formel (1) sind durch die nachstehenden Verbindungen der Formeln (3) und (4) dargestellt:



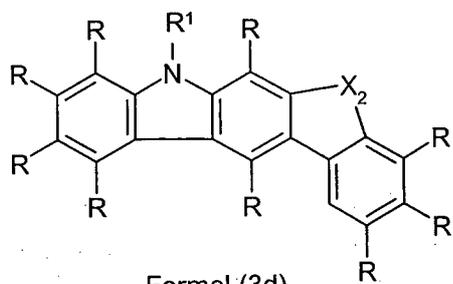
wobei die verwendeten Symbole und Indices die oben angegebene Bedeutung haben.

[0026] In noch einer weiteren Ausführungsform ist die Verbindung der Formel (1) ausgewählt aus den folgenden allgemeinen Strukturen:

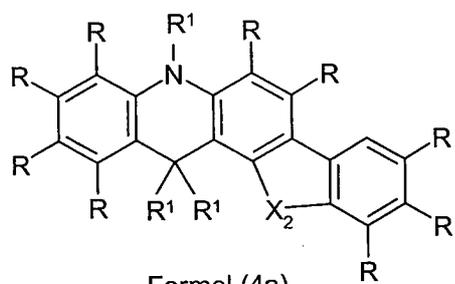




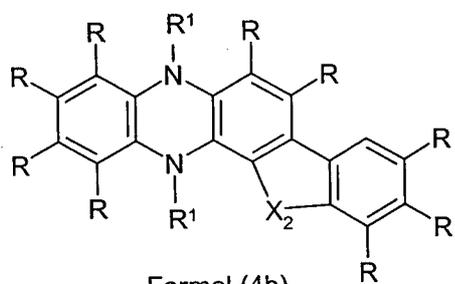
Formel (3c)



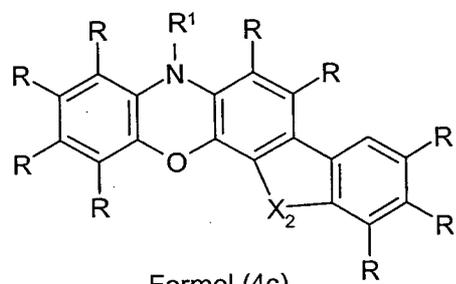
Formel (3d)



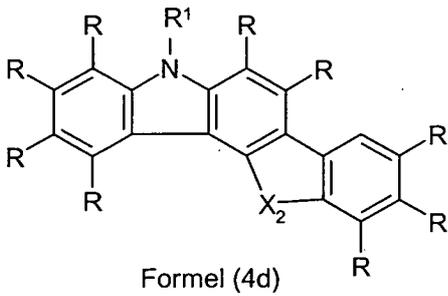
Formel (4a)



Formel (4b)

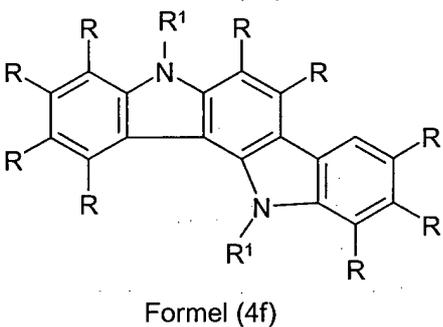
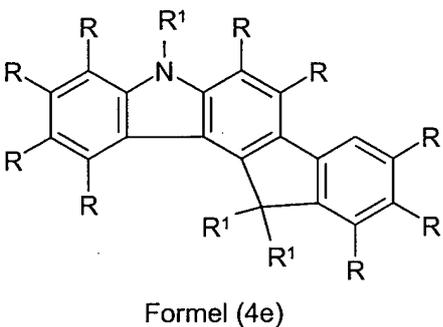
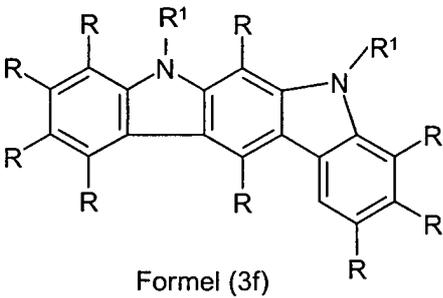
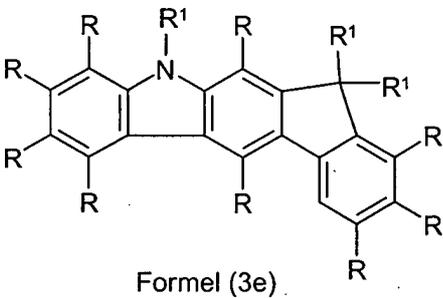


Formel (4c)



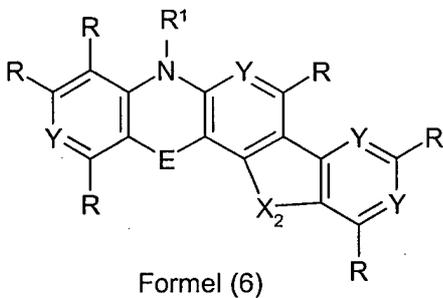
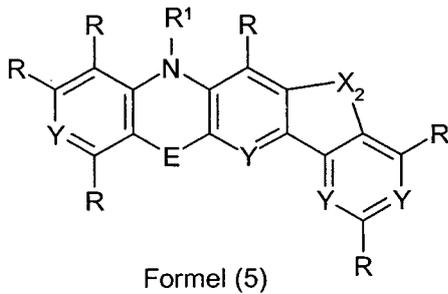
wobei die Symbole und Indices die oben angegebene Bedeutung haben und wobei X₂ vorzugsweise ausgewählt ist aus C(R¹)₂, N(R¹) und S. R¹ ist dabei vorzugsweise bei jedem Auftreten unabhängig voneinander ausgewählt aus Alkyl, substituiertem oder unsubstituiertem Triazin, Pyridin, Pyrimidin, Pyrazin, Phenyl, Biphenyl, Naphthyl, Anthracenyl und Carbazol. Dabei können auch zwei Reste R¹, insbesondere wenn beide an das selbe C-Atom gebunden sind, zusammen mit dem(den) Atom(en), an das(die) sie gebunden sind, ein aromatisches oder heteroaromatisches Ringsystem bilden, beispielsweise ein Fluoren.

[0027] Insbesondere bevorzugt sind dabei die nachfolgenden Strukturen.



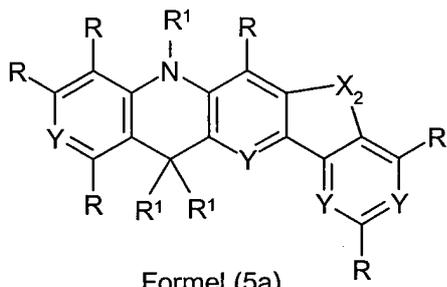
wobei die Symbole und Indices die oben angegebene Bedeutung haben. R^1 ist dabei vorzugsweise bei jedem Auftreten unabhängig voneinander ausgewählt aus Alkyl, substituiertem oder unsubstituiertem Triazin, Pyridin, Pyrimidin, Pyrazin, Phenyl, Biphenyl, Naphthyl, Anthracenyl und Carbazol. Dabei können auch zwei Reste R^1 , insbesondere wenn beide an das selbe C-Atom gebunden sind, zusammen mit dem(den) Atom(en), an das(die) sie gebunden sind, ein aromatisches oder heteroaromatisches Ringsystem bilden, beispielsweise ein Fluoren.

[0028] Weitere besonders bevorzugte Verbindungen gemäß Formel (1) sind solche, welche wenigstens ein Stickstoff-Heteroatom aufweisen. Die bevorzugten Positionen für ein Stickstoffatom sind in den nachstehend gezeigten Strukturen mit einem Y dargestellt:

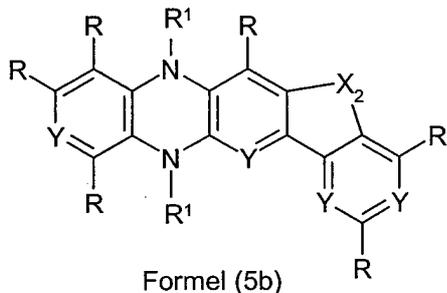


[0029] Ansonsten haben die verwendeten Symbole und Indices die oben angegebene Bedeutung.

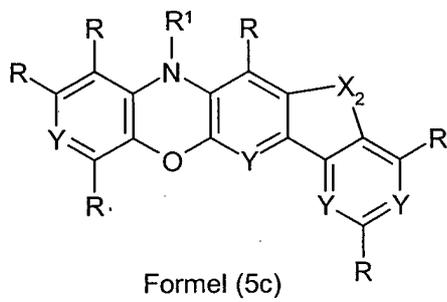
[0030] Insbesondere bevorzugte Verbindungen sind auch die nachstehend gezeigten Strukturen



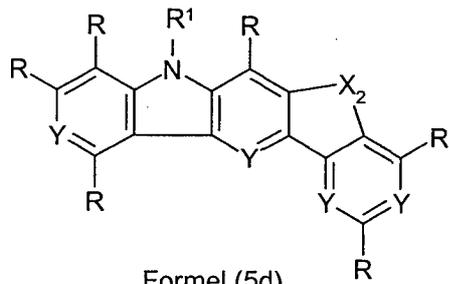
Formel (5a)



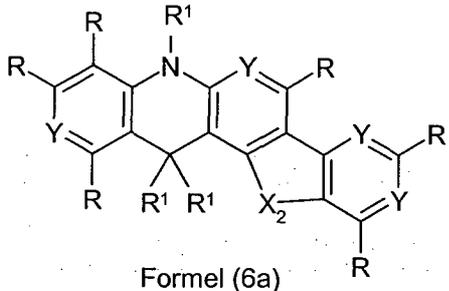
Formel (5b)



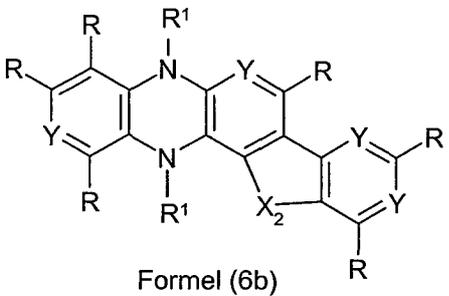
Formel (5c)



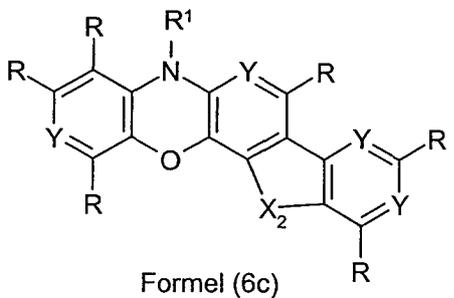
Formel (5d)



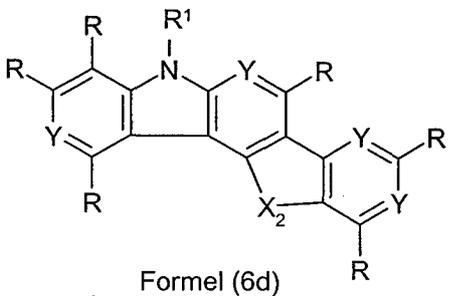
Formel (6a)



Formel (6b)



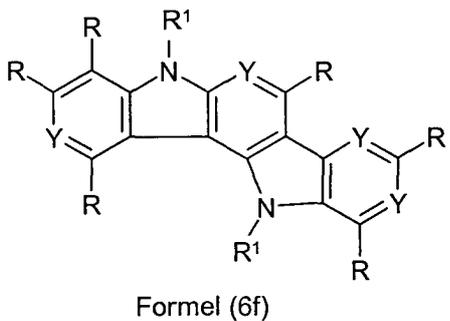
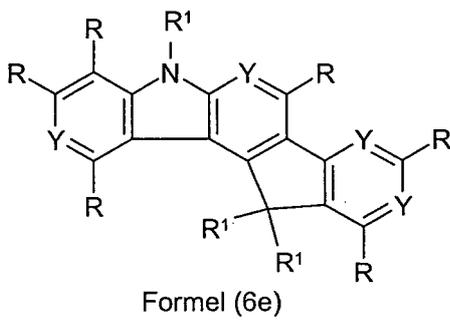
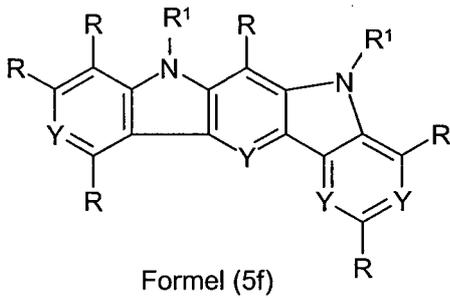
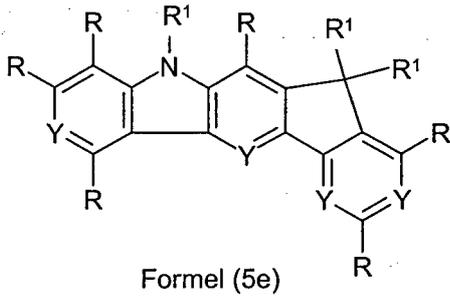
Formel (6c)



Formel (6d)

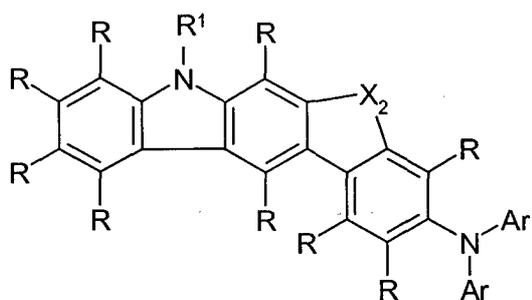
wobei die verwendeten Symbole und Indices die oben angegebene Bedeutung haben, mindestens ein Y ein Stickstoffatom darstellt, und wobei X_2 vorzugsweise ausgewählt ist aus $C(R^1)_2$, $N(R^1)$ und S. R^1 ist dabei vorzugsweise bei jedem Auftreten unabhängig voneinander ausgewählt aus Alkyl, substituiertem oder unsubstituiertem Triazin, Pyridin, Pyrimidin, Pyrazin, Phenyl, Biphenyl, Naphthyl, Anthracenyl und Carbazol. Dabei können auch zwei Reste R^1 , insbesondere wenn beide an das selbe C-Atom gebunden sind, ein aromatisches oder heteroaromatisches Ringsystem bilden, beispielsweise ein Fluoren.

[0031] Ebenfalls bevorzugt im Sinne der Erfindung sind folgende Strukturen,

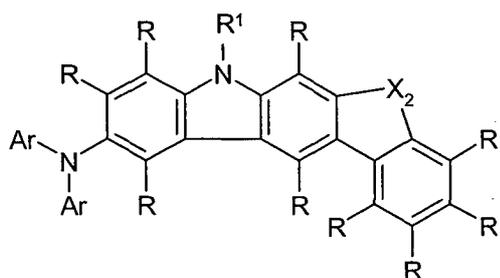


wobei die Symbole und Indices die oben angegebene Bedeutung haben. R^1 ist dabei vorzugsweise bei jedem Auftreten unabhängig voneinander ausgewählt aus Alkyl, substituiertem oder unsubstituiertem Triazin, Pyridin, Pyrimidin, Pyrazin, Phenyl, Biphenyl, Naphthyl, Anthracenyl und Carbazol. Dabei können auch zwei Reste R^1 , insbesondere wenn beide an das selbe C-Atom gebunden sind, zusammen mit dem(den) Atom(en), an das(die) sie gebunden sind, ein aromatisches oder heteroaromatisches Ringsystem bilden, beispielsweise ein Fluoren.

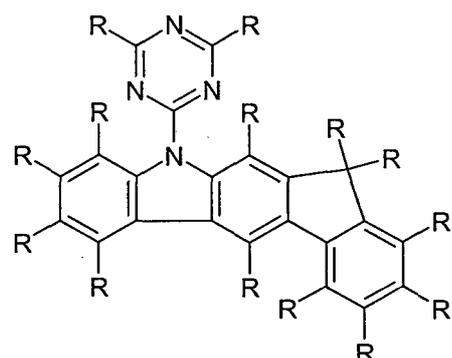
[0032] Weitere besonders bevorzugte Verbindungen gemäß Formel (1) sind die folgenden Strukturen,



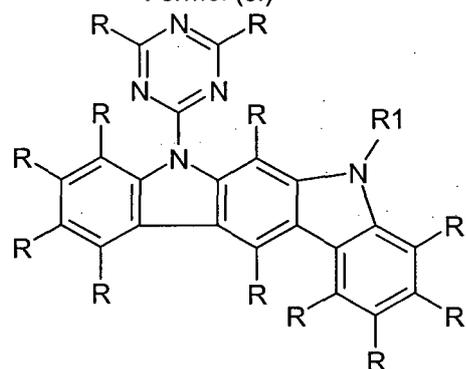
Formel (3g)



Formel (3h)



Formel (3i)



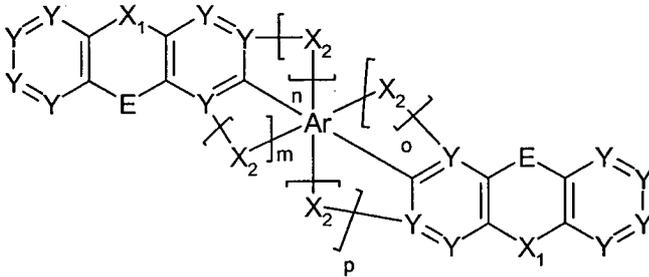
Formel (3k)

wobei die verwendeten Symbole und indices die oben angegebene Bedeutung haben. R^1 ist dabei vorzugsweise bei jedem Auftreten unabhängig voneinander ausgewählt aus Alkyl, substituiertem oder unsubstituiertem Triazin, Pyridin, Pyrimidin, Pyrazin, Phenyl, Biphenyl, Naphthyl, Anthracenyl und Carbazol. Dabei können auch zwei Reste R^1 , insbesondere wenn beide an das selbe C-Atom gebunden sind, zusammen mit dem (den) Atom(en), an das (die) sie gebunden sind, ein aromatisches oder heteroaromatisches Ringsystem bilden, beispielsweise ein Fluoren.

[0033] Insbesondere ist auch bevorzugt, wenn in der Verbindung der Formel (1) X_1 und X_2 beide gleich $N(R^1)$ sind, dass dann mindestens ein R^1 kein Aryl oder Alkyl ist. Vorzugsweise ist dann mindestens ein Vertreter aus

R¹ eine Heteroarylgruppe oder ein heteroaromatisches Ringsystem, beispielsweise jeweils substituiertes oder unsubstituiertes Triazin, Pyridin, Pyrimidin, Pyrazin, oder Carbazol.

[0034] In noch einer weiteren Ausführungsform der Erfindung entspricht die Verbindung der allgemeinen Formel (1) der allgemeinen Formel (7)



Formel (7)

wobei die Symbole und Indices die für Formel (1) angegebene Bedeutung haben, o und p jeweils unabhängig voneinander 0 oder 1 sind und wobei o + p = 1 oder 2 ist.

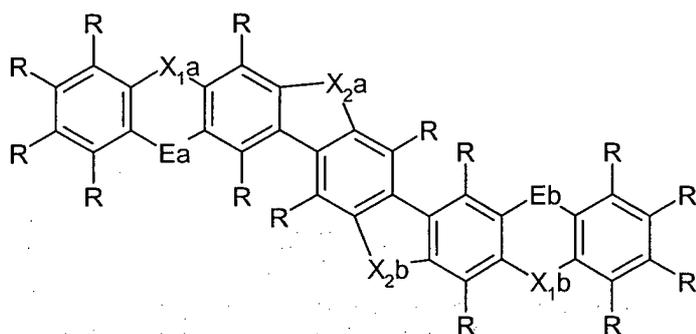
[0035] In einer Ausführungsform ist X₁ bei jedem Auftreten unabhängig voneinander in der Verbindung der allgemeinen Formel (7) bevorzugt ausgewählt aus N(R¹) oder C(R¹)₂, wobei R¹ ausgewählt ist aus einer mit R² substituierten oder unsubstituierten aromatischen oder heteroaromatischen Gruppe mit 5 bis 40 Ringatomen oder einem aromatischen oder heteroaromatischen Ringsystem mit 5 bis 40 Ringatomen.

[0036] X₂ ist in der Verbindung der allgemeinen Formel (7) bei jedem Auftreten unabhängig voneinander bevorzugt ausgewählt aus C(R¹)₂, N(R¹) oder S.

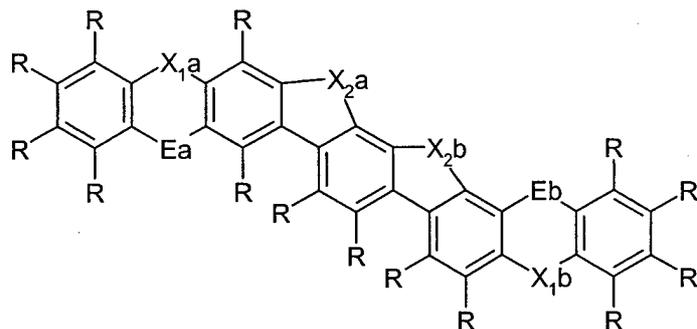
[0037] In der Verbindung der allgemeinen Formel (7) ist R bevorzugt ausgewählt aus D, H, einem substituierten oder unsubstituierten Arylamin, einer geradkettigen Alkylgruppe mit 1 bis 20 C-Atomen, einer verzweigten Alkylgruppe mit 3 bis 20 C-Atomen, oder einem aromatischen oder heteroaromatischen Ringsystem mit 5 bis 25 Ringatomen. Dabei ist das aromatische oder heteroaromatische Ringsystem vorzugsweise ausgewählt aus Phenyl, Naphthyl, Pyridin, Triazin, Pyrimidin, Pyrazin, oder Thiophen.

[0038] In der Verbindung der allgemeinen Formel (7) ist ferner bevorzugt, dass Ar ein aromatisches oder heteroaromatisches Ringsystem bedeutet, bevorzugt Phenyl, Naphthyl, Pyridinyl, Triazinyl, Pyrimidinyl, Pyrazinyl, Thiophenyl oder substituiertes oder unsubstituiertes Carbazol.

[0039] Bevorzugte Strukturen innerhalb der Verbindung der Formel (7) sind die Strukturen (7a) und (7b)



Formel (7a)



Formel (7b)

wobei die verwendeten Symbole und Indices die oben angegebene Bedeutung haben, $X_{1,a}$ und $X_{1,b}$ bei jedem Auftreten jeweils unabhängig voneinander $C(R^1)_2$ oder $N(R^1)$ sind, E_a und E_b bei jedem Auftreten unabhängig voneinander eine kovalente Einfachbindung, $C(R^1)_2$, $N(R^1)$ oder O sind und $X_{2,a}$ und $X_{2,b}$ jeweils unabhängig voneinander ausgewählt sind aus $C(R^1)_2$, $N(R^1)$ oder S , besonders bevorzugt $C(R^1)_2$ und $N(R^1)$.

[0040] Dabei ergeben sich für die Substituenten $X_{1,a}$, $X_{1,b}$, E_a , E_b , $X_{2,a}$ und $X_{2,b}$ die in Tabelle 1 dargestellten Kombinationsmöglichkeiten:

Tabelle 1 („-“ bedeutet eine kovalente Einfachbindung):

$X_{1,a}$	$X_{1,b}$	E_a	E_b	$X_{2,a}$	$X_{2,b}$
$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	-	-	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$
$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$
$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	$N(R^1)$	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$
$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	O	O	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$
$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	-	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$
$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	-	$N(R^1)$	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$
$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	-	O	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$
$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	-	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$
$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$
$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	O	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$
$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	-	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$
$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$
$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	O	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$
$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	O	-	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$
$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	O	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$
$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	O	$N(R^1)$	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$

$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	-	-	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$
$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$
$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	$N(R^1)$	$N(R^1)$	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$
$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	O	O	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$
$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	-	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$
$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	-	$N(R^1)$	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$
$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	-	O	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$
$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	$C(R^1)_2$	-	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$
$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$
$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	$C(R^1)_2$	O	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$
$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	$N(R^1)$	-	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$
$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	$N(R^1)$	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$
$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	$N(R^1)$	O	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$
$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	O	-	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$
$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	O	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$
$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	O	$N(R^1)$	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$
$N(R^1)$	$C(R^1)_2$	-	-	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$
$N(R^1)$	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$
$N(R^1)$	$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	$N(R^1)$	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$
$N(R^1)$	$C(R^1)_2$	O	O	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$
$N(R^1)$	$C(R^1)_2$	-	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$
$N(R^1)$	$C(R^1)_2$	-	$N(R^1)$	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$
$N(R^1)$	$C(R^1)_2$	-	O	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$
$N(R^1)$	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	-	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$
$N(R^1)$	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$
$N(R^1)$	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	O	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$
$N(R^1)$	$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	-	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$
$N(R^1)$	$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$
$N(R^1)$	$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	O	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$
$N(R^1)$	$C(R^1)_2$	O	-	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$
$N(R^1)$	$C(R^1)_2$	O	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$
$N(R^1)$	$C(R^1)_2$	O	$N(R^1)$	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$
$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	-	-	$N(R^1)$	$C(R^1)_2$
$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	$C(R^1)_2$
$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	$N(R^1)$	$N(R^1)$	$C(R^1)_2$
$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	O	O	$N(R^1)$	$C(R^1)_2$
$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	-	$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	$C(R^1)_2$
$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	-	$N(R^1)$	$N(R^1)$	$C(R^1)_2$
$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	-	O	$N(R^1)$	$C(R^1)_2$
$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	-	$N(R^1)$	$C(R^1)_2$
$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	$N(R^1)$	$C(R^1)_2$
$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	O	$N(R^1)$	$C(R^1)_2$
$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	-	$N(R^1)$	$C(R^1)_2$
$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	$C(R^1)_2$
$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	O	$N(R^1)$	$C(R^1)_2$

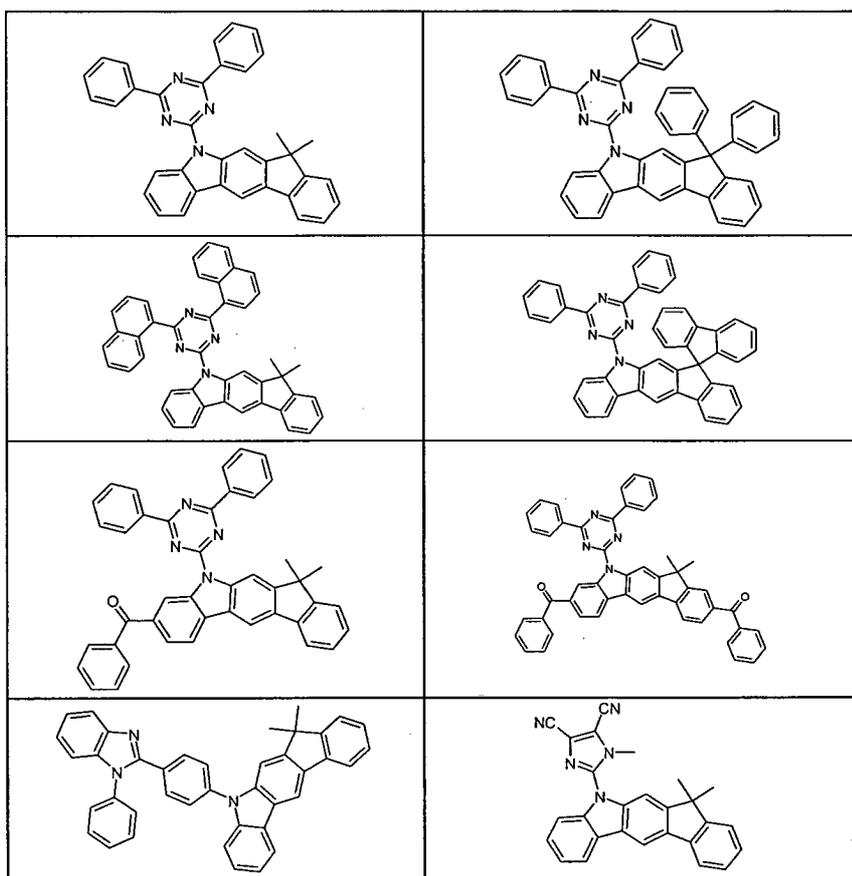
$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	O	-	$N(R^1)$	$C(R^1)_2$
$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	O	$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	$C(R^1)_2$
$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	O	$N(R^1)$	$N(R^1)$	$C(R^1)_2$
$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	-	-	$C(R^1)_2$	$N(R^1)$
$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	$N(R^1)$
$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	$N(R^1)$	$C(R^1)_2$	$N(R^1)$
$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	O	O	$C(R^1)_2$	$N(R^1)$
$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	-	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	$N(R^1)$
$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	-	$N(R^1)$	$C(R^1)_2$	$N(R^1)$
$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	-	O	$C(R^1)_2$	$N(R^1)$
$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	-	$C(R^1)_2$	$N(R^1)$
$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	$C(R^1)_2$	$N(R^1)$
$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	O	$C(R^1)_2$	$N(R^1)$
$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	-	$C(R^1)_2$	$N(R^1)$
$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	$N(R^1)$
$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	O	$C(R^1)_2$	$N(R^1)$
$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	O	-	$C(R^1)_2$	$N(R^1)$
$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	O	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	$N(R^1)$
$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	O	$N(R^1)$	$C(R^1)_2$	$N(R^1)$
$N(R^1)$	$N(R^1)$	-	-	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$
$N(R^1)$	$N(R^1)$	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$
$N(R^1)$	$N(R^1)$	$N(R^1)$	$N(R^1)$	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$
$N(R^1)$	$N(R^1)$	O	O	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$
$N(R^1)$	$N(R^1)$	-	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$
$N(R^1)$	$N(R^1)$	-	$N(R^1)$	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$
$N(R^1)$	$N(R^1)$	-	O	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$
$N(R^1)$	$N(R^1)$	$C(R^1)_2$	-	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$
$N(R^1)$	$N(R^1)$	$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$
$N(R^1)$	$N(R^1)$	$C(R^1)_2$	O	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$
$N(R^1)$	$N(R^1)$	$N(R^1)$	-	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$
$N(R^1)$	$N(R^1)$	$N(R^1)$	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$
$N(R^1)$	$N(R^1)$	$N(R^1)$	O	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$
$N(R^1)$	$N(R^1)$	O	-	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$
$N(R^1)$	$N(R^1)$	O	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$
$N(R^1)$	$N(R^1)$	O	$N(R^1)$	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$
$N(R^1)$	$C(R^1)_2$	-	-	$N(R^1)$	$C(R^1)_2$
$N(R^1)$	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	$C(R^1)_2$
$N(R^1)$	$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	$N(R^1)$	$N(R^1)$	$C(R^1)_2$
$N(R^1)$	$C(R^1)_2$	O	O	$N(R^1)$	$C(R^1)_2$
$N(R^1)$	$C(R^1)_2$	-	$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	$C(R^1)_2$
$N(R^1)$	$C(R^1)_2$	-	$N(R^1)$	$N(R^1)$	$C(R^1)_2$
$N(R^1)$	$C(R^1)_2$	-	O	$N(R^1)$	$C(R^1)_2$
$N(R^1)$	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	-	$N(R^1)$	$C(R^1)_2$
$N(R^1)$	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	$N(R^1)$	$C(R^1)_2$
$N(R^1)$	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	O	$N(R^1)$	$C(R^1)_2$

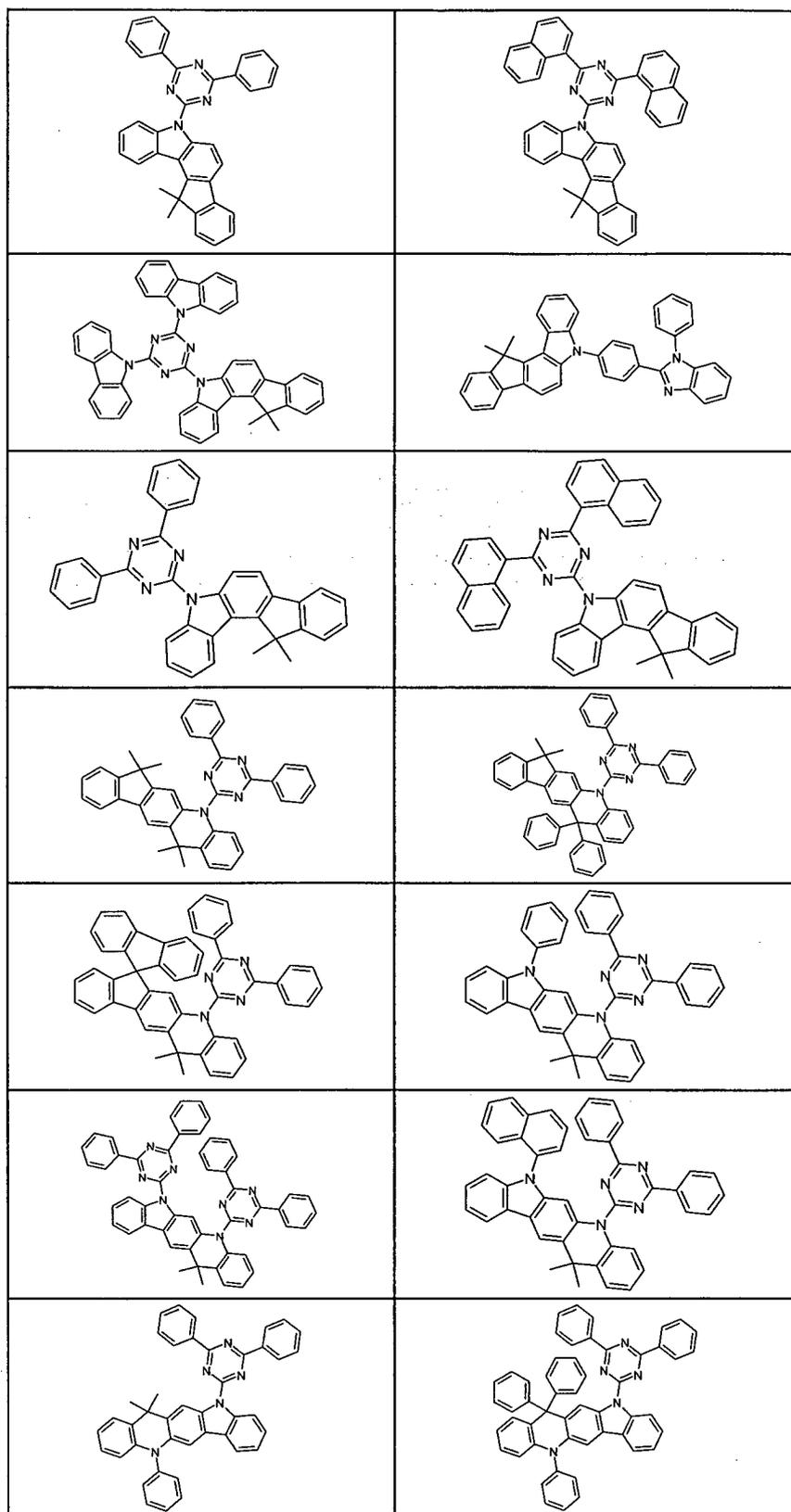
$N(R^1)$	$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	-	$N(R^1)$	$C(R^1)_2$
$N(R^1)$	$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	$C(R^1)_2$
$N(R^1)$	$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	O	$N(R^1)$	$C(R^1)_2$
$N(R^1)$	$C(R^1)_2$	O	-	$N(R^1)$	$C(R^1)_2$
$N(R^1)$	$C(R^1)_2$	O	$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	$C(R^1)_2$
$N(R^1)$	$C(R^1)_2$	O	$N(R^1)$	$N(R^1)$	$C(R^1)_2$
$N(R^1)$	$C(R^1)_2$	-	-	$C(R^1)_2$	$N(R^1)$
$N(R^1)$	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	$N(R^1)$
$N(R^1)$	$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	$N(R^1)$	$C(R^1)_2$	$N(R^1)$
$N(R^1)$	$C(R^1)_2$	O	O	$C(R^1)_2$	$N(R^1)$
$N(R^1)$	$C(R^1)_2$	-	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	$N(R^1)$
$N(R^1)$	$C(R^1)_2$	-	$N(R^1)$	$C(R^1)_2$	$N(R^1)$
$N(R^1)$	$C(R^1)_2$	-	O	$C(R^1)_2$	$N(R^1)$
$N(R^1)$	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	-	$C(R^1)_2$	$N(R^1)$
$N(R^1)$	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	$C(R^1)_2$	$N(R^1)$
$N(R^1)$	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	O	$C(R^1)_2$	$N(R^1)$
$N(R^1)$	$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	-	$C(R^1)_2$	$N(R^1)$
$N(R^1)$	$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	$N(R^1)$
$N(R^1)$	$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	O	$C(R^1)_2$	$N(R^1)$
$N(R^1)$	$C(R^1)_2$	O	-	$C(R^1)_2$	$N(R^1)$
$N(R^1)$	$C(R^1)_2$	O	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	$N(R^1)$
$N(R^1)$	$C(R^1)_2$	O	$N(R^1)$	$C(R^1)_2$	$N(R^1)$
$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	-	-	$N(R^1)$	$C(R^1)_2$
$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	$C(R^1)_2$
$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	$N(R^1)$	$N(R^1)$	$N(R^1)$	$C(R^1)_2$
$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	O	O	$N(R^1)$	$C(R^1)_2$
$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	-	$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	$C(R^1)_2$
$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	-	$N(R^1)$	$N(R^1)$	$C(R^1)_2$
$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	-	O	$N(R^1)$	$C(R^1)_2$
$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	$C(R^1)_2$	-	$N(R^1)$	$C(R^1)_2$
$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	$N(R^1)$	$C(R^1)_2$
$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	$C(R^1)_2$	O	$N(R^1)$	$C(R^1)_2$
$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	$N(R^1)$	-	$N(R^1)$	$C(R^1)_2$
$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	$N(R^1)$	$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	$C(R^1)_2$
$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	$N(R^1)$	O	$N(R^1)$	$C(R^1)_2$
$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	O	-	$N(R^1)$	$C(R^1)_2$
$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	O	$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	$C(R^1)_2$
$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	O	$N(R^1)$	$N(R^1)$	$C(R^1)_2$
$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	-	-	$C(R^1)_2$	$N(R^1)$
$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	$N(R^1)$
$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	$N(R^1)$	$N(R^1)$	$C(R^1)_2$	$N(R^1)$
$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	O	O	$C(R^1)_2$	$N(R^1)$
$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	-	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	$N(R^1)$
$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	-	$N(R^1)$	$C(R^1)_2$	$N(R^1)$
$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	-	O	$C(R^1)_2$	$N(R^1)$

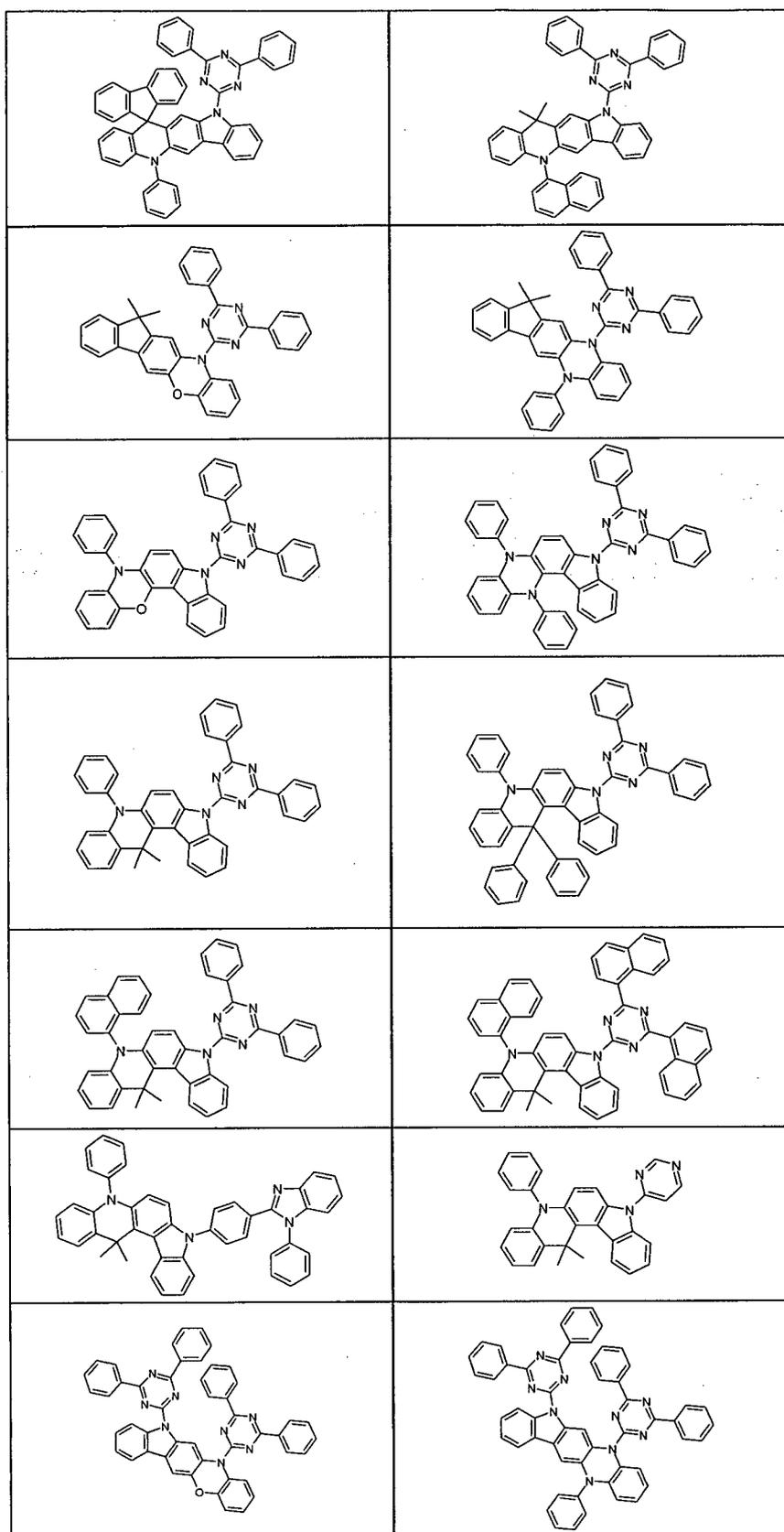
$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	$C(R^1)_2$	-	$C(R^1)_2$	$N(R^1)$
$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	$C(R^1)_2$	$N(R^1)$
$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	$C(R^1)_2$	O	$C(R^1)_2$	$N(R^1)$
$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	$N(R^1)$	-	$C(R^1)_2$	$N(R^1)$
$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	$N(R^1)$	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	$N(R^1)$
$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	$N(R^1)$	O	$C(R^1)_2$	$N(R^1)$
$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	O	-	$C(R^1)_2$	$N(R^1)$
$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	O	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	$N(R^1)$
$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	O	$N(R^1)$	$C(R^1)_2$	$N(R^1)$
$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	-	-	$N(R^1)$	$N(R^1)$
$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	$N(R^1)$
$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	$N(R^1)$	$N(R^1)$	$N(R^1)$
$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	O	O	$N(R^1)$	$N(R^1)$
$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	-	$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	$N(R^1)$
$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	-	$N(R^1)$	$N(R^1)$	$N(R^1)$
$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	-	O	$N(R^1)$	$N(R^1)$
$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	-	$N(R^1)$	$N(R^1)$
$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	$N(R^1)$	$N(R^1)$
$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	O	$N(R^1)$	$N(R^1)$
$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	-	$N(R^1)$	$N(R^1)$
$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	$N(R^1)$
$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	O	$N(R^1)$	$N(R^1)$
$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	O	-	$N(R^1)$	$N(R^1)$
$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	O	$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	$N(R^1)$
$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	O	$N(R^1)$	$N(R^1)$	$N(R^1)$
$N(R^1)$	$N(R^1)$	-	-	$N(R^1)$	$C(R^1)_2$
$N(R^1)$	$N(R^1)$	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	$C(R^1)_2$
$N(R^1)$	$N(R^1)$	$N(R^1)$	$N(R^1)$	$N(R^1)$	$C(R^1)_2$
$N(R^1)$	$N(R^1)$	O	O	$N(R^1)$	$C(R^1)_2$
$N(R^1)$	$N(R^1)$	-	$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	$C(R^1)_2$
$N(R^1)$	$N(R^1)$	-	$N(R^1)$	$N(R^1)$	$C(R^1)_2$
$N(R^1)$	$N(R^1)$	-	O	$N(R^1)$	$C(R^1)_2$
$N(R^1)$	$N(R^1)$	$C(R^1)_2$	-	$N(R^1)$	$C(R^1)_2$
$N(R^1)$	$N(R^1)$	$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	$N(R^1)$	$C(R^1)_2$
$N(R^1)$	$N(R^1)$	$C(R^1)_2$	O	$N(R^1)$	$C(R^1)_2$
$N(R^1)$	$N(R^1)$	$N(R^1)$	-	$N(R^1)$	$C(R^1)_2$
$N(R^1)$	$N(R^1)$	$N(R^1)$	$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	$C(R^1)_2$
$N(R^1)$	$N(R^1)$	$N(R^1)$	O	$N(R^1)$	$C(R^1)_2$
$N(R^1)$	$N(R^1)$	O	-	$N(R^1)$	$C(R^1)_2$
$N(R^1)$	$N(R^1)$	O	$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	$C(R^1)_2$
$N(R^1)$	$N(R^1)$	O	$N(R^1)$	$N(R^1)$	$C(R^1)_2$
$N(R^1)$	$C(R^1)_2$	-	-	$N(R^1)$	$N(R^1)$
$N(R^1)$	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	$N(R^1)$
$N(R^1)$	$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	$N(R^1)$	$N(R^1)$	$N(R^1)$
$N(R^1)$	$C(R^1)_2$	O	O	$N(R^1)$	$N(R^1)$

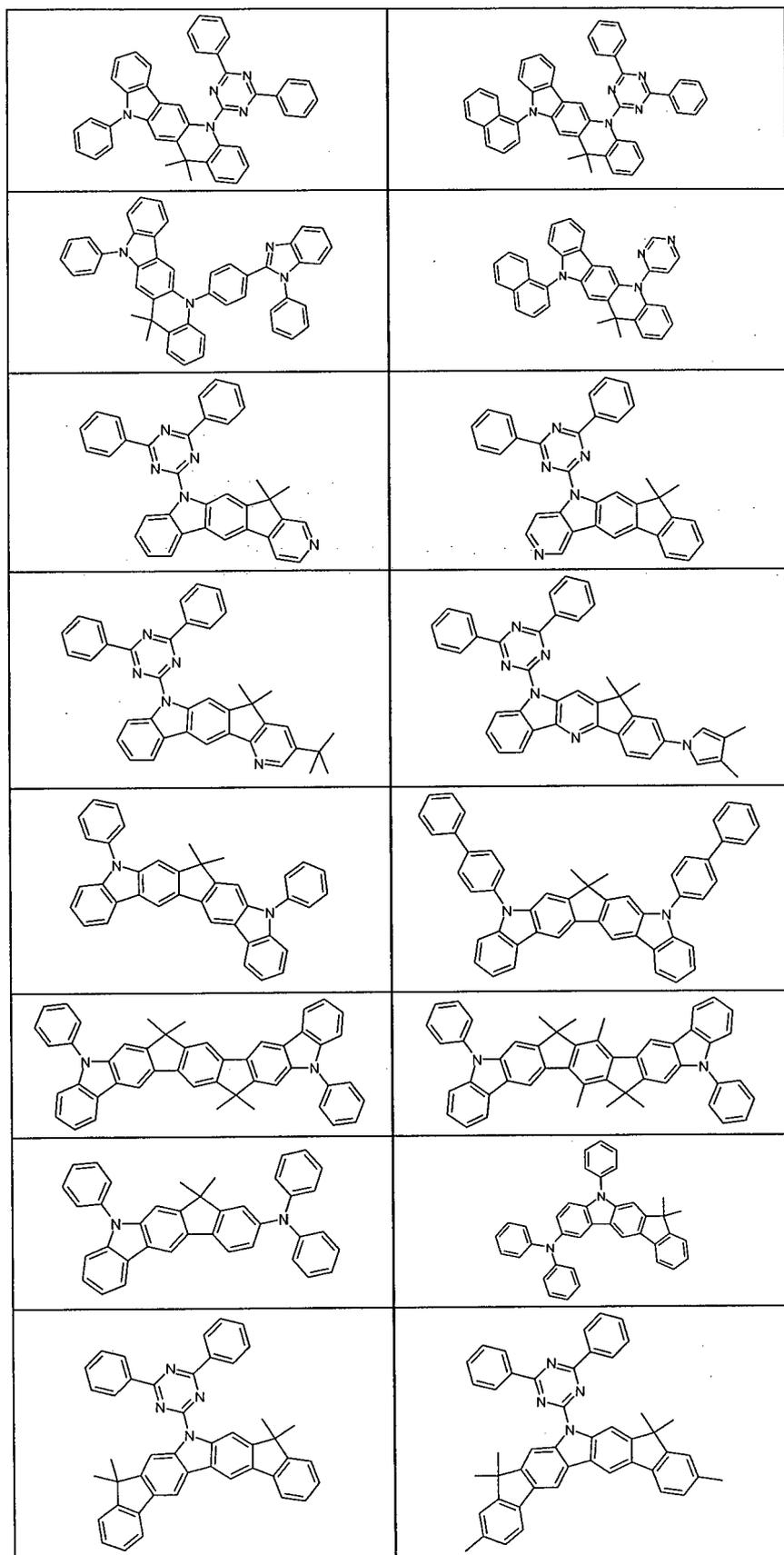
$N(R^1)$	$C(R^1)_2$	-	$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	$N(R^1)$
$N(R^1)$	$C(R^1)_2$	-	$N(R^1)$	$N(R^1)$	$N(R^1)$
$N(R^1)$	$C(R^1)_2$	-	O	$N(R^1)$	$N(R^1)$
$N(R^1)$	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	-	$N(R^1)$	$N(R^1)$
$N(R^1)$	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	$N(R^1)$	$N(R^1)$
$N(R^1)$	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	O	$N(R^1)$	$N(R^1)$
$N(R^1)$	$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	-	$N(R^1)$	$N(R^1)$
$N(R^1)$	$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	$N(R^1)$
$N(R^1)$	$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	O	$N(R^1)$	$N(R^1)$
$N(R^1)$	$C(R^1)_2$	O	-	$N(R^1)$	$N(R^1)$
$N(R^1)$	$C(R^1)_2$	O	$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	$N(R^1)$
$N(R^1)$	$C(R^1)_2$	O	$N(R^1)$	$N(R^1)$	$N(R^1)$
$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	-	-	$N(R^1)$	$N(R^1)$
$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	$C(R^1)_2$	$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	$N(R^1)$
$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	$N(R^1)$	$N(R^1)$	$N(R^1)$	$N(R^1)$
$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	O	O	$N(R^1)$	$N(R^1)$
$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	-	$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	$N(R^1)$
$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	-	$N(R^1)$	$N(R^1)$	$N(R^1)$
$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	-	O	$N(R^1)$	$N(R^1)$
$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	$C(R^1)_2$	-	$N(R^1)$	$N(R^1)$
$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	$N(R^1)$	$N(R^1)$
$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	$C(R^1)_2$	O	$N(R^1)$	$N(R^1)$
$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	$N(R^1)$	-	$N(R^1)$	$N(R^1)$
$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	$N(R^1)$	$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	$N(R^1)$
$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	$N(R^1)$	O	$N(R^1)$	$N(R^1)$
$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	O	-	$N(R^1)$	$N(R^1)$
$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	O	$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	$N(R^1)$
$C(R^1)_2$	$N(R^1)$	O	$N(R^1)$	$N(R^1)$	$N(R^1)$

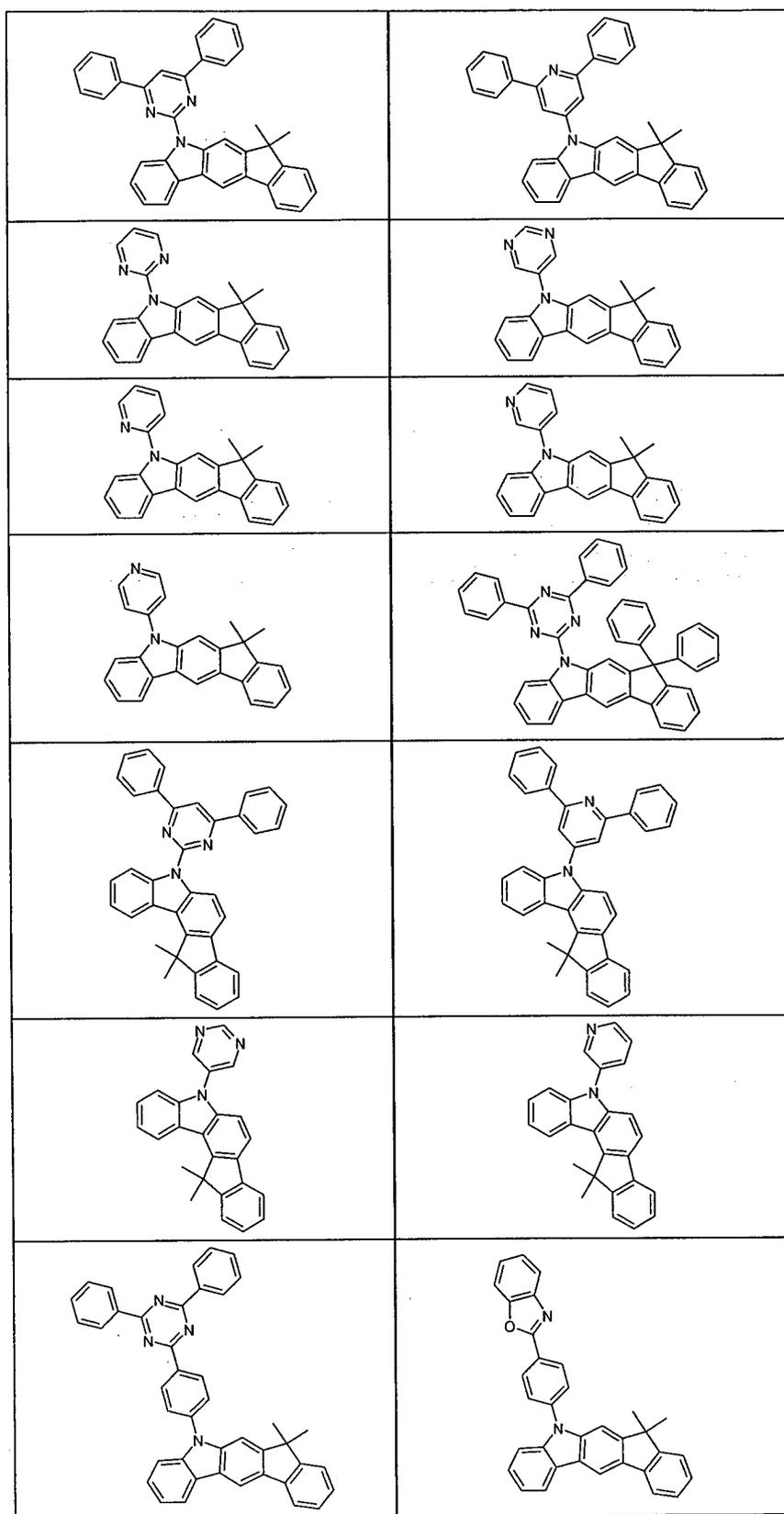
[0041] Beispiele für erfindungsgemäße Verbindungen der Formel (1) sind insbesondere die nachstehend gezeigten Strukturen:

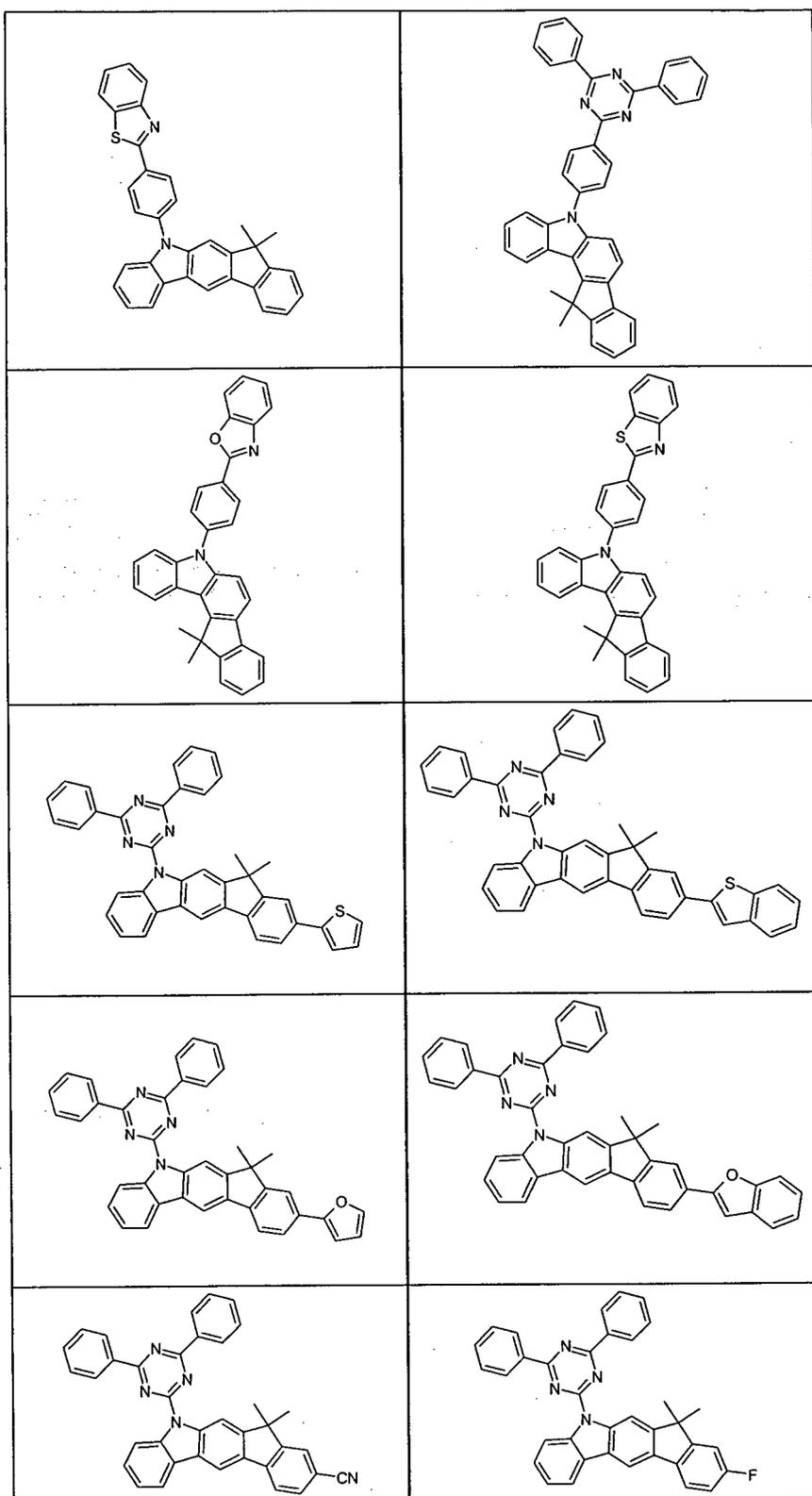


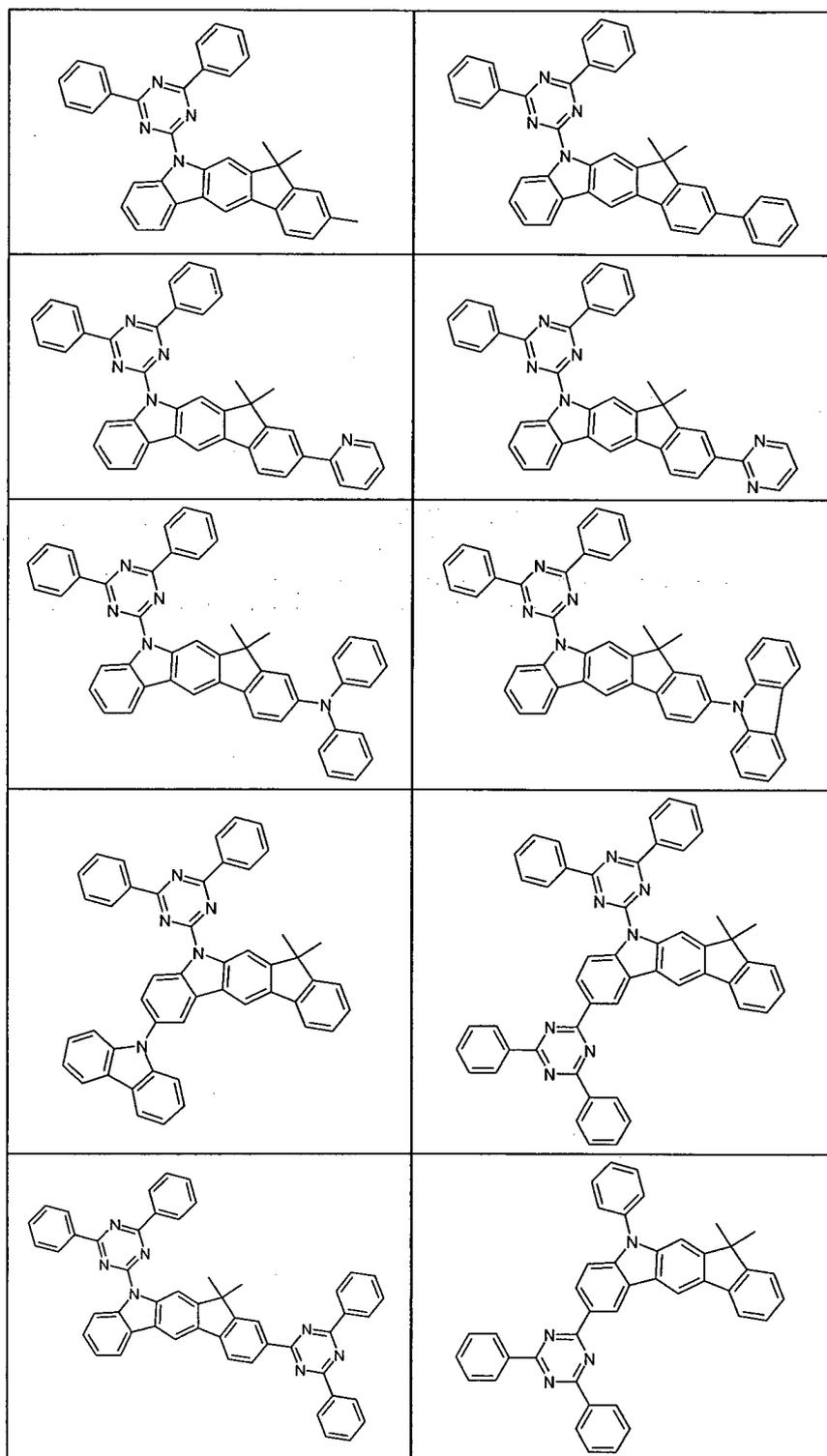


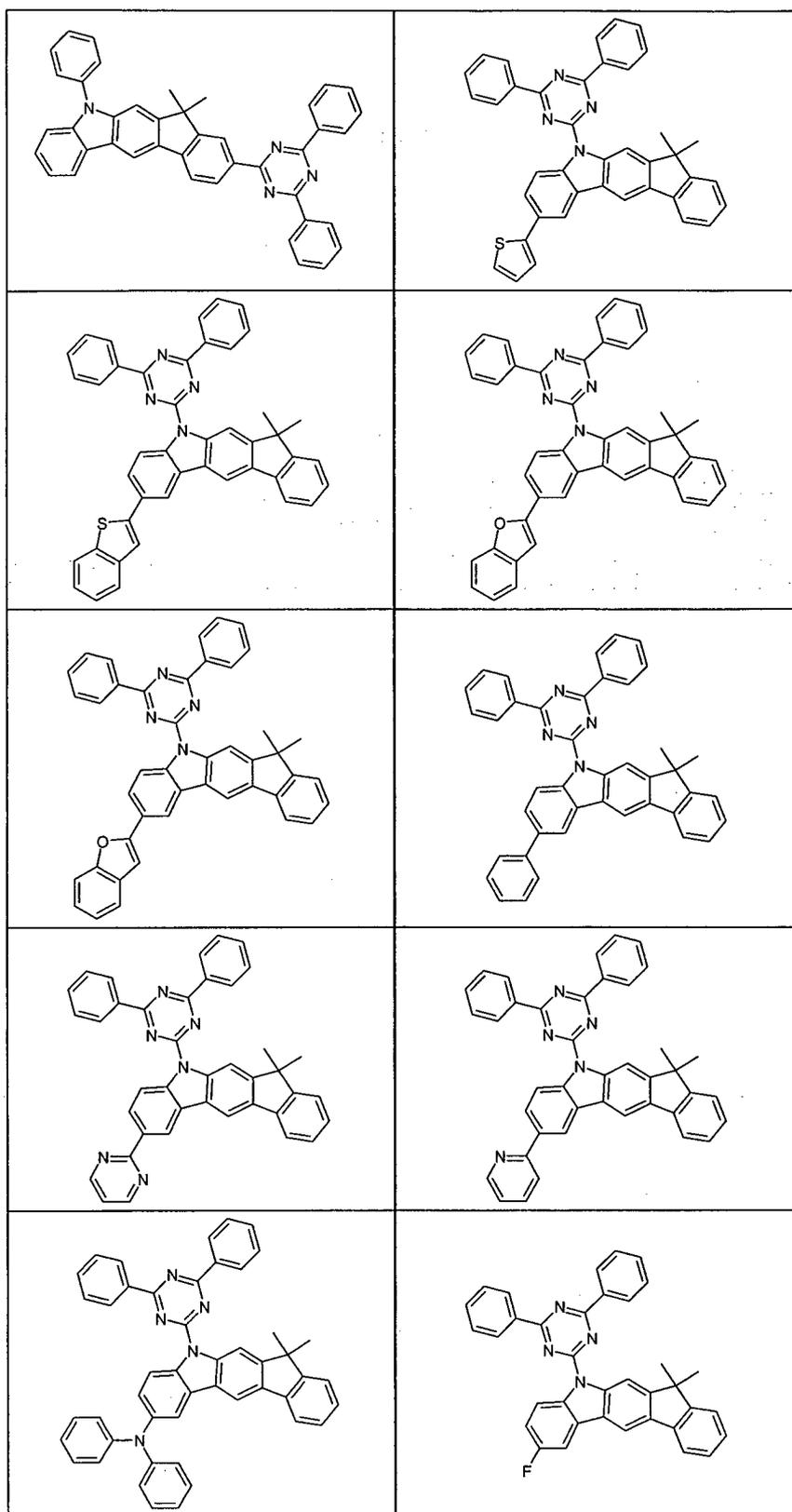


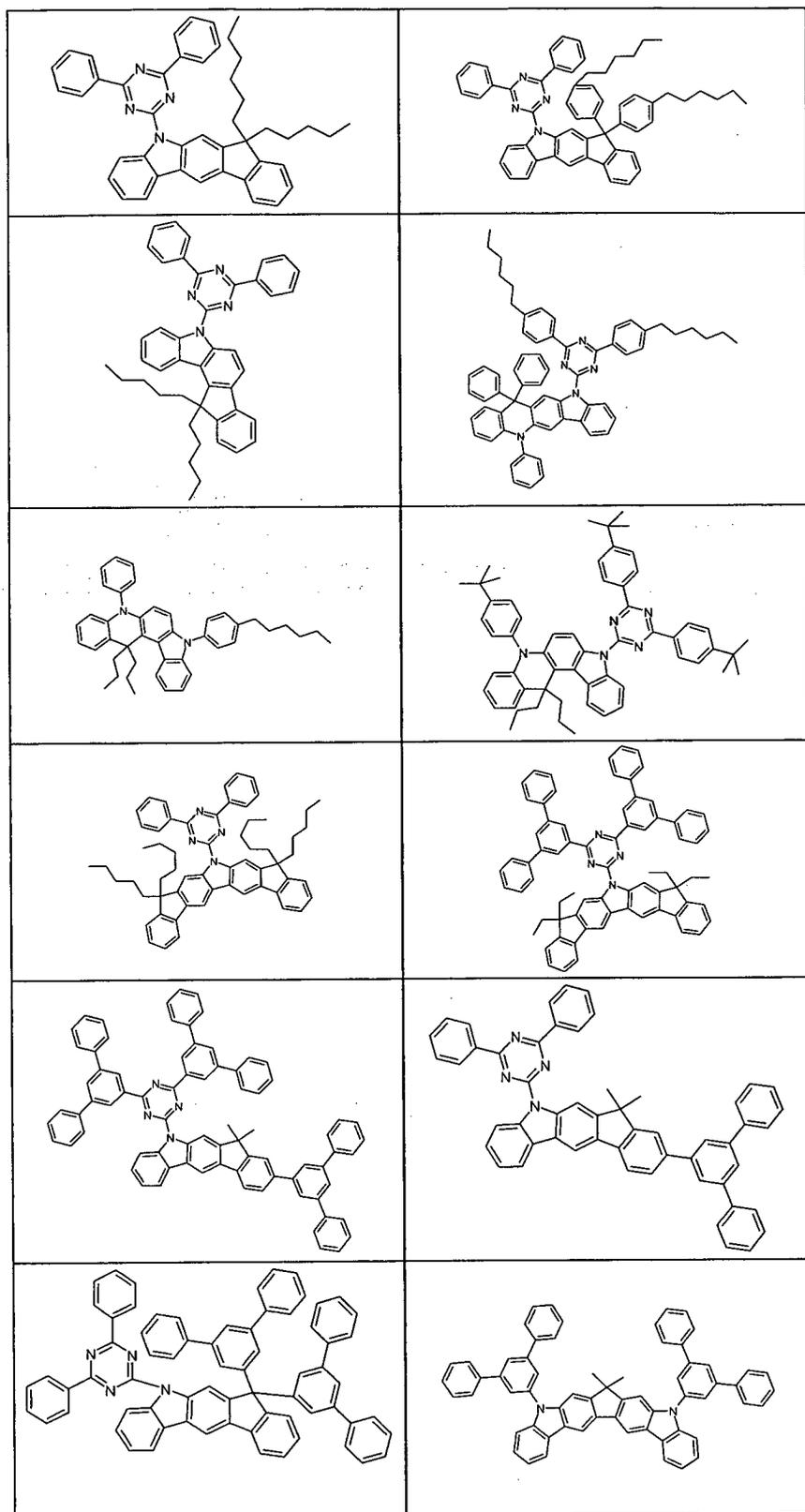


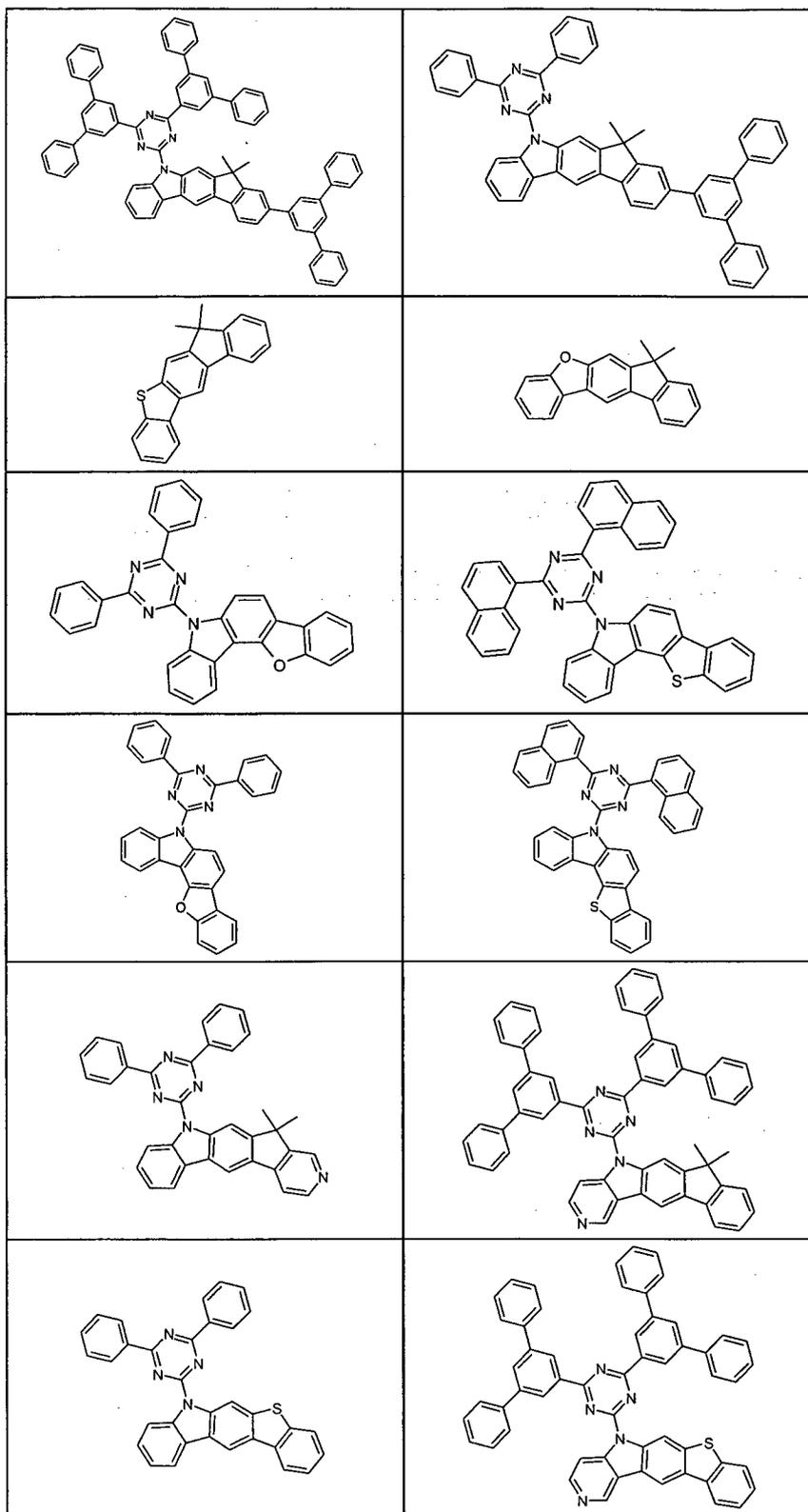


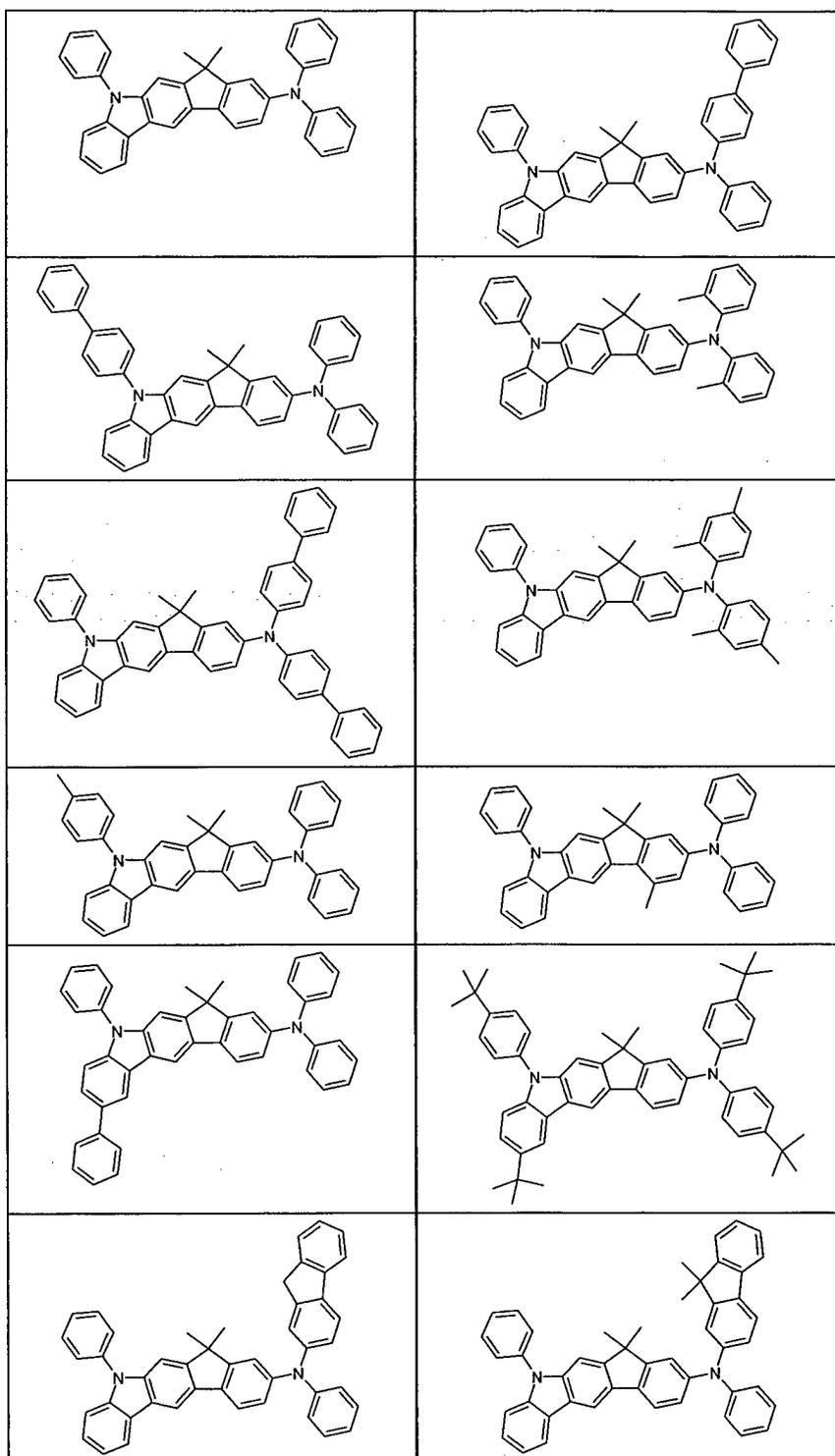


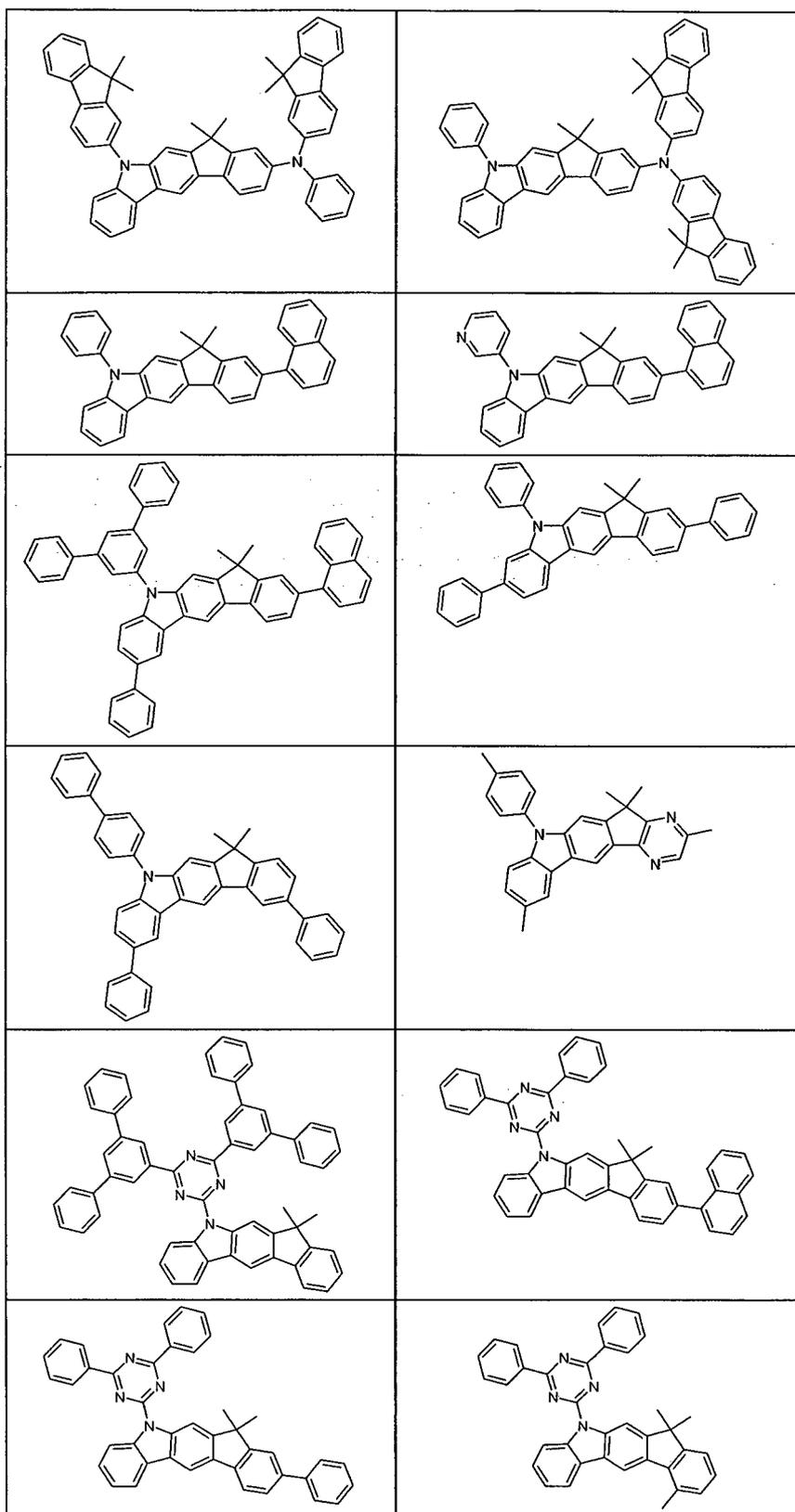


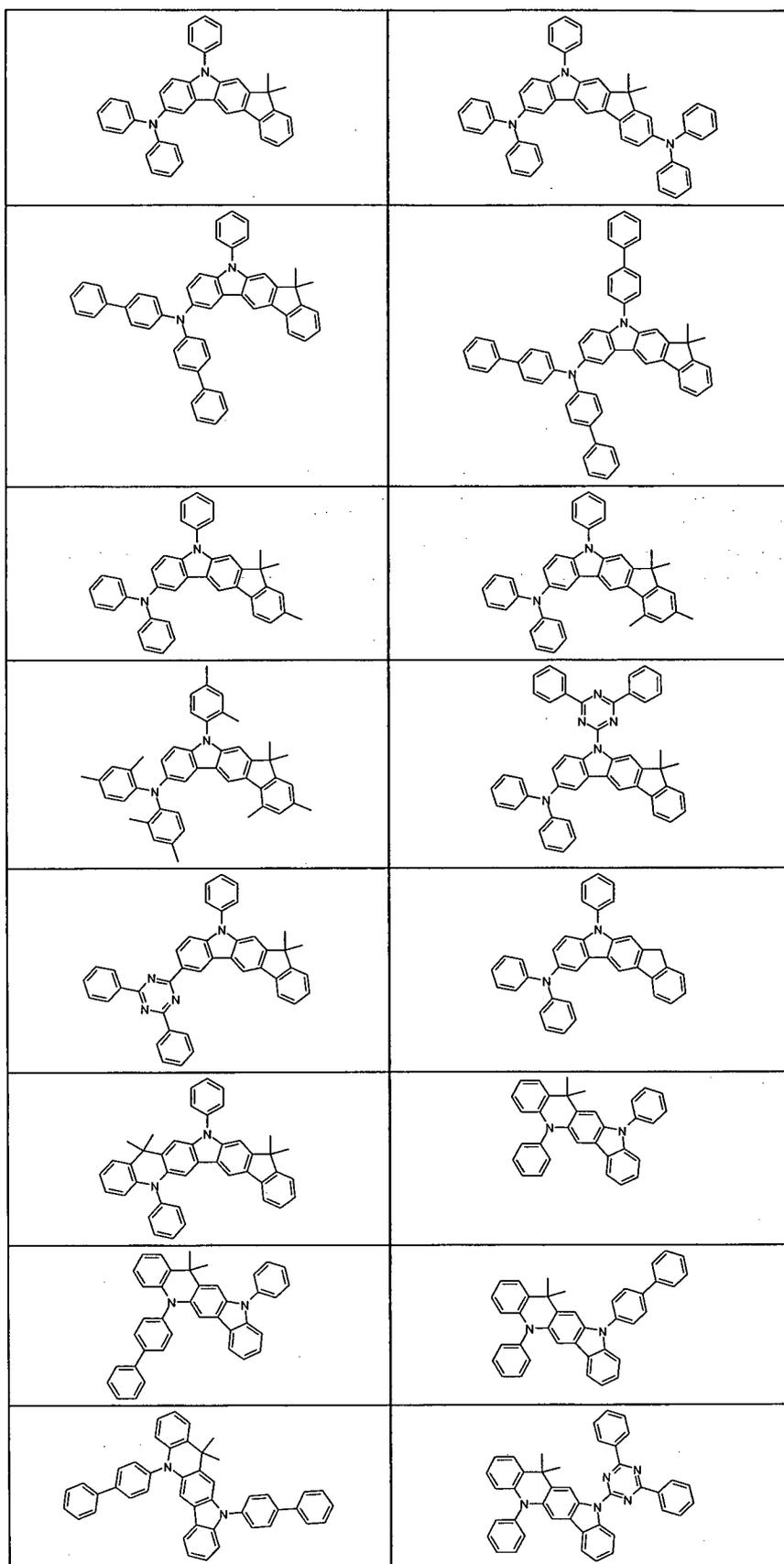


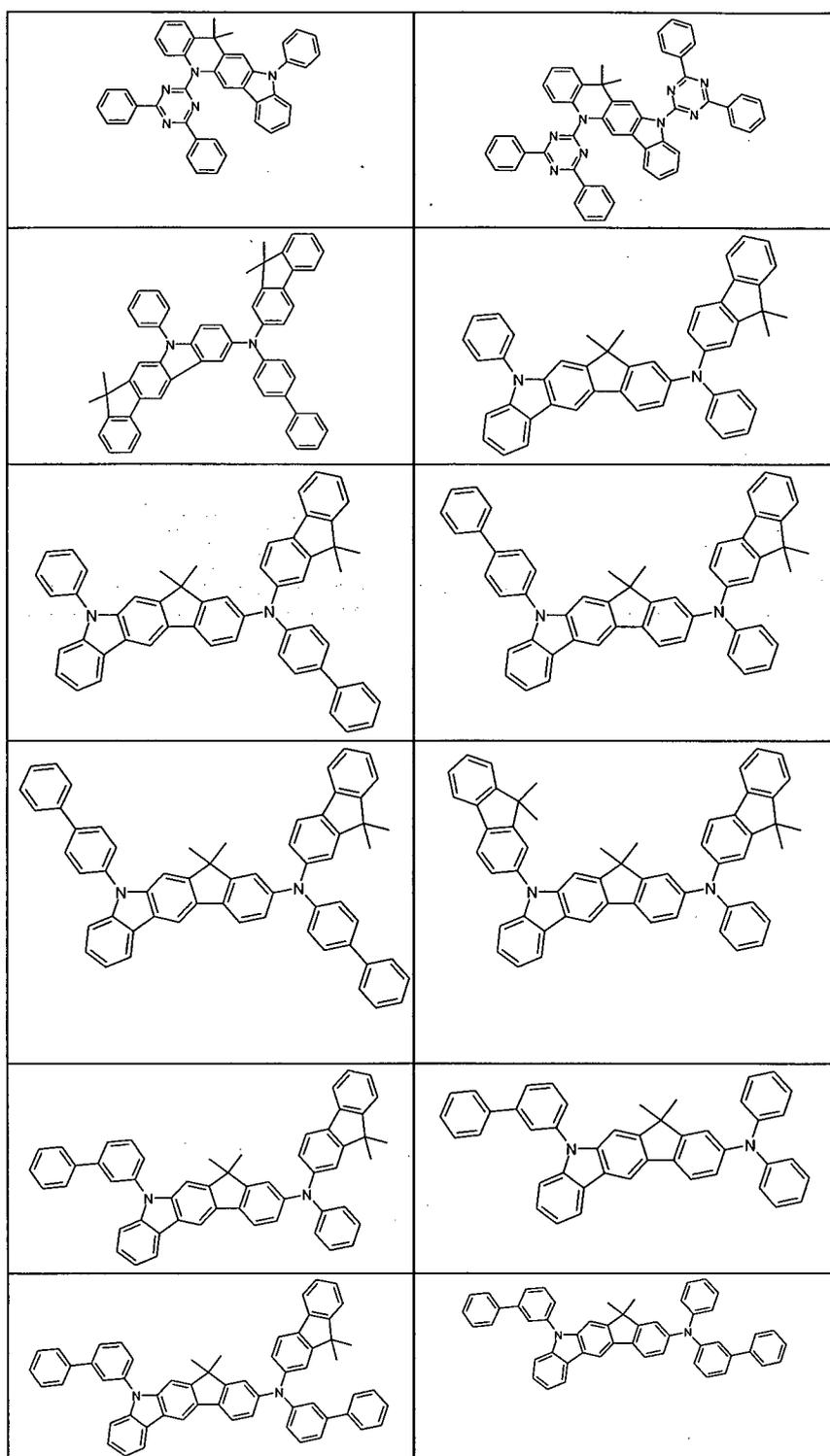


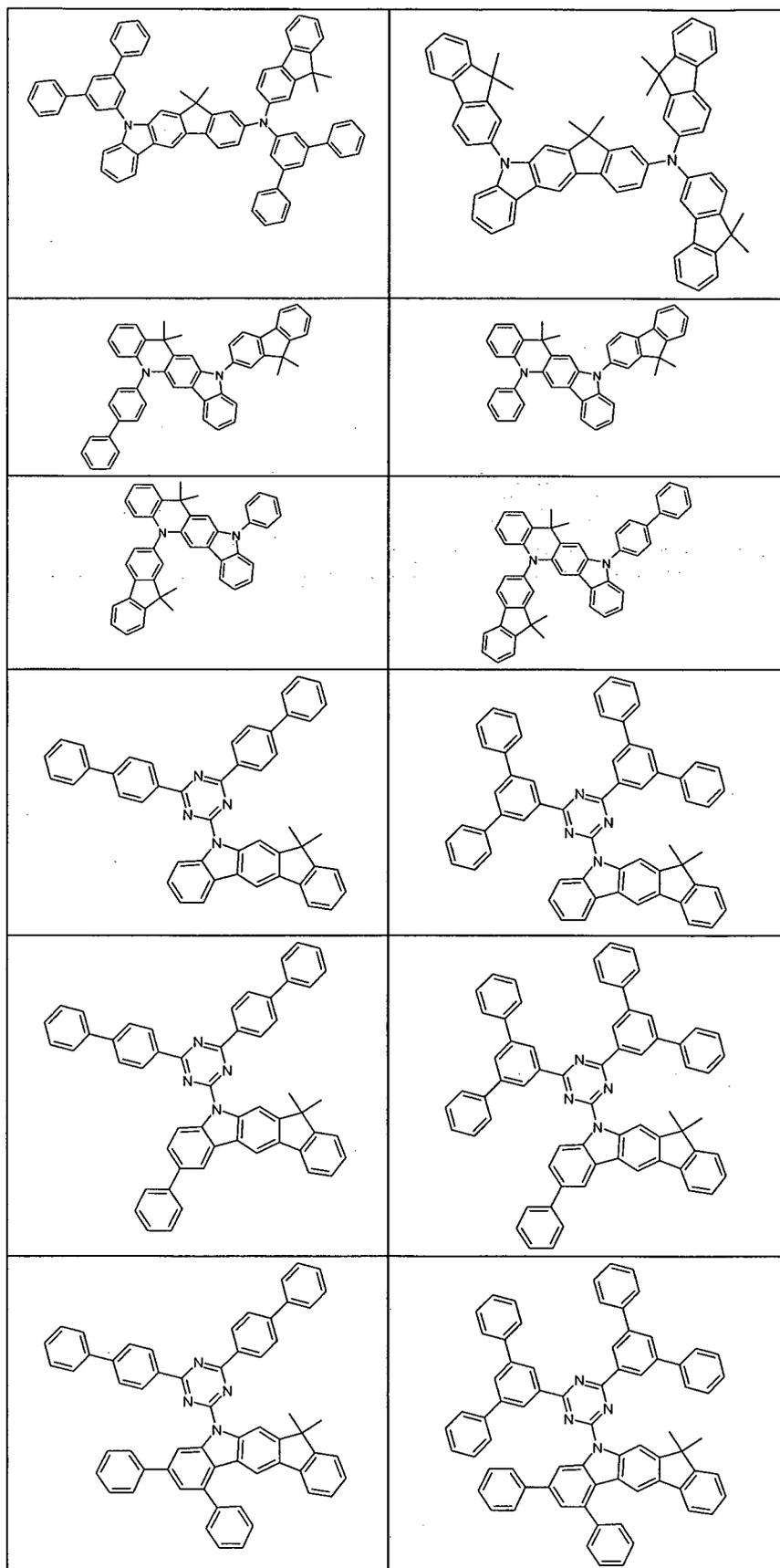


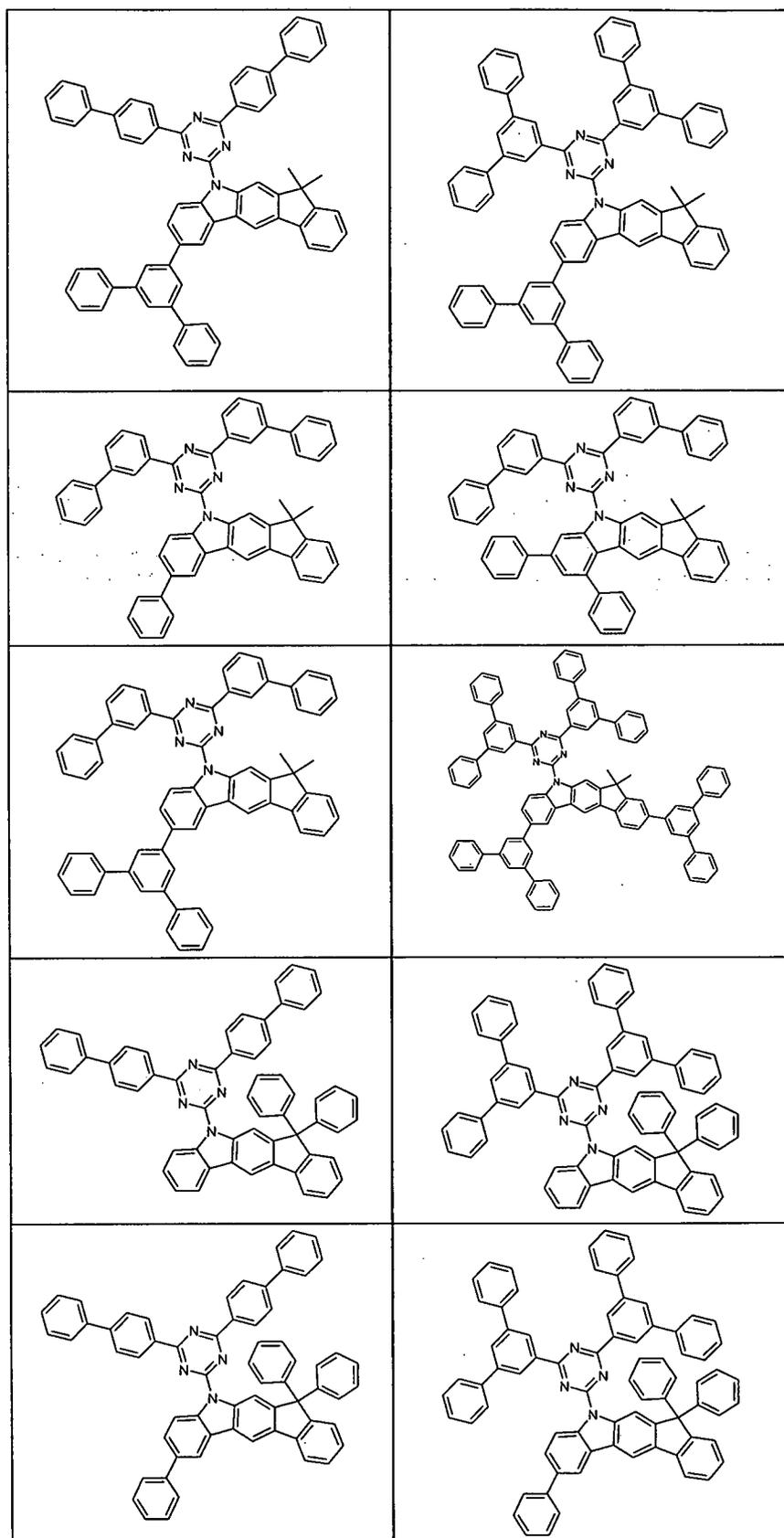


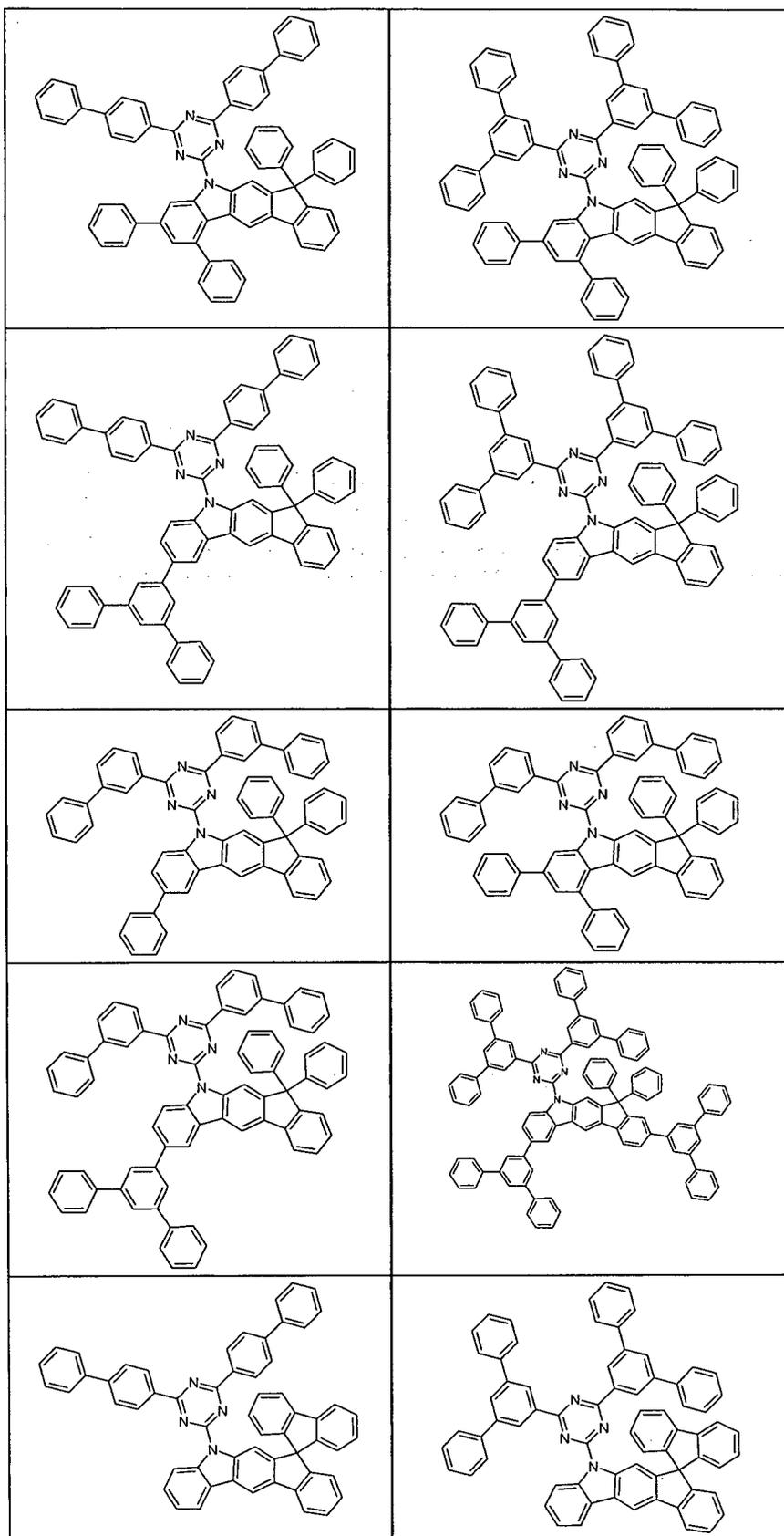


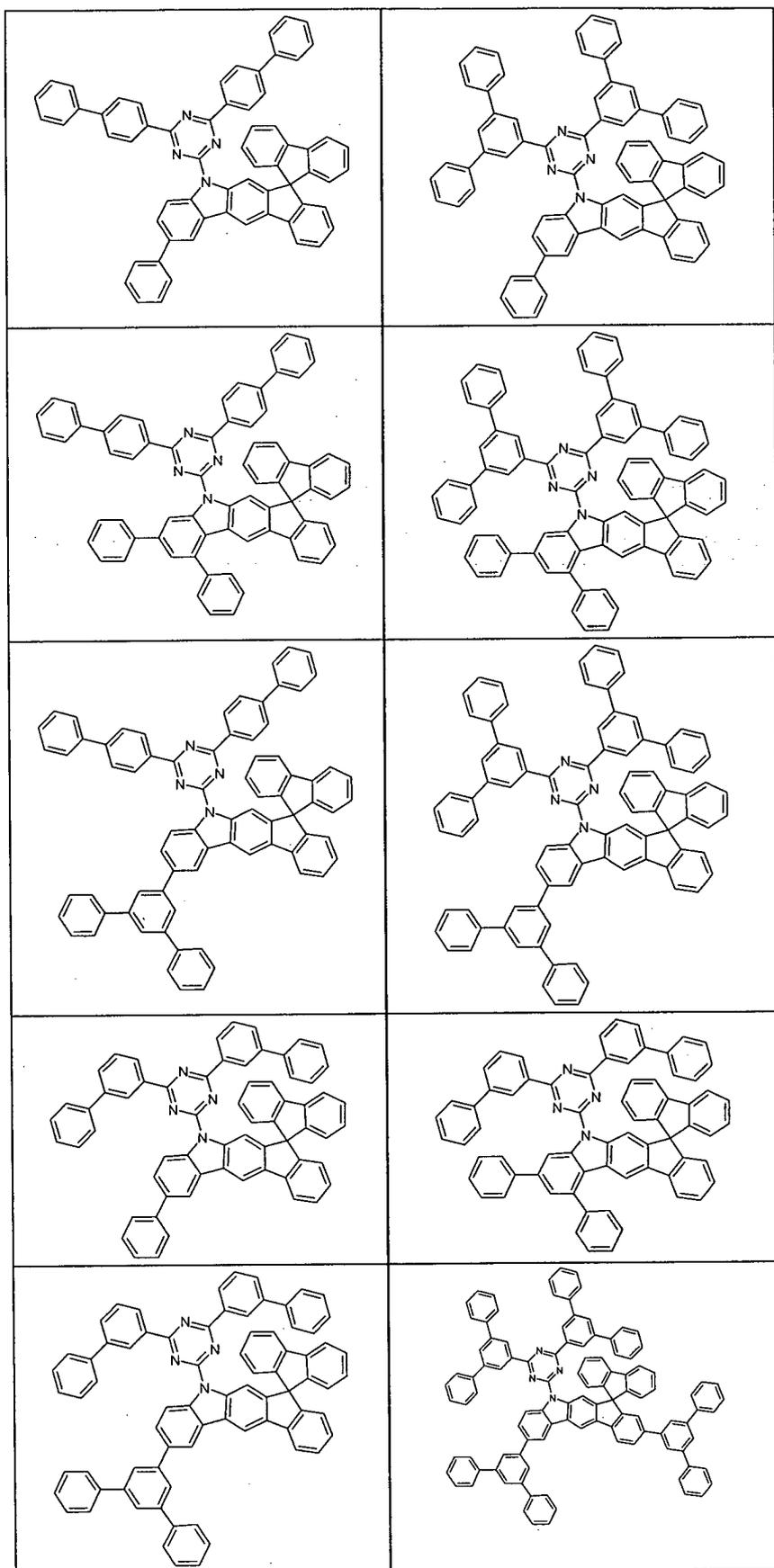


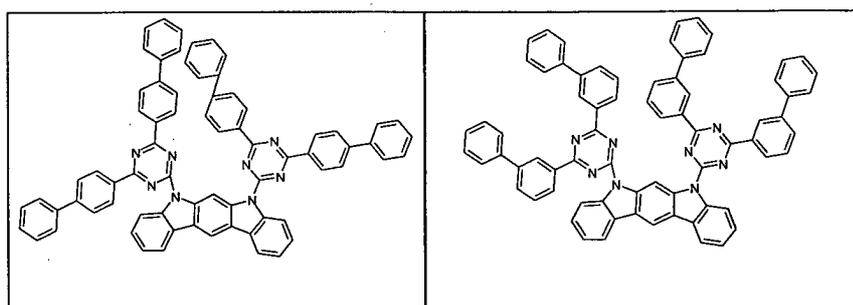
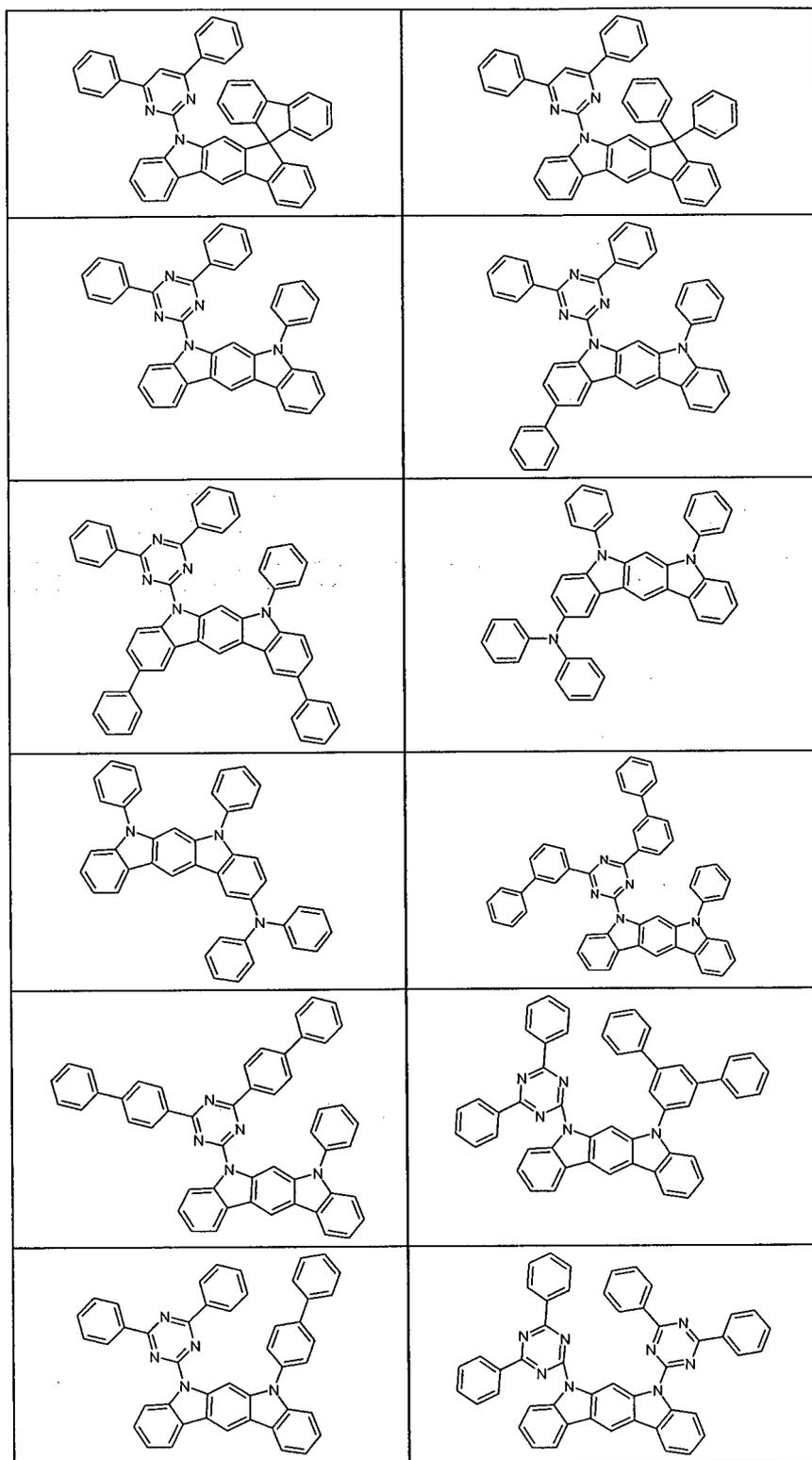








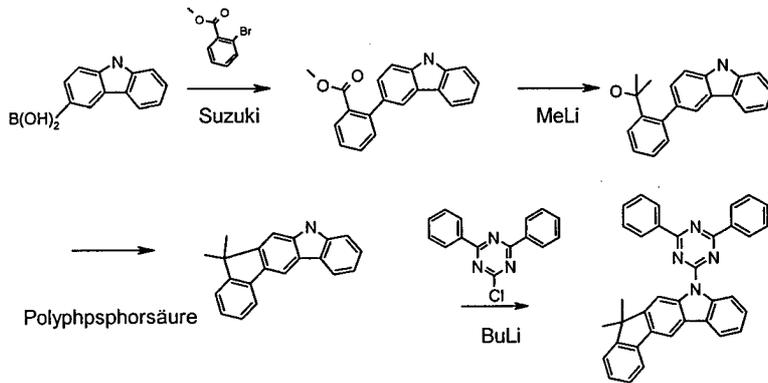




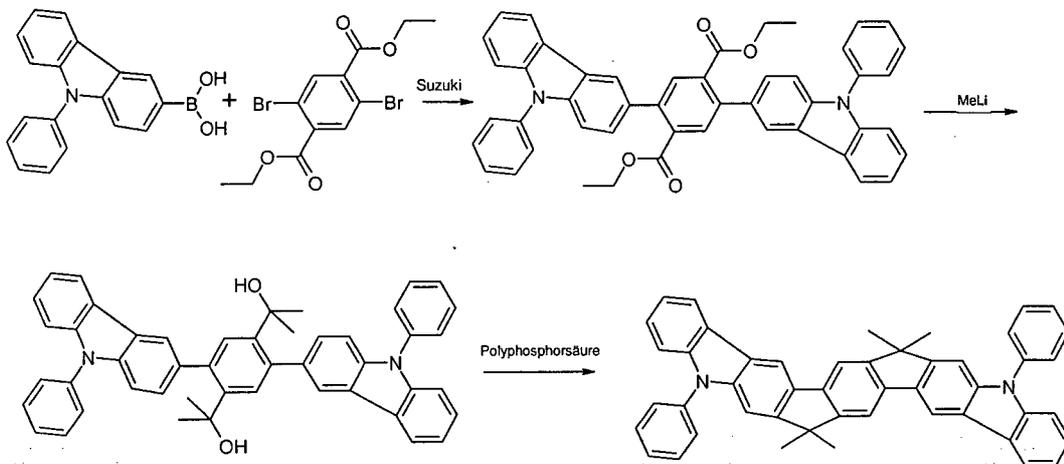
[0042] Die erfindungsgemäßen Verbindungen können nach dem Fachmann bekannten Syntheseschritten, wie z. B. Bromierung, Suzuki-Kupplung, Hartwig-Buchwald-Kupplung, etc., dargestellt werden. Die Synthese einer Verbindung der Formel (1) mit einem Stickstoffatom als Brückenatom ist allgemein in den folgenden Schemata 1 bis 6 dargestellt.

[0043] Als Ausgangspunkt können z. B. die (9-Phenyl-9H-carbazol-3yl) boronsäure: Synlett, 2006, 17, 2841–2845, p-Aminodiphenyl: J. Am. Chem. Soc. 2008, 130(32), 10512–10514, 2-Bromo-9,9-dimethylfluoren: Synlett 2006, 5, 737–740, dienen:

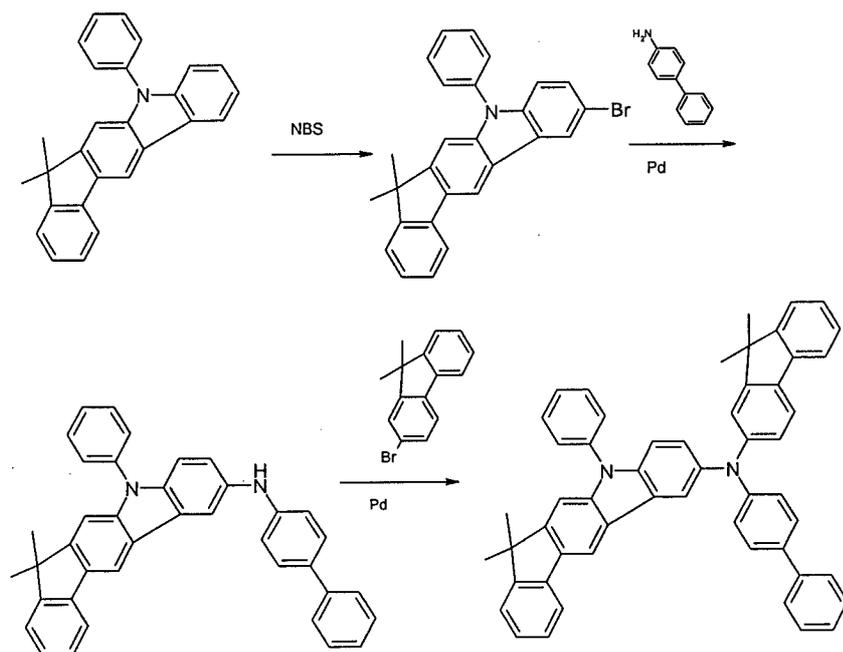
Schema 1:



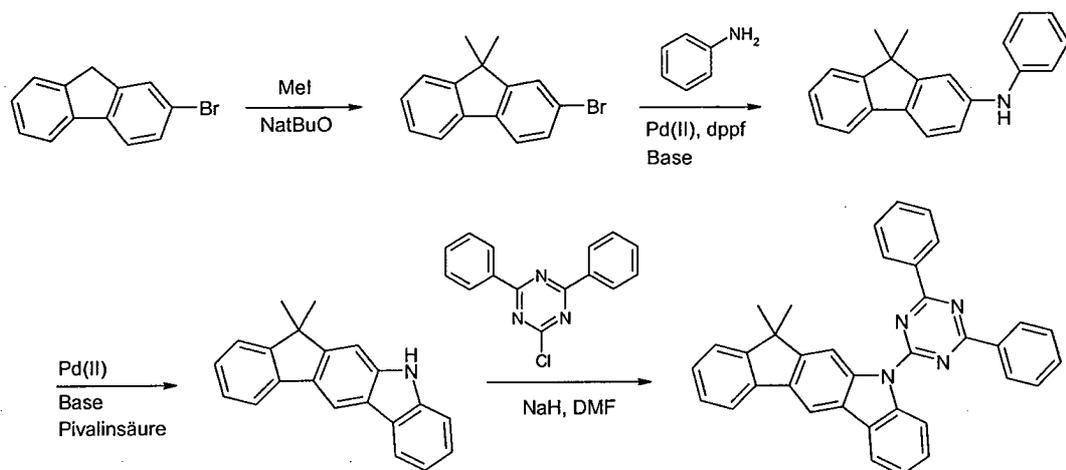
Schema 2:



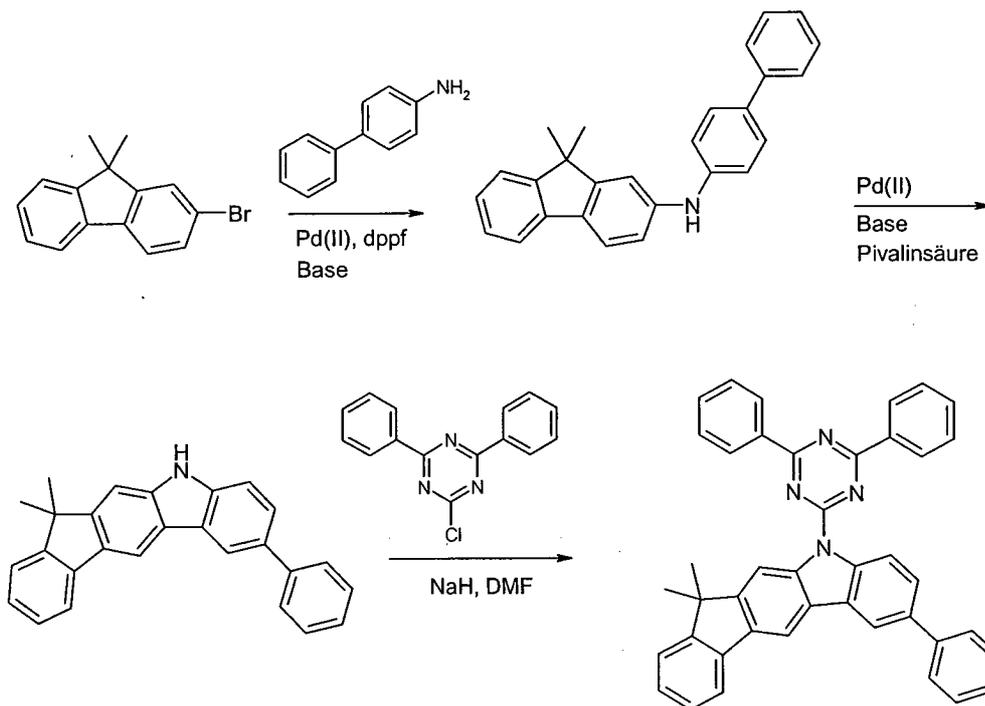
Schema 3:



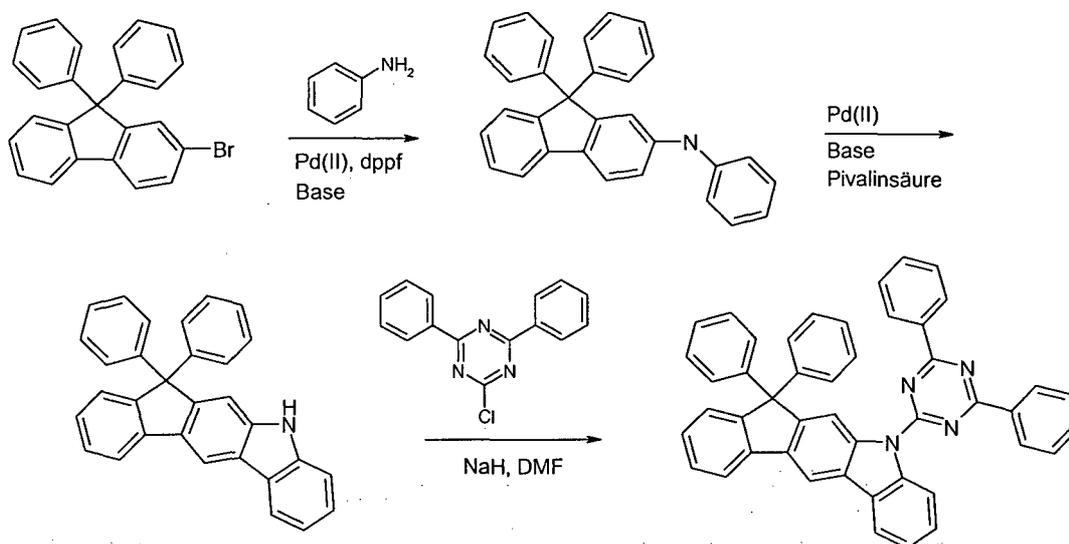
Schema 4:



Schema 5:

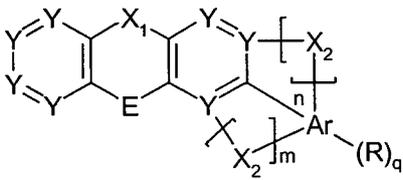


Schema 6:



[0044] Analog zu den in den Schemata 1 bis 6 gezeigten Synthesen können die erfindungsgemäßen Beispielverbindungen auch unter Variation der Substituenten synthetisiert werden. Beispielsweise kann anstelle des Triazinsubstituenten als Substituent am Stickstoff Phenyl, Biphenyl, Naphthyl, Pyridinyl, Pyrimidinyl, Anthracenyl und dergleichen verwendet werden.

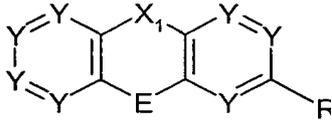
[0045] Ein weiterer Gegenstand der Erfindung ist ein Verfahren zur Herstellung einer Verbindung der allgemeinen Formel (1)



Formel (1)

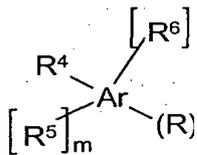
wobei die verwendeten Symbole und Indices die oben angegebene Bedeutung haben, gekennzeichnet durch die Schritte:

a) Umsetzung einer Verbindung der Formel (I)



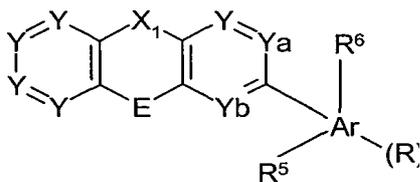
Formel (I)

wobei R^3 eine reaktive Abgangsgruppe ist, vorzugsweise ausgewählt aus Brom, Iod, Chlor, Boronsäure, Boronsäureester, Tosylat oder Triflat, mit einer Verbindung der Formel (II)



Formel (II)

wobei R^4 eine reaktive Abgangsgruppe ist, vorzugsweise ausgewählt aus Brom, Iod, Chlor, Boronsäure, Boronsäureester, Tosylat oder Triflat, oder eine funktionelle reaktive Gruppe, beispielsweise ein Amin, R^5 und R^6 jeweils unabhängig voneinander zur Bildung einer Brücke X_2 geeignet sind, n und m sind jeweils 0 oder 1, wobei $n + m$ größer oder gleich 1 ist, zur Bildung einer Verbindung der Formel (III)



Formel (III)

b) Bilden der Brücke X_2 durch eine geeignete Ringschlußreaktion zwischen Y_a und/oder Y_b mit R^5 und/oder R^6 und gegebenenfalls nachfolgende Substitution an X_1 und/oder X_2 , wobei die Verbindung der Formel (1) gebildet wird.

[0046] Die Verbindung gemäß Formel (1) kann in elektronischen Vorrichtungen, insbesondere in organischen Elektrolumineszenzvorrichtungen eingesetzt werden. Die genaue Verwendung der Verbindungen hängt dabei von den Substituenten ab.

[0047] In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird die Verbindung gemäß Formel (1) in einer emittierenden Schicht, bevorzugt in Mischung mit mindestens einer weiteren Verbindung eingesetzt. Es ist bevorzugt, wenn die Verbindung gemäß Formel (1) in der Mischung das Matrixmaterial ist.

[0048] In einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung werden die Verbindungen der Formel

(1) als Matrixmaterial (Hostmaterialien) für Dotanden, vorzugsweise phosphoreszierende Dotanden, eingesetzt. Hierbei ist es besonders bevorzugt, dass die Verbindungen der Formel (1) als Matrixmaterial für Dotanden in einer organischen Elektrolumineszenzvorrichtung eingesetzt werden.

[0049] Eine organische Elektrolumineszenzvorrichtung ist eine Vorrichtung, welche Anode, Kathode und mindestens eine emittierende Schicht, welche zwischen der Anode und der Kathode angeordnet ist, enthält. Zusätzlich können noch eine oder mehrere Elektronentransportschichten und eine oder mehrere Lochtransportschichten enthalten sein. Eine erfindungsgemäße organische Elektrolumineszenzvorrichtung enthält mindestens eine Schicht zwischen der Anode und der Kathode, die eine Verbindung der Formel (1) als Matrixmaterial enthält. Vorzugsweise enthält das Matrixmaterial eine emittierende Verbindung. In diesem Fall ist die Schicht eine emittierende Schicht, die mindestens einen Emitter, vorzugsweise einen phosphoreszierenden Emitter, und mindestens eine Verbindung der oben aufgeführten Formel (1) enthält.

[0050] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung kann die organische Elektrolumineszenzvorrichtung auch mehrere emittierende Schichten enthalten, wobei mindestens eine emittierende Schicht mindestens eine Verbindung gemäß Formel (1) und mindestens einen Emitter, vorzugsweise einen phosphoreszierenden Emitter, enthält.

[0051] Weiterer Gegenstand der Erfindung sind daher auch Mischungen aus einer oder mehreren Verbindungen gemäß Formel (1) als Matrixmaterial mit einem oder mehreren Dotanden, insbesondere emittierenden Verbindungen.

[0052] Die Mischung aus der Verbindung gemäß Formel (1) als Matrixmaterial und dem Emitter, die in der emittierenden Schicht eingesetzt wird, enthält bevorzugt zwischen 99 und 50 Vol.-%, vorzugsweise zwischen 98 und 50 Vol.-%, besonders bevorzugt zwischen 97 und 60 Vol.-%, insbesondere zwischen 95 und 85 Vol.-% der Verbindung gemäß Formel (1) bezogen auf die Gesamtmischung aus Emitter und Matrixmaterial. Entsprechend enthält die Mischung zwischen 1 und 50 Vol.-%, vorzugsweise zwischen 2 und 50 Vol.-%, besonders bevorzugt zwischen 3 und 40 Vol.-%, insbesondere zwischen 5 und 15 Vol.-% des Emitters bezogen auf die Gesamtmischung aus Emitter und Matrixmaterial.

[0053] Bevorzugt ist weiterhin auch die Verwendung mehrerer Matrixmaterialien als Mischung, wobei ein Matrixmaterial ausgewählt ist aus Verbindungen der Formel (1). Weitere geeignete Matrixmaterialien, welche in Kombination mit Verbindungen der Formel (1) eingesetzt werden können, sind beispielsweise Ketone, Phosphinoxide, Sulfoxide und Sulfone, z. B. gemäß WO 04/013080, WO 04/093207, WO 06/005627 oder der nicht offen gelegten Anmeldung DE 102008033943.1, Triarylamine, Carbazolderivate, z. B. CBP (N,N-Biscarbazolylbiphenyl) oder die in WO 05/039246, US 2005/0069729, JP 2004/288381, EP 1205527 oder WO 08/086851 offenbarten Carbazolderivate, Indolocarbazolderivate, z. B. gemäß WO 07/063754 oder WO 08/056746, Azacarbazole, z. B. gemäß EP 1617710, EP 1617711, EP 1731584, JP 2005/347160, bipolare Matrixmaterialien, z. B. gemäß WO 07/137725, Silane, z. B. gemäß WO 05/111172, Azaborole oder Boronester, z. B. gemäß WO 06/117052, Triazinderivate, z. B. gemäß der nicht offen gelegten Anmeldung DE 102008036982.9, WO 07/063754 oder WO 08/056746, oder Zinkkomplexe, z. B. gemäß EP 652273 oder gemäß der nicht offen gelegten Anmeldung DE 102007053771.0.

[0054] In einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung werden die Verbindungen gemäß Formel (1) als Elektronentransportmaterial eingesetzt. Besonders bevorzugte Verbindungen sind in diesem Fall Verbindungen der Formel (1), die eine elektronenarme und/oder Stickstoffatom-enthaltende aromatische Gruppe aufweisen.

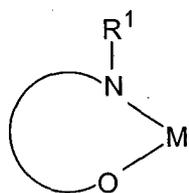
[0055] Werden die Verbindungen der Formel (1) als Elektronentransportmaterial in einer organischen Elektrolumineszenzvorrichtung eingesetzt, so können sie auch erfindungsgemäß in Kombination mit einer organischen Alkalimetallverbindung eingesetzt werden. Dabei bedeutet „in Kombination mit einer organischen Alkalimetallverbindung“, dass die Verbindungen der Formel (1) und die Alkalimetallverbindung entweder als Mischung in einer Schicht oder separat in zwei aufeinander folgenden Schichten vorliegen.

[0056] In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung liegen die Verbindungen der Formel (1) und die organische Alkalimetallverbindung als Mischung in einer Schicht vor.

[0057] Unter einer organischen Alkalimetallverbindung im Sinne dieser Erfindung soll eine Verbindung verstanden werden, welche mindestens ein Alkalimetall, also Lithium, Natrium, Kalium, Rubidium oder Caesium, enthält und welche weiterhin mindestens einen organischen Liganden enthält.

[0058] Geeignete organische Alkalimetallverbindungen sind beispielsweise die in WO 07/050301, WO 07/050334 und EP 1144543 offenbarten Verbindungen. Diese sind via Zitat Bestandteil der vorliegenden Anmeldung.

[0059] Bevorzugte organische Alkalimetallverbindungen sind die Verbindungen der folgenden Formel A,

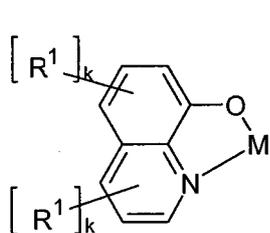


Formel A

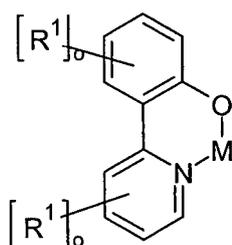
wobei R¹ dieselbe Bedeutung hat, wie oben beschrieben, die gebogene Linie zwei oder drei Atome und Bindungen darstellt, welche erforderlich sind, um mit M einen 5- oder 6-gliedrigen Ring zu ergänzen, wobei diese Atome auch durch einen oder mehrere Reste R¹ substituiert sein können, und M ein Alkalimetall, ausgewählt aus Lithium, Natrium, Kalium, Rubidium oder Caesium, darstellt.

[0060] Dabei ist es möglich, dass der Komplex gemäß Formel A in monomerer Form vorliegt, wie oben abgebildet, oder dass er in Form von Aggregaten vorliegt, beispielsweise aus zwei Alkalimetallionen und zwei Liganden, vier Alkalimetallionen und vier Liganden, sechs Alkalimetallionen und sechs Liganden oder andere Aggregate.

[0061] Bevorzugte Verbindungen der Formel A sind die Verbindungen der folgenden Formeln B und C,



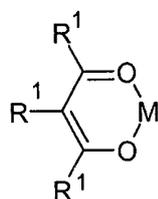
Formel B



Formel C

wobei k gleich 0, 1, 2 oder 3 ist und o gleich 0, 1, 2, 3 oder 4 ist und die übrigen verwendeten Symbole die oben genannten Bedeutungen haben.

[0062] Weitere bevorzugte organische Alkalimetallverbindungen sind die Verbindungen gemäß der folgenden Formel D,



Formel D

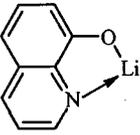
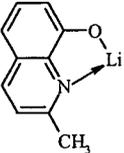
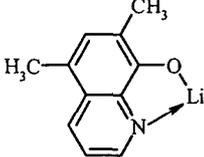
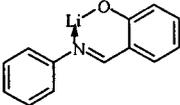
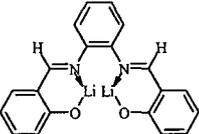
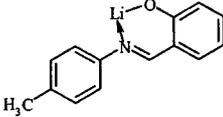
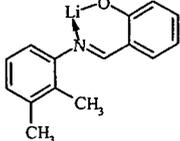
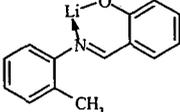
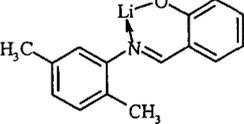
wobei die verwendeten Symbole dieselbe Bedeutung haben, wie oben beschrieben.

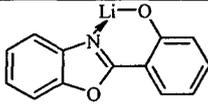
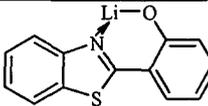
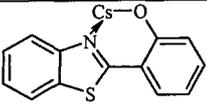
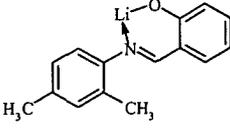
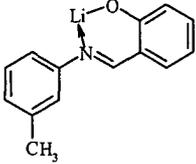
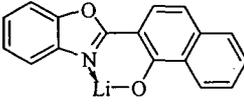
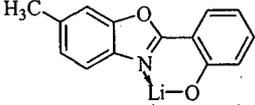
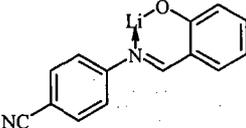
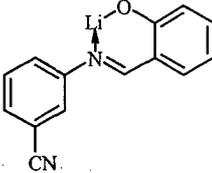
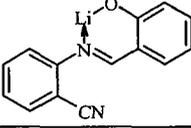
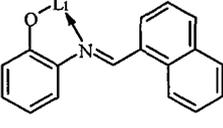
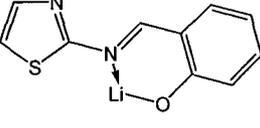
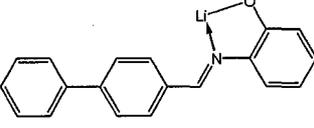
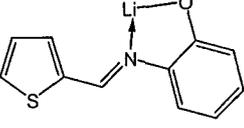
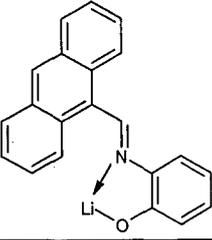
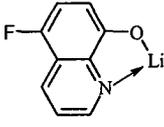
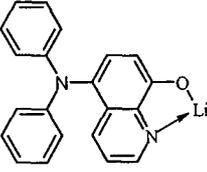
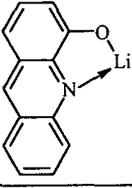
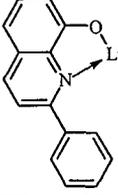
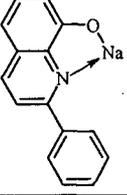
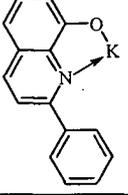
[0063] Bevorzugt ist das Alkalimetall gewählt aus Lithium, Natrium und Kalium, besonders bevorzugt Lithium und Natrium, ganz besonders bevorzugt Lithium.

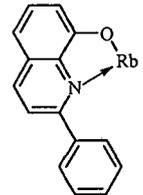
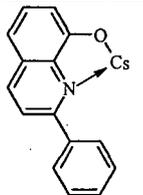
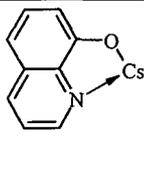
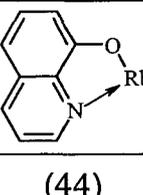
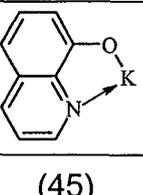
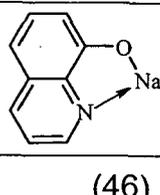
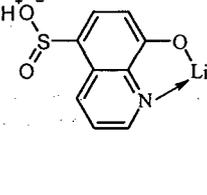
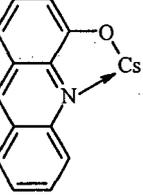
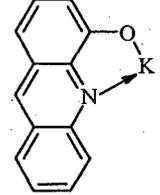
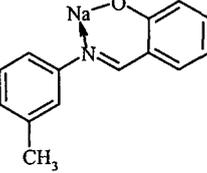
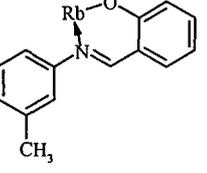
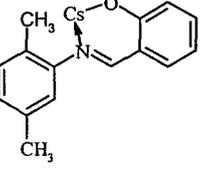
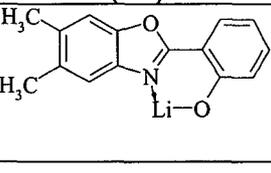
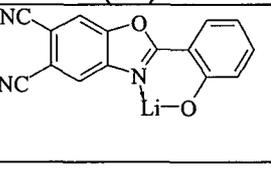
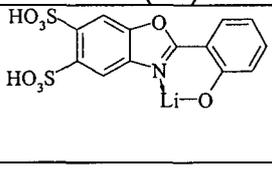
[0064] Besonders bevorzugt ist eine Verbindung der Formel B, insbesondere mit M = Lithium. Ganz besonders bevorzugt ist weiterhin der Index k = 0. Ganz besonders bevorzugt handelt es sich also um unsubstituiertes Lithiumchinolinat.

[0065] Ganz besonders bevorzugt enthält die organische Elektrolumineszenzvorrichtung eine Mischung aus einer Verbindung der Formel (1) mit einer elektronenarmen heteroaromatischen Gruppe und einer organischen Alkalimetallverbindung der Formel B, bevorzugt mit M Lithium, insbesondere unsubstituiertes Lithiumchinolinat.

[0066] Beispiele für geeignete organische Alkalimetallverbindungen sind die in der folgenden Tabelle aufgeführten Strukturen (11) bis (55).

		
(11)	(12)	(13)
		
(14)	(15)	(16)
		
(17)	(18)	(19)

		
(20)	(21)	(22)
		
(23)	(24)	(25)
		
(26)	(27)	(28)
		
(29)	(30)	(31)
		
(32)	(33)	(34)
		
(35)	(36)	(37)
		
(38)	(39)	(40)

		
(41)	(42)	(43)
		
(44)	(45)	(46)
		
(47)	(48)	(49)
		
(50)	(51)	(52)
		
(53)	(54)	(55)

[0067] Wenn die Verbindung der Formel (1) und die organische Alkalimetallverbindung in einer Mischung vorliegen, beträgt das Verhältnis der Verbindung der Formel (1) zur organischen Alkalimetallverbindung bevorzugt 20:80 bis 80:20, besonders bevorzugt 30:70 bis 70:30, ganz besonders bevorzugt 30:70 bis 50:50, insbesondere 30:70 bis 45:55.

[0068] Wenn die Verbindung der Formel (1) und die organische Alkalimetallverbindung in einer Mischung vorliegen, beträgt die Schichtdicke dieser Elektronentransportschicht bevorzugt zwischen 3 und 150 nm, besonders bevorzugt zwischen 5 und 100 nm, ganz besonders bevorzugt zwischen 10 und 60 nm, insbesondere zwischen 15 und 40 nm.

[0069] Wenn die Verbindung der Formel (1) und die organische Alkalimetallverbindung in zwei aufeinanderfolgenden Schichten vorliegen, so beträgt die Schichtdicke der Schicht, welche die Verbindung der Formel (1) enthält, bevorzugt zwischen 3 und 150 nm, besonders bevorzugt zwischen 5 und 100 nm, ganz besonders bevorzugt zwischen 10 und 60 nm, insbesondere zwischen 15 und 40 nm. Die Schichtdicke der Schicht, welche die organische Alkalimetallverbindung enthält und welche zwischen der Schicht mit der Verbindung gemäß Formel (1) und der Kathode angeordnet ist, beträgt bevorzugt zwischen 0.5 und 20 nm, besonders bevorzugt zwischen 1 und 10 nm, ganz besonders bevorzugt zwischen 1 und 5 nm, insbesondere zwischen 1,5 und 3 nm.

[0070] Es ist weiterhin insbesondere bevorzugt, dass die Verbindung gemäß Formel (1) als Lochtransportmaterial und/oder als Lochinjektionsmaterial eingesetzt werden. Dies gilt insbesondere dann, wenn mindestens ein R für ein substituiertes oder unsubstituiertes Arylamin steht und/oder wenn X_1 und/oder X_2 für $N(R^1)$ steht.

Die Verbindungen werden dann bevorzugt in einer Lochtransportschicht und/oder in einer Lochinjektionsschicht eingesetzt. Eine Lochinjektionsschicht im Sinne dieser Erfindung ist eine Schicht, die direkt an die Anode angrenzt. Eine Lochtransportschicht im Sinne dieser Erfindung ist eine Schicht, die zwischen der Lochinjektionsschicht und der Emissionsschicht liegt. Wenn die Verbindung gemäß Formel (1) als Lochtransport- bzw. als Lochinjektionsmaterial verwendet wird, kann es bevorzugt sein, wenn sie mit Elektronenakzeptor-Verbindungen dotiert ist, beispielsweise mit F₄-TCNQ (Tetrafluorotetracyano-chinodimethan) oder mit Verbindungen, wie sie in EP 1476881 oder EP 1596445 beschrieben werden.

[0071] Wird die Verbindung gemäß Formel (1) als Lochtransportmaterial in einer Lochtransportschicht eingesetzt, kann auch ein Anteil von 100% bevorzugt sein, also die Verwendung dieser Verbindung als Reinmaterial.

[0072] Insbesondere bevorzugt ist auch die Verwendung der Verbindung gemäß Formel (1) in einer Lochtransport- oder -injektionsschicht in Kombination mit einer Schicht, welche ein Hexaazatriphenylenderivat enthält, insbesondere Hexacyanohexaazatriphenylen (z. B. gemäß EP 1175470). So ist beispielsweise eine Kombination bevorzugt, die folgendermaßen aussieht: Anode – Hexaazatriphenylenderivat – Lochtransportschicht, wobei die Lochtransportschicht eine oder mehrere Verbindungen gemäß Formel (1) enthält. Ebenso ist es in diesem Aufbau möglich, mehrere aufeinander folgende Lochtransportschichten zu verwenden, wobei wenigstens eine Lochtransportschicht wenigstens eine Verbindung gemäß Formel (1) enthält. Eine weitere bevorzugte Kombination sieht folgendermaßen aus: Anode – Lochtransportschicht – Hexaazatriphenylenderivat – Lochtransportschicht, wobei wenigstens eine der beiden Lochtransportschichten eine oder mehrere Verbindungen gemäß Formel (1) enthält. Ebenso ist es in diesem Aufbau möglich, dass statt einer Lochtransportschicht mehrere aufeinander folgende Lochtransportschichten verwendet werden, wobei wenigstens eine Lochtransportschicht wenigstens eine Verbindung gemäß Formel (1) enthält.

[0073] Ein weiterer Gegenstand der Erfindung ist die Verwendung der oben definierten Verbindungen in elektronischen Vorrichtungen.

[0074] Ein weiterer Gegenstand der Erfindung ist eine elektronische Vorrichtung, enthaltend mindestens eine Verbindung der Formel (1), wie oben definiert.

[0075] Die elektronische Vorrichtung ist bevorzugt ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus organischen Elektrolumineszenzvorrichtungen (OLEDs), organischen Feld-Effekt-Transistoren (O-FETs), organischen Dünnschichttransistoren (O-TFTs), organischen lichtemittierenden Transistoren (O-LETs), organischen integrierten Schaltungen (O-ICs), organischen Solarzellen (O-SCs), organischen Feld-Quench-Devices (O-FQDs), lichtemittierenden elektrochemischen Zellen (LECs), organischen Photorezeptoren, organischen Laserdioden (O-Laser) oder optisch gepumpten Lasern.

[0076] Es ist im Rahmen der Erfindung bevorzugt, dass in der elektronischen Vorrichtung die erfindungsgemäße Verbindung gemäß Formel (1) als Lochtransportmaterial in einer Lochtransportschicht und/oder in einer Lochinjektionsschicht eingesetzt werden und dass die Verbindungen gemäß Formel (1) in diesen Schichten gegebenenfalls durch Elektronenakzeptor-Verbindungen dotiert sein können. Dabei gelten insbesondere auch die oben aufgeführten Bevorzugungen.

[0077] Es ist im Rahmen der Erfindung ferner bevorzugt, dass in der elektronischen Vorrichtung die erfindungsgemäßen Verbindungen gemäß Formel (1) als Elektronentransportmaterial in einer Elektronentransportschicht und/oder als Lochblockiermaterial in einer Lochblockierschicht und/oder als Matrixmaterial, insbesondere als Triplett-Matrixmaterial in einer emittierenden Schicht eingesetzt werden. Dabei gelten insbesondere auch die oben aufgeführten Bevorzugungen.

[0078] Nochmals ein weiterer Gegenstand der Erfindung sind organische elektronische Vorrichtungen enthaltend mindestens eine Verbindung gemäß Formel (1) wie oben definiert, insbesondere organische Elektrolumineszenzvorrichtungen, enthaltend Anode, Kathode und mindestens eine emittierende Schicht, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine organische Schicht, die eine emittierende Schicht oder eine andere Schicht sein kann, mindestens eine Verbindung gemäß Formel (1) wie oben definiert enthält.

[0079] Weiterhin bevorzugt sind organische Elektrolumineszenzvorrichtungen, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere emittierende Verbindungen in derselben Schicht oder in unterschiedlichen Schichten verwendet werden. Besonders bevorzugt weisen diese Verbindungen insgesamt mehrere Emissionsmaxima zwischen 380 nm und 750 nm auf, so dass insgesamt weiße Emission resultiert, d. h. außer der Verbindung gemäß Formel (1) wird noch mindestens eine weitere emittierende Verbindung verwendet, die fluoreszieren oder phos-

phoreszieren kann und die gelbes, orange oder rotes Licht emittiert. Insbesondere bevorzugt sind Dreischichtsysteme, wovon mindestens eine dieser Schichten eine Verbindung gemäß Formel (1) enthält und wobei die Schichten blaue, grüne und orange oder rote Emission zeigen (für den prinzipiellen Aufbau siehe z. B. WO 05/011013). Ebenso können für weiß emittierende OLEDs Breitbandemitter verwendet werden.

[0080] Als Kathode 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.). Auch organische Metallverbindungen, wie z. B. Lithiumchinolinat, können verwendet werden. Die Schichtdicke dieser Schicht beträgt bevorzugt zwischen 0.5 und 5 nm.

[0081] Als Anode sind Materialien mit hoher Austrittsarbeit bevorzugt. Bevorzugt weist die Anode eine Austrittsarbeit größer 4.5 eV gegen 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. Für einige Anwendungen muss mindestens eine der Elektroden transparent sein, um entweder die Bestrahlung des organischen Materials (O-SC) oder die Auskopplung von Licht (OLED/PLED, O-Laser) 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.

[0082] Außer Kathode, Anode und der emittierenden Schicht kann die organische Elektrolumineszenzvorrichtung noch weitere Schichten enthalten. Diese können beispielsweise sein: Lochinjektionsschicht, Lochtransportschicht, Elektronen blockierschicht, Lochblockierschicht, Elektronentransportschicht, Elektroneninjektionsschicht und/oder eine Charge-Generation Lager (T. Matsumoto et al., Multiphoton Organic EL Device Having Charge Generation Lager, IDMC 2003, Taiwan; Session 21 OLED (5)). Es sei aber an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass nicht notwendigerweise jede dieser Schichten vorhanden sein muss.

[0083] 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 aber angemerkt, dass der Anfangsdruck auch noch geringer sein kann, beispielsweise kleiner 10⁻⁷ mbar.

[0084] Bevorzugt ist ebenfalls eine organische Elektrolumineszenzvorrichtung, dadurch gekennzeichnet, dass eine oder mehrere Schichten mit dem OVPD (Organic Vapour Phase Deposition) Verfahren oder mit Hilfe einer Trägergassublimation beschichtet werden. Dabei werden die Materialien bei einem Druck zwischen 10 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).

[0085] 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 gemäß Formel (1) nötig. Hohe Löslichkeit lässt sich durch geeignete Substitution der Verbindungen erreichen.

[0086] Die organische Elektrolumineszenzvorrichtung kann auch als Hybridsystem hergestellt werden, indem eine oder mehrere Schichten aus Lösung aufgebracht werden und eine oder mehrere andere Schichten aufgedampft werden. So ist es beispielsweise möglich, eine emittierende Schicht enthaltend eine Verbindung gemäß Formel (1) und einen phosphoreszierenden Dotanden aus Lösung aufzubringen und darauf eine Lochblockierschicht und/oder eine Elektronentransportschicht im Vakuum aufzudampfen. Ebenso kann die emittierende

rende Schicht enthaltend eine Verbindung gemäß Formel (1) und einen phosphoreszierenden Dotanden im Vakuum aufgedampft werden und eine oder mehrere andere Schichten können aus Lösung aufgebracht werden. Alternativ oder ergänzend ist es beispielsweise auch möglich, eine emittierende Schicht aus Lösung aufzubringen und darauf eine Elektronentransportschicht enthaltend eine Verbindung gemäß Formel (1), ggf. in Kombination mit einer organischen Alkalimetallverbindung, im Vakuum aufzudampfen.

[0087] Diese Verfahren sind dem Fachmann generell bekannt und können von ihm ohne Probleme auf organische Elektrolumineszenzvorrichtungen enthaltend Verbindungen gemäß Formel (1) bzw. die oben aufgeführten bevorzugten Ausführungsformen angewandt werden.

[0088] Ein weiterer Gegenstand der vorliegenden Erfindung sind Mischungen, enthaltend mindestens einen phosphoreszierenden Emitter und mindestens eine Verbindung gemäß Formel (1).

[0089] Nochmals ein weiterer Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist die Verwendung von Verbindungen gemäß Formel (1) als Matrixmaterial für phosphoreszierende Emitter in einer organischen Elektrolumineszenzvorrichtung.

[0090] 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.

[0091] Die erfindungsgemäßen Verbindungen weisen bei Verwendung in organischen Elektrolumineszenzvorrichtungen folgende überraschende Vorteile gegenüber dem Stand der Technik auf:

1. Die Leistungseffizienz entsprechender Vorrichtungen wird höher im Vergleich zu Systemen gemäß dem Stand der Technik.
2. Die Stabilität entsprechender Vorrichtungen wird höher im Vergleich zu Systemen gemäß dem Stand der Technik, was sich vor allem in einer deutlich höheren Lebensdauer zeigt.
3. Die erfindungsgemäßen organische Elektrolumineszenzvorrichtungen weisen gleichzeitig eine verringerte Betriebsspannung auf.
4. Die erfindungsgemäßen organischen Elektrolumineszenzvorrichtungen weisen eine sehr hohe Effizienz auf. Die verbesserte Effizienz ist möglicherweise auf eine verbesserte Elektroneninjektion aus der Elektronentransportschicht in die emittierende Schicht zurückzuführen.

[0092] Überraschenderweise wurde zudem bei Verwendung der Verbindungen gemäß Formel (1) in Aufdampfverfahren gefunden, dass die Kristallinität der erfindungsgemäßen Verbindungen verbessert ist. Während die Verbindungen gemäß dem Stand der Technik beim Aufdampfen an der Aufdampfquelle kristallisieren und so bei längerer Aufdampfung, wie sie in der technischen Massenproduktion erfolgt, zu einem Verstopfen der Quelle führt, wird dieses Phänomen bei den erfindungsgemäßen Verbindungen überhaupt nicht oder nur in minimalem Ausmaß beobachtet. Die erfindungsgemäßen Verbindungen eignen sich daher besser für die Verwendung in der Massenproduktion als die Verbindungen gemäß dem Stand der Technik.

[0093] Im vorliegenden Anmeldetext und auch in den im Weiteren folgenden Beispielen wird auf die Verwendung der erfindungsgemäßen Verbindungen in Bezug auf OLEDs und die entsprechenden Displays und Beleuchtungselemente abgezielt. Trotz dieser Beschränkung der Beschreibung ist es für den Fachmann ohne weiteres erfinderisches Zutun möglich, die erfindungsgemäßen Verbindungen auch für weitere Verwendungen in anderen elektronischen Vorrichtungen einzusetzen, z. B. für organische Feld-Effekt-Transistoren (O-FETs), organische Dünnschichttransistoren (O-TFTs), organische lichtemittierende Transistoren (O-LETs), organische integrierte Schaltungen (O-ICs), organische Solarzellen (O-SCs), organische Feld-Quench-Devices (O-FQDs), lichtemittierende elektrochemische Zellen (LECs), organische Photorezeptoren oder auch organische Laserdioden (O-Laser), um nur einige Anwendungen zu nennen.

[0094] Die Verwendung der erfindungsgemäßen Verbindungen in den entsprechenden Vorrichtungen ebenso wie diese Vorrichtungen selbst sind ebenfalls ein Gegenstand der vorliegenden Erfindung.

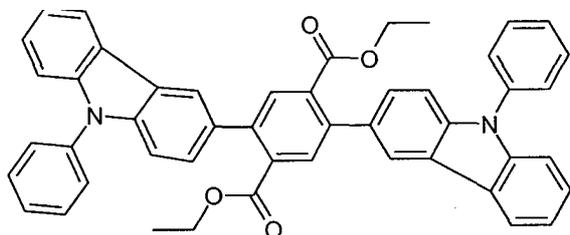
[0095] Die Erfindung wird nun durch die nachfolgenden Beispiele näher erläutert, ohne sie dadurch einschränken zu wollen.

Beispiele

[0096] Die nachfolgenden Synthesen werden, sofern nicht anders angegeben, unter einer Schutzgasatmos-

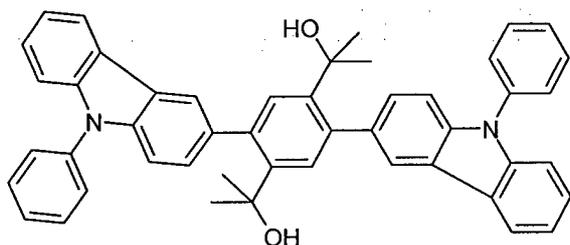
phäre in getrockneten Lösungsmitteln durchgeführt. Die erfindungsgemäßen Verbindungen gemäß Formel (1) können nach dem Fachmann allgemein bekannten Syntheseschritten dargestellt werden. Als Ausgangspunkt können z. B. die (9-Phenyl-9H-carbazol-3-yl)boronsäure: Synlett, 2006, 17, 2841–2845, p-Aminodiphenyl: J. Am. Chem. Soc. 2008, 130(32), 10512–10514, 2-Bromo-9,9-dimethylfluoren: Synlett 2006, 5, 737–740, dienen:

Beispiel 1: Synthese von 2,5-Bis-(9-phenyl-9H-carbazol-3-yl)-terephthalsäurediethylester:



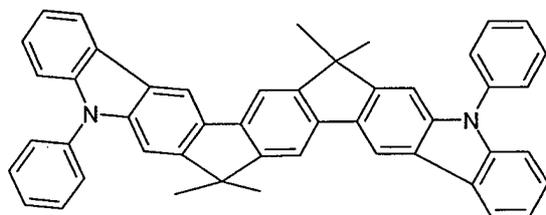
[0097] Eine gut gerührte Suspension von 18,6 g (49,1 mmol) 2,5-Dibromterephthalsäurediethylester, 38 g (102 mmol) (9-Phenyl-9H-carbazol-3-yl)boronsäure, 51 g (221 mmol) Trikaliumphosphat in einem Gemisch aus 380 ml Toluol, 190 ml Dioxan und 480 ml Wasser wird mit 913 mg (3 mmol) Tri-*o*-tolylphosphin und dann 112 mg (0,5 mmol) Palladium(II)-acetat versetzt und anschließend 16 h unter Rückfluss erhitzt. Nach Abkühlen auf Raumtemperatur (RT) wird der ausgefallene Feststoff abgesaugt, dreimal mit 50 ml Toluol, dreimal mit 50 ml Ethanol: Wasser (1:1, v:v), dreimal mit 100 ml Ethanol gewaschen und dreimal aus DMF (ca. 10 ml/g) umkristallisiert. Ausbeute: 22,6 g (32 mmol), 63,0%.

Beispiel 2: Synthese von 2-[4-(1-Hydroxy-1-methyl-ethyl)-2,5-bis-(9-phenyl-9H-carbazol-3-yl)-phenyl]-propan-2-ol:



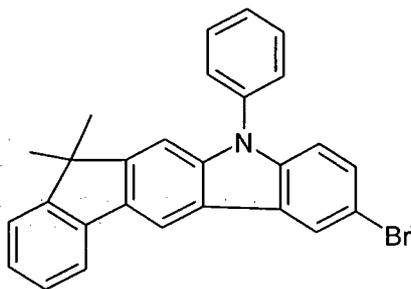
[0098] 6,8 g (9,67 mmol) 2,5-Bis-(9-phenyl-9H-carbazol-3-yl)-terephthalsäurediethylester werden in 40 mL THF gelöst, bei -75°C mit 40 ml (42 mmol) einer 2 M Lösung von Methyllithium in Diethylether versetzt und 3 h bei -75°C gerührt. Nach Erwärmen auf RT wird mit NH_4Cl -Lösung hydrolysiert, mit Essigsäureethylester extrahiert, getrocknet und das Lösungsmittel unter vermindertem Druck entfernt. Der verbleibende farblose Feststoff wird zweimal aus Toluol/EtOH umkristallisiert. Es verbleiben 4,2 g (6,2 mmol), 62% des Diols in Form farbloser Kristalle.

Beispiel 3:



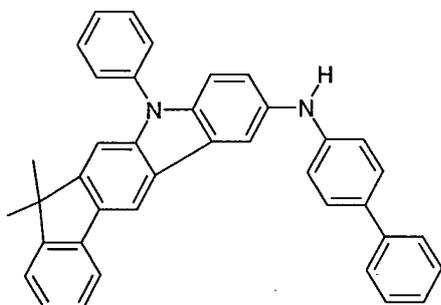
[0099] 3,38 g (5 mmol) 2-[4-(1-Hydroxy-1-methyl-ethyl)-2,5-bis-(9-phenyl-9H-carbazol-3-yl)-phenyl]-propan-2-ol werden in 30 mL Dichlormethan gelöst, auf 5°C abgekühlt und mit einer Mischung aus 4 g Polyphosphorsäure in 3 ml Methansulfonsäure versetzt. Nach 30 min bei 5°C werden 50 ml EtOH zugegeben und das Gemisch für 1 h zum Sieden erhitzt. Der farblose Niederschlag wird abfiltriert, zweimal mit EtOH und Heptan gewaschen und einmal aus Chlorbenzol umkristallisiert. Man erhält das Produkt als farblosen Feststoff (2 g, 4 mmol), 75%, der nach RP-HPLC eine Reinheit von $> 99,9\%$ aufweist.

Beispiel 4: Synthese von 7-Bromo-12,12-dimethyl-10-phenyl-10,12-dihydro-10-aza-indeno[2,1-b]fluoren:



[0100] Zur einer Lösung von 19,3 g (54 mmol) 12,12-Dimethyl-10-phenyl-10,12-dihydro-10-aza-indeno[2,1-b]fluorene in 80 ml Chloroform wird bei RT in einer Schutzgasatmosphäre und unter Lichtausschluss 9.51 g (54 mmol) N-Bromsuccinimid innerhalb 15 min zugegeben. Die Mischung wird für 6 h gerührt, anschließend wird 80 ml ges. Na_2CO_3 Lsg zugegeben und die organische Phase abgetrennt und über Na_2SO_4 getrocknet. Nach Entfernen des Lösungsmittels unter vermindertem Druck wird der Rückstand umkristallisiert. Man erhält das Produkt als farblosen Feststoff in einer Ausbeute von 20 g (45 mmol), 85%.

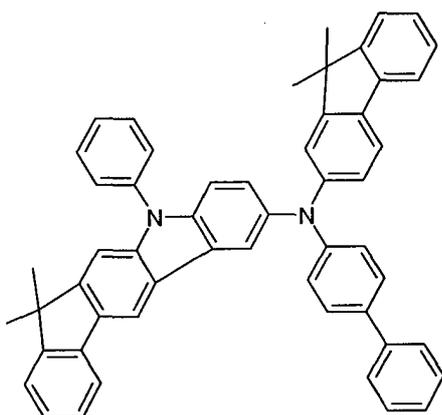
Beispiel 5: Synthese von Biphenyl-4-yl-(12,12-dimethyl-10-phenyl-10,12-dihydro-10-aza-indeno[2,1-b]fluoren-7-yl)-amin:



[0101] Eine entgaste Lösung von 175 g (400 mmol) 7-Bromo-12,12-dimethyl-10-phenyl-10,12-dihydro-10-aza-indeno[2,1-b]fluoren und 67,7g (401,8 mmol) p-Aminodiphenyl in 1000 ml Toluol wird 1 h lang mit N_2 gesättigt.

[0102] Danach wird die Lösung mit 2,47 g (4,45 mmol) 1,1-Bis-(diphenylphosphino)-ferrocen und 1 g (4,45 mmol) $\text{Pd}(\text{OAc})_2$ versetzt und anschließend 50,01 g (521,25 mmol) NaO^tBu im festen Zustand zugegeben. Die Reaktionsmischung wird 5 h unter Rückfluss erhitzt. Nach Abkühlen auf Raumtemperatur wird 1000 ml Wasser zugesetzt. Die organische Phase wird mit 4×250 ml H_2O gewaschen, dann mit MgSO_4 getrocknet und das Lösungsmittel unter vermindertem Druck entfernt. Das reine Produkt erhält man durch Umkristallisation aus Dioxan als farblosen Feststoff in einer Ausbeute von 182 g (347 mmol), 87%.

Beispiel 6: Synthese von Biphenyl-4-yl-(9,9-dimethyl-9H-fluoren-2-yl)-(12,12-dimethyl-10-phenyl-10,12-dihydro-10-aza-indeno[2,1-b]fluoren-7-yl)-amin



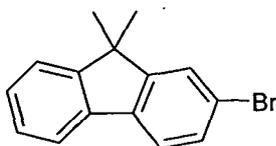
[0103] Eine Suspension von 26,3 g (50 mmol) Biphenyl-4-yl-(12,12-dimethyl-10-phenyl-10,12-dihydro-10-aza-indeno[2,1-b]fluoren-7-yl)-amin, 13,3 g (49 mmol) 2-Bromo-9,9-dimethylfluoren und 7,7 g (80 mmol) Natrium-tert-butanolat in 500 ml Toluol wird mit 190 μ l (1 mmol) Chlor-di-tert-butylphosphin und dann mit 112 mg (0,5 mmol) Palladium(II)acetat versetzt und anschließend 5 h unter Rückfluss erhitzt. Nach Abkühlen auf 60°C wird mit 500 ml Wasser versetzt, die organische Phase wird abgetrennt, über Kieselgel filtriert, unter vermindertem Druck bei 80°C fast bis zur Trockne eingeeengt und dann mit 300 ml Ethanol versetzt. Nach Erkalten wird der Feststoff abgesaugt. Danach wird fünfmal aus Dioxan umkristallisiert. Ausbeute: 31,5 g (43 mmol), 88%, Reinheit 99,9 ig (HPLC).

Beispiel 7:

10-(4,6-Diphenyl-[1,3,5]triazin-2-yl)-12,12-dimethyl-10,12-dihydro-10-aza-indeno[2,1-b]fluoren

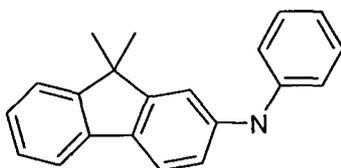
[0104]

Schritt a): Synthese von Bromo-9,9-dimethyl-9H-fluoren



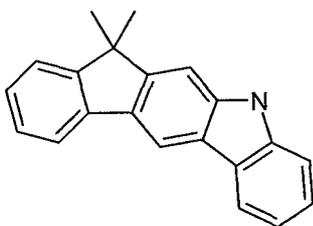
[0105] 29,5 g (120,4 mmol) 2-Bromfluoren werden in 220 ml getrocknetem DMSO gelöst. 34,7 g Natrium-tert-butylat (361 mmol) werden zugegeben und das Reaktionsgemisch unter Schutzatmosphäre auf eine Temperatur von 65°C erhitzt. Anschließend werden 22,5 ml MeI (361 mmol) bei dieser Temperatur zugetropft und für weitere 4 h gerührt. Nach dieser Zeit erfolgt die Zugabe von 60 ml einer Mischung aus 120 ml Ammoniak (konz.)/Wasser (1/1, v/v). Der Ansatz wird auf eine Temperatur von 65°C erhitzt und 1 Stunde intensiv nachgerührt. Nach der Abkühlung auf RT wird das Gemisch zwischen Essigester und Wasser verteilt, die wässrige Phase zweimal mit Wasser extrahiert und über Na₂SO₄ getrocknet. Der verbleibende Rückstand wird eingeeengt. Die Ausbeute beträgt 30,7 g (112 mmol, 93%).

Schritt b): Synthese von (9,9-Dimethyl-9H-fluoren-2-yl)-phenyl-amine



[0106] 50 g Bromo-9,9-dimethyl-9H-fluorene (183 mmol), 20 ml Anilin (220 mmol), 1,5 g DPPF (2,7 mmol), 0,5 g Palladium(II)acetat und 45 g Natrium-tert-butylat (486 mmol) werden in 1,5 l Toluol 18 h unter Schutzatmosphäre zum Sieden erhitzt. Das Gemisch wird im Anschluss zwischen Toluol und Wasser verteilt, die organische Phase dreimal mit Wasser gewaschen und über Na₂SO₄ getrocknet und einrotiert. Der verbleibende Rückstand wird aus Heptan/Essigester umkristallisiert. Die Ausbeute beträgt 31,2 g (110 mmol, 52%).

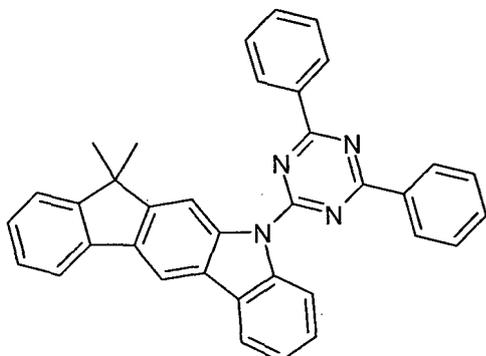
Schritt c): Synthese von 12,12-Dimethyl-10,12-dihydro-10-aza-indeno[2,1-b]fluoren



[0107] 10 g (9,9-Dimethyl-9H-fluoren-2-yl)-phenyl-amine (35 mmol), 0,4 g Palladium(II)acetat (1,78 mmol) und 0,5 g Kaliumcarbonat (3,62 mmol) werden in 35 ml Pivalinsäure versetzt und das Gemisch bei 120°C für 9 h gerührt. Nach dieser Zeit erfolgt die Zugabe von 0,4 g Palladium(II)acetat (1,78 mmol) und das Gemisch wird weiter bei 120°C für 9 h gerührt. Dann werden 200 ml Dichlormethan und 0,1 M Na₂CO₃-Lösung zugege-

ben. Das Gemisch wird zwischen Wasser und Dichlormethan verteilt, die wässrige Phase dreimal mit Dichlormethan extrahiert, die vereinigten organische Phasen über Na_2SO_4 getrocknet und einrotiert. Der Rückstand wird aus Toluol/Heptan umkristallisiert. Die Ausbeute beträgt 5 g (5 mmol, 50%).

Schritt d): Synthese von 10-(4,6-Diphenyl-[1,3,5]triazin-2-yl)-12,12-dimethyl-10,12-dihydro-10-aza-indeno[2,1-b]fluoren

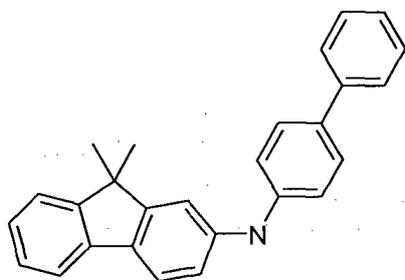


[0108] 8 g (28,2 mmol) 12,12-Dimethyl-10,12-dihydro-10-aza-indeno[2,1-b]fluoren werden in 225 ml Dimethylformamid unter Schutzgasatmosphäre gelöst und mit 1,5 g NaH, 60%ig in Mineralöl, (37,5 mmol) versetzt. Nach 1 h bei Raumtemperatur wird eine Lösung von 2-Chlor-4,6-Diphenyl-[1,3,5]triazin (8,5 g, 31,75 mmol) in 75 ml Dimethylformamid zugetropft. Das Reaktionsgemisch wird dann 12 h bei Raumtemperatur gerührt. Nach dieser Zeit wird das Reaktionsgemisch auf Eis gegossen und dreimal mit Dichlormethan extrahiert. Die vereinigten organischen Phasen werden über Na_2SO_4 getrocknet und eingeeengt. Der Rückstand wird mit Toluol heiß extrahiert. Die Ausbeute beträgt 12 g (23 mmol, 83%).

Beispiel 9: Synthese von 10-(4,6-Diphenyl-[1,3,5]triazin-2-yl)-12,12-dimethyl-7-phenyl-10,12-dihydro-10-aza-indeno[2,1-b]fluorene

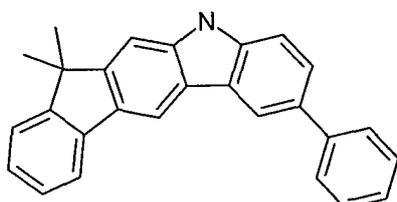
[0109]

Schritt a): Synthese von Biphenyl-4-yl-(9,9-dimethyl-9H-fluoren-2-yl)-amine



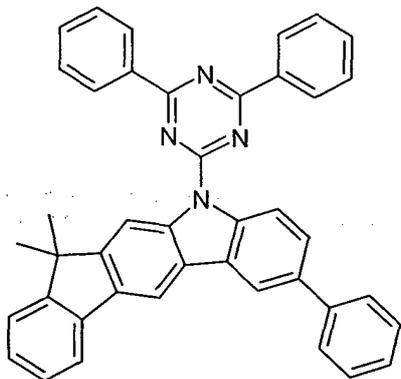
[0110] 50 g Bromo-9,9-dimethyl-9H-fluorene (183 mmol), 38 g p-Phenylanilin (220 mmol), 1,5 g DPPF (2,7 mmol), 0,5 g Palladium(II)acetat und 45 g Natrium-tert-butylat (486 mmol) werden in 1,5 l Toluol 18 h unter Schutzgasatmosphäre zum Sieden erhitzt. Das Gemisch wird im Anschluss zwischen Toluol und Wasser verteilt, die organische Phase dreimal mit Wasser gewaschen, über Na_2SO_4 getrocknet und einrotiert. Der verbleibende Rückstand wird aus Heptan/Essigester umkristallisiert. Die Ausbeute beträgt 33 g (91,5 mmol, 50%).

Schritt b): Synthese von 12,12-Dimethyl-7-phenyl-10,12-dihydro-10-aza-indeno[2,1-b]fluoren



[0111] 20 g Biphenyl-4-yl-(9,9-dimethyl-9H-fluoren-2-yl)-amine (55,3 mmol), 1,2 g Palladium(II)acetat (5,5 mmol) und 0,8 g Kaliumcarbonat (5,5 mmol) werden in 50 ml Pivalinsäure versetzt und das Gemisch bei 120°C für 9 h gerührt. Nach dieser Zeit erfolgt die Zugabe 1,2 g Palladium(II)acetat (5,5 mmol) und das Gemisch wird weiter bei 120°C für 9 h gerührt. Dann werden 300 ml Dichlormethan und 0,1 M Na₂CO₃-Lösung zugegeben. Das Gemisch wird zwischen Wasser und Dichlormethan verteilt, die wässrige Phase dreimal mit Dichlormethan extrahiert und die vereinigten organische Phasen über Na₂SO₄ getrocknet und einrotiert. Der Rückstand wird aus Toluol/Heptan umkristallisiert. Die Ausbeute beträgt 10 g (27,7 mmol, 50%).

Schritt c): Synthese von 10-(4,6-Diphenyl-[1,3,5]triazin-2-yl)-12,12-dimethyl-7-phenyl-10,12-dihydro-10-aza-indeno[2,1-b]fluoren

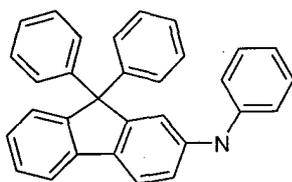


[0112] 10 g (27,7 mmol), 12-Dimethyl-7-phenyl-10,12-dihydro-10-aza-indeno[2,1-b]fluoren werden in 275 ml Dimethylformamid unter Schutzgasatmosphäre gelöst und mit 1,45 g NaH, 60%ig in Mineralöl, (36 mmol) versetzt. Nach 1 h bei Raumtemperatur wird eine Lösung von 2-Chlor-4,6-Diphenyl-[1,3,5]triazin (8,2 g, 30,5 mmol) in 75 ml Dimethylformamid zugetropft. Das Reaktionsgemisch wird dann 12 h bei Raumtemperatur gerührt. Nach dieser Zeit wird das Reaktionsgemisch auf Eis gegossen und dreimal mit Dichlormethan extrahiert. Die vereinigten organischen Phasen werden über Na₂SO₄ getrocknet und eingeeengt. Der Rückstand wird mit Toluol heiß extrahiert. Die Ausbeute beträgt 14,7 g (24,9 mmol, 90%).

Beispiel 10: Synthese von 10-(4,6-Diphenyl-[1,3,5]triazin-2-yl)-12,12-diphenyl-10,12-dihydro-10-aza-indeno[2,1-b]fluoren

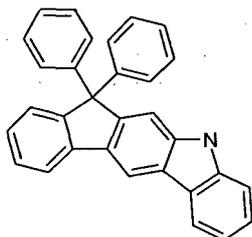
[0113]

Schritt a): Synthese von (9,9-Diphenyl-9H-fluoren-2-yl)-phenyl-amin



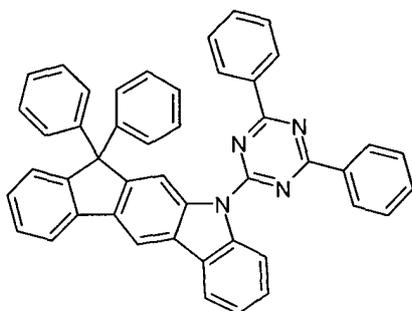
[0114] 40 g Bromo-9,9-diphenyl-9H-fluoren (100,7 mmol), 12 ml Anilin (121 mmol), 0,85 g DPPF (1,5 mmol), 0,3 g Palladium(II)acetat und 25 g Natrium-tert-butylat (262 mmol) werden in 1,5 l Toluol 18 h unter Schutzgasatmosphäre zum Sieden erhitzt. Das Gemisch wird im Anschluss zwischen Toluol und Wasser verteilt, die organische Phase dreimal mit Wasser gewaschen, über Na₂SO₄ getrocknet und einrotiert. Der verbleibende Rückstand wird aus Heptan/Essigester umkristallisiert. Die Ausbeute beträgt 26,8 g (65 mmol, 65%).

Schritt b): Synthese von 12,12-Diphenyl-10,12-dihydro-10-aza-indeno[2,1-b]fluoren



[0115] 15 g (9,9-Diphenyl-9H-fluoren-2-yl)-phenyl-amin (36,6 mmol), 0,9 g Palladium(II)acetat (3,66 mmol) und 0,5 g Kaliumcarbonat (3,66 mmol) werden mit 50 ml Pivalinsäure versetzt und das Gemisch bei 120°C für 9 h gerührt. Nach dieser Zeit erfolgt die Zugabe 0,9 g Palladium(II)acetat (3,66 mmol) und das Gemisch wird weiter bei 120°C für 9 h gerührt. Dann werden 200 ml Dichlormethan und 0,1 M Na₂CO₃-Lösung zugegeben. Das Gemisch wird zwischen Wasser und Dichlormethan verteilt, die wässrige Phase dreimal mit Dichlormethan extrahiert, die vereinigten organische Phasen über Na₂SO₄ getrocknet und einrotiert. Der Rückstand wird aus Toluol/Heptan umkristallisiert. Die Ausbeute beträgt 6 g (14,6 mmol, 40%).

Schritt c): Synthese von 10-(4,6-Diphenyl-[1,3,5]triazin-2-yl)-12,12-diphenyl-10,12-dihydro-10-aza-indeno[2,1-b]fluoren



[0116] 6 g (14,6 mmol) 12,12-Diphenyl-10,12-dihydro-10-aza-indeno[2,1-b]fluoren werden in 100 ml Dimethylformamid unter Schutzgasatmosphäre gelöst und mit 0,76 g NaH, 60%ig in Mineralöl, (19 mmol) versetzt. Nach 1 Stunde bei Raumtemperatur wird eine Lösung von 2-Chlor-4,6-Diphenyl-[1,3,5]triazin (4,3 g, 16 mmol) in 50 ml Dimethylformamid zugetropft. Das Reaktionsgemisch wird dann 12 h bei Raumtemperatur gerührt. Nach dieser Zeit wird das Reaktionsgemisch auf Eis gegossen und dreimal mit Dichlormethan extrahiert. Die vereinigten organischen Phasen werden über Na₂SO₄ getrocknet und eingeeengt. Der Rückstand wird mit Toluol heiß extrahiert. Die Ausbeute beträgt 8,1 g (12,7 mmol, 87%).

Beispiel 11 bis 36: Herstellung der OLEDs

[0117] Die Herstellung von erfindungsgemäßen OLEDs sowie OLEDs nach dem Stand der Technik erfolgt nach einem allgemeinen Verfahren gemäß WO 04/058911, das auf die hier beschriebenen Gegebenheiten (Schichtdickenvariation, verwendete Materialien) angepasst wird.

[0118] In den folgenden Beispielen 11 bis 36 (siehe Tabellen 2 und 3) werden die Ergebnisse verschiedener OLEDs vorgestellt. Glasplättchen, die mit strukturiertem ITO (Indium Zinn Oxid) der Dicke 150 nm beschichtet sind, bilden die Substrate, auf welche die OLEDs aufgebracht werden.

[0119] Die OLEDs haben prinzipiell folgenden Schichtaufbau: Substrat/optionale Lochinjektionsschicht (HIL1) 5 nm/Lochtransportschicht (HTL)/Elektronenblockerschicht (EBL) 20 nm/Emissionsschicht (EML)/optionale Lochblockierschicht (HBL) 10 nm/Elektronentransportschicht (ETL) und abschließend eine Kathode. Die Kathode wird durch eine 100 nm dicke Aluminiumschicht gebildet, wobei je nach verwendetem Elektronentransportmaterial eine 1 nm dicke Elektroneninjectionsschicht (EIL) aus LiF oder LiQ zwischen Kathode und Elektronentransportschicht eingebracht wird. Der genaue Aufbau der OLEDs wird im Zusammenhang mit den weiter unten aufgeführten Beispielen erläutert. Die zur Herstellung der OLEDs verwendeten Materialien sind in Tabelle 4 gezeigt.

[0120] Alle Materialien werden in einer Vakuumkammer thermisch aufgedampft. Dabei besteht die Emissi-

onsschicht immer aus mindestens einem Matrixmaterial (Hostmaterial, Wirtsmaterial) und einem emittierenden Dotierstoff (Dotand, Emitter), der dem Matrixmaterial bzw. den Matrixmaterialien durch Co-Verdampfung in einem bestimmten Volumenanteil beigemischt wird. Eine Angabe wie H3:CBP:TER1 (55%:35%:10%) bedeutet hierbei, dass das Material H3 in einem Volumenanteil von 55%, CBP in einem Anteil von 35% und TER1 in einem Anteil von 10% in der Schicht vorliegt.

[0121] Die OLEDs werden standardmäßig charakterisiert. Hierfür werden die Elektrolumineszenzspektren, die Stromeffizienz (gemessen in cd/A), die Leistungseffizienz (gemessen in lm/W) und die externe Quanteneffizienz (EQE, gemessen in Prozent) in Abhängigkeit der Helligkeit, berechnet aus Strom-Spannungs-Helligkeits-Kennlinien (IUL-Kennlinien) sowie die Lebensdauer bestimmt.

[0122] Als Lebensdauer wird die Zeit definiert, nach der die Helligkeit von einer bestimmten Starthelligkeit auf die Hälfte gesunken ist. Dieser Wert kann mit Hilfe dem Fachmann bekannten Umrechnungsformeln auf eine Angabe für andere Starthelligkeiten umgerechnet werden. Hierbei ist die Lebensdauer für eine Starthelligkeit von 1000 cd/m² eine übliche Angabe.

Verwendung von erfindungsgemäßen Verbindungen als Elektronentransportmaterial

[0123] Die OLEDs 11–19 aus Tabelle 2 bestehen aus der Schichtfolge Substrat/Lochinjektionsschicht (HIL1) 5 nm/Lochtransportschicht (HTL)/Elektronenblockerschicht (EBL) 20 nm/Emissionsschicht (EML) 30 nm/Elektronentransportschicht (ETL) 20 nm/Optionale Elektroneninjektionsschicht/Aluminium 100 nm. Als Emitter kommen das blau emittierende Material D1 sowie das grün emittierende Material D2 zum Einsatz, welche in die Matrixmaterialien H1 bzw. H2 eindotiert sind.

[0124] Die blau emittierenden OLEDs 11, 12, 14, 16 zeigen eine vergleichbare Lebensdauer von etwa 150 h bei einer Starthelligkeit von 6000 cd/m². Dies entspricht ca. 5500 h bei einer Starthelligkeit von 1000 cd/m², wenn man dem Fachmann bekannte Extrapolationsformeln zu Grunde legt. Die grün emittierenden OLEDs 13, 15, 17 zeigen eine vergleichbare Lebensdauer von etwa 470 h bei einer Starthelligkeit von 25000 cd/m², was einer Lebensdauer von ca. 300.000 h bei 1000 cd/m² entspricht. Die Lebensdauern der OLEDs 18 und 19 werden weiter unten diskutiert.

[0125] Die OLEDs 11–13 sind Vergleichsbeispiele, in denen die Materialien Alq₃ und ETM1 gemäß dem Stand der Technik als Elektronentransportmaterialien eingesetzt werden.

[0126] Die OLEDs 14–16 enthalten die erfindungsgemäße Verbindung ETM2 als Elektronentransportmaterial. Man sieht, dass sich durch Einsatz von ETM2 eine deutliche Steigerung der Effizienz sowie eine Verbesserung der Betriebsspannung erzielen lässt. Vergleicht man die OLEDs 11 und 14 bzw. 13 und 15, so sieht man, dass sich die Betriebsspannung durch den Einsatz von ETM2 im Fall grüner Emission um 0,8 V und im Fall blauer Emission um 2,1 V verbessert. Zusammen mit der deutlichen Steigerung der externen Quanteneffizienz (von 5% auf 6,3% im Fall grüner bzw. 4,2% auf 6,7% im Fall blauer Emission) erhält man eine starke Verbesserung der Leistungseffizienz um einen Faktor von 1,5 bei grüner bzw. 2,5 bei blauer Emission.

[0127] Auch beim Einsatz einer gemischten ETM2:LiQ Schicht im Verhältnis 50:50 Vol% ergibt sich eine deutliche Verbesserung gegenüber dem Stand der Technik. Man erhält bei Verwendung von ETM2 in blau emittierenden OLEDs im Vergleich mit ETM1 eine um 0,6 V niedrigere Betriebsspannung, eine verbesserte externe Quanteneffizienz (von 6,3% auf 7,2%) und damit eine deutlich verbesserte Leistungseffizienz. Die Steigerung beträgt hier etwa 30% (Vergleich von Bsp. 16 mit Bsp. 12).

[0128] Durch den Einsatz von erfindungsgemäßen Verbindungen in der Elektronentransportschicht von OLEDs lassen sich somit deutliche Steigerungen hinsichtlich Betriebsspannung, externer Quanteneffizienz und damit vor allem auch der Leistungseffizienz erzielen.

Verwendung von erfindungsgemäßen Verbindungen als Lochtransport- bzw. Elektronenblockiermaterialien

[0129] Weiterhin lassen sich die erfindungsgemäßen Materialien gewinnbringend auf der Lochtransportseite von OLEDs, genauer als Lochtransport- bzw. Elektronenblockiermaterialien, einsetzen. Dies ist anhand der Beispiele 17–19 aus Tabelle 2 gezeigt. Die Vergleichsbeispiele 11–13 gemäß dem Stand der Technik enthalten das Material HTM1 als Lochtransport- und NPB als Elektronenblockiermaterial.

[0130] Vergleicht man Beispiel 17 mit Beispiel 13 so sieht man, dass sich die Betriebsspannung durch Einsatz

des erfindungsgemäßen Materials HTM2 in der Lochtransportschicht um 0,5 V senken lässt, was in Verbindung mit der leicht verbesserten Quanteneffizienz zu einer Verbesserung der Leistungseffizienz von 10,7 lm/W auf 12,1 lm/W, also um etwa 15%, führt.

[0131] Verwendet man HTM3 als Elektronenblockiermaterial, so ergibt sich gegenüber NPB ebenfalls eine leichte Verbesserung der Betriebsspannung und Leistungseffizienz (Vergleich von Bsp. 18 mit Bsp. 11 bzw. Bsp. 19 mit Bsp. 13). Viel wesentlicher ist allerdings, dass sich die Lebensdauer durch Einsatz von HTM3 bei blauer Emission (Bsp. 18) auf etwa 7400 h bei 1000 cd/m², also um ca. 35% gegenüber NPB steigern lässt. Im Fall grüner Emission ist die Verbesserung der Lebensdauer etwas geringer, man erhält eine Steigerung um etwa 25%, was einer Lebensdauer von ca. 375.000 h für Beispiel 19 entspricht.

[0132] Durch den Einsatz von erfindungsgemäßen Verbindungen auf der Lochtransportseite von OLEDs erhält man also signifikante Verbesserungen bezüglich Betriebsspannung, Leistungseffizienz bzw. Lebensdauer.

Tabelle 2: Verwendung von erfindungsgemäßen Verbindungen als Elektronentransport-, Lochtransport- bzw. Elektronenblockiermaterialien

Bsp.	HTL Dicke	EBL	EML	ETI/EI L	Spannung für 1000 cd/m ²	Effizienz bei 1000 cd/m ²	Effizienz bei 1000 cd/m ²	EQE bei 1000 cd/m ²	CIE x/y bei 1000 cd/m ²
11 (Vgl.)	HTM1 140 nm	NPB	H1:D1 (95%:5%)	Alq ₃ /Li F 1 nm	6.4 V	5.1 cd/A	2.5 lm/W	4.2%	0.142/0.151
12 (Vgl.)	HTM1 140 nm	NPB	H1:D1 (95%:5%)	ETM1: LiQ (50%:50%) /-	4.7 V	8.1 cd/A	5.4 lm/W	6.3%	0.142/0.155
13 (Vgl.)	HTM1 110 nm	NPB	H2:D2 (90%:10%)	Alq ₃ /Li F 1 nm	5.0 V	17.1 cd/A	10.7 lm/W	5.0%	0.28/0.61
14	HTM1 140 nm	NPB	H1:D1 (95%:5%)	ETM2/ LiF 1 nm	4.3 V	8.6 cd/A	6.3 lm/W	6.7%	0.142/0.153
15	HTM1 110 nm	NPB	H2:D2 (90%:10%)	ETM2/ LiF 1 nm	4.2 V	21.5 cd/A	16.1 lm/W	6.3%	0.29/0.60
16	HTM1 140 nm	NPB	H1:D1 (95%:5%)	ETM2: LiQ (50%:50%) /-	4.1 V	9.3 cd/A	7.1 lm/W	7.2%	0.142/0.154
17	HTM2 110 nm	NPB	H2:D2 (90%:10%)	Alq ₃ /Li F 1 nm	4.5 V	17.4 cd/A	12.1 lm/W	5.1%	0.28/0.60
18	HTM1 140 nm	HT M3	H1:D1 (95%:5%)	ETM1: LiQ (50%:50%) /-	4.6 V	8.4 cd/A	5.7 lm/W	6.5%	0.142/0.152
19	HTM1 110 nm	HT M3	H2:D2 (90%:10%)	Alq ₃ /Li F 1 nm	4.8 V	17.8 cd/A	11.6 lm/W	5.2%	0.142/0.153

Verwendung von erfindungsgemäßen Verbindungen als Matrixmaterialien in phosphoreszierenden OLEDs

[0133] Die erfindungsgemäßen Verbindungen lassen sich weiterhin als Matrixmaterialien (Hostmaterialien,

Wirtsmaterialien) für phosphoreszierende Dotanden einsetzen. Hierbei kommen die Verbindungen H4, H5 und H6 zum Einsatz. Als Vergleich gemäß dem Stand der Technik wird die Verbindung H3 verwendet. Es werden OLEDs mit dem grün emittierenden Dotanden TEG1 sowie den rot emittierenden Dotanden TER1 und TER2 verglichen. Die verwendeten Materialien sind in Tabelle 4 zusammengestellt.

[0134] Die OLEDs haben den Aufbau Substrat/Lochtransportschicht (HTL)/Elektronenblockerschicht (EBL)/Emissionsschicht (EML) 30 nm/Optionale Lochblockierschicht (HBL) 10 nm/Elektronentransportschicht (ETL)/Optionale Elektroneninjektionsschicht (EIL)/Aluminium 100 nm. Der Aufbau der Emissions- und Lochblockierschicht ist in Tabelle 3 zusammen mit den wichtigsten Kenndaten der OLEDs angegeben. Der Aufbau der restlichen Schichten ist Tabelle 5 zu entnehmen.

[0135] Durch Einsatz der erfindungsgemäßen Verbindungen H4, H5 und H6 ergeben sich deutliche Verbesserungen hinsichtlich Effizienz, Betriebsspannung sowie Lebensdauer im Vergleich zur Verwendung von H3 gemäß dem Stand der Technik (siehe Tabelle 3). Besonders die Steigerung der Leistungseffizienz bei gleichzeitiger Verbesserung der Lebensdauer ist hervorzuheben, da vor allem in mobilen Geräten der Energieverbrauch eine wesentliche Rolle spielt. Hierbei ist bereits eine Verbesserung um 10% als signifikante Steigerung anzusehen.

[0136] So erhält man bei Verwendung der rot phosphoreszierenden Dotanden TER1 und TER2 in Kombination mit H4 als Matrixmaterial eine Verringerung der Betriebsspannung von bis zu 1,7 V, eine Steigerung der Stromeffizienz um etwa 5% und damit eine deutliche Steigerung der Leistungseffizienz um etwa 45%. Gleichzeitig erhält man eine um fast 30% gesteigerte Lebensdauer (Vergleich von Bsp. 22 mit Bsp. 27). Auch bei Verwendung von zwei Matrixmaterialien zeigt die Verbindung H4 deutliche Vorteile gegenüber H3 gemäß dem Stand der Technik (Vergleich von Bsp. 23 mit Bsp. 28). Die Verbesserung in der Lebensdauer beträgt hier 20%, während sich die Leistungseffizienz um etwa 15% erhöht.

[0137] Noch deutlich stärkere Verbesserungen lassen sich durch den Einsatz von erfindungsgemäßen Verbindungen in Bauteilen mit grün phosphoreszierenden Dotierstoffen erzielen. Obwohl hier bereits die Verbindung H3 gemäß dem Stand der Technik gute Effizienzen von bis zu 37 lm/W, 55 cd/A und 27.000 h Lebensdauer ergibt (Bsp. 24 und 25), lässt sich durch Einsatz der Verbindung H4 die Leistungseffizienz auf 50 lm/W steigern (Bsp. 30). Als beste Lebensdauer erhält man 41.000 h bei Einsatz von H5 (Bsp. 31). Es ist zu betonen, dass selbst Bsp. 31 mit der besten Lebensdauer eine um etwa 25% verbesserte Leistungseffizienz gegenüber dem Stand der Technik aufweist.

[0138] Durch Einsatz einer Elektronentransportschicht bestehend aus H3 und einer 3 nm dicken Elektroneninjektionsschicht aus LiQ lässt sich in Verbindung mit Material H4 als Matrixmaterial (Bsp36) eine außerordentlich hohe Leistungseffizienz von 59 lm/W erzielen, wobei die Lebensdauer mit 30.000 h immer noch über dem besten Wert von OLEDs gemäß dem Stand der Technik liegt (27000 h, Bsp. 24).

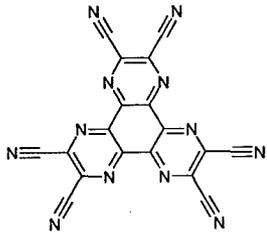
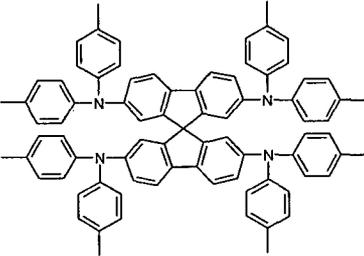
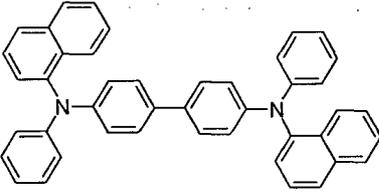
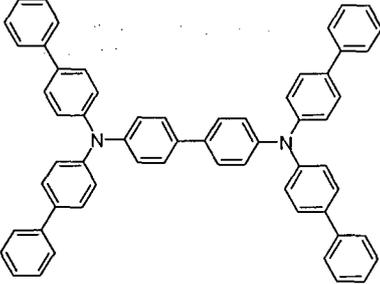
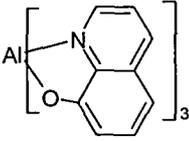
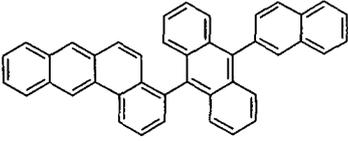
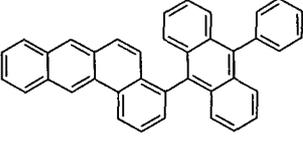
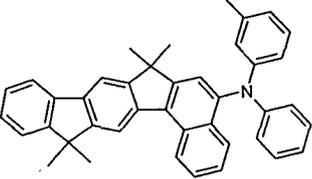
[0139] Die erfindungsgemäßen Materialien ergeben bei Einsatz als Matrixmaterialien in phosphoreszierenden OLEDs somit wesentliche Verbesserungen gegenüber dem Stand der Technik in allen Parametern, vor allem bezüglich Lebensdauer und Leistungseffizienz. Die hohe Verbesserung der Leistungseffizienz bei Verwendung von erfindungsgemäßen Materialien ist vor allem auf die deutliche Verbesserung der Betriebsspannung zurückzuführen.

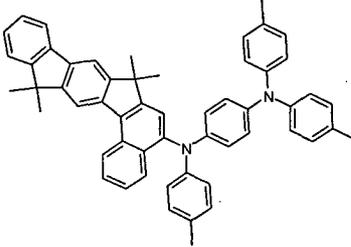
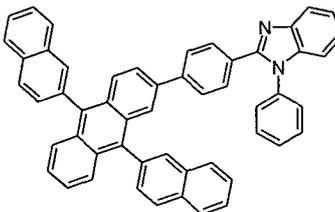
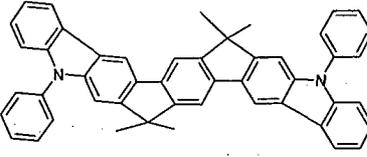
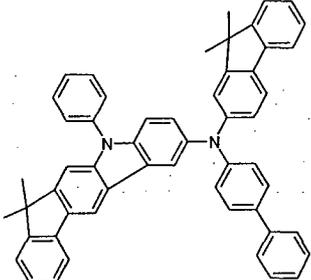
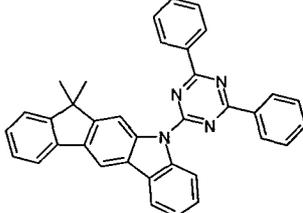
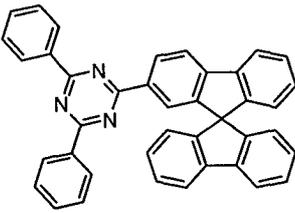
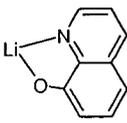
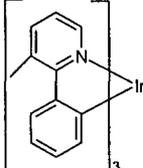
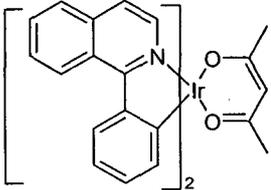
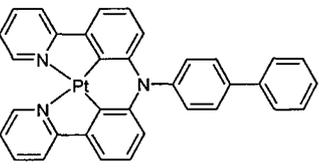
Tabelle 3: Verwendung von erfindungsgemäßen Verbindungen als Matrixmaterialien in phosphoreszenten OLEDs

Bsp.	EML	HBL	Spannung für 1000 cd/m ²	Effizienz bei 1000 cd/m ²	Effizienz bei 1000 cd/m ²	CIE x/y bei 1000 cd/m ²	Lebensdauer ab 1000 cd/m ²
21 (Vgl.)	H3:TER1 (85%:15%)	-	5.0 V	7.2 cd/A	4.5 lm/W	0.69/0.31	14000 h
22 (Vgl.)	H3:TER2 (85%:15%)	-	6.5 V	9.0 cd/A	4.3 lm/W	0.66/0.33	18000 h

23 (Vgl.)	H3:CBP:TER1 (45%:45% :10%)	H3	5.2 V	8.1 cd/A	4.9 lm/W	0.68/0.32	15000 h
24 (Vgl.)	H3:TEG1 (90%:10%)	H3	4.7 V	55 cd/A	37 lm/W	0.36/0.61	27000 h
25 (Vgl.)	H3:TEG1 (90%:10%)	-	4.6 V	54 cd/A	37 lm/W	0.37/0.60	24000 h
26	H4:TER1 (85%:15%)	-	4.7 V	7.1 cd/A	4.7 lm/W	0.69/0.31	15000 h
27	H4:TER2 (85%:15%)	-	4.8 V	9.5 cd/A	6.2 lm/W	0.66/0.33	23000 h
28	H4:CBP:TER1 (45%:45% :10%)	H3	4.7 V	8.6 cd/A	5.7 lm/W	0.69/0.32	18000 h
29	H4:TEG1 (90%:10%)	H3	3.8 V	57 cd/A	47 lm/W	0.37/0.61	38000 h
30	H4:TEG1 (90%:10%)	-	3.4 V	54 cd/A	50 lm/W	0.37/0.61	33000 h
31	HS:TEG1 (90%:10%)	H3	4.0 V	58 cd/A	46 lm/W	0.38/0.59	41000 h
32	HS:TEG1 (90%:10%)	-	3.7 V	53 cd/A	45 lm/W	0.37/0.60	35000 h
33	H6:TEG1 (90%:10%)	H3	3.9 V	54 cd/A	43 lm/W	0.37/0.61	36000 h
34	H6:TEG1 (90%:10%)	-	3.5 V	53 cd/A	48 lm/W	0.37/0.60	29000 h
35	H4:TEG1 (90%:10%)	H4	3.6 V	56 cd/A	49 lm/W	0.38/0.60	32000 h
36	H4:TEG1 (90%:10%)	-	2.9 V	54 cd/A	59 lm/W	0.37/0.60	30000 h

Tabelle 4: Strukturformeln der verwendeten Materialien

	
<p>HIL1</p>	<p>HTM1</p>
	
<p>NPB</p>	<p>EBM1</p>
	
<p>Alq₃</p>	<p>H1</p>
	
<p>H2</p>	<p>D1</p>

	
D2	ETM1
	
HTM2	HTM3
	
ETM2 = H4	H3
	
LiQ	TEG1
	
TER1	TER2

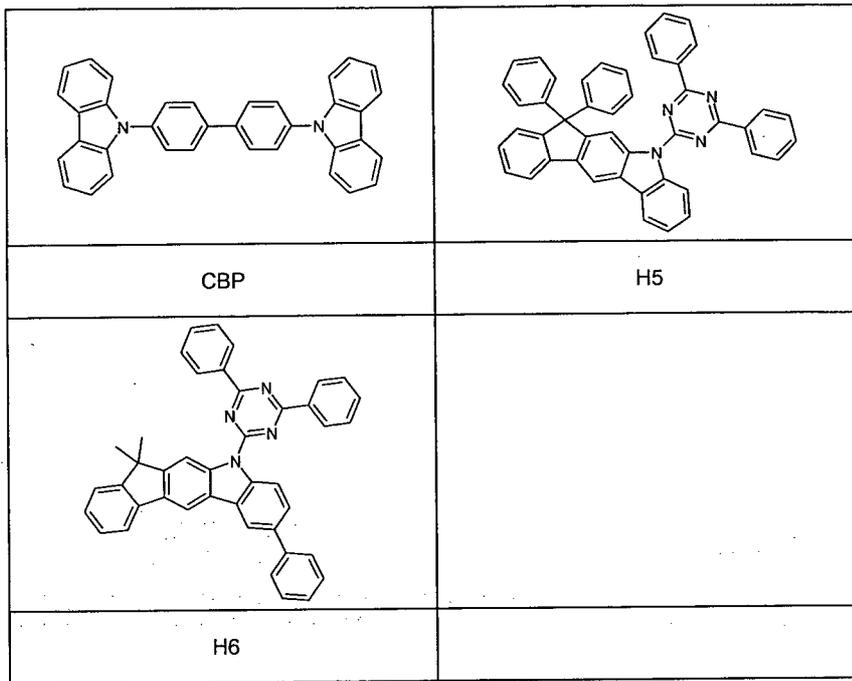


Tabelle 5: Schichtdicken und Materialien der Transport- und Injektionsschichten der OLEDs aus Tabelle 3

Bsp.	HTL, Dicke	EBL, Dicke	ETL, Dicke	EIL, Dicke
21 (Vgl.)	HTM1 20 nm	NPB 20 nm	Alq ₃ 20 nm	LiF 1 nm
22 (Vgl.)	HTM1 20 nm	NPB 20 nm	Alq ₃ 20 nm	LiF 1 nm
23 (Vgl.)	HTM1 20 nm	NPB 20 nm	Alq ₃ 20 nm	LiF 1 nm
24 (Vgl.)	HTM1 160 nm	EBM1 20 nm	ETM1:LiQ (50%:50%) 30 nm	-
25 (Vgl.)	HTM1 160 nm	EBM1 20 nm	ETM1:LiQ (50%:50%) 40 nm	-
26	HTM1 20 nm	NPB 20 nm	Alq ₃ 20 nm	LiF 1 nm
27	HTM1 20 nm	NPB 20 nm	Alq ₃ 20 nm	LiF 1 nm
28	HTM1 20 nm	NPB 20 nm	Alq ₃ 20 nm	LiF 1 nm
29	HTM1 160 nm	EBM1 20 nm	ETM1:LiQ (50%:50%) 30 nm	-
30	HTM1 160 nm	EBM1 20 nm	ETM1:LiQ (50%:50%) 40 nm	-
31	HTM1 160 nm	EBM1 20 nm	ETM1:LiQ (50%:50%) 30 nm	-
32	HTM1 160 nm	EBM1 20 nm	ETM1:LiQ (50%:50%) 40 nm	-
33	HTM1 160 nm	EBM1 20 nm	ETM1:LiQ (50%:50%) 30 nm	-
34	HTM1 160 nm	EBM1 20 nm	ETM1:LiQ (50%:50%) 40 nm	-
35	HTM1 160 nm	EBM1 20 nm	ETM1:LiQ (50%:50%) 30 nm	-
36	HTM1 160 nm	EBM1 20 nm	H3 40 nm	LiQ 3 nm

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

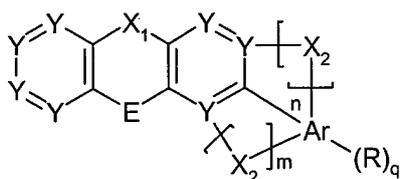
- US 4539507 [0002, 0010, 0010]
- US 5151629 [0002]
- EP 0676461 [0002]
- WO 98/27136 [0002]
- WO 04/093207 [0005, 0053]
- WO 05/003253 [0005]
- EP 1860097 [0012]
- WO 2006/100896 [0012]
- DE 102006025846 [0012]
- WO 2006/122630 [0012]
- WO 2008/006449 [0012]
- WO 04/013080 [0053]
- WO 06/005627 [0053]
- DE 102008033943 [0053]
- WO 05/039246 [0053]
- US 2005/0069729 [0053]
- JP 2004/288381 [0053]
- EP 1205527 [0053]
- WO 08/086851 [0053]
- WO 07/063754 [0053, 0053]
- WO 08/056746 [0053, 0053]
- EP 1617710 [0053]
- EP 1617711 [0053]
- EP 1731584 [0053]
- JP 2005/347160 [0053]
- WO 07/137725 [0053]
- WO 05/111172 [0053]
- WO 06/117052 [0053]
- DE 102008036982 [0053]
- EP 652273 [0053]
- DE 102007053771 [0053]
- WO 07/050301 [0058]
- WO 07/050334 [0058]
- EP 1144543 [0058]
- EP 1476881 [0070]
- EP 1596445 [0070]
- EP 1175470 [0072]
- WO 05/011013 [0079]
- WO 04/058911 [0117]

Zitierte Nicht-Patentliteratur

- Synlett, 2006, 17, 2841–2845, p-Aminodiphenyl: J. Am. Chem. Soc. 2008, 130(32), 10512–10514 [0043]
- Synlett 2006, 5, 737–740 [0043]
- T. Matsumoto et al., Multiphoton Organic EL Device Having Charge Generation Layer, IDMC 2003, Taiwan; Session 21 OLED (5) [0082]
- M. S. Arnold et al., Appl. Phys. Lett. 2008, 92, 053301 [0084]
- Synlett, 2006, 17, 2841–2845, p-Aminodiphenyl: J. Am. Chem. Soc. 2008, 130(32), 10512–10514 [0096]
- Synlett 2006, 5, 737–740 [0096]

Patentansprüche

1. Verbindung der allgemeinen Formel (1)



Formel (1)

wobei für die Symbole und Indizes gilt:

Y ist C, wenn an die Gruppe Y eine Gruppe X_2 gebunden ist, oder ist bei jedem Auftreten gleich oder verschiedenen CR oder N, wenn an die Gruppe Y keine Gruppe X_2 gebunden ist;

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

X_1 ist bei jedem Auftreten gleich oder verschieden eine bivalente Brücke, ausgewählt aus $N(R^1)$, $B(R^1)$, O, $C(R^1)_2$, $Si(R^1)_2$, $C=NR^1$, $C=C(R^1)_2$, S, $S=O$, SO_2 , $P(R^1)$ und $P(=O)R^1$;

X_2 ist bei jedem Auftreten gleich oder verschieden eine bivalente Brücke, ausgewählt aus $N(R^1)$, $B(R^1)$, $C(R^1)_2$, $Si(R^1)_2$, $C=O$, $C=NR^1$, $C=C(R^1)_2$, S, $S=O$, SO_2 , CR^1-CR^1 , $P(R^1)$ und $P(=O)R^1$;

n, m sind 0 oder 1, mit der Maßgabe, dass $n + m = 1$ oder 2 ist;

q ist 1, 2, 3, 4, 5 oder 6;

R ist bei jedem Auftreten gleich oder verschieden H, D, F, Cl, Br, I, $N(Ar)_2$, $C(=O)Ar$, $P(=O)Ar_2$, $S(=O)Ar$, $S(=O)_2Ar$, $CR^2=CR^2Ar$, CN, NO_2 , $Si(R^2)_3$, $B(OR^2)_2$, OSO_2R^2 , eine geradkettige Alkyl-, Alkoxy- oder Thioalkoxygruppe mit 1 bis 40 C-Atomen oder eine verzweigte oder cyclische Alkyl-, Alkoxy- oder Thioalkoxygruppe mit 3 bis 40 C-Atomen, die jeweils mit einem oder mehreren Resten R^2 substituiert sein kann, wobei eine oder mehrere nicht benachbarte CH_2 -Gruppen durch $R^2C=CR^2$, $C\equiv C$, $Si(R^2)_2$, $Ge(R^2)_2$, $Sn(R^2)_2$, 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 D, F, Cl, Br, I, CN oder NO_2 ersetzt sein können, oder eine aromatische oder heteroaromatische Gruppe mit 5 bis 40 Ringatomen, die jeweils durch einen oder mehrere Reste R^2 substituiert sein kann, oder ein aromatisches oder heteroaromatisches Ringsystem mit 5 bis 40 aromatischen Ringatomen, das jeweils durch einen oder mehrere Reste R^2 substituiert sein kann, oder eine Aryloxy- oder Heteroaryloxygruppe mit 5 bis 40 aromatischen Ringatomen, die durch einen oder mehrere Reste R^2 substituiert sein kann, oder eine Kombination dieser Systeme; dabei können zwei oder mehrere Substituenten R auch miteinander, zusammen mit den Atomen, an die sie gebunden sind oder, wenn sie an Ar gebunden sind, mit Ar ein mono- oder polycyclisches aliphatisches, aromatisches oder heteroaromatisches Ringsystem bilden;

R^1 ist bei jedem Auftreten gleich oder verschieden H, D, F, Cl, Br, I, CN, NO_2 , CF_3 , $B(OR^2)_2$, $Si(R^2)_3$, eine geradkettige Alkyl-, Alkoxy- oder Thioalkoxygruppe mit 1 bis 40 C-Atomen oder eine verzweigte oder cyclische Alkyl-, Alkoxy- oder Thioalkoxygruppe mit 3 bis 40 C-Atomen, die jeweils mit einem oder mehreren Resten R^2 substituiert sein kann, wobei eine oder mehrere nicht benachbarte CH_2 -Gruppen durch $-R^2C=CR^2-$, $-C\equiv C-$, $Si(R^2)_2$, $Ge(R^2)_2$, $Sn(R^2)_2$, C=O, C=S, C=Se, $C=NR^2$, -O-, -S-, -COO- oder -CONR²- ersetzt sein können und wobei ein oder mehrere H-Atome durch D, F, Cl, Br, I, CN oder NO_2 ersetzt sein können, oder Arylamine, oder substituierte oder unsubstituierte Carbazole, die jeweils mit einem oder mehreren Resten R^2 substituiert sein können, oder eine Aryl- oder Heteroarylgruppe mit 5 bis 40 Ringatomen, das durch einen oder mehrere aromatische oder heteroaromatische oder durch nicht-aromatische Reste R^2 substituiert sein kann oder ein aromatisches oder heteroaromatisches Ringsystem mit 5 bis 40 aromatischen Ringatomen, das durch einen oder mehrere nicht-aromatische Reste R^2 substituiert sein kann, oder eine Aryloxy- oder Heteroaryloxygruppe mit 5 bis 40 aromatischen Ringatomen, die durch einen oder mehrere nicht-aromatische Reste R^2 substituiert sein kann, oder eine Kombination dieser Systeme; dabei können zwei oder mehrere Substituenten R^1 , zusammen mit den Atomen, an die sie gebunden sind, auch miteinander ein mono- oder polycyclisches aliphatisches, aromatisches oder heteroaromatisches Ringsystem bilden;

R^2 ist bei jedem Auftreten gleich oder verschieden H, D oder ein aliphatischer oder aromatischer Kohlenwasserstoffrest mit 1 bis 20 C-Atomen;

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

2. Verbindung gemäß Anspruch 1, wobei X_1 ausgewählt ist aus $N(R^1)$, wobei R^1 ausgewählt ist aus einer mit R^2 substituierten oder unsubstituierten aromatischen oder heteroaromatischen Gruppe mit 5 bis 40 Ringatomen oder einem aromatischen oder heteroaromatischen Ringsystem mit 5 bis 40 Ringatomen.

3. Verbindung nach Anspruch 2, wobei R^1 ausgewählt ist aus einer mit R^2 substituierten oder unsubstituierten Phenyl-, Triazin-, Pyridin- oder Pyrimidingruppe.

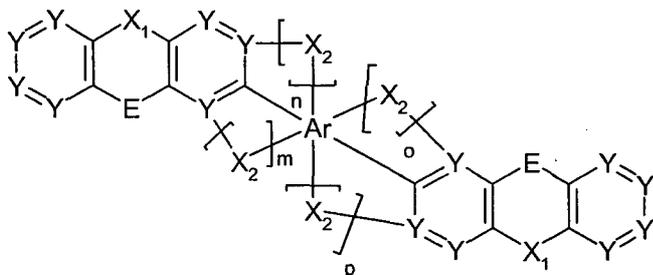
4. Verbindung gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, wobei X_2 bei jedem Auftreten unabhängig voneinander ausgewählt ist aus $C(R^1)_2$, $N(R^1)$ oder S.

5. Verbindung gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, wobei R ausgewählt ist aus H, einem substituierten oder unsubstituierten Arylamin, einer geradkettigen Alkylgruppe mit 1 bis 20 C-Atomen, einer verzweigten Alkylgruppe mit 3 bis 20 C-Atomen, oder einer aromatischen oder heteroaromatischen Gruppe mit 5 bis 25 Ringatomen oder einem aromatischen oder heteroaromatischen Ringsystem mit 5 bis 25 Ringatomen.

6. Verbindung gemäß Anspruch 5, wobei die aromatische oder heteroaromatische Gruppe ausgewählt ist aus substituiertem oder unsubstituiertem Phenyl, Naphthyl, Pyridin, Triazin, Pyrimidin oder Thiophen oder einem aromatischen oder heteroaromatischen Ringsystem enthaltend diese aromatischen oder heteroaromatischen Gruppen.

7. Verbindung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei Ar ein aromatisches oder heteroaromatisches Ringsystem bedeutet, bevorzugt Phenyl, Naphthyl, Pyridinyl, Triazinyl, Pyrimidinyl, Thiophenyl oder substituiertes oder unsubstituiertes Carbazol.

8. Verbindung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei die Verbindung der allgemeinen Formel (1) der allgemeinen Formel (7) entspricht



Formel (7)

wobei die Symbole und Indices die in den Ansprüchen 1 bis 6 angegebene Bedeutung haben, o und p jeweils unabhängig voneinander 0 oder 1 sind und wobei $o + p = 1$ oder 2 ist.

9. Verwendung einer Verbindung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 8 in einer elektronischen Vorrichtung, insbesondere in einer organischen Elektrolumineszenzvorrichtung.

10. Verwendung gemäß Anspruch 9, wobei die Verbindung nach einem der Ansprüche 1 bis 8 als Lochtransportmaterial in einer Lochtransportschicht und/oder Lochinjektionsschicht eingesetzt wird, wobei die Verbindungen in diesen Schichten auch durch Elektronenakzeptorverbindungen dotiert sein können, oder wobei die Verbindung nach einem der Ansprüche 1 bis 8 als Elektronentransportmaterial in einer Elektronentransportschicht und/oder als Lochblockiermaterial in einer Lochblockierschicht und/oder als Matrixmaterial in einer emittierenden Schicht eingesetzt wird oder wobei die Verbindung nach einem der Ansprüche 1 bis 8 in einer emittierenden Schicht eingesetzt wird.

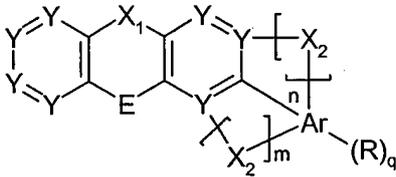
11. Elektronische Vorrichtung, enthaltend mindestens eine Verbindung nach einem der Ansprüche 1 bis 8.

12. Elektronische Vorrichtung gemäß Anspruch 11, wobei die Vorrichtung ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus organischen Elektrolumineszenzvorrichtungen (OLEDs), organischen Feld-Effekt-Transistoren (O-FETs), organischen Dünnschichttransistoren (O-TFTs), organischen lichtemittierenden Transistoren (O-LETs), organischen integrierten Schaltungen (O-ICs), organischen Solarzellen (O-SCs), organischen Feld-Quench-Devices (O-FQDs), lichtemittierenden elektrochemischen Zellen (LECs), organischen Photorezeptoren, organischen Laserdioden (O-Laser) oder optisch gepumpten organischen Lasern.

13. Organische Elektrolumineszenzvorrichtung gemäß Anspruch 12, enthaltend die Verbindung nach einem der Ansprüche 1 bis 8 als Lochtransportmaterial in einer Lochtransportschicht und/oder Lochinjektions-

schicht, wobei die Verbindungen in diesen Schichten auch durch Elektronenakzeptorverbindungen dotiert sein können, oder enthaltend die Verbindung nach einem der Ansprüche 1 bis 8 als Elektronentransportmaterial in einer Elektronentransportschicht und/oder als Lochblockiermaterial in einer Lochblockierschicht und/oder als Matrixmaterial in einer emittierenden Schicht oder enthaltend die Verbindung nach einem der Ansprüche 1 bis 8 in einer emittierenden Schicht.

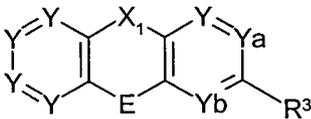
14. Verfahren zur Herstellung einer Verbindung der allgemeinen Formel (1)



Formel (1)

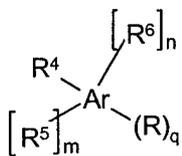
wobei die verwendeten Symbole und Indices die in den Ansprüchen 1 bis 7 angegebene Bedeutung haben, gekennzeichnet durch die Schritte:

a) Umsetzung einer Verbindung der Formel (I)



Formel (I)

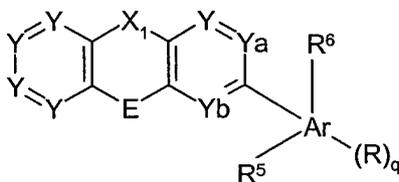
wobei R³ eine reaktive Abgangsgruppe ist, vorzugsweise ausgewählt aus Brom, Iod, Chlor, Boronsäure, Boronsäureester, Tosylat oder Triflat, mit einer Verbindung der Formel (II)



Formel (II)

wobei R⁴ eine reaktive Abgangsgruppe ist, vorzugsweise ausgewählt aus Brom, Iod, Chlor, Boronsäure, Boronsäureester, Tosylat oder Triflat, oder eine funktionelle reaktive Gruppe ist, R⁵ und R⁶ jeweils unabhängig voneinander zur Bildung einer Brücke X₂ geeignet sind, n und m sind jeweils 0 oder 1 sind und wobei n + m = 1 oder 2 ist,

zur Bildung einer Verbindung der Formel (III)



Formel (III)

b) Bilden der Brücke/n X₂ in der Verbindung der Formel (III) durch eine geeignete Ringschlußreaktion zwischen Y_a und/oder Y_b mit R⁵ und/oder R⁶ und gegebenenfalls nachfolgende Substitution an X₁ und/oder X₂, wobei die Verbindung der Formel (1) gebildet wird.

Es folgt kein Blatt Zeichnungen