

(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2006-505956

(P2006-505956A)

(43) 公表日 平成18年2月16日(2006.2.16)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H01L 51/50 (2006.01)	H05B 33/14 B	3K007
C07F 15/00 (2006.01)	C07F 15/00 E	4H050
C09K 11/06 (2006.01)	C09K 11/06 660	
	C09K 11/06 680	

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 25 頁)

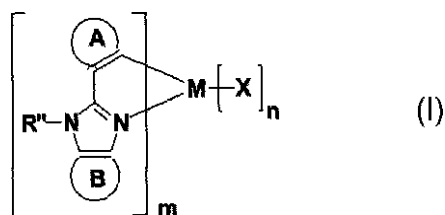
(21) 出願番号	特願2004-551868 (P2004-551868)	(71) 出願人	503055897 ユニバーサル ディスプレイ コーポレイ ション アメリカ合衆国、ニュージャージー、ユー イング、 フィリップス プールバード 375
(86) (22) 出願日	平成15年11月7日 (2003. 11. 7)	(71) 出願人	502023332 ザ ユニバーシティ オブ サザン カリ フォルニア アメリカ合衆国、カリフォルニア、ロサン ゼルス、 サウス ホープ ストリート 3716、スウィート 313
(85) 翻訳文提出日	平成17年6月29日 (2005. 6. 29)	(74) 代理人	100064908 弁理士 志賀 正武
(86) 国際出願番号	PCT/US2003/035535		
(87) 国際公開番号	W02004/045002		
(87) 国際公開日	平成16年5月27日 (2004. 5. 27)		
(31) 優先権主張番号	10/291, 338		
(32) 優先日	平成14年11月8日 (2002. 11. 8)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 有機発光物質及びデバイス

(57) 【要約】

有機発光デバイスが提供される。このデバイスは、アノード、カソード、及びアノードとカソードの間に配置された発光層を含む。前記発光層は、構造 (I) (Mは40より大きな原子量を有する金属、mは少なくとも1、nは少なくとも0、R'はH又はいずれかの置換基、Xは補助配位子、及びAはアリール及びヘテロアリール環からなる群から選択され、そしてBはアリール環である。) を有する物質を含む。上記物質の光活性配位子を含む物質もまた提供される。

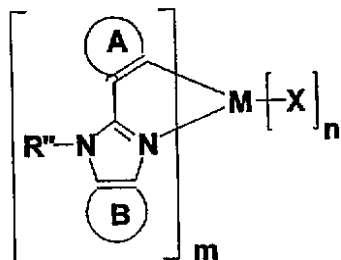


【特許請求の範囲】

【請求項 1】

- (a) アノード；
- (b) カソード；及び
- (c) 以下の構造：

【化 1】



10

(式中、Mは40より大きな原子量を有する金属であり、mは少なくとも1であり、nは少なくとも0であり、R'はH又は任意の置換基を表し、Xは補助配位子であり、そしてAはアリール及びヘテロアリール環からなる群から選択され、そしてBはアリール環である。)を有する物質を含み、前記アノードと前記カソードの間に配置された発光層、を含む有機発光デバイス。

20

【請求項 2】

A及びBの少なくとも1つが置換基を有する、請求項1に記載のデバイス。

【請求項 3】

Mが、Ir、Pt、Pd、Rh、Re、Ru、Os、Tl、Pb、Bi、In、Sn、Sb、Te、Au、及びAgからなる群から選択される、請求項1に記載のデバイス。

【請求項 4】

MがIrである、請求項1に記載のデバイス。

【請求項 5】

MがPtである、請求項1に記載のデバイス。

【請求項 6】

nが0である、請求項1に記載のデバイス。

30

【請求項 7】

前記発光物質がポリマー中に組み込まれている、請求項1に記載のデバイス。

【請求項 8】

前記発光物質が dendrimer 中に組み込まれている、請求項1に記載のデバイス。

【請求項 9】

前記発光層がさらにホスト物質を含む、請求項1に記載のデバイス。

【請求項 10】

前記発光物質が前記ホスト物質中のドーパントである、請求項9に記載のデバイス。

【請求項 11】

前記発光物質が本質的に前記発光物質そのものの薄膜からなる、請求項1に記載のデバイス。

40

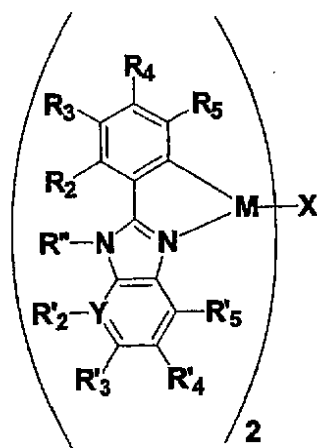
【請求項 12】

mが2、且つnが1である、請求項3に記載のデバイス。

【請求項 13】

前記発光層が以下の構造：

【化 2】



10

(式中、MはIrであり；

YはCであり；かつ、

R₂、R₃、R₄、R₅、R'₂、R'₃、R'₄、およびR'₅は、H及び任意の置換基からなる群から、それぞれ独立に選択される。)

を有する物質を含む、請求項1に記載のデバイス。

20

【請求項14】

R₂、R₃、R₄、R₅、R'₂、R'₃、R'₄、及びR'₅は、それぞれ水素原子であり、R''は-CH₃であり、且つXがacacである、請求項13に記載のデバイス。

【請求項15】

R₂、R₃、R₄、R₅、R'₂、R'₃、R'₄、及びR'₅の少なくとも1つの基が、R₂、R₃、R₄、R₅、R'₂、R'₃、R'₄、及びR'₅の別の基と連結して環を形成している、請求項13に記載のデバイス。

【請求項16】

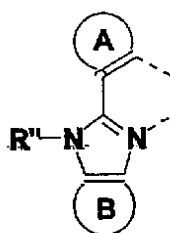
(a) アノード；

(b) カソード；及び

(c) 以下の構造を有する配位子；

30

【化 3】



40

(式中、前記配位子は40よりも大きな原子量を有する金属に結合しており、かつA及びBはヘテロ環であり、かつR''はH及び任意の置換基から選択される。) をもつ物質を含み、前記アノードと前記カソードの間に配置された発光層、を含む有機発光デバイス。

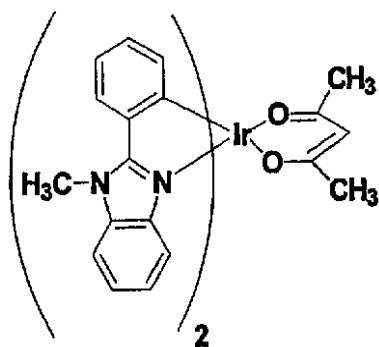
【請求項17】

(a) アノード；

(b) カソード；及び

(c) 以下の構造；

【化 4】



10

を有する物質を含み、前記アノードと前記カソードの間に配置された発光層、を含む有機発光デバイス。

【請求項 18】

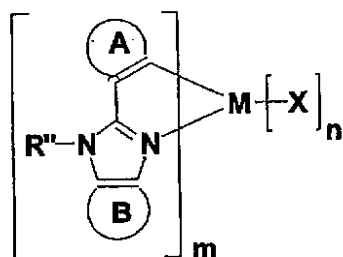
前記デバイスが 500 cd/m^2 の輝度において、少なくとも 22.5 cd/A の発光効率を有する、請求項 1 に記載のデバイス。

【請求項 19】

以下の構造：

【化 5】

20



(式中、Mは40より大きな原子量を有する金属であり、mは少なくとも1であり、nは少なくとも0であり、R'はH又は任意の置換基であり、Xは補助配位子であり、そしてAはアリール及びヘテロアリール環からなる群から選択され、そしてBはアリール環である。)

30

を有する発光物質。

【請求項 20】

A及びBの少なくとも1つが置換基を有する、請求項 19 に記載の発光物質。

【請求項 21】

Mが、Ir、Pt、Pd、Rh、Re、Ru、Os、Tl、Pb、Bi、In、Sn、Sb、Te、Au、及びAgからなる群から選択される、請求項 19 に記載の発光物質。

【請求項 22】

MがIrである、請求項 19 に記載の発光物質。

40

【請求項 23】

MがPtである、請求項 19 に記載の発光物質。

【請求項 24】

nが0である、請求項 19 に記載の発光物質。

【請求項 25】

前記発光物質がポリマー中に組み込まれている、請求項 19 に記載の発光物質。

【請求項 26】

前記発光物質が dendrimer 中に組み込まれている、請求項 19 に記載の発光物質。

【請求項 27】

前記発光層がホスト物質をさらに含む、請求項 19 に記載の発光物質。

50

【請求項 28】

前記発光物質が前記ホスト物質中のドーパントである、請求項 27 に記載の発光物質。

【請求項 29】

前記発光物質が本質的に前記発光物質そのものの薄膜からなる、請求項 19 に記載の発光材料。

【請求項 30】

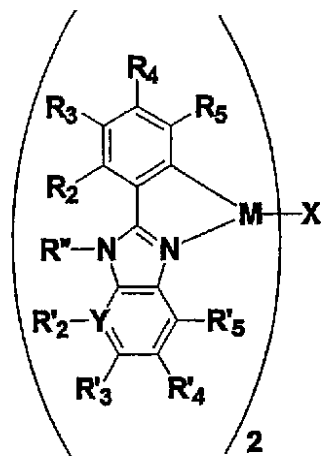
m が 2 であり、且つ n が 1 である、請求項 21 に記載の発光物質。

【請求項 31】

前記発光層が以下の構造：

【化 6】

10



20

(式中、M は Ir であり；

Y は C であり；そして、

R₂、R₃、R₄、R₅、R'₂、R'₃、R'₄、及び R'₅ は、水素原子及び任意の置換基からなる群からそれぞれ独立に選択される。)

を有する物質を含む、請求項 19 に記載の発光物質。

【請求項 32】

R₂、R₃、R₄、R₅、R'₂、R'₃、R'₄、及び R'₅ はそれぞれ水素原子で

30

あり、R' は -CH₃ であり、且つ X は acac である、請求項 31 に記載の発光物質。

【請求項 33】

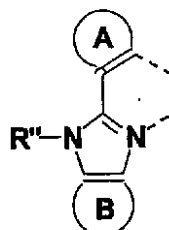
R₂、R₃、R₄、R₅、R'₂、R'₃、R'₄、及び R'₅ の基の少なくとも 1 つが、R₂、R₃、R₄、R₅、R'₂、R'₃、R'₄、及び R'₅ の別の基と連結して環を形成している、請求項 31 に記載の発光物質。

【請求項 34】

以下の構造をもつ配位子：

【化 7】

40



(ここで、前記配位子は 40 より大きな原子量を有する金属に結合しており、かつ A 及び B はヘテロ環であり、かつ R' は H 及び任意の置換基からなる群から選択される。)

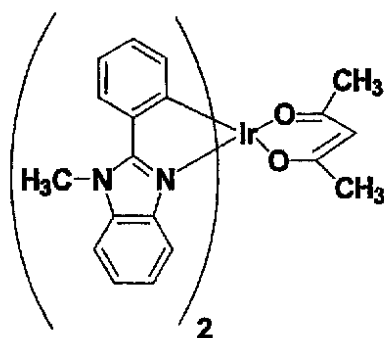
を有する発光物質。

50

【請求項 35】

以下の構造：

【化 8】



10

を有する発光物質。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は有機発光デバイス（OLED）、及びより具体的にはそのようなデバイスに用いられる有機物質（有機材料）に関する。

【背景技術】

20

【0002】

有機材料を利用する光電子（オプトエレクトリック）デバイスは、多くの理由のためにますます魅力あるものになってきている。そのようなデバイスを作るために用いられる多くの材料はかなり安価であり、そのため有機光電子デバイスは無機デバイスよりもコスト優位性についての潜在力を有する。加えて、有機材料の生来の特性、例えばそれらの柔軟性は有機材料を柔軟な基材上への加工などの特定用途に非常に適したものにしている。有機光電子デバイスの例は、有機発光デバイス（OLED）、有機光トランジスター、有機光電池セル、及び有機光センサーを含む。OLEDについては、有機材料は従来材料よりも性能の優位性を有することができる。例えば、有機発光層が発光する波長は、一般に適当なドーパントで容易に調整されうる。

30

【0003】

本明細書で用いるように、「有機」の語は、光電子デバイスを製造するために用いることができる高分子物質並びに小分子有機物質を含む。「小分子（スモールモレキュール）」は、高分子でない全ての有機物質をいい、「小分子」は、実際は非常に大きいこともできる。小分子は、いくつかの状況においては繰り返し単位を含むこともできる。例えば、置換基として長鎖アルキル基を用いることは、「小分子」の種類からその分子を除外することにはならない。小分子はまた、例えば、高分子骨格上の側鎖（ペンダント基）又は骨格の一部として、高分子中に組み込まれることもできる。小分子はまた、 dendritic の中心基としての役割も果たすことができ、 dendritic は中心基の上に構築された一連の化学的外殻構造からなる。 dendritic の中心基は、蛍光又は燐光小分子発光体であること

40

【0004】

OLEDは、デバイスを横切って電圧が印加された場合に発光する有機薄膜を用いる。OLEDは、フラットパネルディスプレイ、イルミネーション、及びバックライトなどの用途に使用するためのますます興味ある技術になっている。様々なOLED材料及び構成が、米国特許第5,844,363号、同6,303,238号、及び同5,707,745号明細書に記載されており、それら全てを本願に援用する。

【0005】

OLEDデバイスは通常（しかし常にではない）、電極の少なくとも1つを通して発光することが意図されており、そして1以上の透明電極が有機光電子デバイスにおいて有用

50

でありえる。例えば、インジウム錫オキシド（ITO）などの透明電極材料は、ボトム電極として使用されうる。米国特許第5,703,436号及び同5,707,745号明細書（これら全てを本願に援用する）に開示されているような、透明なトップ電極もまた使用されうる。ボトム電極を通してのみ発光することを意図されたデバイスにとっては、トップ電極は透明である必要はなく、そして高い電気伝導度を有する厚い且つ反射性の金属層から構成されることができる。同様に、トップ電極を通してのみ発光することを意図されたデバイスにとっては、ボトム電極は不透明及び／又は反射性であることができる。電極が透明である必要がない場合には、より厚い層を用いることはより高い導電性を与え、そして反射性電極を用いることは、透明電極に向けて光を反射することによって、他の電極を通して発光する光の量を増加させうる。完全に透明なデバイスもまた製造することができ、この場合双方の電極が透明である。側方発光OLEDもまた製造されることができ、そして、そのようなデバイスにおいて1つ又は両方の電極が不透明又は反射性であることができる。

10

【0006】

ここで使用するように、「トップ」は基材から最も離れていることを意味し、「ボトム」は基材に最も近いことを意味する。例えば、2つの電極を有するデバイスに対して、ボトム電極は基材に最も近い電極であり、そして通常は最初に作られる電極である。ボトム電極は2つの表面、基材に最も近いボトム面、及び基材からより遠くのトップ面、を有する。第一の層が第二の層の「上に配置される」として説明される場合は、第一の層は基材からより離れて配置される。第一の層が第二の層と「物理的に接触して」というと明示されていない限り、第一及び第二の層の間に他の層があることができる。例えば、間に様々な有機層がある場合であっても、カソードはアノードの「上に配置される」として説明されうる。

20

【0007】

燐光発光材料に対する1つの用途は、フルカラーディスプレイである。そのようなディスプレイのための工業規格は、飽和色といわれる特定色を発するように適合された画素（ピクセル）を要求する。特に、これらの規格は飽和赤、飽和緑、飽和青の画素を要求する。色はCIE座標を用いて測定されることができ、これは当技術分野で周知である。CIE座標はH. Zollinger, "Color Chemistry" VCH Publishers, 1991 及び、H. J. A. Dartnall, J. K. Bowmaker, 及びJ. D. Mollon, Proc. Roy. Soc. B(London), 1983, 220, 115-130に記載されており、これらを本願に援用する。

30

【0008】

燐光発光材料の別の応用はフルカラー又は別のディスプレイであり、それは電池によって駆動されることが意図されており、例えば、携帯電話又はデジタルカメラのディスプレイである。そのような用途に対しては、電力効率が特に重要なパラメータであるが、なぜなら効率的な発光は著しくバッテリー寿命を延ばすことができ、及び／又は小さな電池の使用を可能にするからである。照明は別の用途であり、ここでは効率が特に重要であるが、なぜなら照明用途に使用される莫大な量の電力のためである。効率も多くの他の用途にとって同様に重要である。さらに、高効率により長い寿命をもたらすことができ、なぜなら非効率的なデバイスは、通常、発光するのに代えて熱に電力を消費し、そして熱はデバイスの寿命に不利に影響しうるからである。

40

【特許文献1】米国特許第5,844,363号明細書

【特許文献2】米国特許第6,303,238号明細書

【特許文献3】米国特許第5,707,745号明細書

【特許文献4】米国特許第5,703,436号明細書

【特許文献5】米国特許第4,769,292号明細書

【非特許文献1】Baldoら、Nature, Vol. 395, 151-154頁, 1998年

【非特許文献2】Baldoら、Appl. Phys. Lett., vol. 75, No.3, 4-6頁、1999年

【発明の開示】

【課題を解決するための手段】

50

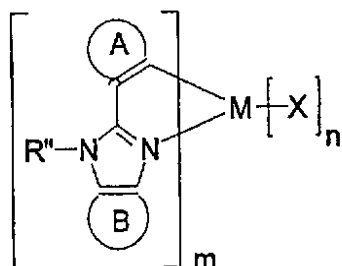
【 0 0 0 9 】

〔 本発明のまとめ 〕

有機発光デバイスを提供する。このデバイスは、アノード、カソード、及び前記アノード及び前記カソードの間に配置された発光層を含む。この発光層は以下の構造を有する物質を含む：

【 0 0 1 0 】

【 化 1 】



10

【 0 0 1 1 】

上記式中、Mは40より大きな原子量を有する金属であり、mは少なくとも1であり、nは少なくとも0であり、R''はH又は任意の置換基であり、Xは補助配位子であり、かつ、Aはアリール及びヘテロアリール環からなる群から選択され、かつ、Bはアリール環である。上記物質の、光活性配位子を含む物質もまた提供される。

20

【 0 0 1 2 】

〔 詳細な説明 〕

一般に、OLEDは、アノード及びカソードに電氣的に接続され且つこれらの間に配置された少なくとも1つの有機層を含む。電流が流された場合、(場合により2以上の)有機層中にアノードはホールを注入し且つカソードは電子を注入する。この注入されたホール及び電子はそれぞれ逆に帯電した電極に向かって移動する。電子及びホールが同じ分子上に局在化した場合、励起エネルギー状態を有する局在化した電子-ホール対である「励起子」が形成される。この励起子が発光機構を通じて緩和するときに、光が放射される。いくつかの場合、この励起子はエキシマー(excimer)又はエキシプレックス(exciplex)上に局在化されうる。無放射機構、例えば熱的緩和もまた生じうるが、通常は好ましくないと考えられる。

30

【 0 0 1 3 】

最初のOLEDは、例えば、米国特許第4,769,292号明細書(その全体を本願に援用する。)に開示されたように、一重項状態からの光(「蛍光」)を発する発光分子を用いた。蛍光発光は通常、10ナノ秒未満の概算時間で起こる。

【 0 0 1 4 】

より最近では、三重項状態からの光(「燐光」)を発する発光物質を有するOLEDが実証されている。Baldoら、「有機エレクトロルミネッセンスデバイスからの高効率燐光発光」、Nature, Vol. 395, 151-154, 1998; (「Baldo-I」)、及びBaldoら、「エレクトロフォスフォレスセンスに基づく非常に高効率の緑の有機発光デバイス」、Appl. Phys. Lett., vol. 75, No.3, 4-6 (1999) (「Baldo-II」)、これら全体を本願に援用する。燐光は、その遷移がスピン状態の変化を必要とするために、「禁制」遷移ともいわれ、そして量子力学はそのような遷移が好まれないことを示している。結果として、燐光は通常少なくとも10ナノ秒を超える概算時間、そして典型的には100ナノ秒より長い概算時間で起きる。燐光の自然な発光寿命が長すぎる場合、三重項は無放射機構によって緩和することができ、そのためいかなる光も放射されない。有機燐光はまた、しばしば非常に低温で、非共有電子対をもつヘテロ原子を含む分子内において観測される。2,2'-ビピリジンはそのような分子である。無放射減衰機構は典型的に温度依存性であり、すなわち、液体窒素温度で燐光を示す物質が室温で燐光を示さないこともある。しかし、Baldoによっ

40

50

て示されたように、この問題は、室温で燐光を発する燐光化合物を選択することによって解決されうる。

【0015】

一般に、OLED中の励起子は、約3:1の割合、すなわち、約75%の三重項及び25%の一重項、で作りに出されると考えられている。Adachiらの「有機発光デバイスにおけるほぼ100%の内部燐光効率」、J. Appl. Phys., 90, 5048 (2001)を参照されたい。この全体を本願に援用する。多くの場合に、一重項励起子は「項間交差」によって容易にそのエネルギーを三重項励起状態に移す。結果として、燐光OLEDについては100%の内部量子効率が理論的には可能である。蛍光デバイスにおいては、三重項励起子のエネルギーが通常はデバイスを加熱する無放射減衰過程で失われ、非常に低い内部量子効率しか得られない。三重項励起状態から発光する燐光物質を利用するOLEDは、例えば、米国特許第6,303,238号に開示されており、その全体を本願に援用する。

10

【0016】

燐光は、三重項励起状態から中間の非三重項状態への遷移によって進み、中間の非三重項状態から発光減衰が起こる。例えば、ランタノイド元素に配位した有機分子は、しばしば、そのランタノイド金属上に局在した励起状態から燐光を発する。しかし、そのような物質は、三重項励起状態から直接に燐光を発するのではなく、その代わりにそのランタノイド金属イオンに集中する原子の励起状態から発光する。ユーロピウム・ジケトネート錯体は、これらのタイプの種類の1つのグループの例である。

【0017】

三重項からの燐光は、好ましくは結合することを通して、有機分子を高い原子番号の原子に非常に近接してとどめておくことによって、蛍光よりも強められうる。この現象は、重原子効果とよばれ、スピン-軌道カップリングとして知られる機構によって作り出される。そのような燐光遷移は、トリス(2-フェニルピリジン)イリジウム(III)などの有機金属分子の励起した金属-配位子電荷移動(MLCT)状態から観測されうる。

20

【0018】

図1は、有機発光デバイス100を示す。この図は必ずしも一定の比率で拡大されたものではない。デバイス100は基材110、アノード115、ホール注入層120、ホール輸送層125、電子阻止層130、発光層135、ホール阻止層140、電子輸送層145、電子注入層150、保護層155、及びカソード160を含むことができる。カソード160は、第一の導電層162及び第二の導電層164を有する複合カソードである。デバイス100は説明した層を順番に堆積させることによって作ることができる。

30

【0019】

基材110は、所望の構造特性を提供できる任意の適した基材であることができる。基材110は、柔軟又は硬いことが可能である。基材110は、透明、半透明、又は不透明であることができる。プラスチック及びガラスは、好ましい硬い基材の例である。プラスチック及び金属箔は、好ましい柔軟な基材材料の例である。基材110は、回路の加工を容易にするために半導体材料であることができる。例えば、基材110は、基材上に続いて堆積されたOLEDを制御することができる回路がその上に作られたシリコンウエハーであることができる。その他の基材が使用できる。基材110の材料及び厚さは、所望する構造及び光学特性が得られるように選択できる。

40

【0020】

アノード115は、ホールを有機層に輸送するために十分に導電性である任意の適したアノードであることができる。アノード115の材料は、好ましくは、約4eVより大きな仕事関数を有する(高仕事関数材料)。好ましいアノード材料は、導電性金属酸化物、例えば、インジウム錫オキシド(ITO)及びインジウム亜鉛オキシド(IZO)、アルミニウム亜鉛オキシド(AlZnO)、並びに金属、であることができる。アノード115(及び基材110)は、ボトム発光デバイスを作るために充分透明であることができる。好ましい透明基材及びアノードの組み合わせは、購入可能な、ITO(アノード)が堆積されたガラス又はプラスチック(基材)である。柔軟かつ透明な基材-アノード組み合

50

わせ物は、米国特許第 5, 844, 363 号に開示されており、その全体を本願に援用する。アノード 115 は不透明及び / 又は反射性であることができる。反射性アノード 115 は、デバイスのトップからの発光量を増加するために、いくつかのトップ発光デバイスにとって好ましい。アノード 115 の材料及び厚さは、所望する導電性及び光学特性が得られるように選択できる。アノード 115 が透明な場合は、具体的材料について厚さの範囲があり、それは所望する導電性を備えるために十分に厚く、さらに所望する程度の透明性を備えるために充分薄い範囲である。その他のアノード材料及び構成が使用されうる。

【0021】

ホール輸送層 125 は、ホールを輸送することができる物質を含む。ホール輸送層 130 は、真性（アンドープ）又はドーピングされていることができる。ドーピングは導電性を高めるために用いることができる。 α -NPD 及び TPД は、真性ホール輸送層の例である。p-ドーピングされたホール輸送層の例は、 F_4 -TCNQ でドーピングされた m-MTDATA (m -MTDATA と F_4 -TCNQ のモル比は 50 : 1) であり、これは Forrest らの米国特許出願第 10 / 173, 682 号に開示されているとおりであり、その全体を本願に援用する。その他のホール輸送層が使用できる。

10

【0022】

発光層 135 は、電流をアノード 115 及びカソード 160 の間に通じたときに、発光可能な有機物質を含むことができる。好ましくは、発光層 135 は、燐光発光物質を含むが、ただし蛍光発光物質も使用できる。燐光物質が好ましく、なぜならそのような物質に伴う、より高い発光効率（ルミネッセント効率）のためである。発光層 135 はまた、電子及び / 又はホールを輸送することができるホスト物質であって、電子、ホール、及び / 又は励起子を捕捉できる発光物質でドーピングされているものであり、それにより励起子は発光機構を通して発光物質から緩和する。発光層 135 は、輸送及び発光特性が結合された単一材料を含むことができる。発光物質がドーパントか又は主要成分であるかに関わらず、発光層 135 はその他の物質、例えば発光物質の発光を調整するドーパント類を含むことができる。発光層 135 は、組み合わせて、所望する光スペクトルを放射することができる複数の発光物質を含むことができる。燐光発光物質の例は、 $Ir(ppp)_3$ を含む。蛍光発光物質の例は、DCM 及び DMQA を含む。ホスト物質の例は、 Alq_3 、CBP、及び mCP、を含む。発光及びホスト物質の例は、Thompson らの米国特許第 6, 303, 238 号に開示されており、その全体を本願に援用する。発光物質は、多くのやり方で発光層 135 に含有されうる。例えば、発光性小分子は、ポリマー又は dendrimer 分子中に組み込まれることができる。その他の発光層の物質及び構成が用いられうる。

20

30

【0023】

電子輸送層 140 は電子を輸送可能な物質を含むことができる。電子輸送層 140 は、真性（アンドープ）又はドーピングされていることができる。ドーピングは導電性を高めるために用いられうる。 Alq_3 は真性の電子輸送層の例である。n-ドーピングされた電子輸送層の例は、1 : 1 のモル比で Li でドーピングされた BPhen であり、Forrest らの米国特許出願第 10 / 173, 682 号に開示されており、その全体を本願に援用する。その他の電子輸送層が使用されうる。

【0024】

カソード 160 は、電子を通し且つ電子をデバイス 100 の有機層中に注入することができるように、当技術分野で公知の任意の適した材料又は材料の組み合わせであることができる。カソード 160 は透明又は不透明であることができ、そして反射性であることができる。金属及び金属酸化物は、適したカソード材料の例である。カソード 160 は単一層であることができ、又は複合構造を有することができる。図 1 は薄い金属層 162 及び厚い導電性金属酸化物層 164 を有する複合カソード 160 を示している。複合カソードにおいて、厚い層 164 のための好ましい材料は、ITO、IZO、及び当技術分野で公知のその他の材料、を含む。その全体を本願に援用する米国特許第 5, 703, 436 号及び同 5, 707, 745 号は、上にかぶせた透明な、電気伝導性の、スパッター堆積された ITO 層をもつ、Mg : Ag などの金属の薄層を有する複合カソードを含むカソード

40

50

の例を開示している。下に配置された有機層と接触しているカソード 160 の部分は、それが単一層カソード 160、複合カソードの薄い金属層 162、又はいずれかの他の部分であるかにかかわらず、約 4 eV 未満の仕事関数を有する材料で作られていること（「低仕事関数材料」）が好ましい。その他のカソード材料及び構成が使用されうる。

【0025】

発光層を離れる荷電粒子（電子又はホール）及び／又は励起子の数を低減するために、阻止層（ブロッキング層）が用いられうる。電子がホール輸送層 125 の方向へ発光層 135 を離れることを阻止するために、発光層 135 とホール輸送層 125 の間に電子阻止層 130 を配置することができる。同様に、ホールが電子輸送層 145 の方向へ発光層 135 から離れることを阻止するために、発光層 135 及び電子輸送層 145 の間にホール阻止層 140 を配置することができる。阻止層はまた、励起子が発光層から外へ拡散することを阻止するために用いられることができる。阻止層の理論及び使用は、Forrest らの米国特許第 6,097,147 号明細書及び米国特許出願第 10/173,682 号中により詳細に記載されており、それら全体を本願に援用する。

10

【0026】

通常、注入層は、1つの層、例えば電極又は有機層から、隣接する有機層中に荷電粒子を注入することを改善できる材料からなる。注入層はまた、荷電輸送機能を行うことができる。デバイス 100 において、ホール注入層 120 は、アノード 115 からホール輸送層 125 内へのホールの注入を改善する任意の層であることができる。CuPc はITO アノード 115、及びその他のアノード類からのホール注入層として用いられうる。デバイス 100 において、電子注入層 150 は、電子輸送層 145 内への電子の注入を改良する任意の層であることができる。LiF/Al は、隣接する層から電子輸送層内への電子注入層として使用されうる材料の例である。その他の材料又は材料の組み合わせが、注入層のために用いられうる。具体的なデバイスの構成に応じて、注入層はデバイス 100 に示された注入層と異なる位置に配置されうる。注入層のさらなる例は、Lu らの米国特許出願第 09/931,948 号に提供されており、その全体を本願に援用する。

20

【0027】

保護層は、その後続く加工工程の間、下にある層を保護するために用いられることができる。例えば、金属又は金属酸化物のトップ電極を作るために用いられる方法は、有機層を損傷するかもしれない、そのような損傷を低減又は排除するために保護層が使用されうる。デバイス 100 において、保護層 155 は、カソード 160 を作製する間、下の有機層への損傷を低減することができる。デバイス 100 の作動電圧を顕著に増加させないように、保護層が輸送するタイプの担体（キャリアー）に対する高いキャリアー移動度を保護層が有することが好ましい。CuPc、BCP、及び様々な金属フタロシアニン類が、保護層に用いられうる材料の例である。その他の材料又は材料の組み合わせが使用されうる。保護層 155 の厚さは、有機保護層 160 が堆積された後に生じる加工工程のために下の層にいかなる損傷もないように厚く、さらにデバイス 100 の作動電圧を顕著に増加させるほど厚くないことが好ましい。保護層 155 はその導電性を増加させるためにドーピングされていることができる。例えば、CuPc 又は BCP 保護層 160 は、Li でドーピングされていることができる。保護層のより詳細な説明は、Lu らの米国特許出願第 09/931,948 号に発見することができ、その全体を本願に援用する。

30

40

【0028】

図 2 は、反転型 OLED 200 を示す。このデバイスは、基材 210、カソード 215、発光層 220、ホール輸送層 225、及びアノード 230 を含む。デバイス 200 は、説明した層を順に堆積することによって作製されうる。最も一般的な OLED 構成は、アノードの上に配置されたカソードを有し、且つデバイス 200 はアノード 230 の下に配置されたカソード 215 を有することから、デバイス 200 は「反転型」OLED といわれる。デバイス 100 に関して説明したものと同様の材料が、デバイス 200 の対応する層において使用されうる。図 2 は、デバイス 100 の構造からどのようにいくつかの層が除外されうるかの 1つの例を提供する。

50

【 0 0 2 9 】

図 1 及び図 2 に示した単純な層構造は非制限的な例の目的で提供され、そして本発明の態様は、広く多様なその他の構造と関連して使用されることが理解される。記載した特定の材料及び構造は、実質上、例示であり、そしてその他の材料及び構造が使用されうる。機能的 O L E D は、さまざまな方法で説明されるさまざまな層を結合すること、又は、設計、性能、及びコスト要因を基にして、層を完全に削除することによって達成されうる。具体的に説明していないその他の層もまた含まれることができる。これらの具体的に説明したもの以外の材料が使用されうる。ここで提供した多くの例は、様々な層を単一材料を含むものとして説明したが、材料の組み合わせ、例えば、ホスト及びドーパントの混合物、又はより一般的な混合物、が使用されることが理解される。さらに、層は様々な副層をもつことができる。ここで様々な層につけた名称は、厳密に制限することを目的とするものではない。例えば、デバイス 2 0 0 において、ホール輸送層 2 2 5 はホールを輸送し且つホールを発光層 2 2 0 に注入し、ホール輸送層又はホール注入層として説明されうる。1つの態様において、O L E D はカソード及びアノードの間に配置された「有機層」を有するものとして説明されうる。この有機層は、例えば、図 1 及び図 2 について、単一層を含むか、又はさらに説明したように異なる有機物質の複数層をさらに含むことができる。

10

【 0 0 3 0 】

Friendらの米国特許第 5 , 2 4 7 , 1 9 0 号に開示された、ポリマー材料からなる O L E D (その全体を本願に援用する。) などの、特に説明していない構造及び材料もまた使用することができる。さらなる例の目的で、単一の有機層を有する O L E D を使用することができる。例えば、Forrestらの米国特許第 5 , 7 0 7 , 7 4 5 号 (その全体を本願に援用する。) に記載されているように、O L E D を積み重ねることもできる。O L E D の構造は、図 1 及び図 2 に示した単純な層構造から外れることができる。例えば、基材は、アウト・カップリング (out-coupling) を改善するための傾斜のある反射面、例えば、Forrestらの米国特許第 6 , 0 9 1 , 1 9 5 号中に記載されたメサ構造、及び / 又は Bulovic らの米国特許第 5 , 8 3 4 , 8 9 3 号に記載されたピット構造、を含むことができ、それらの全体を本願に援用する。

20

【 0 0 3 1 】

様々な態様のいずれの層も、任意の適切な方法で堆積されることができる。有機層については、好ましい方法は、熱蒸発、例えば米国特許第 6 , 0 1 3 , 9 8 2 号及び同 6 , 0 8 7 , 1 9 6 号に記載されているインクジェット (それら全体を本願に援用する。) 、例えば Forrest らの米国特許第 6 , 3 3 7 , 1 0 2 号に記載されている有機気相堆積 (O V P D) (それら全体を本願に援用する。) 、及び、例えば米国特許出願第 1 0 / 2 3 3 , 4 7 0 号に記載されている有機気相ジェット堆積 (O V J D) (その全体を本願に援用する。) 、を含む。その他の適切な堆積方法には、スピンコーティング、及びその他の溶液を基礎とする方法が含まれる。その他の層については、好ましい方法には熱蒸発が含まれる。好ましいパターン形成方法には、マスクを通しての堆積、米国特許第 6 , 2 9 4 , 3 9 8 号及び同 6 , 4 6 8 , 8 1 9 号に記載されているような低温溶着 (コールド・ウェルディング) (それらの全体を本願に援用する。) 、及びインクジェット及び O V J D などの堆積方法のいくつかと結合されたパターン形成方法、が含まれる。その他の方法もまた使用できる。堆積する材料は、具体的な堆積方法を適合性の材料にするために変性することができる。

30

40

【 0 0 3 2 】

本発明の態様に従って作製されたデバイスは広範囲の消費財中に組み込まれることができ、それにはフラットパネルディスプレイ、コンピュータ・モニター、テレビ、広告板、室内又は屋外の照明及び / 又は信号のための明かり、ヘッドアップディスプレイ、完全に透明なディスプレイ、柔軟なディスプレイ、レーザープリンタ、電話、携帯電話、個人用デジタル補助装置 (P D A) 、ラップトップコンピュータ、デジタルカメラ、ビデオカメラ、ビューファインダー、マイクロディスプレイ、自動車 ; 広い面積の壁、劇場又はスタ

50

ジラムのスクリーン；又は信号、が含まれる。本発明に従って作製されたデバイスを制御するために、様々な制御機構を使用することができ、それにはパッシブマトリクス及びアクティブマトリクスが含まれる。多くのデバイスは、人間にとって快適な温度範囲内、例えば 10 ～ 30 、そしてさらに好ましくは室温（20 ～ 25 ）における使用を目的とする。

【0033】

本明細書に記載した材料（物質）及び構造は、OLED以外のデバイスに応用することができる。例えば、有機太陽電池及び有機光センサーなどのその他の光電子デバイスが、上記材料（物質）及び構造を採用できる。より一般的に、有機トランジスタなどの有機デバイスが、上記材料（物質）及び構造を採用できる。

10

【0034】

フルカラーディスプレイのための工業規格は、飽和赤、飽和緑、及び飽和青の発光材料を要求している。特定の色、例えば高い飽和色、が得られるように、色座標の広い範囲にわたって調整することができる材料（物質）をもつことが望ましい。

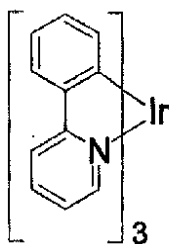
【0035】

燐光発光物質は、ある程度、そのような材料で達成されうる高い効率のために興味もたれる。そのような物質の例は、 $\text{Ir}(\text{ppy})_3$ である：

【0036】

【化2】

式1：



20

【0037】

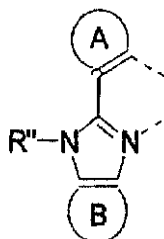
本発明のある態様においては、高度に調整可能な燐光発光物質が提供される。この物質は以下の構造を有する配位子を含むことができる：

30

【0038】

【化3】

式2：



40

【0039】

式2において、環A及び環Bは、任意のアリール又はヘテロアリール環であることができる。環Bはアリール環であることが好ましく、なぜなら、ヘテロアリール環Bの合成は困難な可能性があるからである。環A及び環Bは、5又は6員アリール環システムであることが好ましい。アリール環はまた、ヘテロアリール環よりも好ましく、なぜなら、A及びBがアリール環である場合、デバイスの安定性がより良好であると考えられるからである。環A及びBは、一つ又は複数のヘテロ原子を含むことができる。窒素が、適したヘテロ原子の例である。環A及びBは、ベンゼン環が縮合していることができ、そして置換基を有することができる。H又は任意の置換基が、環A及びB、並びにR' ' 上にあることができる。好ましい置換基には、アルキル、アルコキシ、アミノ、ハロゲン、カルボキシ

50

、アリール、ヘテロアリール、アルケニル、及びアルキニルが含まれる。環 A 及び B は、同一の環システムから選択することも、異なることもできる。環 A 及び B は、同じ又は異なる置換基を含むことができる。R' は、H 又は任意の置換基でありうる。

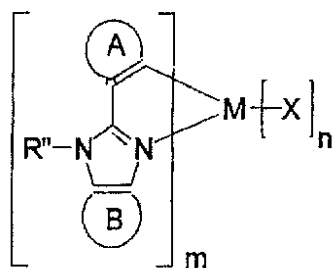
【0040】

式 2 の配位子は、40 より大きな原子量を有する金属 M に結合していることができる。好ましい金属には、Ir、Pt、Pd、Rh、Re、Ru、Os、Tl、Pb、Bi、In、Sn、Sb、Te、Au、及び Ag が含まれる。さらに好ましくは、上記金属は Pt である。最も好ましくは、上記金属は Ir である。複数の配位子が、上記金属に結合されうる。1つの態様において、配位子は金属 M に以下のように結合する：

【0041】

【化 4】

式 3：



【0042】

環 A 及び環 B、並びに R' は、式 2 に関して記載したとおりである。

【0043】

「X」は、「補助配位子」ということができる。好ましい配位子には、全てのモノアニオン性配位子が含まれる。X は 1 つ又は複数の位置で金属に配位することができる。例えば、X は二座配位子であることができる。この X 配位子は、「補助」といわれるが、なぜなら、それが、光活性特性に直接寄与するのではなく、物質の光活性特性を変性することができると考えられるからである。対比する目的で、左の配位子を「光活性」というが、なぜなら、それが材料の光活性特性に寄与すると考えられるからである。光活性及び補助の定義は、非制限的な理論を目的とする。

【0044】

「m」は、特定のタイプの光活性配位子の数であり、そして「n」は特定のタイプの補助配位子の数である。金属 M に応じて、特定の数の配位子が金属に結合することができる。一般に、上記配位子は二座であり、これはそれらが金属と 2 つの結合を形成することを意味するが、二座配位子が必要とされるものではない。例えば、2 つの塩素は、二座の補助配位子に代わって、金属に結合することができる。「m」は少なくとも 1 であり、且つ、金属に結合できる配位子の最大数までの、0 より大きないずれかの整数であることができる。「n」は 0 であることができ、且つ、「m」が少なくとも 1 であるという条件のもので、0 より大きな整数であることができる。「m」+「n」は、M に結合することができる配位子の最大数よりも小さいことができ、それにより図 2 に具体的に示したものの以外の配位子もまた、M に結合しうる。これらの追加の配位子は、光活性又は補助であることができる。イリジウムについては、3 つの二座配位子が結合でき、「m」は 1、2、又は 3 であることができ、「n」は 0、1、又は 2 であることができる。

【0045】

好ましい補助配位子には、アセチルアセトナート (acac)、ピコリナート (pic)、及びジピバロイルメタネート (t-ブチルacac) が含まれる。いくつかの好ましい補助配位子は、式 4 (pic)、式 5 (acac)、及び式 6 (t-ブチルacac) による以下の構造を有する。その他の補助配位子が使用できる。補助配位子のさらなる非制限的な例は、Lamansky らの PCT 出願公開 WO 02 / 15645 A 1 の 89 ~ 90 頁にあり、それらを本願に援用する：

10

20

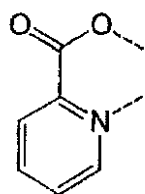
30

40

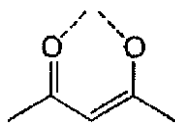
50

【 0 0 4 6 】

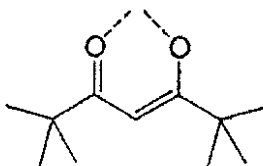
【 化 5 】



ピコリナート



アセチルアセトナート



ジピバロイルメタナート

10

【 0 0 4 7 】

好ましい態様において、 n は0、且つ、 m はその金属に結合されうる配位子の最大数である。例えば、Irについては、この好ましい態様において m は3であり、そして構造は「トリス」構造とすることができる。特に安定であると考えられることから、トリス構造は好ましい。トリス構造の安定性、 R_3 基によって与えられるこの安定性及び色調整が結合されて、特に安定な青色発光燐光物質がもたらされる。

【 0 0 4 8 】

1つの態様において、 $m + n$ は、問題の金属に結合しうる二座配位子の合計数に等しい - 例えば、Irについては3である。別な態様においては、 $m + n$ はその金属に結合しうる二座配位子の最大数未満であることができ、この場合は他の配位子 - 補助、光活性、又はその他 - もまたその金属に結合できる。金属に結合した異なる光活性配位子がある場合、それぞれの光活性配位子が、式2に示される構造を有することが好ましい。

20

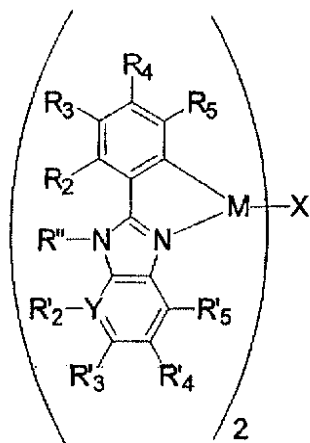
【 0 0 4 9 】

1つの態様において、式3の物質は式7の構造を有する：

【 0 0 5 0 】

【 化 6 】

式7：



30

40

【 0 0 5 1 】

Y は、 C 及び N からなる群から選択されうる。好ましくは、 Y は C であり、なぜなら、上及び下の環がヘテロアリール環であるよりもアリール環である場合に、式3に従う化合物を使用することが、より安定なデバイスをもたらすと考えられるからである。 R_2 、 R_3 、 R_4 、 R_5 、 R'_2 、 R'_3 、 R'_4 、 R'_5 、及び R'' は、それぞれ独立して、 H 及び任意の置換基からなる群から選択されうる。複数の置換基がある場合、 R'' 、 R_2 、 R_3 、 R_4 、 R_5 、 R'_2 、 R'_3 、 R'_4 、及び R'_5 は、それとは別の R'' 、 R_2 、 R_3 、 R_4 、 R_5 、 R'_2 、 R'_3 、 R'_4 、及び R'_5 基と連結して、環を形成することができる。

【 0 0 5 2 】

50

ここで説明した様々な態様は、例示のみの目的であり、そして本発明の範囲を制限することを意図していないことが理解される。例えば、本明細書中で説明した物質及び構造の多くは、本発明の精神から離れることなく、その他の物質及び構造で置換されることができ。なぜ本発明が機能するかについての様々な理論は、制限されることを意図したものではない。例えば、電荷移動に関する理論は、制限されることを目的としない。

【0053】

〔物質の定義〕

本明細書で用いるとおり、略語は以下の物質を示す。：

CBP： 4, 4' - N, N' - ジカルバゾール - ビフェニル
 m-MTDATA： 4, 4', 4'' - トリス (3 - メチルフェニルフェニルアミノ) トリフェニルアミン 10
 Alq₃： 8 - トリス - ヒドロキシキノリンアルミニウム
 BPhen： 4, 7 - ジフェニル - 1, 10 - フェナントロリン
 n-BPhen： n - ドープしたBPhen (リチウムでドープ)
 F₄-TCNQ： テトラフルオロ - テトラシアノ - キノジメタン
 p-MTDATA： p - ドープしたm-MTDATA (F₄-TCNQでドープ)
 Ir(ppy)₃： トリス (2 - フェニルピリジン) - イリジウム
 Ir(ppz)₃： トリス (1 - フェニルピラゾロト, N, C (2')) イリジウム (III)
 BCP： 2, 9 - ジメチル - 4, 7 - ジフェニル - 1, 10 - フェナントロリン
 TAZ： 3 - フェニル - 4 - (1' - ナフチル) - 5 - フェニル - 1, 2, 4 - トリアゾール 20
 CuPc： 銅フタロシアニン
 ITO： インジウム錫オキシド
 NPD： ナフチル - フェニル - ジアミン
 TPD： N, N' - ビス (3 - メチルフェニル) - N, N' - ビス - (フェニル) - ベンジジン
 BAlq： アルミニウム (III) ビス (2 - メチル - 8 - キノリナト) 4 - フェニルフェノラート
 mCP： 1, 3 - ジカルバゾール - ベンゼン
 DCM： 4 - (ジシアノメチレン) - 6 - (4 - ジメチルアミノスチリル - 2 - メチル) - 4 H - ピラン
 DMQA： N, N' - ジメチルキナクリドン 30

【0054】

〔実施例〕

本発明の特に代表的な態様を、どのようにそのような態様を作ることができるかを含めて、これから説明する。この具体的な方法、物質 (材料)、条件、方法のパラメータ、装置、及びその他同様のものは、本発明の範囲を必ずしも制限しないことが理解される。

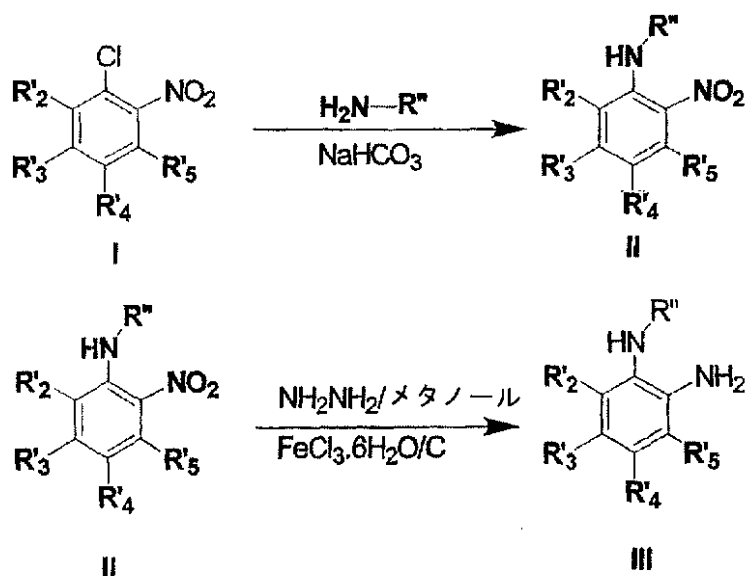
【0055】

一般に、ベンゾイミダゾール配位子の合成は、反応 A 及び B で表した以下の 2 段階に示されるように行うことができる。置換又は無置換の芳香族ジアミン類は、市販のものがあるか又は反応 A によって合成することができる。反応 A において、式 I で表される置換又は無置換の 2 - クロロニトロベンゼン類は、窒素雰囲気下で還流させることによって、置換基を有するアニリン (置換アニリン) 及び NaHCO₃ などの塩基とそのまま反応して式 II で表される化合物を与える。精製後の生成物は、多量の還元剤、すなわちヒドラジンを用い、そして FeCl₃ · 6H₂O の添加によって、対応する芳香族ジアミンに還元し、IIIを得ることができる。 40

【0056】

【化 7】

反応スキーム A



10

【0057】

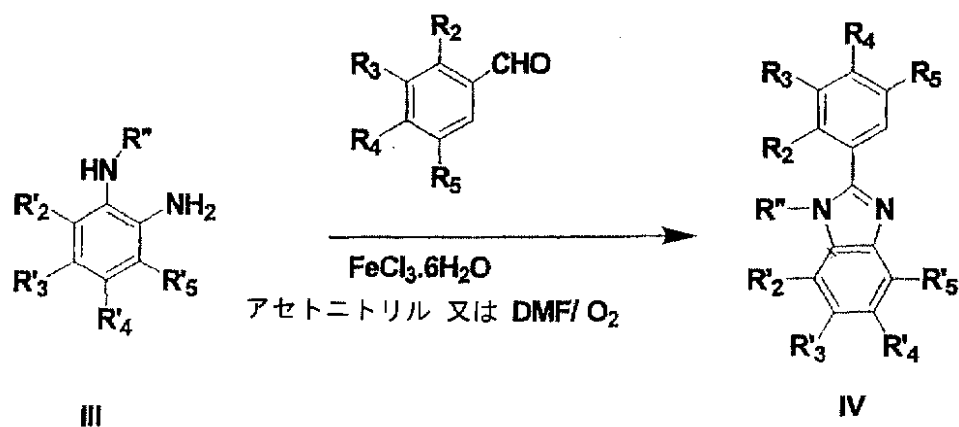
20

置換又は無置換のベンゾイミダゾール配位子の合成は、反応 B に示したように、式 III で表されるジアミンを用いて行うことができる。ジアミン III は、Synthesis 2000, 10, 1380-90 に記載されたとおり反応式 B に示したように、次に置換又は無置換のベンズアルデヒドと反応し、式 IV で表される置換ベンゾイミダゾール配位子（置換基を有するベンゾイミダゾール配位子）を得ることができる。

【0058】

【化 8】

反応スキーム B



30

40

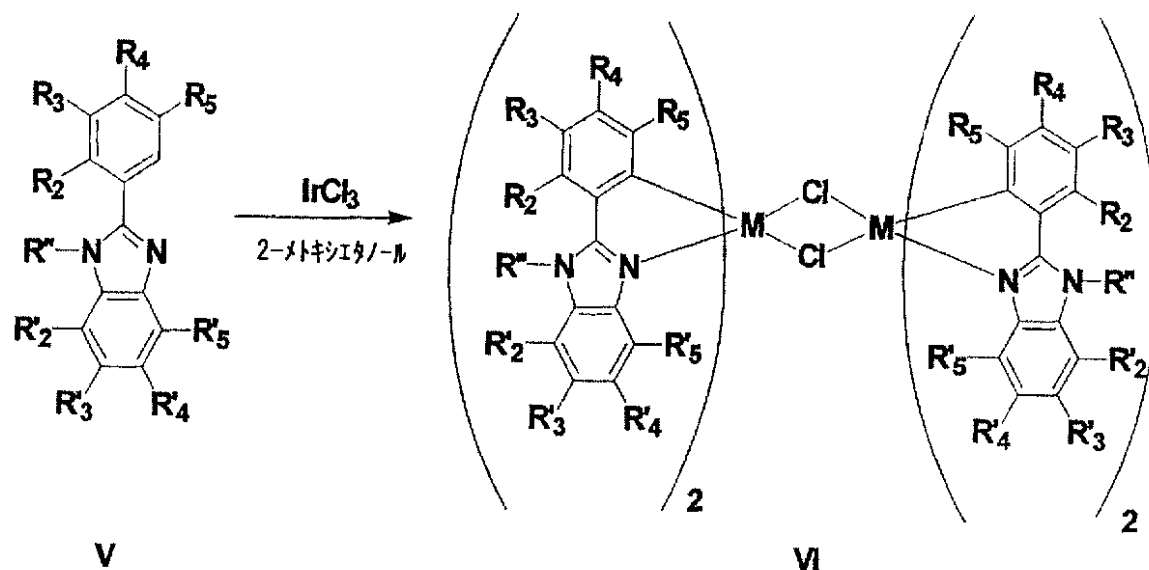
【0059】

反応 C においては、反応 B によって製造され且つ式 IV によって表される上記ベンゾイミダゾール配位子を、溶媒（例えば 2 - メトキシエタノール又は 2 - エトキシエタノール及び水）の存在下に、還流条件で、様々な金属（例えば、イリジウム、白金）と反応させ、式 V で表されるジクロロ架橋ダイマーを製造することができる。この反応の完結時に形成される固体沈殿物を真空濾過法によって集め、必要な場合にはさらに精製する。

【0060】

【化 9】

反応 C



10

【0061】

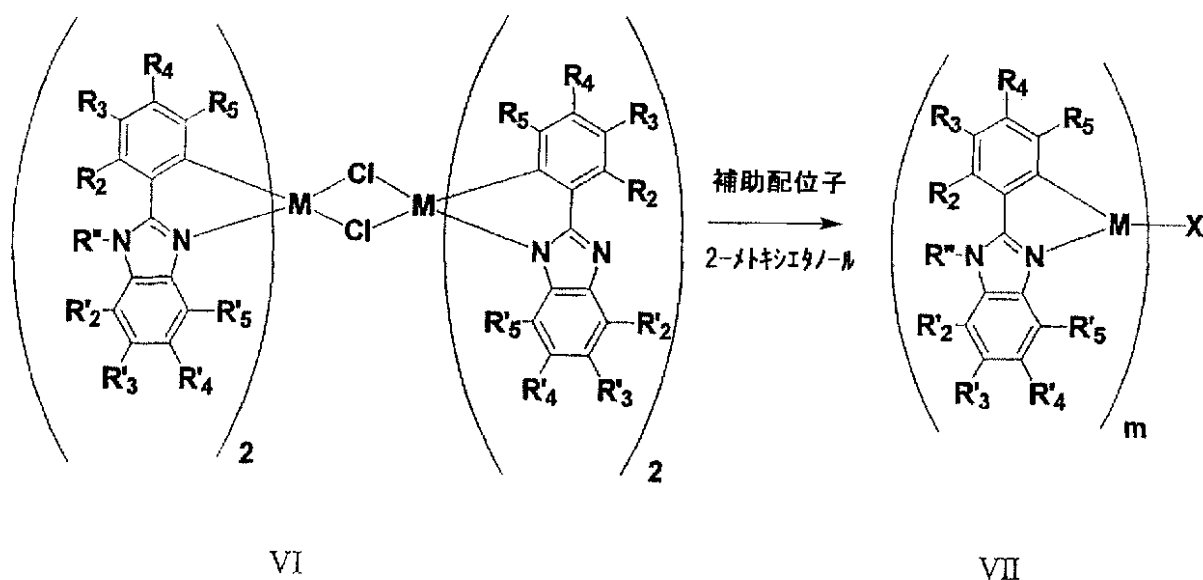
反応 Dにおいて、式 VI で表されるジクロロ架橋ダイマーは、様々なモノアニオン性配位子（例えば、アセトンアセチル（*acac*）、ピコリン酸、4-ジメチルアミノピコリン酸（*DMApic*）、及びモノアニオン性金属炭素配位子（例えば置換 2-フェニルピリジン類などで、X によって表される。）と反応させることができる。式 VII で表される、最終的に単離される生成物は、標準的な方法によって精製される。

20

【0062】

【化 10】

反応 D



30

40

【0063】

表 1 に列挙した物質は、上述した合成経路又は類似の経路を用いて、式 7 に基づいて製造した。

【0064】

【表 1】

表 1

Cm p	M	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R''	Y	R' ₂	R' ₄	X	C.I.E (MeCl ₂)	PL (nm)
1	Ir	H	H	H	H	CH ₃	C	H	H	acac	0.32, 0.60	509
2	Ir	F	H	F	H	CH ₃	C	H	H	pic	0.25, 0.48	476
3	Ir	H	H	OCH ₃	H	CH ₃	C	H	H	acac	0.23, 0.53	488
4	Ir	H	H	CF ₃	H	CH ₃	C	H	H	pic	0.34, 0.59	510
5	Ir	H	CF ₃	H	H	H	C	H	H	pic	0.28, 0.55	490
6	Ir	H	H	H	H	C ₆ H ₅	C	H	CF ₃	acac	0.37, 0.60	522
7	Ir	H	H	OCH ₃	H	CH ₃	C	H	H	tris	0.25, 0.54	488
8	Ir	H	H	N(CH ₃) ₂	H	C ₆ H ₅	C	H	H	acac	0.35, 0.60	519
9	Ir	H	H	CF ₃	H	C ₆ H ₅	N	H	H	acac	0.54, 0.45	584
10	Ir	H	H	H	H	pOCH ₃ Ph	C	H	H	acac	0.36, 0.60	515
11	Ir	Cl	Cl	H	Cl	C ₆ H ₁₀	C	H	OCH ₃	acac	0.50, 0.49	580
12	Ir	OCH ₃	H	OCH ₃	H	CH ₃	C	H	H	acac	0.33, 0.53	494
13	Ir	F	F	F	H	CH ₃	C	H	H	acac	0.28, 0.55	490
14	Ir	F	F	F	H	CH ₃	C	H	H	pic	0.28, 0.55	488
15	Ir	Cl	Cl	H	Cl	CH ₃	C	H	H	acac	0.26, 0.47	470
16	Ir	H	CF ₃	F	H	CH ₃	C	H	H	acac	0.27, 0.53	485
17	Ir	H	CF ₃	F	H	CH ₃	C	H	H	pic	0.24, 0.46	474
18	Ir	H	F	OCH ₃	H	CH ₃	C	H	H	acac	0.29, 0.52	488
19	Ir	H	ジオキソレン環		H	CH ₃	C	H	H	acac	0.35, 0.54	522
20	Ir	H	CF ₃	H	CF ₃	CH ₃	C	H	H	acac	0.30, 0.56	490
21	Ir	H	CF ₃	H	CF ₃	CH ₃	C	H	H	pic	0.30, 0.56	488
22	Ir	H	H	OCF ₃	H	CH ₃	C	H	H	acac	0.32, 0.58	500
23	Ir	H	H	OCF ₃	H	CH ₃	C	H	H	pic	0.27, 0.54	486
24	Ir	CF ₃	H	CF ₃	H	CH ₃	C	H	H	acac	0.55, 0.45	580
25	Ir	F	F	F	F	CH ₃	C	H	H	acac	0.32, 0.58	496
26	Pt	H	H	H	H	CH ₃	C	H	H	acac	0.31, 0.56	486
27	Pt	F	H	F	H	CH ₃	C	H	H	acac	0.28, 0.52	479
28	Ir	H	H	H	H	CH ₂ CH ₂ - R'	C	CH ₂ CH ₂ - R''	H	acac	0.33, 0.60	508

10

20

30

【0065】

製造した物質のそれぞれについて、R' 3 = R' 5 = Hである。補助配位子Xについて「tris(トリス)」の項目は、式7からの逸脱を示し、ここにはいかなる補助配位子Xもなく且つ3つの光活性配位子(m = 3、n = 0)がある。化合物28において、R' '及びR' 2置換基は連結しており、すなわち、この2つの置換位置はエチレン基によって連結されている。PLは、nmで測定したフォトルミネッセンス極大波長である。Ptは2つの二座配位子とのみ配位できるのでPt化合物もまた式7から逸脱し、したがって、表1に記載したPt化合物は1つの補助配位子及び1つのみの光活性配位子(m = 1、n = 1)を有し、式7に示したような2つの光活性配位子をもたない。

40

【0066】

化合物1～28のそれぞれについて、少量の化合物をジクロロメタンに溶解した。それぞれの溶液を光ポンプし、生じたフォトルミネッセンススペクトルを測定した。得られた極大(ピーク)波長、及びCIE座標を表1に集めた。

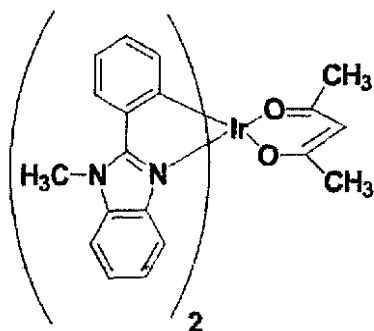
【0067】

好ましい態様である化合物1、は式8の構造を有する：

【0068】

【化 1 1】

式 8 :



10

【0069】

化合物 1、3、及び 5、並びに $\text{Ir}(\text{ppy})_3$ を組み込んだデバイスを製造し、特性評価した。全てのサンプルは、Colorado 州 Longmont の Applied Films 社から入手した約 $130 \sim 150 \text{ nm}$ 厚さの ITO アノードで被覆されたガラス基材上に製作した。薄膜は $1 \times 10^{-6} \text{ Torr}$ 未満の圧力において熱蒸発によって堆積した。最初に CuPc を、アノード上にホール注入層として、 $0.3 \text{ \AA/s}$ の速度で 10 nm の厚さまで堆積させた。次に、NPD を、ホール輸送層として、 $1.5 \text{ \AA/s}$ の速度で 30 nm の厚さまで堆積させた。次に、発光層を、様々な源からの同時蒸発によって堆積させた。それぞれのデバイスは、特性評価される化合物で 6 質量% ドープされたホスト材料として CBP を有する発光層をもっていた。ドーパントとして、化合物 1、3、及び 5、並びに $\text{Ir}(\text{ppy})_3$ を有するデバイスを作製した。発光層の CBP は、 $1.6 \text{ \AA/s}$ の速度で、(6% ドーピングで)、 30 nm の厚さまで堆積させた。次に、発光層の上に、BALq をホール阻止層として、 $1.0 \text{ \AA/s}$ の速度で 10 nm の厚さまで堆積させた。次に、このホール阻止層の上に電子輸送層として Alq_3 を、 $1.0 \text{ \AA/s}$ の速度で 40 nm の厚さまで堆積させた。次に、この電子輸送層の上に、フッ化リチウム (LiF) を電子注入層として、 $0.5 \text{ \AA/s}$ の速度で 0.5 nm の厚さで堆積させた。最後に、アルミニウム (Al) のカソードを $2 \text{ \AA/s}$ の速度で 100 nm の厚さで電子注入層の上に堆積させて、有機発光デバイスを完成させた。

20

30

【0070】

化合物 1、3、及び 5、並びに $\text{Ir}(\text{ppy})_3$ を組み込んだデバイスを、様々な輝度において特性評価した。図 3 は、発光効率対輝度のグラフを示す。グラフ 310、320、330、及び 340 はそれぞれ、化合物 1、化合物 3、化合物 5、及び $\text{Ir}(\text{ppy})_3$ でドープしたデバイスに対するものである。図 4 は、外部量子効率対輝度を示す。グラフ 410、420、430、及び 440 は、それぞれ化合物 1、化合物 3、化合物 5、及び $\text{Ir}(\text{ppy})_3$ でドープしたデバイスに対するものである。

【0071】

図 3 及び図 4 は、化合物 1 を用いて製作したデバイスが、 $\text{Ir}(\text{ppy})_3$ で製作した類似のデバイスよりも高効率であることを示している。化合物 3 は $\text{Ir}(\text{ppy})_3$ とほぼ同程度の効率であり、そして化合物 5 は低い効率のように思われるが、このデバイス構造は $\text{Ir}(\text{ppy})_3$ のために最適化されている。異なる構造の使用は、 $\text{Ir}(\text{ppy})_3$ と比較した化合物 1、3、及び 5 の効率を改善することができる。 $\text{Ir}(\text{ppy})_3$ のために最適化されたデバイス構造において、 $\text{Ir}(\text{ppy})_3$ と比較した化合物 1 のより高い効率は、化合物 1 が効率の著しい改善を示していることを表す。図 3 は、化合物 1 を用いたデバイスが、 500 cd/m^2 の輝度において、少なくとも 20 cd/A 、そしてより好ましくは 22.5 cd/A の発光効率を達成しうることを示しており、これは、試験した $\text{Ir}(\text{ppy})_3$ デバイスに優っている。

40

【0072】

化合物 5 を 6% の代わりに 12% の濃度で発光層中にドープしたことを除いて、上述し

50

たようにデバイスを製作した。12%ドーピングしたデバイスは、6%のドーピングで化合物5を用いたデバイスよりも若干高い効率を示し、効率のいくらかの改善はデバイスの最適化によって得ることができることを示唆している。

【0073】

本発明を、具体的な例及び好ましい態様について説明したが、本発明はこれらの例及び態様に限定されないことが理解される。請求項に記載した本発明はしたがって、ここに記載した特定の例及び好ましい態様からの変形、当業者に明らかであるもの、を含む。

【図面の簡単な説明】

【0074】

【図1】図1は、別個の電子輸送層、ホール輸送層、及び発光層、並びにその他の層を有する有機発光デバイスを示す。 10

【図2】図2は、別個の電子輸送層をもたない反転型有機発光デバイスを示す。

【図3】図3は、様々なデバイスについての発光効率対輝度のグラフを示す。

【図4】図4は、様々なデバイスについての外部量子効率対輝度のグラフを示す。

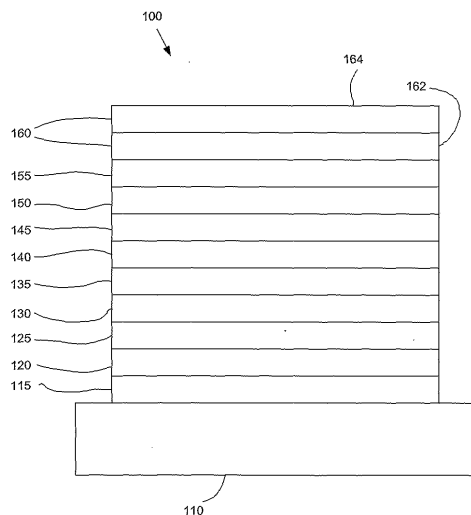
【符号の説明】

【0075】

100 ... 有機発光デバイス、110 ... 基材、115 ... アノード、120 ... ホール注入層、125 ... ホール輸送層、130 ... 電子阻止層、135 ... 発光層、140 ... ホール阻止層、145 ... 電子輸送層、150 ... 電子注入層、155 ... 保護層、160 ... カソード、162 ... 第一の導電層、164 ... 第二の導電層、200 ... 反転型有機発光デバイス、210 ... 基材、215 ... カソード、220 ... 発光層、225 ... ホール輸送層、230 ... アノード 20

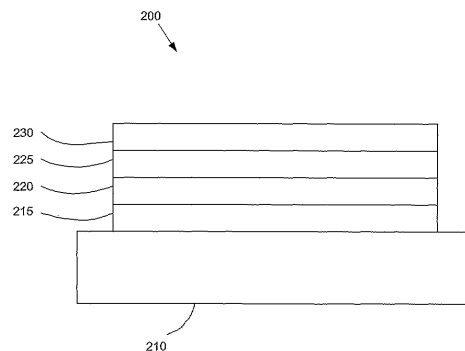
【図1】

Figure 1



【図2】

Figure 2



【図 3】

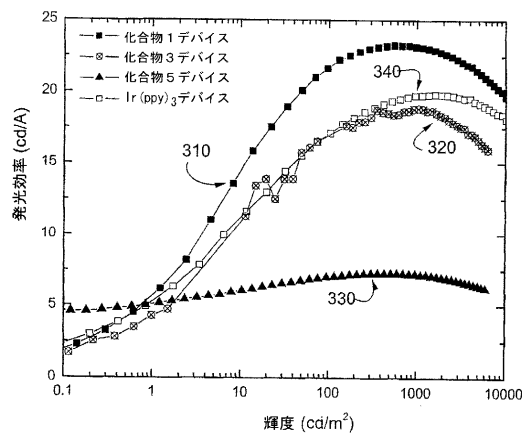
化合物 1、3 及び 5 対 Ir(ppy)₃、6%ドーピング

Figure 3

【図 4】

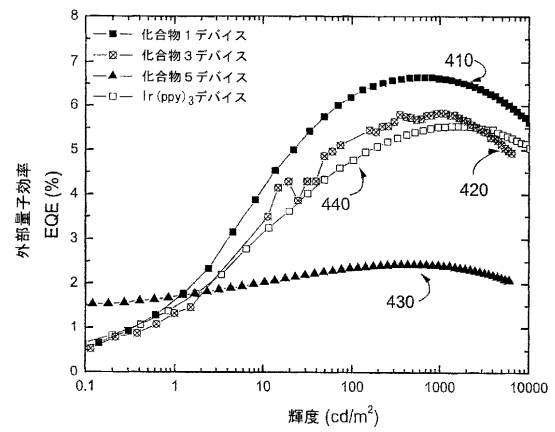
化合物 1、3 及び 5 対 Ir(ppy)₃、6%ドーピング

Figure 4

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Classification No. PCT/US 03/35535	
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 7 H01L51/50 C09K11/06 C07F15/00	
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) IPC 7 H01L C09K C07F	
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.
A	WO 02/15645 A (UNIV PRINCETON ; UNIV SOUTHERN CALIFORNIA (US); UNIVERSAL DISPLAY CORP) 21 February 2002 (2002-02-21) cited in the application figure 5a
X	US 2002/094453 A1 (FURUGORI MANABU ET AL) 18 July 2002 (2002-07-18) column 8 - column 10 abstract
☐ Further documents are listed in the continuation of box C.	
☒ Patent family members are listed in 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 "Z" document member of the same patent family
Date of the actual completion of the international search 17 March 2004	Date of mailing of the international search report 25/03/2004
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5816 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Bader, K

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No.
PCT/US 03/35535

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 0215645 A	21-02-2002	AU 8327401 A	25-02-2002
		CN 1454448 T	05-11-2003
		EP 1325671 A1	09-07-2003
		WO 0215645 A1	21-02-2002
		US 2002182441 A1	05-12-2002
US 2002094453 A1	18-07-2002	JP 2002226495 A	14-08-2002

フロントページの続き

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

(74)代理人 100089037

弁理士 渡邊 隆

(74)代理人 100108453

弁理士 村山 靖彦

(74)代理人 100110364

弁理士 実広 信哉

(72)発明者 ビン・マー

アメリカ合衆国・ペンシルヴェニア・15146・モンローヴィル・ピノーク・ドライブ・507

(72)発明者 デヴィッド・ビー・ノウルズ

アメリカ合衆国・ペンシルヴェニア・15613・アポロ・ブルーベリー・ドライブ・1006

(72)発明者 コリー・エス・ブラウン

アメリカ合衆国・ペンシルヴェニア・15146・モンローヴィル・ジェレミー・ドライブ・2100・アパートメント・210

(72)発明者 ドリュー・マーフィー

アメリカ合衆国・カリフォルニア・906502・ノーウォーク・ファイアーストーン・ブルヴァード・11635・#108

(72)発明者 マーク・イー・トンプソン

アメリカ合衆国・カリフォルニア・92807・アナハイム・ペッパー・クリーク・ウェイ・4447

Fターム(参考) 3K007 AB03 AB11 DB03

4H050 AA01 AB92 WB11 WB13 WB21

专利名称(译)	有机发光材料和器件		
公开(公告)号	JP2006505956A	公开(公告)日	2006-02-16
申请号	JP2004551868	申请日	2003-11-07
[标]申请(专利权)人(译)	环球展览公司 南加利福尼亚大学		
申请(专利权)人(译)	通用显示器公司 南加州大学		
[标]发明人	ビンマー デヴィッドビーノウルズ コリーエスブラウン ドリューマーフィー マークイートンプソン		
发明人	ビン・マー デヴィッド・ビー・ノウルズ コリー・エス・ブラウン ドリュー・マーフィー マーク・イー・トンプソン		
IPC分类号	H01L51/50 C07F15/00 C09K11/06 H01L21/50 H01S3/30 H05B33/14		
CPC分类号	C09K11/06 C09K2211/1044 C09K2211/185 H01L51/0085 H01L51/5016 H05B33/14		
FI分类号	H05B33/14.B C07F15/00.E C09K11/06.660 C09K11/06.680		
F-TERM分类号	3K007/AB03 3K007/AB11 3K007/DB03 4H050/AA01 4H050/AB92 4H050/WB11 4H050/WB13 4H050/WB21		
代理人(译)	渡边 隆 村山彦		
优先权	10/291338 2002-11-08 US		
其他公开文献	JP4656944B2		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

提供了一种有机发光器件。该器件包括阳极，阴极和设置在阳极和阴极之间的发光层。发光层具有结构 (I) (M是原子量大于40的金属，m至少为1，n至少为0，R"为H或任何取代基，X为辅助配体，A选自自由芳基和杂芳基环组成的组B是芳基环。) 中包含的成分。还提供了包含所述物质的光活性配体的物质。

