

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2014-511563

(P2014-511563A)

(43) 公表日 平成26年5月15日(2014.5.15)

(51) Int.Cl.	F 1		テーマコード (参考)
H01L 51/50 (2006.01)	H05B 33/14	B	3K107
C09K 11/06 (2006.01)	C09K 11/06	650	4C055
C07F 15/00 (2006.01)	C09K 11/06	660	4C063
C07D 403/14 (2006.01)	C07F 15/00	E	4H050
C07D 213/16 (2006.01)	C07D 403/14		

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 39 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2013-553411 (P2013-553411)	(71) 出願人	503055897 ユニバーサル ディスプレイ コーポレーション アメリカ合衆国、ニュージャージー、ユーリング、フィリップス ブールバード 375
(86) (22) 出願日	平成23年2月11日 (2011.2.11)	(71) 出願人	000183646 出光興産株式会社 東京都千代田区丸の内3丁目1番1号
(85) 翻訳文提出日	平成25年8月6日 (2013.8.6)	(74) 代理人	110001586 特許業務法人アイミー国際特許事務所
(86) 國際出願番号	PCT/US2011/024553	(72) 発明者	山本 均 アメリカ合衆国 ニュージャージー州 8534 ペンニントン ヘスター コート 2
(87) 國際公開番号	W02012/108879		
(87) 國際公開日	平成24年8月16日 (2012.8.16)		

最終頁に続く

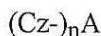
(54) 【発明の名称】有機発光素子及び該有機発光素子に使用されるための材料

(57) 【要約】

【課題】陰極と陽極との間の単一層又は複層を含む有機薄膜発光層を提供する。

【解決手段】有機薄膜発光層は、少なくとも一つの有機発光層を備え、少なくとも一つの発光層は、少なくとも一つのホスト材料及び少なくとも一つの燐光発光材料を備える。ホスト材料は、以下の式(1)又は(2)によって示される置換又は非置換炭化水素化合物を備える。

【化1】



(1)

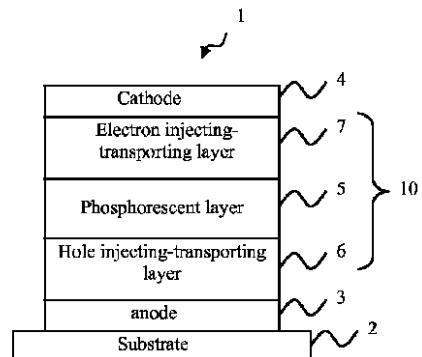
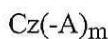


FIG. 1

【化2】



(2)

燐光発光材料は、以下の式によって示される以下の部分化学構造の一つによって示される置換化学構造を有する燐光有機金属錯体を含む。

【化5】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

陽極、陰極及び発光層を含む有機発光素子であって、前記発光層は、前記陽極と前記陰極との間に配置されるとともに、該発光層は、ホスト材料及び燐光発光材料を含み、

(a) 前記ホスト材料は、式(1)又は(2)によって示される化学構造を有する置換又は非置換の炭化水素化合物を備え、

【化 1】

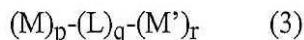


【化 2】



式中、Czは、置換又は非置換のアリールカルバゾリル基又はカルバゾリルアルキレン基であり、Aは、以下の一般式(3)によって示される基であり、

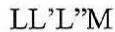
【化 3】



式中、M及びM'は、それぞれ独立して、2~40個の炭素原子及び窒素原子を有し、置換又は非置換環を形成する芳香族複素環であり、M及びM'は、同じ環又は異なる環を示してもよく、Lは、単結合、6~30個の炭素原子を有する置換又は非置換のアリール基又はアリーレン基、5~30個の炭素原子を有する置換又は非置換のシクロアルキレン基、或いは2~30個の炭素原子を有する置換又は非置換の芳香族複素環であり、pは、0~2であり、qは、1又は2であり、rは、0~2であり、p+rは、1以上の整数を示し、n及びmは、1~3であり、

(b) 前記燐光発光材料は、式の以下の部分化学構造の一つによって示される置換化学構造を有する燐光有機金属錯体を含み、

【化 5】



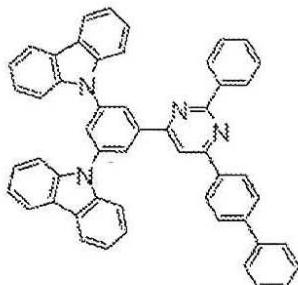
式中、Mは、八面体錯体を形成する金属であり、L、L'、L''は、各Lがsp²混成炭素及び窒素によりMに配位された置換又は非置換のフェニルピリジン配位子を含む等価又は不等価の二座配位子であり、

L、L'及びL''の一つは、他の二つ少なくとも一つと不等価である、有機発光素子。

【請求項 2】

前記ホスト材料は、以下の式によって示される化学構造を有する、請求項1に記載の有機発光素子。

【化 4】



【請求項 3】

前記ホスト材料の三重項エネルギーは、約2.0 eV~約2.8 eVである、請求項1に記載の有機発光素子。

10

20

30

40

50

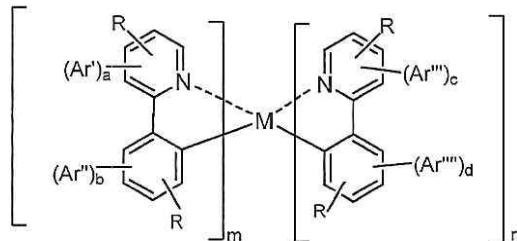
【請求項 4】

前記燐光発光材料は、前記置換化学構造が少なくとも二つのメチル基で置換される燐光有機金属錯体を含む、請求項 1 に記載の有機発光素子。

【請求項 5】

前記燐光発光材料は、以下の化学構造によって示される置換化学構造を有する燐光有機金属化合物を含み、

【化 6】



10

式中、各 R は、独立して、水素、アルキル、アルケニル、アルキニル、アルキルアリール、C N、C F₃、C_nF_{2n+1}、トリフルオロビニル、C O₂R、C(O)R、N R₂、NO₂、OR、ハロ、アリール、ヘテロアリール、置換アリール、置換ヘテロアリール又は複素環基からなる群より選択され、

A r ' , A r ' ' , A r ' ' ' 及び A r ' ' ' ' 是、それぞれ独立して、フェニルピリジン配位子上の置換又は非置換のアリール或いはヘテロアリール非融合置換基を示し、

a は、0 又は 1 であり、b は、0 又は 1 であり、c は、0 又は 1 であり、d は、0 又は 1 であり、m は、1 又は 2 であり、n は、1 又は 2 であり、

m + n は、M に配位されることができる配位子の最大数であり、

a , b , c 及び d の少なくとも一つは、1 であり、a 及び b の少なくとも一つが 1 であるとともに、b 及び c の少なくとも一つが 1 である場合、A r ' 及び A r ' ' の少なくとも一つは、A r ' ' ' 及び A r ' ' ' ' の少なくとも一つと異なる、請求項 1 に記載の有機発光素子。

【請求項 6】

前記燐光発光材料は、金属錯体を含み、該金属錯体は、Ir、Pt、Os、Au、Cu、Re、Ru 及び配位子から選択される金属原子を含む、請求項 1 に記載の有機発光素子。

30

【請求項 7】

前記金属錯体は、オルト-メタル結合を有する、請求項 6 に記載の有機発光素子。

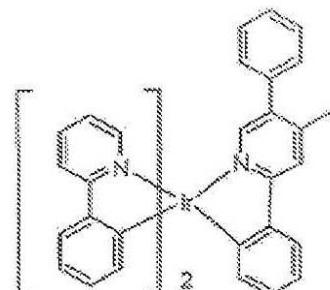
【請求項 8】

前記金属原子は、Ir である、請求項 7 に記載の有機発光素子。

【請求項 9】

前記燐光発光材料は、以下の部分化学構造によって示される置換化学構造を有する燐光有機金属錯体を含む、請求項 1 に記載の有機発光素子。

【化 7】



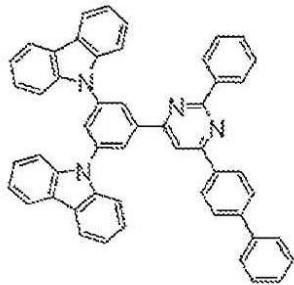
40

【請求項 10】

50

前記ホスト材料は、以下の式によって示される化学構造を有する非置換の芳香族炭化水素化合物を含み、

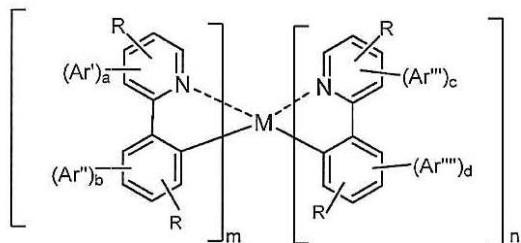
【化8】



10

前記燐光発光材料は、以下の化学構造によって示される置換化学構造を有する燐光有機金属化合物を含み、

【化9】



20

式中、各Rは、独立して、水素、アルキル、アルケニル、アルキニル、アルキルアリール、CN、CF₃、C_nF_{2n+1}、トリフルオロビニル、CO₂R、C(O)R、NR₂、NO₂、OR、ハロ、アリール、ヘテロアリール、置換アリール、置換ヘテロアリール又は複素環基からなる群より選択され、

A_{r'}、A_{r''}、A_{r'''}及びA_{r''''}は、それぞれ独立して、フェニルピリジン配位子上の置換又は非置換のアリール或いはヘテロアリール非融合置換基を示し、

aは、0又は1であり、bは、0又は1であり、cは、0又は1であり、dは、0又は1であり、mは、1又は2であり、nは、1又は2であり、

m+nは、Mに配位することができる配位子の最大数であり、

a、b、c及びdの少なくとも一つは、1であり、a及びbの少なくとも一つが1であるとともに、b及びcの少なくとも一つが1である場合、A_{r'}及びA_{r''}の少なくとも一つは、A_{r'''}及びA_{r''''}の少なくとも一つと異なる、請求項1に記載の有機発光素子。

【請求項11】

前記発光層中に含まれる前記燐光材料の少なくとも一つは、発光波長において500nm以上720nm以下の最大値を有する、請求項10に記載の有機発光素子。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、有機発光素子（以下、OLEDと略す）等の有機エレクトロルミネセント（EL）素子及びそのようなOLEDにおいて使用されることが可能な材料に関する。特に、本発明は、緑色光を発する発光層を備えるOLED及び該OLEDのために使用されるOLED用材料に関する。

【背景技術】

【0002】

陽極と陰極との間に配置された発光層を含む有機薄膜層を備えるOLEDは、当技術分野で公知である。そのような素子において、光放出は、発光層内に注入される正孔と電子

40

50

との再結合によって生成される、励起子エネルギーから得られ得る。

【0003】

一般的に、OLEDは、素子を通して電圧を印加することによって、少なくとも一層が電界発光を示すことができる幾つかの有機層で構成される（例えば、非特許文献1及び非特許文献2を参照のこと）。電圧が素子を通して印加されると、陰極は、隣接する有機層を効果的に還元する（すなわち、電子を注入する）とともに、陽極は、隣接する有機層を効果的に酸化する（すなわち、正孔を注入する）。正孔及び電子は、それぞれに逆帯電した電極に向かって、素子を通して移動する。正孔及び電子が同じ分子上で出会うと、再結合が生じると言われており、励起子が形成される。発光化合物中の正孔及び電子の再結合は、放射放出を伴い、それによって、電界発光を生成する。

10

【0004】

正孔及び電子のスピン状態に依存して、正孔及び電子の再結合から生じる励起子は、三重項又は一重項のスピン状態を有することができる。一重項励起子からの発光によって蛍光発光が生じる一方で、三重項励起子からの発光によって燐光が生じる。統計学的に、OLEDにおいて一般的に使用される有機材料に対して、励起子の4分の1は、一重項であり、残りの4分の3は、三重項である（例えば、非特許文献3を参照のこと）。実用的な電子燐光性（electro phosphorescent）OLEDを製造するために使用可能な特定の燐光材料が存在するという発見（特許文献1）、及びそれに続いて、そのような電子燐光性（electro phosphorescent）のOLEDは、理論上の100%までの量子効率を有する（すなわち、三重項及び一重項の全てを収穫する）ことが可能であるという実証まで、最も効率的なOLEDは、蛍光発光する材料に一般的に基づいていた。燐光性発光の三重項から基底状態までの遷移は、形式的にスピン禁制工程であるため、蛍光体は、たった25%の最大理論量子効率（OLEDの量子効率は、正孔及び電子が発光するために再結合する効率をいう）で発光する。電子燐光性（electro phosphorescent）OLEDは、電子蛍光OLEDに比し、優れた全体的なデバイス効率を有することが示されてきた（例えば、非特許文献4及び非特許文献5を参照のこと）。

20

【0005】

一重項 三重項状態混合に通じる強固なスピン軌道結合に起因して、重金属錯体は、しばしば、室温でそのような三重項から効率の良い燐光性発光を示す。従って、そのような錯体を含むOLEDは、75%より多い内部量子効率を有することが示されてきた（非特許文献6）。特定の有機金属イリジウム錯体は、強い燐光性を有するものとして報告されており（非特許文献7）、緑から赤のスペクトルにおいて発光する高効率OLEDは、これらの錯体で調製されてきた（非特許文献8）。燐光性重金属有機金属錯体及びそれらの個々の素子は、特許文献2及び特許文献3、特許文献4及び特許文献5、並びに、特許文献6、特許文献7、特許文献8及び特許文献9の主題であった。

30

【0006】

上述のように、OLEDは、一般的に、優れた発光効率、画質、電力消費及びフラットスクリーン等の薄いデザイン製品内に組み込まれる能力を提供し、それによって、陰極線装置等の従来技術に対して多くの利点を有する。

40

【0007】

しかしながら、例えば、より高い電力効率を有するOLEDの調製を含めた、改良されたOLEDが望まれている。この点に関して、発光が、内部量子効率を向上させるために、三重項励起子から得られる発光材料（燐光材料）が、開発されてきた。

【0008】

上述のように、そのようなOLEDは、発光層（燐光層）内にそのような燐光材料を使用することによって、理論的に100%までの内部量子効率を有することができ、得られるOLEDは、高効率及び低電力消費を有するであろう。そのような燐光材料は、そのような発光層を備えるホスト材料中のドーパントとして使用され得る。

【0009】

50

燐光材料等の発光材料を添加することによって形成された発光層において、励起子は、ホスト材料中に注入された電荷から効率的に生成されることができる。生成される励起子の励起子エネルギーは、ドーパントに移動され得、発光は、高効率でドーパントから得られ得る。励起子は、ホスト材料上又は直接ドーパント上に形成され得る。

【0010】

ホスト材料から高いデバイス効率を有する燐光ドーパントへの分子間エネルギー移動を達成するために、ホスト材料の励起三重項エネルギー $E_g H$ は、燐光ドーパントの励起三重項エネルギー $E_g D$ より高くなければならない。

【0011】

ホスト材料から燐光ドーパントへの分子間エネルギー移動を実行するために、ホスト材料の励起三重項エネルギー $E_g (T)$ は、燐光ドーパントの励起三重項エネルギー $E_g (S)$ より高くなければならない。

【0012】

CBP(4,4'-ビス(N-カルバゾリル)ビフェニル)は、効率的かつ高い励起三重項エネルギーを有する材料の代表例として知られている。例えば、特許文献8を参照されたい。CBPがホスト材料として使用されると、エネルギーは、緑色等の所定の発光波長を有する燐光ドーパントに移動されることができ、高い効率を有するOLEDが得られることができる。CBPがホスト材料として使用されると、発光効率は、燐光性発光によって顕著に向上される。しかしながら、CBPは、極めて短い寿命を有することを知られており、それ故に、OLED等のエレクトロルミネセント(EL)素子における実用に適さない。科学理論に縛られないが、これは、CBPが、分子構造の観点から、高くないその酸化安定性に起因して、正孔によって大いに劣化され得るためであると考えられている。

【0013】

特許文献10は、カルバゾール等の窒素含有環を有する縮合環誘導体等が、緑色燐光性を示す燐光性層のためのホスト材料として使用される技術を開示している。電流効率及び寿命は、上記技術によって改良されているが、実用に対するある場合において満足できるものではない。

【0014】

他方、蛍光発光を示す蛍光ドーパントのための様々なホスト材料(蛍光ホスト)が公知であり、蛍光ドーパントと組み合わせて、優れた発光効率及び寿命を示す蛍光層を形成し得る種々のホスト材料が、提案することができる。

【0015】

蛍光ホストにおいて、励起一重項エネルギー $E_g (S)$ は、蛍光ドーパントにおけるエネルギーより高いが、そのようなホストの励起三重項エネルギー $E_g (T)$ は、必ずしも高くなない。従って、蛍光ホストは、燐光性発光層を提供するためのホスト材料として、燐光ホストの代わりに単に使用されることができる。

【0016】

例えば、アントラセン誘導体は、蛍光ホストとして周知である。しかしながら、アントラセン誘導体の励起状態三重項エネルギー $E_g (T)$ は、約 1.9 エレクトロンボルト(eV)ほどであり得る。従って、励起状態三重項エネルギーは、そのような低三重項状態エネルギーを有するホストによって消光されるため、500 ナノメートル(nm)から 720 ナノメートル(nm)の可視光領域における発光波長を有する燐光ドーパントへのエネルギー移動は、そのようなホストを用いて達成されることができない。従って、アントラセン誘導体は、燐光ホストとして適切ではない。

【0017】

ペリレン誘導体、ピレン誘導体及びナフタセン誘導体は、同様の理由で、燐光ホストとして好ましくない。

【0018】

燐光ホストとしての芳香族炭化水素化合物の使用は、特許文献11に開示されている。

10

20

30

40

50

この出願は、ベンゼン骨格コア及びメタ位に結合された二つの芳香族置換基を有する燐光ホスト化合物を開示している。

【0019】

しかしながら、特許文献11に記載の芳香族炭化水素化合物は、良好な対称性を有するとともに、分子が中央のベンゼン骨格に向けて左右相称に配列されている五つの芳香環を備える剛体分子構造を想定している。そのような配列は、発光層の結晶化の尤度の欠点を有する。

【0020】

他方、種々の芳香族炭化水素化合物が使用されるOLEDは、特許文献12、特許文献13、特許文献14、特許文献15、特許文献16及び特許文献17に開示されている。
10 しかしながら、燐光ホストとしてのこれらの材料の効率は、開示されていない。

【0021】

また、種々のフルオレン化合物を用いることによって調製されるOLEDは、特許文献18、特許文献19及び特許文献20に開示されている。

【0022】

さらに、特許文献20は、縮合多環芳香環がフルオレン環に直接結合される炭化水素化合物を開示している。しかしながら、そのような材料と燐光材料とを組み合わせることによって調製されるOLEDの効率は、開示されておらず、本出願は、縮合多環芳香環として少ない三重項エネルギー準位を有することが知られているとともに、燐光素子のための発光層としての使用に好ましくないペリレン環及びピレン環を開示しており、燐光素子にとって効果的な材料は選択されていない。
20

【0023】

最近の効率的な重金属燐光体の発見及びその結果得られるOLED技術における進歩にも拘らず、さらに高温の素子安定性に対する必要性が残る。また高い効率を有するとともに延長された寿命を有する燐光材料にエネルギーを移動させることができるホスト材料に対する必要性が、依然として残る。より長い高温寿命を有する素子の製造は、新たなディスプレイ技術の発展に寄与するとともに、平面上のフルカラー電子ディスプレイに対する現在の目標を実現するのに役立つであろう。本明細書中に記載されるOLED並びにそのようなOLEDに備えられるホスト材料及び燐光発光材料は、この目的を実現するのに役立つ。
30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0024】

【特許文献1】米国特許第6,303,238号明細書

【特許文献2】米国特許第6,830,828号明細書

【特許文献3】米国特許第6,902,830号明細書

【特許文献4】米国特許出願公開第2006/0202194号明細書

【特許文献5】米国特許出願公開第2006/0204785号明細書

【特許文献6】米国特許第7,001,536号明細書

【特許文献7】米国特許第6,911,271号明細書

【特許文献8】米国特許第6,939,624号明細書

【特許文献9】米国特許第6,835,469号明細書

【特許文献10】国際特許出願公開WO 2005/112519号明細書

【特許文献11】特開2003-142267号公報

【特許文献12】国際特許出願公開WO 2007/046685号明細書

【特許文献13】特開2006-151966号公報

【特許文献14】特開2005-8588号公報

【特許文献15】特開2005-19219号公報

【特許文献16】特開2005-19219号公報

【特許文献17】特開2004-75567号公報

10

20

30

40

50

【特許文献 18】特開 2004-043349 号公報

【特許文献 19】特開 2007-314506 号公報

【特許文献 20】特開 2004-042485 号公報

【特許文献 21】米国特許第 6,548,956 号明細書

【非特許文献】

【0025】

【非特許文献 1】Tang, et al., Appl. Phys. Lett. 1987, 51, 913

【非特許文献 2】Burroughes, et al., Nature, 1990, 347, 359

【非特許文献 3】Baldo, et al., Phys. Rev. B, 1999, 60, 14422

【非特許文献 4】Baldo, et al., Nature, 1998, 395, 151

【非特許文献 5】Baldo, et al., Appl. Phys. Lett. 1999, 75(3), (4)

【非特許文献 6】Adachi, et al., Appl. Phys. Lett. 2000, 77, 904

【非特許文献 7】Lamansky, et al., Inorganic Chemistry, 2001, 40, 1704

【非特許文献 8】Lamansky, et al., J. Am. Chem. Soc., 2001, 123, 4304

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0026】

本発明の OLED は、陰極と陽極との間の単一層又は複層を含む有機薄膜層を提供することによって特徴付けられ、有機薄膜層は、少なくとも一つの有機発光層を備え、少なくとも一つの発光層は、少なくとも一つのホスト材料及び少なくとも一つの発光発光材料を備え、ホスト材料は、以下の式(1)又は(2)によって示される置換又は非置換炭化水素化合物を備え、

【0027】

【化 1】

$(Cz)_nA$ (1)

【0028】

【化 2】

$Cz(-A)_m$ (2)

【0029】

式中、 Cz は、置換又は非置換のアリールカルバゾリル基又はカルバゾリルアルキレン基を示し、 A は、以下の一般式(3)によって示される基を示し、

【0030】

【化 3】

$(M)_p-(L)_q-(M')_r$ (3)

【0031】

式中、 M 及び M' は、それぞれ独立して、2 ~ 40 個の炭素原子及び窒素原子を有し、置換又は非置換環を形成する芳香族複素環を示し、 M 及び M' は、同じ環又は異なる環を示してもよく、 L は、単結合、6 ~ 30 個の炭素原子を有する置換又は非置換のアリール

10

20

30

40

50

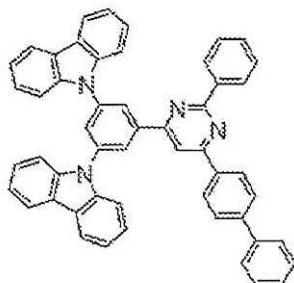
基又はアリーレン基、5～30個の炭素原子を有する置換又は非置換のシクロアルキレン基、或いは2～30個の炭素原子を有する置換又は非置換の芳香族複素環を示し、pは、0～2の整数を示し、qは、1又は2の整数を示し、rは、0～2の整数を示し、p+rは、1以上の整数を示し、n及びmは、それぞれ、1～3の整数を示す。

【0032】

他の実施形態において、OLEDは、式(GH-1)によって示される化学構造を有するホスト材料を備える。

【0033】

【化4】



(GH-1)

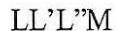
10

【0034】

本発明の一実施形態において、発光発光材料は、以下の式によって示される置換化学構造を有する発光有機金属錯体を含み、

【0035】

【化5】



20

【0036】

式中、Mは、八面体錯体を形成する金属であり、

L、L'、L''は、各Lがsp²混成炭素及び窒素によりMに配位された置換又は非置換のフェニルピリジン配位子を含む等価又は不等価の二座配位子であり、

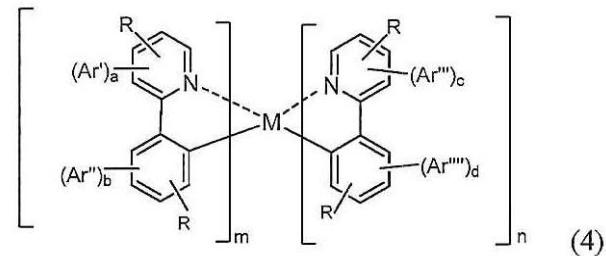
L、L'及びL''の一つは、他の二つの少なくとも一つと不等価である。

【0037】

他の実施形態において、発光発光材料は、以下の化学構造(4)によって示される置換化学構造を有する発光有機金属化合物を含み、

【0038】

【化6】



30

40

【0039】

式中、各Rは、独立して、水素、アルキル、アルケニル、アルキニル、アルキルアリール、CN、CF₃、C_nF_{2n+1}、トリフルオロビニル、CO₂R、C(O)R、NR₂、NO₂、OR、ハロ、アリール、ヘテロアリール、置換アリール、置換ヘテロアリール又は複素環基からなる群より選択され、Ar'、Ar''、Ar'''、及びAr''''

50

'は、それぞれ独立して、フェニルピリジン配位子上の置換又は非置換のアリール或いはヘテロアリール非融合置換基を示し、

aは、0又は1であり、bは、0又は1であり、cは、0又は1であり、dは、0又は1であり、mは、1又は2であり、nは、1又は2であり、

m+nは、Mに配位されることができる配位子の最大数であり、

a, b, c及びdの少なくとも一つは、1であり、a及びbの少なくとも一つが1であるとともに、b及びcの少なくとも一つが1である場合、Ar'及びAr''の少なくとも一つは、Ar'''及びAr''''の少なくとも一つと異なる。

【0040】

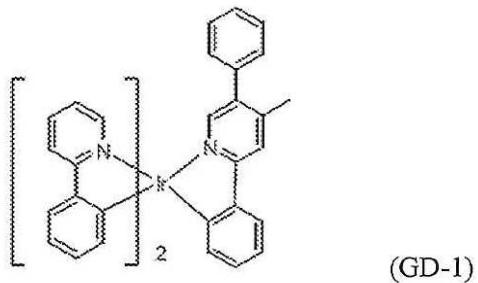
他の実施形態において、発光発光材料は、金属錯体を含み、該金属錯体は、イリジウム(Ir)、白金(Pt)、オスミウム(Os)、金(Au)、銅(Cu)、レニウム(Re)、ルテニウム(Ru)及び配位子から選択される金属原子を含む。さらに別の実施形態において、金属錯体は、オルト-メタル結合を有する。好ましい実施形態において、イリジウムは、金属原子である。

【0041】

他の実施形態において、発光発光材料は、以下の部分化学構造(GD-1)によって示される置換化学構造を有する発光有機金属錯体を含む。

【0042】

【化7】

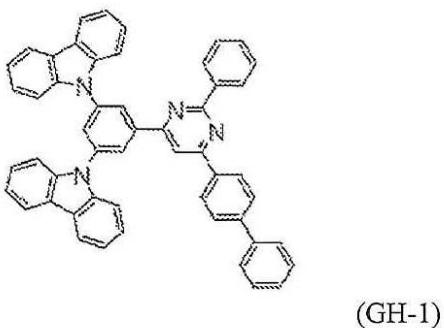


【0043】

他の実施形態において、本発明は、以下の式(GH-1)によって示される化学構造を有する非置換芳香族炭化水素化合物を含むホスト材料、

【0044】

【化8】



【0045】

及び以下の化学構造によって示される置換化学構造を有する発光有機金属化合物を含む発光発光材料を含むOLEDを備え、

【0046】

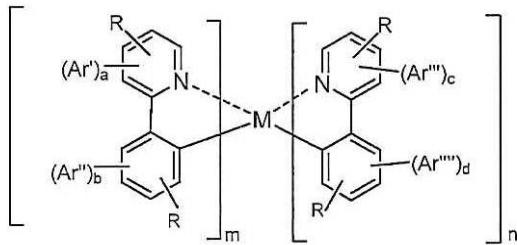
10

20

30

40

【化9】



【0047】

10

式中、各Rは、独立して、水素、アルキル、アルケニル、アルキニル、アルキルアリール、CN、CF₃、C_nF_{2n+1}、トリフルオロビニル、CO₂R、C(O)R、NR₂、NO₂、OR、ハロ、アリール、ヘテロアリール、置換アリール、置換ヘテロアリール又は複素環基からなる群より選択され、

A_{r'}、A_{r''}、A_{r'''}及びA_{r''''}は、それぞれ独立して、フェニルピリジン配位子上の置換又は非置換のアリール或いはヘテロアリール非融合置換基を示し、

aは、0又は1であり、bは、0又は1であり、cは、0又は1であり、dは、0又は1であり、mは、1又は2であり、nは、1又は2であり、

m+nは、Mに配位されることができる配位子の最大数であり、

a、b、c及びdの少なくとも一つは、1であり、a及びbの少なくとも一つが1であるとともに、b及びcの少なくとも一つが1である場合、A_{r'}及びA_{r''}の少なくとも一つは、A_{r'''}及びA_{r''''}の少なくとも一つと異なる。

20

【0048】

一実施形態において、本発明は、ホスト材料を含むOLEDを備え、ホスト材料の三重項エネルギーは、約2.0eV～約2.8eVである。

【0049】

他の実施形態において、本発明は、発光層内に少なくとも一つの発光材料を含むOLEDを備え、発光材料は、発光波長において500ナノメートル(nm)以上720ナノメートル(nm)以下の最大値を有する。

30

【0050】

他の実施形態において、本発明は、改良された電圧及び耐用年数特性を提供するOLEDを備える。理論に縛られないが、本発明のOLEDの改良された特徴は、二以上の縮合多環芳香族環の一価フルオレン骨格への連続結合に起因して、及び互いに異なる縮合多環芳香族環を含む基を、共役長が延長される位置におけるフルオレン骨格に結合させることによって、達成され得ると考えられている。

【0051】

他の実施形態において、本発明は、高効率かつ長寿命を有する発光性OLEDを含み、OLEDは、ホスト材料として、及び特に、発光ホスト材料として一般式(GH1)の材料を含む。

40

【図面の簡単な説明】

【0052】

【図1】本発明の一実施形態におけるOLEDの一例の概略構成を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0053】

本発明のOLEDは、陽極と陰極との間に配置された複数の層を含み得る。本発明に係る代表的なOLEDは、以下に記載される構成層を有する構造を含むが、これらに限定されるものではない；

(1) 陽極 / 発光層 / 陰極

(2) 陽極 / 正孔注入層 / 発光層 / 陰極

(3) 陽極 / 発光層 / 電子注入・輸送層 / 陰極

50

- (4) 陽極 / 正孔注入層 / 発光層 / 電子注入・輸送層 / 陰極
- (5) 陽極 / 有機半導体層 / 発光層 / 陰極
- (6) 陽極 / 有機半導体層 / 電子遮断層 / 発光層 / 陰極
- (7) 陽極 / 有機半導体層 / 発光層 / 接着改善層 / 陰極
- (8) 陽極 / 正孔注入・輸送層 / 発光層 / 電子注入・輸送層 / 陰極
- (9) 陽極 / 絶縁層 / 発光層 / 絶縁層 / 陰極
- (10) 陽極 / 無機半導体層 / 絶縁層 / 発光層 / 絶縁層 / 陰極
- (11) 陽極 / 有機半導体層 / 絶縁層 / 発光層 / 絶縁層 / 陰極
- (12) 陽極 / 絶縁層 / 正孔注入・輸送層 / 発光層 / 絶縁層 / 陰極、及び
- (13) 陽極 / 絶縁層 / 正孔注入・輸送層 / 発光層 / 電子注入・輸送層 / 陰極。

10

【0054】

上述のOLED構成素構造の中で、構成素構造番号8が、好ましい構造であるが、本発明は、これらの開示された構成素構造に限定されない。

【0055】

本発明の一実施形態におけるOLEDの一例の概略構成を、図1に示す。本発明の代表例として、OLED1は、透明基板2と、陽極3と、陰極4と、陽極3と陰極4との間に設けられた有機薄膜層10と、を備える。

【0056】

有機薄膜層10は、燐光ホスト及び燐光ドーパントを含む燐光発光層5を含み、該燐光発光層5と陽極3との間の正孔注入・輸送層6等、及び燐光発光層5と陰極4との間の電子注入・輸送層7等を、それぞれ提供することができる。

20

【0057】

さらに、陽極3と燐光発光層5との間に設けられた電子遮断層、及び陰極4と燐光発光層5との間に設けられた正孔遮断層が、それぞれ提供されてもよい。これによって、燐光発光層5内の励起子の生成率を向上させるために、燐光発光層5内に電子及び正孔を含むことが可能となる。

【0058】

本明細書中、用語「蛍光ホスト」及び「燐光ホスト」は、それぞれ、蛍光ドーパントと組み合された場合に蛍光ホストとして、そして、燐光ドーパントと組み合された場合に燐光ホストとして言われ、分子構造のみに基づいたホスト材料の分類に限定されるべきではない。

30

【0059】

従って、本明細書中の蛍光ホストは、蛍光ドーパントを含む蛍光発光層を構成する材料を意味し、蛍光材料のホストのためのみに使用される能够な材料を意味しない。

【0060】

同様に、燐光ホストは、燐光ドーパントを含む燐光発光層を構成する材料を意味し、燐光材料のホストのためのみに使用される能够な材料を意味しない。

【0061】

本明細書中、「正孔注入・輸送層」は、正孔注入層及び正孔輸送層の少なくとも何れか一つを意味し、「電子注入・輸送層」は、電子注入層及び電子輸送層の少なくとも何れか一つを意味する。

40

(基板)

【0062】

本発明のOLEDは、基板上に調製されてもよい。この場合における基板は、OLEDを支持するための基板であり、基板は、約400～約700nmの可視領域における光が、少なくとも約50%の透過率を有する平坦基板であるのが好ましい。

【0063】

基板は、ガラス板、高分子板等を含んでもよい。特に、ガラス板は、ソーダ石灰ガラス、バリウム・ストロンチウム含有ガラス、鉛ガラス、アルミニノケイ酸ガラス、ホウケイ酸ガラス、バリウムホウケイ酸ガラス、石英等を含んでもよい。高分子板は、ポリカーボネ

50

ート、アクリル、ポリエチレンテレフタレート、硫化ポリエーテル、ポリスルホン等を含んでもよい。

(陽極及び陰極)

【0064】

本発明のOLEDにおける陽極は、正孔注入層、正孔輸送層又は発光層中に正孔を注入する役割を想定している。一般的に、陽極は、4.5 eV以上の仕事関数を有する。

【0065】

陽極として使用するのに適する材料の具体例として、インジウムスズ酸化物合金(ITO)、酸化スズ(NESA)、インジウム酸化亜鉛、金、銀、白金、銅等が挙げられる。

【0066】

陽極は、蒸着法、スパッタリング法等の方法によって、上述のような電極物質から薄膜を形成することによって調製されることができる。

【0067】

光が発光層から発光される場合、陽極内の可視光領域における光の透過率は、10%より高いことが好ましい。陽極のシート抵抗は、数百 /スクエア以下であることが好ましい。陽極の膜厚は、材料に依存して選択され、一般的には、約10 nm ~ 約1 μm、及び好ましくは、約10 nm ~ 約200 nmの範囲内である。

【0068】

陰極は、電子注入層、電子輸送層又は発光層中に電子を注入する目的で、小さい仕事関数を有する材料を備えることが好ましい。陰極として使用されるのに適した材料として、インジウム、アルミニウム、マグネシウム、マグネシウム インジウム合金、マグネシウム アルミニウム合金、アルミニウム リチウム合金、アルミニウム スカンジウム リチウム合金、マグネシウム 銀合金等が挙げられるが、これらに限定されるものではない。透明又はトップエミット(top emitting)素子のために、特許文献21に開示されるようなTOP LED陰極が好ましい。

【0069】

陰極は、陽極と同様に、蒸着法、スパッタリング法等の方法によって薄膜を形成することによって調製されることができる。さらに、発光が陰極側から得られる実施形態が、同様に利用されることができる。

(発光層)

【0070】

OLEDにおける発光層は、以下の機能を単独で又は組み合わせて実行することが可能である；

(1) 注入機能：正孔が、電界を印加する際に陽極又は正孔注入層から注入されるとともに、電子が、陰極又は電子注入層から注入されることができる機能。

(2) 輸送機能：注入された電荷(電子及び正孔)が、電界の力によって移動され得る機能。

(3) 発光機能：電子及び正孔の再結合のための領域が提供され、その結果、光の発光がもたらされる機能。

【0071】

正孔の注入の容易さと、電子の注入の容易さとの間に、差異が存在し得、正孔及び電子の運動性によって示される輸送能力における差異が存在し得る。

【0072】

例えば、蒸着、スピンドルコートィング、ラングミュアプロジェクト法等を含む既知の方法が、発光層を調製するために使用されることができる。発光層は、分子堆積膜であることが好ましい。この点に関して、用語「分子堆積膜」は、気相から化合物を堆積させることによって形成される薄膜、及び溶液状態又は液相状態における材料化合物を凝固させることによって形成される膜を意味し、通常、上記の分子堆積膜は、凝集構造及び高次構造における差異、並びに、それに由来する機能的相違によって、ラングミュアプロジェクト(LB)法によって形成される薄膜(分子累積膜)と区別されることがある。

10

20

30

40

50

【0073】

好ましい実施形態において、発光層の膜厚は、好ましくは、約5～約50nmであり、より好ましくは、約7～約50nmであり、最も好ましくは、約10～約50nmである。膜厚が5nm未満である場合、発光層を形成するとともに、色度を制御することが難しい傾向にある。他方、膜厚が約50nmを越えると、駆動電圧が高くなる傾向にある。

(OLED)

【0074】

本発明のOLEDにおいて、単層又は複層を含む有機薄膜層は、陰極と陽極との間に提供される。該有機薄膜層は、少なくとも一つの発光層を含む。有機薄膜層の少なくとも一つは、少なくとも一つの発光材料及び以下に記載される少なくとも一つのホスト材料を含む。さらに、発光層の少なくとも一つは、有機エレクトロルミネセンス素子のための本発明の少なくとも一つのホスト材料及び少なくとも一つの発光材料を含むことが好ましい。

10

【0075】

上述のように、高効率かつ長寿命、特に、高い作動温度における高い安定性を有する発光層は、本発明の教示に従って調製することができる。

【0076】

この点に関して、本発明のOLEDを構成する材料の励起三重項エネルギー・ギャップ Eg (T) は、その発光スペクトルに基づいて規定され得、それは、エネルギー・ギャップが、一般的に使用されるような、以下のような方法で規定され得る本発明における一例として示されている。

20

【0077】

それぞれの材料は、発光を測定するためのサンプルを調製するために、10μモル/L (μmol/L) 濃度で、EPA溶媒(容積比で、ジエチルエーテル：イソペンタン：エタノール=5:5:2)中に溶解される。この発光測定用サンプルは、石英セル中に置かれ、77Kまで冷却されて、次に、発光された発光の波長を測定するために励起光で照射される。

【0078】

短波長側で得られる発光スペクトルの増加に基づいて、接線が引かれ、上記接線と基線の交点の波長値は、エネルギー値に変換され、励起三重項エネルギー・ギャップ Eg (T) として設定される。市販の測定装置F 4500(株式会社日立製)は、測定のために使用することができる。

30

【0079】

しかしながら、三重項エネルギー・ギャップとして定義されることがある値は、それが、本発明の範囲から逸脱しない限り、上記手順に依存することなく使用されることがある。

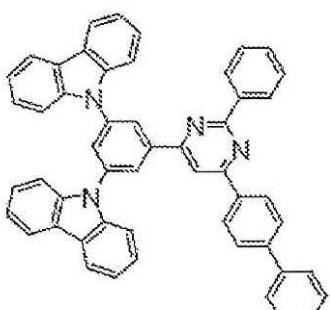
【0080】

好ましいホスト材料は、以下の式(GH-1)によって示される化学構造を有する。

【0081】

【化10】

40



(GH-1)

【0082】

50

有機エレクトロルミネンス素子のための本発明の材料は、大きな三重項エネルギー ギャップ E_g (T) (励起三重項エネルギー) を有し、それにより、発光は、発光ドーパントにエネルギーを移動することによって発光されることができる。

【0083】

本発明において、上述のホスト材料の励起三重項エネルギーは、好ましくは、約 2.0 eV ~ 約 2.8 eV である。約 2.0 eV 以上の励起三重項エネルギーによって、500 nm 以上及び 720 nm 以下の波長で光を発光する発光ドーパント材料にエネルギーを移動することが可能となる。約 2.8 eV 以下の励起三重項エネルギーによって、発光が、エネルギー ギャップにおける大きな差のために緑色発光ドーパントにおいて効率的に実行されないという問題を回避することが可能となる。ホスト材料の励起三重項エネルギーは、より好ましくは、約 2.1 eV ~ 約 2.7 eV である。

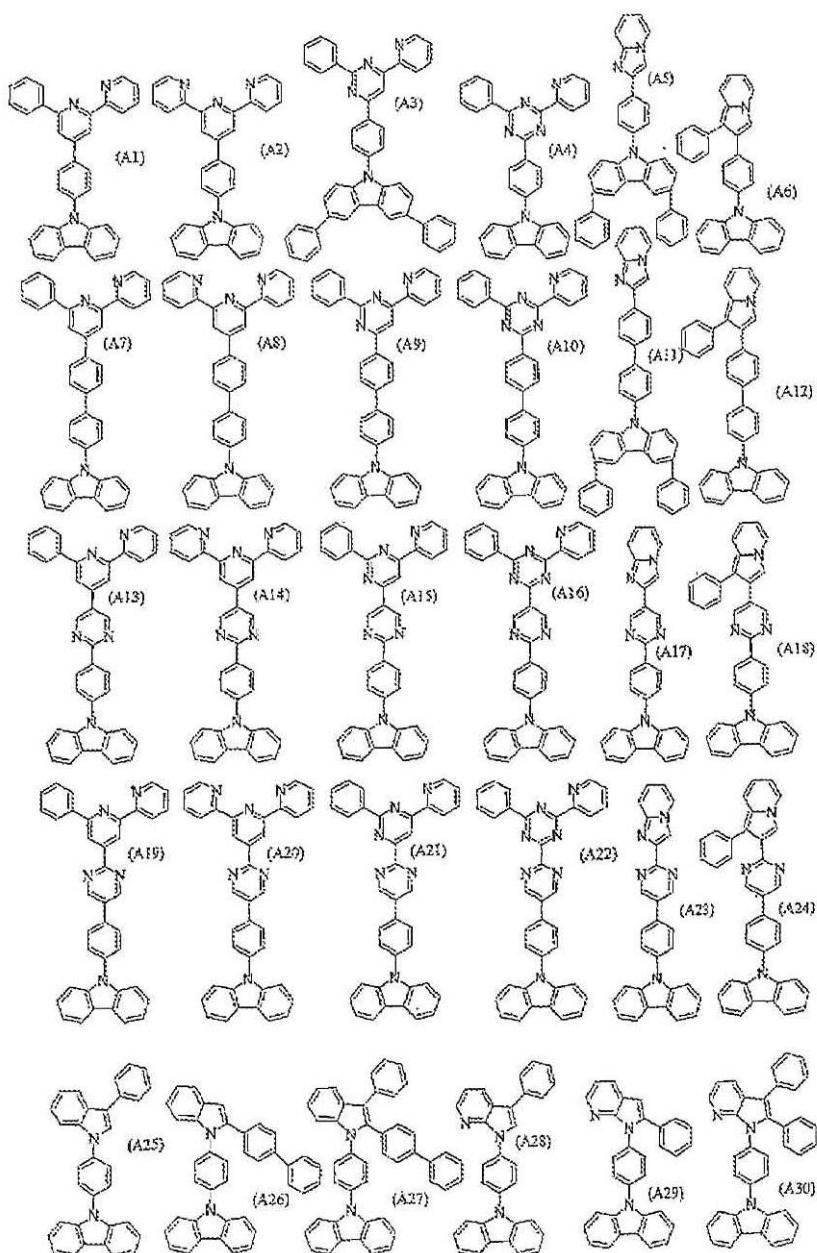
10

【0084】

以下の式 (A1 ~ 115) によって示される、本発明に係るホスト材料に適した化合物の具体例として、以下の化合物が挙げられるが、これらに限定されるものではない。

【0085】

【化11】

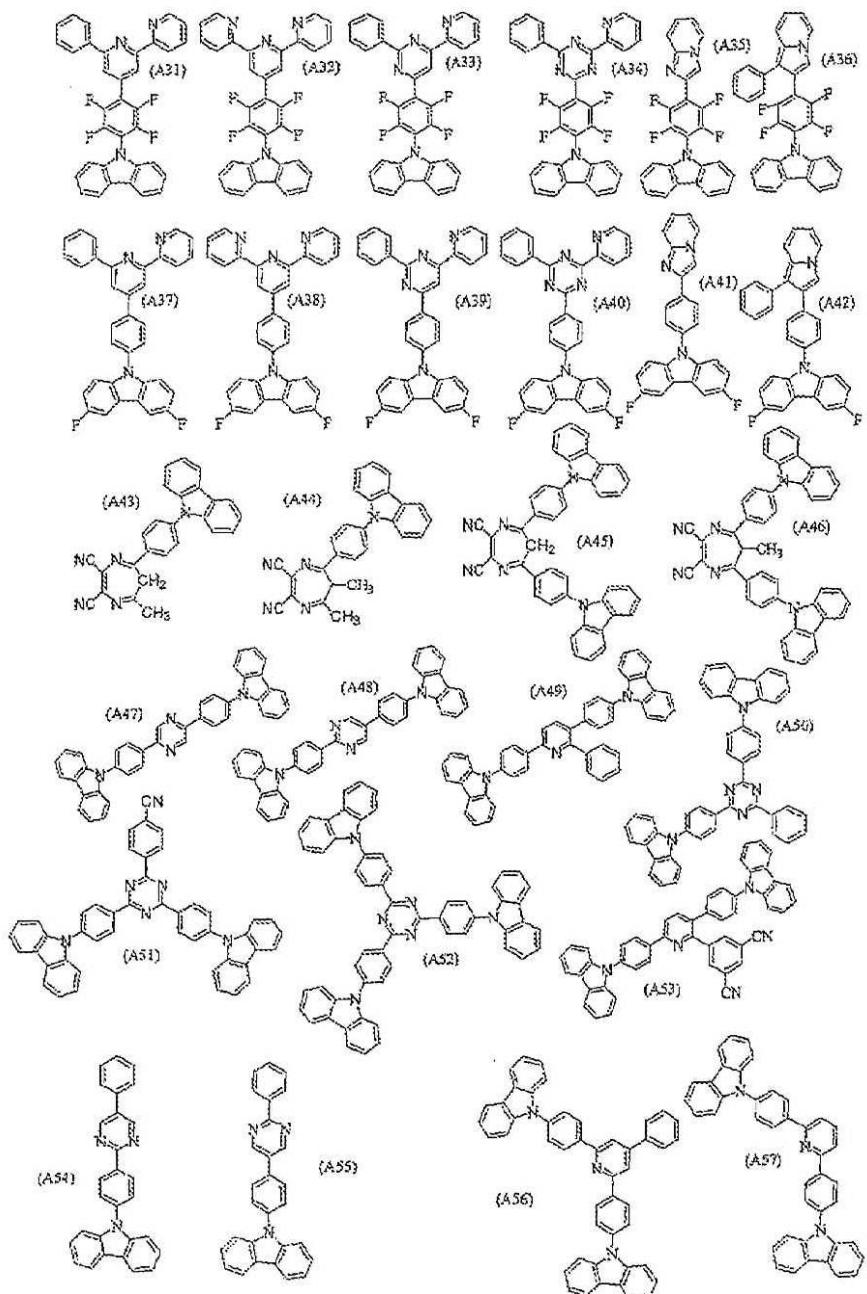


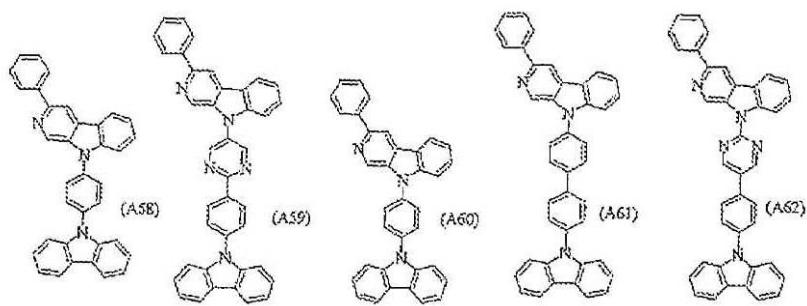
20

30

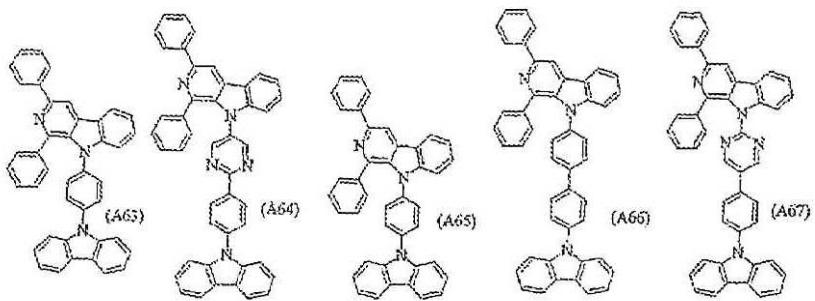
40

50

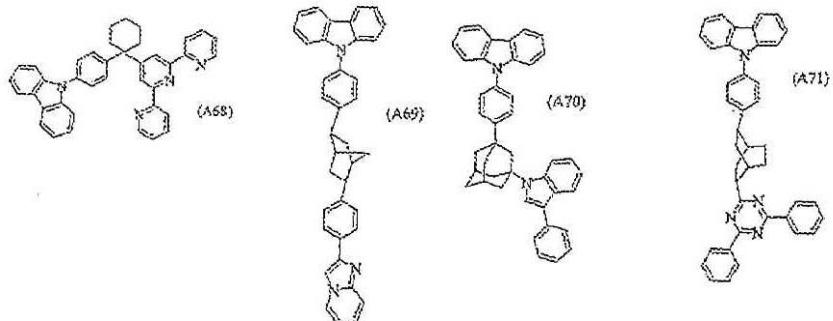


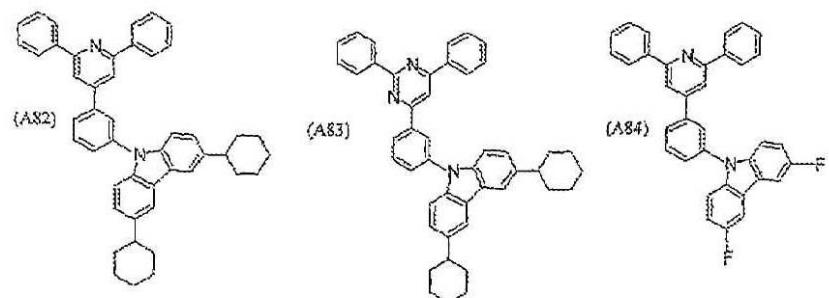
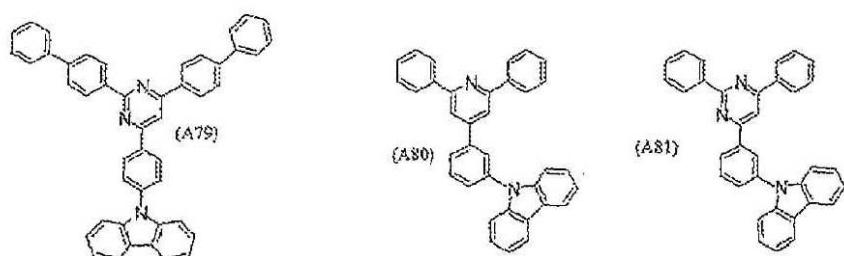
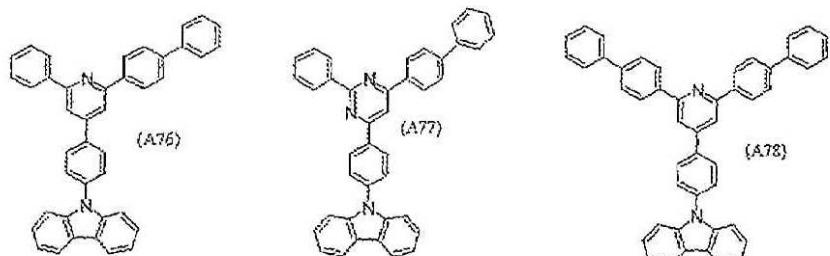
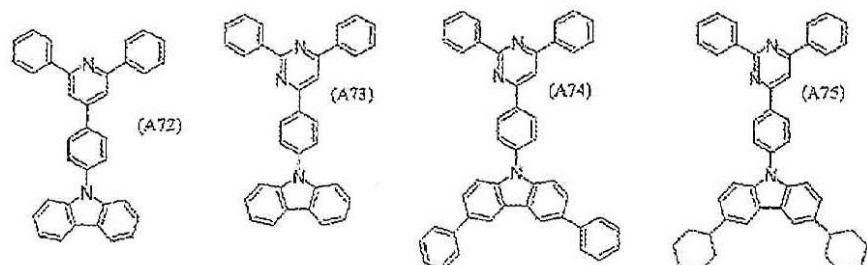


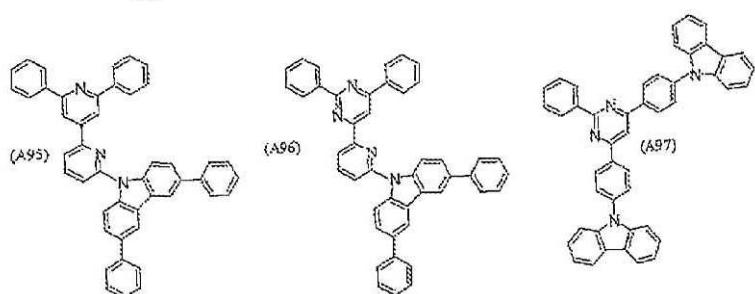
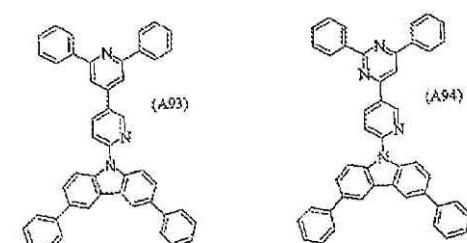
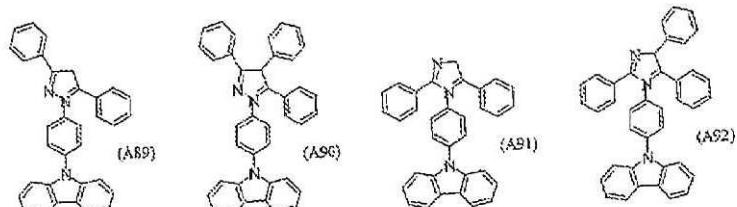
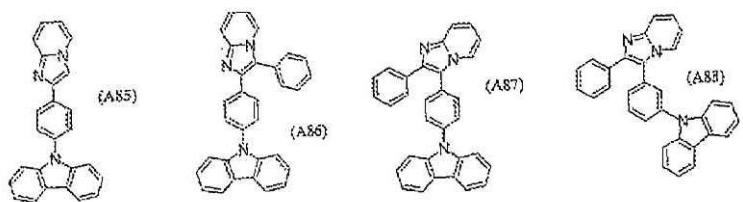
10



20

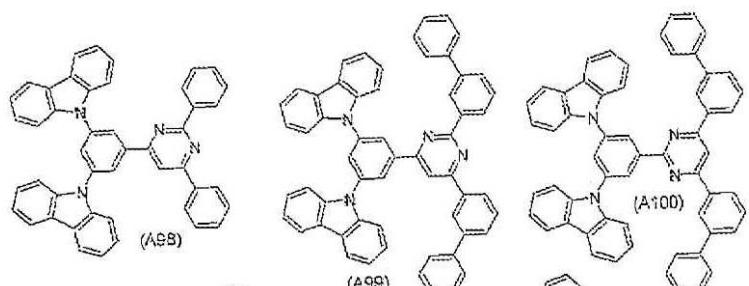
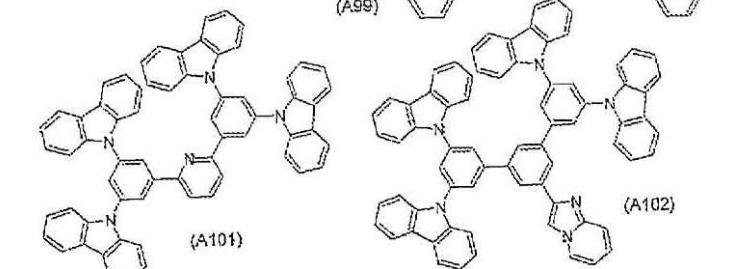
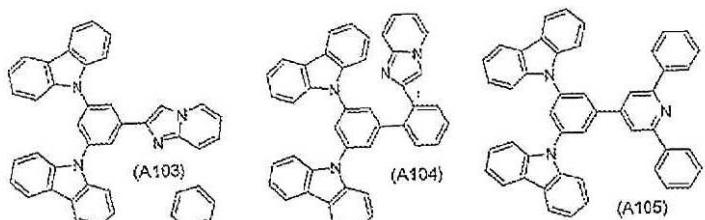
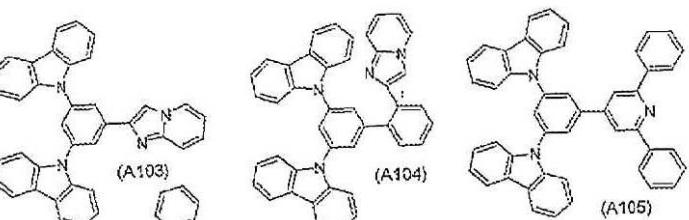
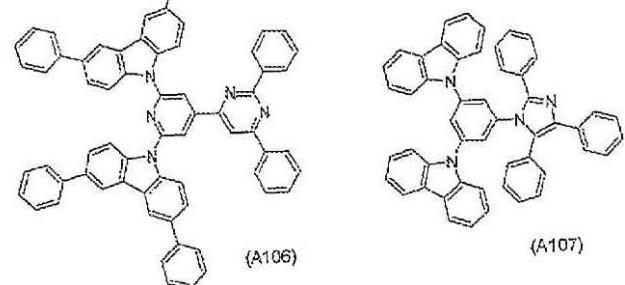






10

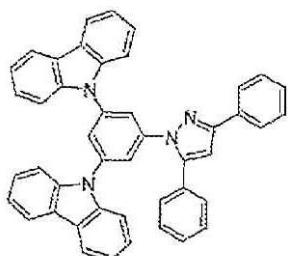
20

(A98)
(A99)(A100)
(A101)(A102)
(A103)(A104)
(A105)(A106)
(A107)

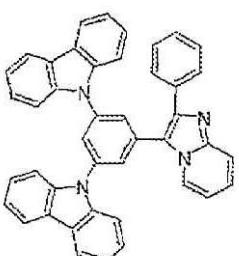
10

20

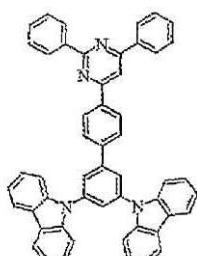
30



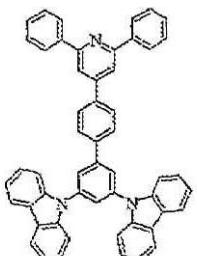
(A108)



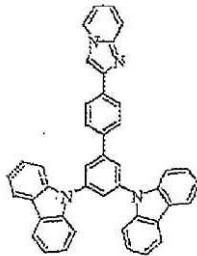
(A109)



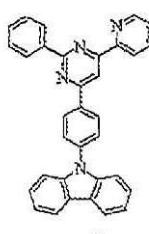
(A110)



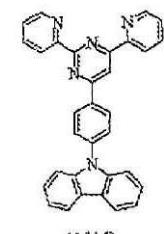
(A111)



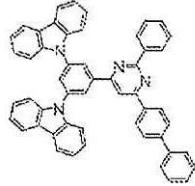
(A112)



(A113)



(A114)



(A115)

10

20

30

40

【 0 0 8 6 】

本発明のOLEDにおいて使用可能な発光材料に関して、イル(2フェニルキノリン)及びイル(1フェニルイソキノリン)型の発光材料が合成されるとともに、それらをドーパント発光材料として組み込むOLEDが、製造してきた。そのような素子は、高電流効率、高安定性、狭い発光領域、(高溶解度及び低蒸発温度等の)高加工性、高発光効率、及び/又は高発光効率を、有利に示し得る。

【 0 0 8 7 】

イル(3Mepy_3)の基底構造を用いて、異なるアルキル及びフルオロ置換パターンが、イル(2フェニルキノリン)及びイル(1フェニルイソキノリン)型の発光材料の材料加工性(蒸発温度、蒸発安定性、溶解度等)及び素子特性に関して構造-物性関係を確立するために研究してきた。アルキル及びフルオロ置換は、それらが、蒸発温度、溶解度、エネルギー準位、素子効率等の観点から広範囲の維持可能性を提供するために、特に重要である。さらに、アルキル及びフルオロ置換は、適切に適用される場合、化学的官能基として及び素子動作において安定的である。

【 0 0 8 8 】

本発明の一実施形態において、発光発光材料は、以下の式によって示される以下の部分

50

化学構造の一つによって示される置換化学構造を有する燐光有機金属化合物を含む。

【0089】

【化12】

LL'L''M

【0090】

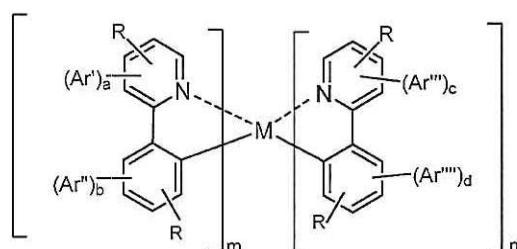
式中、Mは、八面体錯体を形成する金属であり、L、L'、L''は、各Lがsp²混成炭素及び窒素によりMに配位された置換又は非置換のフェニルピリジン配位子を含む等価又は不等価の二座配位子であり、L、L'及びL''の一つは、他の二つと少なくとも一つと不等価である。

【0091】

一実施形態において、燐光発光材料は、以下の化学構造によって示される置換化学構造を有する燐光有機金属化合物を含む。

【0092】

【化13】



10

20

【0093】

式中、各Rは、独立して、水素、アルキル、アルケニル、アルキニル、アルキルアリール、CN、CF₃、C_nF_{2n+1}、トリフルオロビニル、CO₂R、C(O)R、NR₂、NO₂、OR、ハロ、アリール、ヘテロアリール、置換アリール、置換ヘテロアリール又は複素環基からなる群より選択され、

Ar'、Ar''、Ar'''及びAr''''は、それぞれ独立して、フェニルピリジン配位子上の置換又は非置換のアリール或いはヘテロアリール非融合置換基を示し、

aは、0又は1であり、bは、0又は1であり、cは、0又は1であり、dは、0又は1であり、mは、1又は2であり、nは、1又は2であり、

m+nは、Mに配位されることができる配位子の最大数であり、

a、b、c及びdの少なくとも一つは、1であり、a及びbの少なくとも一つが1であるとともに、b及びcの少なくとも一つが1である場合、Ar'及びAr''の少なくとも一つは、Ar''、及びAr'''の少なくとも一つと異なる。

【0094】

他の実施形態において、燐光発光材料は、金属錯体を含み、該金属錯体は、イリジウム(Ir)、白金(Pt)、オスミウム(Os)、金(Au)、銅(Cu)、レニウム(Re)、ルテニウム(Ru)及び配位子から選択される金属原子を含む。さらに別の実施形態において、金属錯体は、オルト-メタル結合を有する。金属原子は、好ましくは、イリジウムである。

30

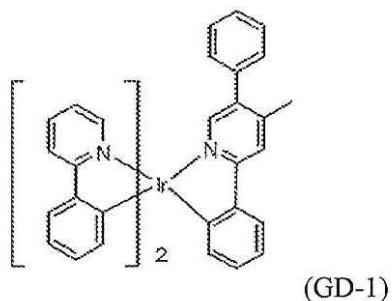
40

【0095】

好ましい実施形態において、燐光発光材料は、以下の部分化学構造(GD1)によって示される置換化学構造を有する燐光有機金属錯体を含む。

【0096】

【化14】



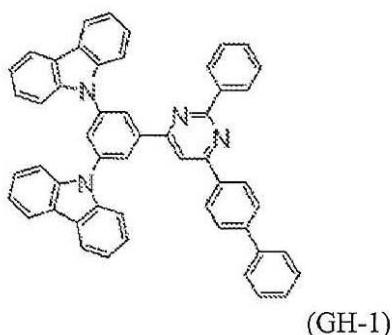
10

【0097】

好ましい実施形態において、本発明は、ホスト材料が式(GH-1)によって示される化学構造を有する非置換芳香族炭化水素化合物を含むOLEDに関し、

【0098】

【化15】



20

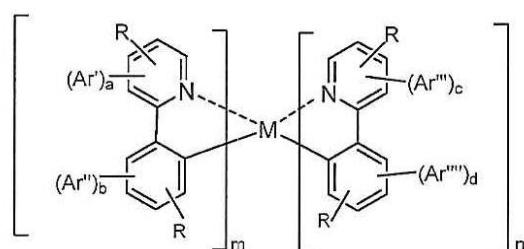
【0099】

燐光発光材料は、以下の化学構造によって示される置換化学構造を有する燐光有機金属化合物を含み、

【0100】

【化16】

30



【0101】

式中、各Rは、独立して、水素、アルキル、アルケニル、アルキニル、アルキルアリール、CN、CF₃、C_nF_{2n+1}、トリフルオロビニル、CO₂R、C(O)R、NR₂、NO₂、OR、ハロ、アリール、ヘテロアリール、置換アリール、置換ヘテロアリール又は複素環基からなる群より選択され、

A_{r'}、A_{r''}、A_{r'''}及びA_{r''''}は、それぞれ独立して、フェニルピリジン配位子上の置換又は非置換のアリール或いはヘテロアリール非融合置換基を示し、

aは、0又は1であり、bは、0又は1であり、cは、0又は1であり、dは、0又は1であり、mは、1又は2であり、nは、1又は2であり、

m+nは、Mに配位することができる配位子の最大数であり、

a、b、c及びdの少なくとも一つは、1であり、a及びbの少なくとも一つが1であるとともに、b及びcの少なくとも一つが1である場合、A_{r'}及びA_{r''}の少なくと

40

50

も一つは、Ar'、Ar''及びAr'''の少なくとも一つと異なる。

【0102】

本発明のOLEDは、正孔輸送層(正孔注入層)を含んでいてもよく、該正孔輸送層(正孔注入層)は、本発明の材料を含んでいるのが好ましい。また、本発明のOLEDは、電子輸送層及び/又は正孔遮断層を含んでいてもよく、該電子輸送層及び/又は正孔遮断層は、本発明の材料を含んでいるのが好ましい。

【0103】

本発明のOLEDは、陰極と有機薄膜層との間の中間層領域内に、還元性ドーパントを含んでいてもよい。記載される構造的構成を有するそのようなOLEDは、改良された発光輝度及び延長された寿命を示し得る。

10

【0104】

還元性ドーパントは、アルカリ金属、アルカリ金属錯体、アルカリ金属化合物、アルカリ土類金属、アルカリ土類金属錯体、アルカリ土類金属化合物、希土類金属、希土類金属錯体、希土類金属化合物等から選択される少なくとも一つのドーパントを含む。

【0105】

適切なアルカリ金属として、ナトリウム(仕事関数: 2.36 eV)、カリウム(仕事関数: 2.28 eV)、ルビジウム(仕事関数: 2.16 eV)、セシウム(仕事関数: 1.95 eV)等が挙げられる。2.9 eV以下の仕事関数を有する化合物が、特に好ましい。それらの中で、カリウム、ルビジウム及びセシウムが好ましく、より好ましくは、ルビジウム又はセシウムであり、さらにより好ましくは、セシウムである。

20

【0106】

アルカリ土類金属として、カルシウム(仕事関数: 2.9 eV)、ストロンチウム(仕事関数: 2.0 ~ 2.5 eV)、バリウム(仕事関数: 2.52 eV)等が挙げられ、2.9 eV以下の仕事関数を有する化合物が、特に好ましい。

【0107】

希土類金属として、スカンジウム、イットリウム、セリウム、テルビウム、イッテルビウム等が挙げられ、2.9 eV以下の仕事関数を有する化合物が、特に好ましい。

【0108】

上述の金属の中で、高い還元能力を有する金属を選択することが好ましく、電子注入領域に比較的少量の金属を添加することによって、発光輝度を向上させるとともに、OLEDの寿命を延長させることが可能となる。

30

【0109】

アルカリ金属化合物として、酸化リチウム(Li₂O)、酸化セシウム(Cs₂O)、酸化カリウム(K₂O)等のアルカリ金属酸化物、及びフッ化リチウム(LiF)、フッ化ナトリウム(NaF)、フッ化セシウム(CsF)、フッ化カリウム(KF)等のアルカリ金属ハロゲン化物が挙げられる。好ましい化合物として、フッ化リチウム(LiF)、酸化リチウム(Li₂O)及びフッ化ナトリウム(NaF)が挙げられる。

【0110】

アルカリ土類金属化合物として、上記化合物を混合することによって得られる酸化バリウム(BaO)、酸化ストロンチウム(SrO)、酸化カルシウム(CaO)、及びBa_xSr_{1-x}O(0 < x < 1)、Ba_xCa_{1-x}O(0 < x < 1)等が挙げられ、酸化バリウム(BaO)、酸化ストロンチウム(SrO)及び酸化カルシウム(CaO)が好ましい。

40

【0111】

希土類金属化合物として、フッ化イッテルビウム(YbF₃)、フッ化スカンジウム(ScF₃)、酸化スカンジウム(ScO₃)、酸化イットリウム(Y₂O₃)、酸化セリウム(Ce₂O₃)、フッ化ガドリニウム(GdF₃)、フッ化テルビウム(TbF₃)等が挙げられ、フッ化イッテルビウム(YbF₃)、フッ化スカンジウム(ScF₃)及びフッ化テルビウム(TbF₃)が好ましい。

【0112】

50

アルカリ金属錯体、アルカリ土類金属錯体及び希土類金属錯体は、それらがアルカリ金属イオン、アルカリ土類金属イオン及び希土類金属イオンの少なくとも一つの金属イオンを含んでいる限り、特に限定されるべきではない。配位子は、キノリノール、ベンゾキノリノール、アクリジノール、フェナントリジノール、ヒドロキシフェニルオキサゾール、ヒドロキシフェニルチアゾール、ヒドロキシジアリールオキサジアゾール、ヒドロキシジアリールチアジアゾール、ヒドロキシフェニルピリジン、ヒドロキシフェニルベンゾイミダゾール、ヒドロキシベンゾトリニアゾール、ヒドロキシフルボラン、ビピリジル、フェナントロリン、フタロシアニン、ポルフィリン、シクロペンタジエン、-ジケトン類、アゾメチン類、及びそれらの誘導体であるのが好ましい。しかしながら、適切な材料は、これら上述の化合物に限定されるものではない。

10

【0113】

還元性ドーパントは、界面領域において形成されてもよく、層状又は島状であるのが好ましい。形成方法は、抵抗加熱蒸着法によって還元性ドーパントを堆積させている間、界面領域を形成する発光材料及び電子注入材料に対応する有機物が、同時に堆積され、それによって、有機物内に還元性ドーパントを分散させる方法であり得る。分散濃度は、モル比で、有機物：還元性ドーパント = 約 100 : 1 ~ 1 : 100、好ましくは、約 5 : 1 ~ 1 : 5 の割合を有する。

【0114】

還元性ドーパントが層状に形成される場合、界面領域内の有機層である発光材料及び電子注入材料は、層状に形成され、それから、還元性ドーパントは、好ましくは、0.1 ~ 15 nm の厚みの層を形成するために、抵抗加熱蒸着法によって単独で堆積され得る。

20

【0115】

還元性ドーパントが島状に形成される場合、界面領域内の有機層である発光材料及び電子注入材料は、島状に形成され、それから、還元性ドーパントは、好ましくは、0.05 ~ 1 nm の厚みの島を形成するために、抵抗加熱蒸着発光法によって単独で堆積され得る。

【0116】

本発明のOLEDにおける主成分の還元性ドーパントに対するモル比は、好ましくは、モル比で、主成分：還元性ドーパント = 5 : 1 ~ 1 : 5、より好ましくは、2 : 1 ~ 1 : 2 である。

30

【0117】

本発明のOLEDは、好ましくは、発光層と陰極との間に電子注入層を有する。この点に関して、電子注入層は、電子輸送層として作用する層であり得る。電子注入層又は電子輸送層は、発光層中への電子の注入を補助するための層であり、大きな電子移動度を有する。電子注入層は、エネルギー準位における急変の緩和を含めてエネルギー準位を制御するために提供される。

【0118】

本発明のOLEDにおける各層の形成方法は、特に限定されるものではなく、これまでに公知であった真空蒸着法、スピンドルコート法等によって実行される形成方法が使用されることができる。本発明のOLEDのために使用される上記式 (GH 1) によって示されるホスト材料化合物を含む有機薄膜層は、それぞれ、溶媒中に化合物を溶解させることによって調製される溶液を用いて、真空蒸着、分子線蒸着法 (MBE 法)、及び浸漬、スピンドルコート、铸造、バーコーティング及びロールコーティング等のコーティング法等による公知の方法によって形成されることがある。

40

【0119】

本発明のOLEDにおける各有機層の膜厚は、特に限定されるものではない。一般的に、膜厚が小さすぎると、ピンホール等の欠陥に関連するのに対して、膜厚が大きすぎると、高電圧の印加を必要とし、OLEDの効率を低下させ得る。従って、膜厚は、一般的に、1乃至数 nm から 1 μm の範囲である。

【0120】

50

本発明の組み合わせによって、燐光ドーパントの三重項エネルギー準位及びホストの三重項エネルギー準位は、適切に制御される。その結果、高効率及び延長された寿命を有する有機エレクトロルミネセンス(EL)素子が得られる。

【0121】

本発明の有機エレクトロルミネセンス素子のための材料は、以下の一般式(1)又は(2)によって示されるホスト材料化合物を含む。

【0122】

【化17】



10

【0123】

【化18】



【0124】

上記式中、Czは、置換又は非置換のアリールカルバゾリル基又はカルバゾリルアルキレン基を示し、n及びmは、それぞれ1~3の整数を示す。

【0125】

アリールカルバゾリル基中のアリール基は、6~30個の炭素原子を有する。アリール基の例として、フェニル基、ナフチル基、アントリル基、フェナントリル基、ナフタセニル基、ピレニル基、フルオレニル基、ビフェニル基及びターフェニル基が挙げられる。これらの基の中で、フェニル基、ナフチル基、ビフェニル基及びターフェニル基が好ましい。

20

【0126】

カルバゾリルアルキレン基中のアルキレン基は、1~10個の炭素原子を有することが好ましい。アルキレン基の例として、メチレン基、エチレン基、プロピレン基、イソブロピレン基、nブチレン基、sブチレン基、イソブチレン基、tブチレン基、nペンチレン基、nヘキシレン基、nヘプチレン基、nオクチレン基、ヒドロキシメチレン基、クロロメチレン基及びアミノメチレン基が挙げられる。これらの基の中で、メチレン基、エチレン基、プロピレン基、イソブロピレン基、nブチレン基、tブチレン基及びnペンチレン基が好ましい。

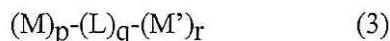
30

【0127】

一般式(1)及び(2)中、Aは、以下の一般式(3)によって示される基を示す。

【0128】

【化19】



40

【0129】

M及びM'は、それぞれ独立して、2~40個の炭素原子及び窒素原子を有し、置換又は非置換環を形成する芳香族複素環を示し、M及びM'は、同じ環又は異なる環を示してもよい。

【0130】

窒素原子を有する芳香族複素環の例として、ピリジン、ピリミジン、ピラジン、トリアジン、アジリジン、アザインドリジン、インドリジン、イミダゾール、インドール、イソインドール、インダゾール、プリン、ブテリジン、カルボリン、ナフチリジン、キノキサリン、ターピリジン、ビピリジン、アクリジン、フェナントロリン、フェナジン及びイミダゾピリジン(好ましくは、イミダゾ[1,2-a]ピリジン)の環が挙げられる。これらの環の中で、ピリジン、ターピリジン、ピリミジン、イミダゾピリジン(好ましくは、イミダゾ[1,2-a]ピリジン)及びトリアジンの環が好ましい。

【0131】

50

Lは、単結合、6～30個の炭素原子を有する置換又は非置換のアリール基又はアリーレン基、5～30個の炭素原子を有する置換又は非置換のシクロアルキレン基、或いは2～30個の炭素原子を有する置換又は非置換の芳香族複素環を示す。pは、0～2の整数を示し、qは、1又は2の整数を示し、rは、0～2の整数を示し、p+rは、1以上の整数を示す。

【0132】

6～30個の炭素原子を有するアリール基の例として、フェニル基、ビフェニル基、ターフェニル基、ナフチル基、アントラニル基、フェナントリル基、ピレニル基、クリセニル基、フルオランテニル基及びパーフルオロアリール基が挙げられる。これらの基の中で、フェニル基、ビフェニル基、ターフェニル基及びパーフルオロアリール基が好ましい。10

【0133】

6～30個の炭素原子を有するアリーレン基の例として、フェニレン基、ビフェニレン基、ターフェニレン基、ナフチレン基、アントラニレン基、フェナントリレン基、ピレニレン基、クリセニレン基、フルオランテニレン基及びパーフルオロアリーレン基が挙げられる。これらの基の中で、フェニレン基、ビフェニレン基、ターフェニレン基及びパーフルオロアリーレン基が好ましい。

【0134】

5～30個の炭素原子を有するシクロアルキレン基の例として、シクロペンチレン基、シクロヘキシレン基及びシクロヘプチレン基が挙げられる。これらの基の中で、シクロヘキシレン基が好ましい。20

【0135】

2～30個の炭素原子を有する芳香族複素環の例として、1 ピロリル基、2 ピロリル基、3 ピロリル基、ピラジニル基、2 ピリジニル基、3 ピリジニル基、4 ピリジニル基、1 インドリル基、2 インドリル基、3 インドリル基、4 インドリル基、5 インドリル基、6 インドリル基、7 インドリル基、1 イソインドリル基、2 イソインドリル基、3 イソインドリル基、4 イソインドリル基、5 イソインドリル基、6 イソインドリル基、7 イソインドリル基、2 フリル基、3 フリル基、2 ベンゾフラニル基、3 ベンゾフラニル基、4 ベンゾフラニル基、5 ベンゾフラニル基、6 ベンゾフラニル基、7 ベンゾフラニル基、1 イソベンゾフラニル基、3 イソベンゾフラニル基、4 イソベンゾフラニル基、5 イソベンゾフラニル基、6 イソベンゾフラニル基、7 イソベンゾフラニル基、2 キノリル基、3 キノリル基、4 キノリル基、5 キノリル基、6 キノリル基、7 キノリル基、8 キノリル基、1 イソキノリル基、3 イソキノリル基、4 イソキノリル基、5 イソキノリル基、6 イソキノリル基、7 イソキノリル基、8 イソキノリル基、2 キノキサニル基、5 キノキサニル基、6 キノキサニル基、1 カルバゾリル基、1 カルバゾリル基、2 カルバゾリル基、3 カルバゾリル基、4 カルバゾリル基、9 カルバゾリル基、1 フェナントリジニル基、2 フェナントリジニル基、3 フェナントリジニル基、4 フェナントリジニル基、6 フェナントリジニル基、7 フェナントリジニル基、8 フェナントリジニル基、9 フェナントリジニル基、10 フェナントリジニル基、1 アクリジニル基、2 アクリジニル基、3 アクリジニル基、4 アクリジニル基、9 アクリジニル基、1, 7 フェナントロリン 2 イル基、1, 7 フェナントロリン 3 イル基、1, 7 フェナントロリン 4 イル基、1, 7 フェナントロリン 5 イル基、1, 7 フェナントロリン 6 イル基、1, 7 フェナントロリン 8 イル基、1, 7 フェナントロリン 9 イル基、1, 7 フェナントロリン 10 イル基、1, 8 フェナントロリン 2 イル基、1, 8 フェナントロリン 3 イル基、1, 8 フェナントロリン 4 イル基、1, 8 フェナントロリン 5 イル基、1, 8 フェナントロリン 6 イル基、1, 8 フェナントロリン 7 イル基、1, 8 フェナントロリン 9 イル基、1, 8 フェナントロリン 10 イル基、1, 9 フェナントロリン 2 イル基、1, 9 フェナントロリン 3 イル基、1, 9 フェナントロリン 4 イル基、1, 9 フェナントロリン 5 イル基、1, 9 フェナントロリ

40
50

ン 6 イル基、1, 9 フェナントロリン 7 イル基、1, 9 フェナントロリン
 8 イル基、1, 9 フェナントロリン 10 イル基、1, 10 フェナントロリン
 2 イル基、1, 10 フェナントロリン 3 イル基、1, 10 フェナントロリン
 4 イル基、1, 10 フェナントロリン 5 イル基、2, 9 フェナントロリン 1
 イル基、2, 9 フェナントロリン 3 イル基、2, 9 フェナントロリン 4 イ
 ル基、2, 9 フェナントロリン 5 イル基、2, 9 フェナントロリン 6 イル基
 、2, 9 フェナントロリン 7 イル基、2, 9 フェナントロリン 8 イル基、2
 , 9 フェナントロリン 10 イル基、2, 8 フェナントロリン 1 イル基、2,
 8 フェナントロリン 3 イル基、2, 8 フェナントロリン 4 イル基、2, 8
 フェナントロリン 5 イル基、2, 8 フェナントロリン 6 イル基、2, 8 フエ
 ナントロリン 7 イル基、2, 8 フェナントロリン 9 イル基、2, 8 フェナン
 トロリン 10 イル基、2, 7 フェナントロリン 1 イル基、2, 7 フェナント
 ロリン 3 イル基、2, 7 フェナントロリン 4 イル基、2, 7 フェナントロリ
 ン 5 イル基、2, 7 フェナントロリン 6 イル基、2, 7 フェナントロリン
 8 イル基、2, 7 フェナントロリン 9 イル基、2, 7 フェナントロリン 10
 イル基、1 フエノキサジニル基、2 フエノキサジニル基、1 フエノチアジニル基
 、2 フエノチアジニル基、3 フエノチアジニル基、4 フエノチアジニル基、10
 フエノチアジニル基、1 フエノキサジニル基、2 フエノキサジニル基、3 フエノキ
 サジニル基、4 フエノキサジニル基、10 フエノキサジニル基、2 オキサゾリル基
 、4 オキサゾリル基、5 オキサゾリル基、2 オキサジアゾリル基、5 オキサジア
 ゾリル基、3 フラザニル基、2 チエニル基、3 チエニル基、2 メチルピロール
 1 イル基、2 メチルピロール 3 イル基、2 メチルピロール 4 イル基、2
 メチルピロール 5 イル基、3 メチルピロール 1 イル基、3 メチルピロール
 2 イル基、3 メチルピロール 4 イル基、3 メチルピロール 5 イル基、2
 t ブチルピロール 4 イル基、3 (2 フエニルプロピル) ピロール 1 イル基
 、2 メチル 1 インドリル基、4 メチル 1 インドリル基、2 メチル 3 イ
 ンドリル基、4 メチル 3 インドリル基、2 t ブチル 1 インドリル基、4
 t ブチル 1 インドリル基、2 t ブチル 3 インドリル基及び 4 t ブチル
 3 インドリル基が挙げられる。これらの基の中で、ピリジニル基及びキノリル基が好
 ましい。

10

20

30

40

【0136】

一般式(1)、(2)及び(3)中のCz, M又はM'によって示される基における置換基の例として、塩素原子、臭素原子及びフッ素原子等のハロゲン原子、カルバゾール基、置換及び非置換のアミノ基、ニトロ基、シアノ基、シリル基、トリフルオロメチル基、カルボニル基、カルボキシル基、置換及び非置換のアルキル基、置換及び非置換のアルケニル基、置換及び非置換のアリールアルキル基、置換及び非置換の芳香族基、置換及び非置換のヘテロ芳香族複素環基、置換及び非置換のアラルキル基、置換及び非置換のアリコキシ基、並びに置換及び非置換のアルキルオキシル基が挙げられる。これらの基の中で、フッ素原子、メチル基、パーフルオロフェニレン基、フェニル基、ナフチル基、ピリジル基、ピラジル基、ピリミジル基、アダマンチル基、ベンジル基、シアノ基及びシリル基が好ましい。

【0137】

上述の一般式(1)又は(2)によって示される化合物の結合モードを、n及びmによって示される数に従って、以下の表1に示す。

【0138】

【表1】

$n=m=1$	$n=2$	$n=3$	$m=2$	$m=3$
$Cz - A$	$Cz - A - Cz$	$Cz - A - Cz$	$A - Cz - A$	$A - Cz - A$
		Cz		A

【0 1 3 9】

10

上述の一般式(3)によって示される基の結合モードを、p, q 及び r によって示される数に従って、以下の表2に示す。

【0 1 4 0】

【表2】

N _b	p	q	r	結合モード
[1]	0	1	1	L-M'
[2]	0	1	2	L-M'-M', M'-L-M'
[3]	0	2	1	L-L-M', L-M'-L
[4]	0	2	2	L-L-M'-M', M'-L-L-M', L-M-M-L, M-L-M, L-L-L
[5]	1	1	0	M'がMに置換されていること以外 [1] と同様
[6]	1	1	1	M-L-M'
[7]	1	1	2	M-L-M'-M', M-L-M'
[8]	1	2	0	M'がMに置換されていること以外 [3] と同様
[9]	1	2	1	M-L-L-M', L-M-L-M', M-L-M'-L
[10]	1	2	2	M-L-L-M'-M', M'-L-L-M-M', M'-M-M-L-L, M-L-L-M-M', M-M-M-L-L
[11]	2	1	0	M'がMに置換されていること以外 [2] と同様
[12]	2	1	1	M'がMに、MがM'に置換されていること以外 [7] と同様
[13]	2	1	2	M-M-L-M'-M', M-M-M-M'
[14]	2	2	0	M'がMに置換されていること以外 [4] と同様
[15]	2	2	1	M'がMに、MがM'に置換されていること以外 [10] と同様
[16]	2	2	2	M-M-L-L-M'-M', M-M-M-L-M', M-L-M-M', M-M-L-L, M-M-L-L

【0141】

Aによって示される基に結合されるCzによって示される基は、Aによって示される基を示す一般式(3)中のM, L又はM'によって示される基の何れかに結合され得る。

【0142】

例えば、Aによって示される基が、一般式(1)又は(2)中のm=n=1であるCz Aによって示される化合物において表2(p=q=r=1)中の結合モード[6]を有する場合、結合モードは、Cz M L M'、M L(Cz) M'及びM L M' Czの三つの結合モードを含む。

【0143】

Aによって示される基が、一般式(1)中のn=2であるCz A Czによって示される化合物において表2(p=q=1及びr=2)中の結合モード[7]を有する場合、結合モードは、以下に示される結合モードを含む。

10

20

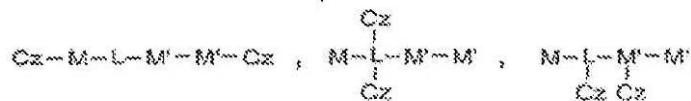
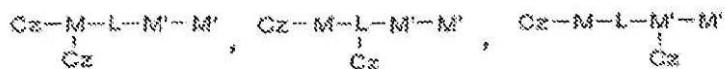
30

40

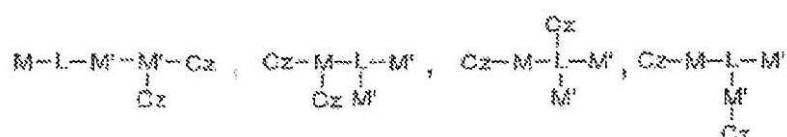
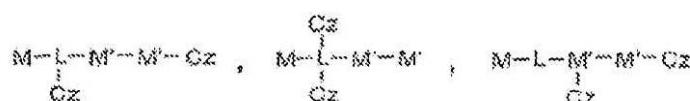
50

[0 1 4 4]

【化 2 0】



10



20

[0 1 4 5]

一般式(1), (2)又は(3)によって示される基の結合モード及び例示として上記に示される基の組み合わせに関して、以下の(i)~(iv)に示される化合物を含む有機EL素子のための材料が好ましい。

(i) 一般式(1)において $n = 1$ 並びに一般式(3)において $p = 1$ 及び $r = 0$ である有機EL素子のための材料

[0 1 4 6]

一般式(1)において、C_zは、置換又は非置換のアリールカルバゾリル基又はカルバゾリアルキレン基を示す。一般式(3)において、Mは、4又は5個の炭素原子及び窒素原子を有し、置換又は非置換環を形成する複素環六員環又は七員環、2~4個の炭素原子及び窒素原子を有し、置換又は非置換環を形成する複素環五員環、8~11個の炭素原子及び窒素原子を有し、置換又は非置換環を形成する複素環、或いは、置換又は非置換のイミダゾピリジニル(好ましくは、イミダゾ[1,2-a]ピリジニル)環を示す。Lは、6~30個の炭素原子を有する置換又は非置換のアリール基又はアリーレン基、或いは、2~30個の炭素原子を有する置換又は非置換の芳香族複素環を示す。

(i i) 一般式(1)において $n = 2$ 並びに一般式(3)において $p = 1$ 及び $r = 0$ である有機EL素子のための材料

[0 1 4 7]

一般式(1)において、C_zは、置換又は非置換のアリールカルバゾリル基又はカルバゾリルアルキレン基を示す。一般式(3)において、Mは、4又は5個の炭素原子及び窒素原子を有し、置換又は非置換環を形成する複素環六員環又は七員環、2~4個の炭素原子及び窒素原子を有し、置換又は非置換環を形成する複素環五員環、8~11個の炭素原子及び窒素原子を有し、置換又は非置換環を形成する複素環、或いは、置換又は非置換のイミダゾピリジニル(好ましくは、イミダゾ[1,2-a]ピリジニル)環を示す。Lは、6~30個の炭素原子を有する置換又は非置換のアリール基又はアリーレン基、或いは、2~30個の炭素原子を有する置換又は非置換の芳香族複素環を示す。

(i i i) 一般式(1)において $n = 1$ 並びに一般式(3)において $p = 2$ 及び $r = 0$ である有機EL素子のための材料

【 0 1 4 8 】

30

40

一般式(1)において、 C_z は、置換又は非置換のアリールカルバゾリル基又はカルバゾリルアルキレン基を示す。一般式(3)において、Mは、2~40個の炭素原子及び窒素原子を有し、置換又は非置換環を形成する芳香族複素環を示す。Lは、6~30個の炭素原子を有する置換又は非置換のアリール基又はアリーレン基、或いは、2~30個の炭素原子を有する置換又は非置換の芳香族複素環を示す。

(iv) 一般式(2)において $m = 2$ 並びに一般式(3)において $p = q = 1$ である有機EL素子のための材料

【0149】

一般式(2)において、 C_z は、置換又は非置換のアリールカルバゾリル基又はカルバゾリルアルキレン基を示す。一般式(3)において、M及びM'は、それぞれ独立して、2~40個の炭素原子及び窒素原子を有し、置換又は非置換環を形成する芳香族複素環を示す。M及びM'は、同じ環又は異なる環を示してもよく、Lは、6~30個の炭素原子を有する置換又は非置換のアリール基又はアリーレン基、5~30個の炭素原子を有する置換又は非置換のシクロアルキレン基、或いは、2~30個の炭素原子を有する置換又は非置換の芳香族複素環を示す。

【0150】

上記一般式(1)及び(2)において、 C_z は、好ましくは、置換又は非置換のアリールカルバゾリル基、及びより好ましくは、フェニルカルバゾリル基を示す。アリールカルバゾリル基のアリール部分は、カルバゾリル基で置換されていることが好ましい。

【0151】

一般式(1)又は(2)によって示される化合物の三重項状態のエネルギーギャップは、好ましくは、2.5~3.3eV、及びより好ましくは、2.5~3.2eVである。

【0152】

一般式(1)又は(2)によって示される化合物の一重項状態のエネルギーギャップは、好ましくは、2.8~3.8eV、及びより好ましくは、2.9~3.7eVである。

【0153】

化合物の三重項エネルギーギャップ及び一重項エネルギーギャップを、以下の方法に従って測定してもよい。

(1) 三重項エネルギーギャップの測定

【0154】

最低励起三重項エネルギー準位を測定する。試料の熒光スペクトルを測定する($10\ \mu\text{モル}/\text{L}$ ($\mu\text{mol}/\text{L}$)濃度で、EPA溶媒(容積比で、ジエチルエーテル:イソペンタン:エタノール=5:5:2)中に溶解、石英セル中で77Kまで冷却、FLUOROLOGII(SPEX社製)で測定)。熒光スペクトルの短波長側での増加線に対して接線を引き、該接線と横座標(発光の端部)との交点の波長を得る。得られた波長を、エネルギーに変換する。

(2) 一重項エネルギーギャップの測定

【0155】

励起一重項エネルギーギャップを測定する。試料のトルエン溶液($10^{-5}\ \text{mol}/\text{L}$)を用いて、株式会社日立製の紫外線及び可視光線の吸収用スペクトラメータによって、吸収スペクトルを得る。スペクトルの長波長側での増加線に対して接線を引き、該接線と横座標(吸収の端部)との交点の波長を得る。得られた波長を、エネルギーに変換する。

【0156】

ホスト材料の合成は以下の通りである。

【0157】

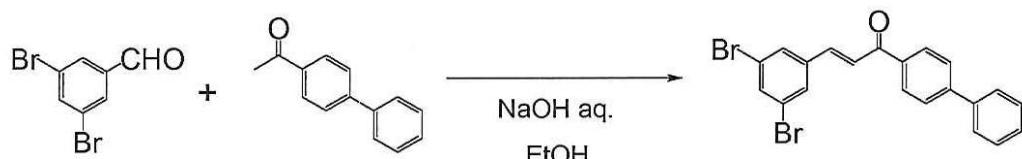
10

20

30

40

【化21】



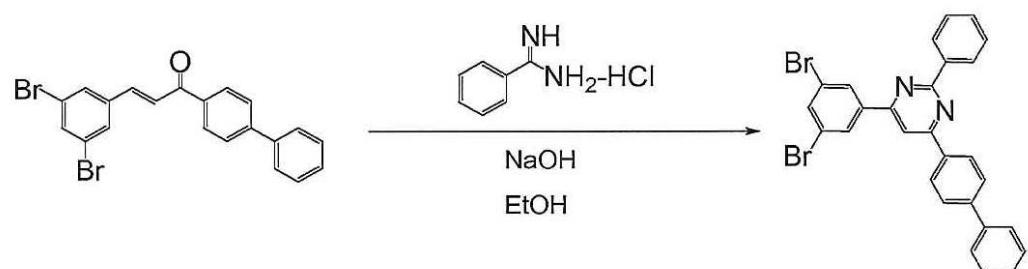
【0158】

1300 ml のエタノール中に、50.8 g (192 mmol) の 3,5-ジブロモベンズアルデヒド及び 37.8 g (192 mmol) の 4-アセチルビフェニルを添加した。混合物を、室温で攪拌し、次に、70 ml の水中の 14.2 g (356 mmol, 185 モル%) の水酸化ナトリウムの水溶液を、反応液中に徐々に滴下した。室温で 7 時間の間攪拌後、反応液を一晩静置した。沈殿物を、濾過によって回収し、水、そして次に、洗浄用エタノール中に分散させ、真空乾燥後、淡黄色固体として 82.9 g (収率 99%) の目的のカルコン化合物を得た。

10

【0159】

【化22】



20

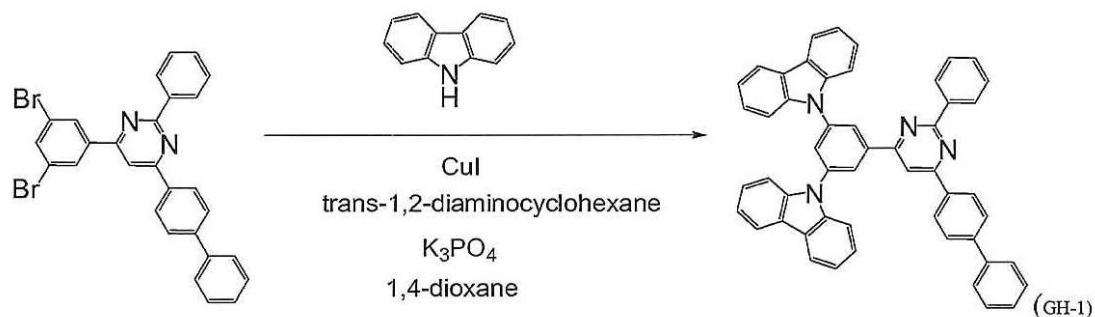
【0160】

1000 ml のエタノール中に、上述のように合成された 82.9 g (187 mmol) のカルコン化合物及び 30.2 g (193 mmol, 103 モル%) のベンズアミジン塩酸塩を添加した。混合物を、室温で攪拌し、次に、15.0 g (374 mmol, 200 モル%) の水酸化ナトリウムを、反応液中に徐々に滴下した。その後、反応液を、還流温度まで加熱し、8 時間の間攪拌後、一晩静置した。沈殿物を、濾過によって回収し、沈殿物を、濾過によって回収し、メタノールで洗浄し、真空乾燥後、白色固体として 46.3 g (収率 45%) の目的のピリミジン化合物を得た。

30

【0161】

【化23】



40

【0162】

1000 ml フラスコ中に、上述のように合成された 46.2 g (85.2 mmol) のピリミジン化合物、34.2 g (204 mmol, 240 モル%) のカルバゾール、1.6 g (8.5 mmol, 10 モル%) のヨウ化銅及び 54.3 g (256 mmol, 300 モル%) のリン酸三カリウムを添加した。内部大気をアルゴン(Ar)ガスで置換後、300 ml の乾燥 1,4-ジオキサンを、フラスコに添加した。温度を 70 まで上昇さ

50

せ、内容物を搅拌した。次に、反応液に、1.9 g (17.4 mmol、20モル%) のトランス 1,2 シクロヘキサンジアミンを添加し、還流温度まで加熱した。5時間後、反応液に、1.6 g (8.5 mmol、10モル%) のヨウ化銅、1.0 g (8.7 mol、10モル%) のトランス 1,2 シクロヘキサンジアミン及び 18.1 g (85 mmol、100モル%) のリン酸三カリウムを添加し、還流温度で 10 時間の間搅拌した。反応液を濃縮し、沈殿固体をトルエン中に溶解するとともに、不溶性物質を濾過によって除去した。回収された濾液を、減圧下で濃縮した。沈殿固体を、トルエンから二度再結晶化し、白色固体として 37.7 g (収率 62%) の好ましいホスト材料を得た。

【実施例】

【0163】

本発明について、以下の実施例及び比較例を参照して、さらに詳細に説明する。しかしながら、本発明は、以下の例によって限定されるものではない。

【0164】

(有機EL素子の製造)

(実施例 1)

【0165】

インジウムスズ酸化物 (ITO) の透明電極 (ジオマテック株式会社製) を有するガラス基板 (サイズ: 25 mm × 75 mm × 1.1 mm) を、5分間、イソプロピルアルコール中で超音波洗浄し、30分間、UV (紫外線) / オゾン洗浄した。

【0166】

透明電極を有するガラス基板を洗浄した後、該ガラス基板を、真空蒸着装置の基板ホルダ上に実装した。透明電極線が提供されるガラス基板の表面を覆うために、40 nm の厚みの HT 1 及び 20 nm の厚みの HT 2 を蒸着することによって、正孔輸送 (HT) 層をまず形成した。

【0167】

緑色発光ホストとして GH-1 及び緑色発光ドーパントとして GD-1 を、40 nm の厚みの正孔輸送層上に共堆積させることによって、緑色発光発光層を得た。GD-1 の濃度は、15重量%であった。

【0168】

次に、陰極を得るために、40 nm 厚の電子輸送 (ET-1) 層、1 nm 厚のフッ化リチウム (LiF) 層及び 80 nm 厚の金属アルミニウム層を、順に形成した。LiF 層は、電子注入可能電極であり、1 (オングストローム) / 秒の速度で形成した。

(比較例 1)

【0169】

緑色発光ホストとして GH-1 の代わりに CBP (4,4'-ビス(N-カルバゾリル)ビフェニル) を、緑色発光ドーパントとして GD-1 の代わりに Ir(ppy)₃ を使用したこと以外は、実施例 1 と同様にして、有機 EL 素子を調製した。

(比較例 2)

【0170】

緑色発光ドーパントとして GD-1 の代わりに Ir(ppy)₃ を使用したこと以外は、実施例 1 と同様にして、有機 EL 素子を調製した。

(比較例 3)

【0171】

緑色発光ホストとして GH-1 の代わりに CBP を使用したこと以外は、実施例 1 と同様にして、有機 EL 素子を調製した。

【0172】

実施例 1 及び比較例 1 ~ 3 に係る素子の構造を、表 3 に示す。

【0173】

10

20

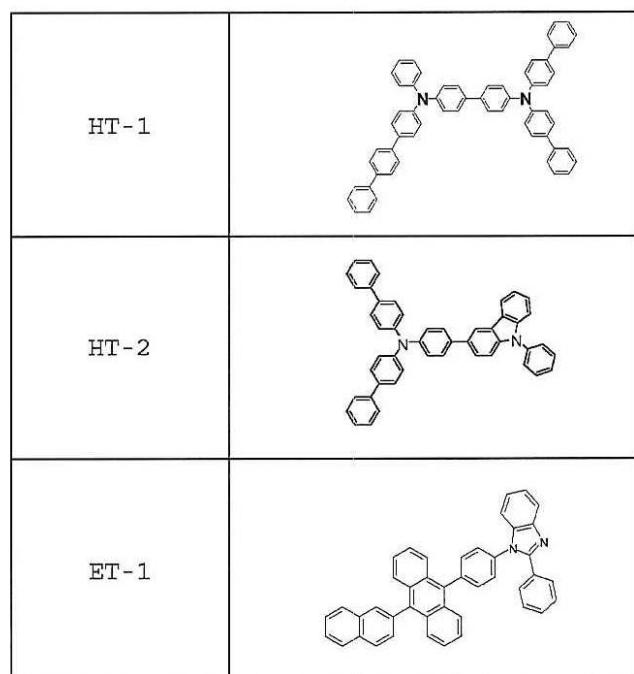
30

40

【表3】

		正孔輸送層	緑色発光発光層	電子輸送層
実施例1	HT-1/HT-2		15%GD-1 GH-1	ET-1
比較例1	HT-1/HT-2		15%Ir(piq) ₃ CBP	ET-1
比較例2	HT-1/HT-2		15%Ir(piq) ₃ GH-1	ET-1
比較例3	HT-1/HT-2		15%GD-1 CBP	ET-1

10



20

30

(有機EL素子の評価)

【0174】

実施例1及び比較例1～3において製造された有機EL素子を、それぞれ、1mA/cm²の直流電流によって発光させ、発光色度、発光(L)及び電圧を測定した。測定値を用いて、電流効率(L/J)及び発光効率(1m/W)を得た。結果を表4に示す。

【0175】

40

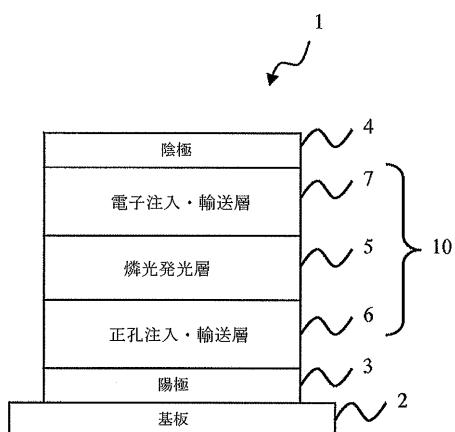
【表4】

発光体	ホスト		電圧	電流 効率	発光 効率	色度(CIEカラー システム)		20,000cd/m ² で の素子寿命 80	20,000cd/m ² で の素子寿命 50
			(V)	(cd/A)	(lm/W)	X	y	(hrs)	(hrs)
<hr/>									
GD - 1	GH - 1	実施例1	3.08	70.0	71.5	0.336	0.624	80	540
Ir(ppy) ₃	CBP	比較例1	4.29	9.0	6.6	0.293	0.635	15	80
Ir(ppy) ₃	GH - 1	比較例2	3.45	66.8	60.9	0.329	0.623	30	300
GD - 1	CBP	比較例3	3.90	12.8	10.3	0.313	0.635	50	250

【0176】

表2から明らかなように、実施例1に係る有機EL素子は、比較例1～3に係る有機EL素子に比し、優れた発光効率及び長寿命を示した。

【図1】



【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No PCT/US2011/024553

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. H01L51/50 ADD. H01L51/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

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

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT
--

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2004/086745 A1 (IWAKUMA TOSHIHIRO [JP] ET AL) 6 May 2004 (2004-05-06) paragraphs [0194] - [0199]; examples 10,11; table 5 paragraphs [0013] - [0025] paragraphs [0049] - [0051] paragraph [0073] ----- EP 1 486 550 A1 (IDEMITSU KOSAN CO [JP]) 15 December 2004 (2004-12-15) paragraphs [0076] - [0086]; examples 4,5; tables 1,3-2 paragraphs [0011] - [0016] paragraphs [0032] - [0039] paragraphs [0070] - [0072] -----	1-11
X		1-11



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

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

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search 19 October 2011	Date of mailing of the international search report 26/10/2011
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Konráðsson, Ásgeir

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/US2011/024553

Patent document cited in search report	Publication date		Patent family member(s)		Publication date
US 2004086745	A1	06-05-2004	EP	1489155 A1	22-12-2004
			EP	2169028 A2	31-03-2010
			WO	03080760 A1	02-10-2003
			JP	4316387 B2	19-08-2009
			JP	2009088538 A	23-04-2009
			TW	200904942 A	01-02-2009
			US	2005249976 A1	10-11-2005
<hr/>					
EP 1486550	A1	15-12-2004	CN	1643105 A	20-07-2005
			WO	03078541 A1	25-09-2003
			JP	4060802 B2	12-03-2008
			TW	I272873 B	01-02-2007
			US	2005127823 A1	16-06-2005

フロントページの続き

(51) Int.Cl.

F I

テーマコード(参考)

C 0 7 D 213/16

(81) 指定国 AP(BW,GH,GM,KE,LR,LS,MW,MZ,NA,SD,SL,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,MD,RU,TJ,TM),EP(AL,AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV,MC,MK,MT,NL,NO,PL,PT,RO,R,S,SE,SI,SK,SM,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AO,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BH,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CL,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,DO,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,GT,HN,HR,HU,ID,IL,IN,IS,JP,KE,KG,KM,KN,KP,KR,KZ,LA,LC,LK,LR,LS,LT,LU,LY,MA,MD,ME,MG,MK,MN,MW,MX,MY,MZ,NA,NG,NI,NO,NZ,OM,PE,PG,PH,PL,PT,RO,RS,RU,SC,SD,SE,SG,SK,SL,SM,ST,SV,SY,TH,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,ZA,ZM,ZW

(72) 発明者 マイケル エス ウィーバー

アメリカ合衆国 ニュージャージー州 08540 プリンストン ジョナサン コート 160
6

(72) 発明者 ジュリア ジェイ ブラウン

アメリカ合衆国 ペンシルバニア州 19067 ヤードレイ ウエストオーバー ロード 14
05

(72) 発明者 西村 和樹

千葉県袖ヶ浦市上泉1280

(72) 発明者 岩隈 俊裕

千葉県袖ヶ浦市上泉1280

(72) 発明者 吉田 圭

千葉県袖ヶ浦市上泉1280

F ターム(参考) 3K107 AA01 BB01 CC04 CC21 CC24 DD53 DD59 DD64 DD67 DD68
DD69 FF13 FF20
4C055 AA01 BA02 BA08 BB04 CA01 DA01 GA02
4C063 AA03 BB06 CC31 DD08 EE05
4H050 AA03 AB92 WB11 WB14 WB21

【要約の続き】

LL'L'M

【選択図】図1

专利名称(译)	有机发光元件和用于有机发光元件的材料		
公开(公告)号	JP2014511563A	公开(公告)日	2014-05-15
申请号	JP2013553411	申请日	2011-02-11
[标]申请(专利权)人(译)	环球展览公司 出光兴产株式会社		
申请(专利权)人(译)	通用显示器公司 出光兴产株式会社		
[标]发明人	山本均 マイケルエス ウィーバー ジュリア ジェイ ブラウン 西村和樹 岩隈俊裕 吉田圭		
发明人	山本 均 マイケル エス ウィーバー ジュリア ジェイ ブラウン 西村 和樹 岩隈 俊裕 吉田 圭		
IPC分类号	H01L51/50 C09K11/06 C07F15/00 C07D403/14 C07D213/16		
CPC分类号	H01L51/5028 H01L51/0067 H01L51/0072 H01L51/0085 H01L51/5012		
FI分类号	H05B33/14.B C09K11/06.650 C09K11/06.660 C07F15/00.E C07D403/14 C07D213/16		
F-TERM分类号	3K107/AA01 3K107/BB01 3K107/CC04 3K107/CC21 3K107/CC24 3K107/DD53 3K107/DD59 3K107/DD64 3K107/DD67 3K107/DD68 3K107/DD69 3K107/FF13 3K107/FF20 4C055/AA01 4C055/BA02 4C055/BA08 4C055/BB04 4C055/CA01 4C055/DA01 4C055/GA02 4C063/AA03 4C063/BB06 4C063/CC31 4C063/DD08 4C063/EE05 4H050/AB92 4H050/WB11 4H050/WB14 4H050/WB21		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

提供了一种有机薄膜发光层，其在阴极和阳极之间包括单层或多层。有机薄膜发光层包括至少一个有机发光层，并且至少一个发光层包括至少一种主体材料和至少一种磷光发光材料。主体材料包含由下式(1)或(2)表示的取代或未取代的烃化合物。[化学1][化学2]磷光发光材料包括磷光有机金属配合物，该磷光有机金属配合物具有由以下化学式表示的以下部分化学结构之一表示的取代化学结构：[化学5][选型图]图1。

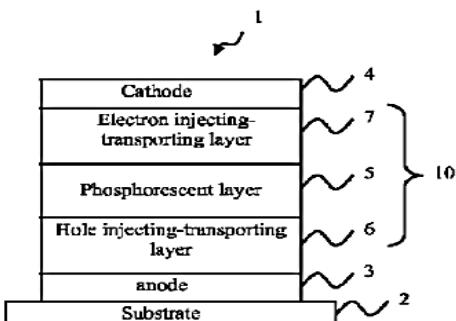


FIG. 1