

(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2007-535807

(P2007-535807A)

(43) 公表日 平成19年12月6日(2007.12.6)

(51) Int. Cl.

HO1L 51/50 (2006.01)
CO9K 11/06 (2006.01)

F I

HO5B 33/14 B
CO9K 11/06 660

テーマコード(参考)

3K107

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 50 頁)

(21) 出願番号 特願2007-509853 (P2007-509853)
(86) (22) 出願日 平成17年4月18日 (2005. 4. 18)
(85) 翻訳文提出日 平成18年12月19日 (2006. 12. 19)
(86) 国際出願番号 PCT/CN2005/000522
(87) 国際公開番号 W02005/107332
(87) 国際公開日 平成17年11月10日 (2005. 11. 10)
(31) 優先権主張番号 10/835, 481
(32) 優先日 平成16年4月30日 (2004. 4. 30)
(33) 優先権主張国 米国 (US)

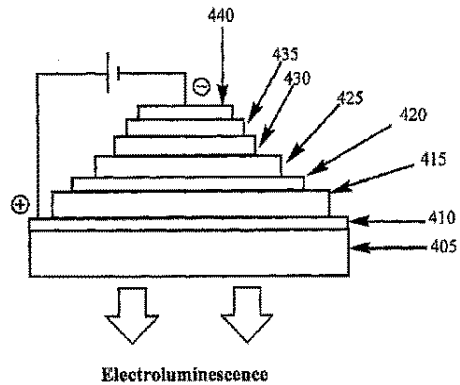
(71) 出願人 501372798
ザ ユニバーシティ オブ ホンコン
The University of H
ong Kong
ホンコン ポクフラム ロード
Pokfulam Road Hong
Kong
(74) 代理人 100064908
弁理士 志賀 正武
(74) 代理人 100089037
弁理士 渡邊 隆
(74) 代理人 100108453
弁理士 村山 靖彦
(74) 代理人 100110364
弁理士 実広 信哉

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 有機発光素子

(57) 【要約】

2個のNN型二座配位子、または2個のNO型配位子、または1個のNNNN型四座配位子、または1個のNOON型四座配位子と、遷移金属とを含む、幾何異性体のいずれかである式(I)、(II)、(III)または(IV)の電界燐光性有機金属錯体が開示される。これらの電界燐光性材料は、赤色光、橙色光または黄色光のOLEDを含めた有機発光素子(OLED)での用途に有用である。



Schematic diagram of OLED in present invention

【特許請求の範囲】

【請求項1】

少なくとも1つのホスト材料と少なくとも1つのドーパント錯体とを含む少なくとも1つの発光層を備えるヘテロ構造有機発光素子であって、前記ドーパント錯体が、2個のNN型二座配位子、または2個のNO型二座配位子、または1個のNNNN型四座配位子、または1個のNOON型四座配位子が配位した遷移金属原子を含む、ヘテロ構造有機発光素子。

【請求項2】

前記発光層が、前記ホスト材料にドーパされるドーパント錯体を1つ含む、請求項1に記載のヘテロ構造有機発光素子。

【請求項3】

前記ドーパント錯体が幾何学的にシス型立体配置である、請求項2に記載のヘテロ構造有機発光素子。

【請求項4】

前記ドーパント錯体が幾何学的にトランス型立体配置である、請求項2に記載のヘテロ構造有機発光素子。

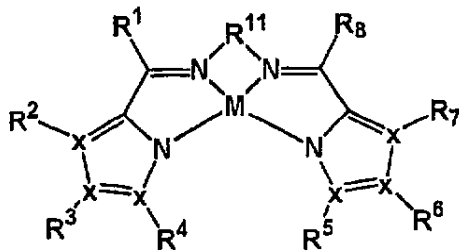
【請求項5】

前記発光層が、昇華法、真空蒸着法、気相成長法またはスピコーティングによる層である、請求項1に記載のヘテロ構造有機発光素子。

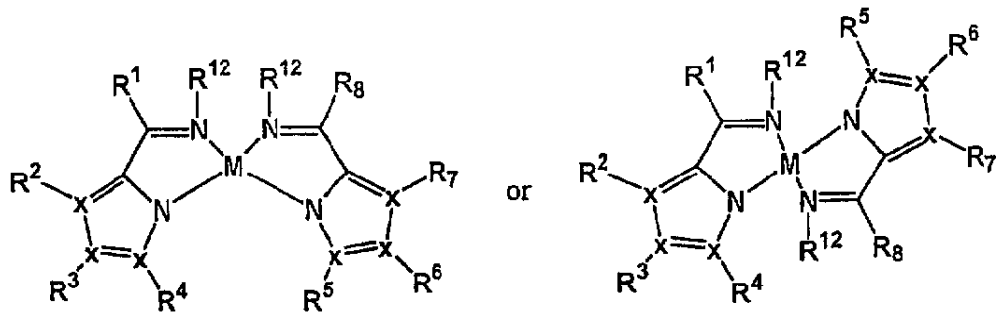
【請求項6】

前記ドーパント錯体が、

【化1】



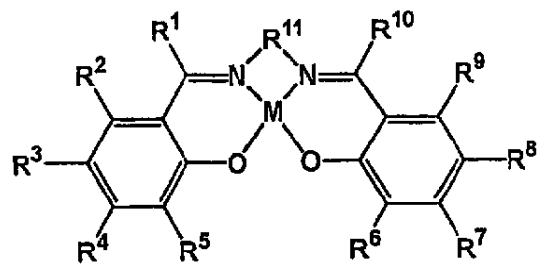
(I)



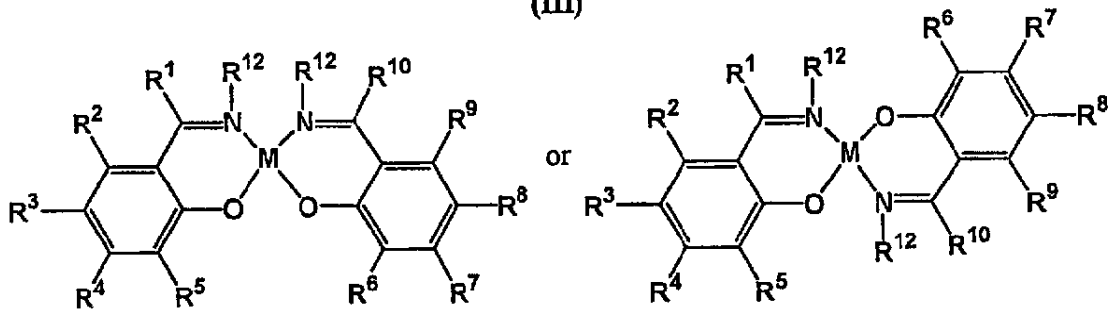
シス

(II)

トランス



(III)



シス

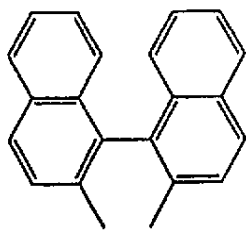
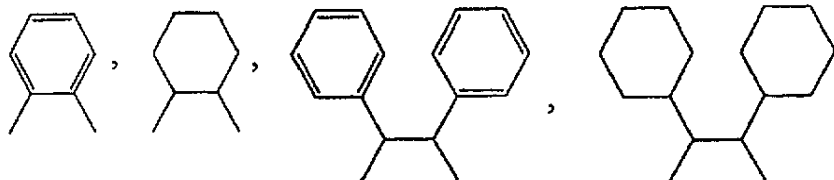
(IV)

トランス

[式中、MはNi、PdおよびPtからなる群から選択される遷移金属であり、
R¹～R¹⁰はそれぞれ独立して、-H、-OH、-NH₂、-ハロゲン、-CN、-NO₂、-R¹³、-OR¹⁴、NH
R¹⁴または-N(R¹⁴)₂であり、

R₁₁は-(C(R¹⁵))_n-、

【化2】



または ;

であり、

R¹²はそれぞれ独立して、-H、-(C₁～C₆)アルキル、-フェニル、-ナフチル、-ハロゲン

または-CNであり、

R^{13} は、それぞれが非置換あるいは1つまたは複数の $-(C_1\sim C_6)$ アルキル、-フェニルまたは-ナフチルで置換された、 $-(C_1\sim C_6)$ アルキル、-フェニルまたは-ナフチルであり、

R^{14} は、 R^{13} で上に定義されており、

R^{15} は、 R^1 で上に定義されており、

xはそれぞれ独立して、炭素または窒素原子であり、

nは1~6の整数である]

またはそれらの混合物である、請求項1に記載のヘテロ構造有機発光素子。

【請求項7】

MがPtである、請求項6に記載のヘテロ構造有機発光素子。

【請求項8】

構造IまたはIIを有する、請求項7に記載のヘテロ構造有機発光素子。

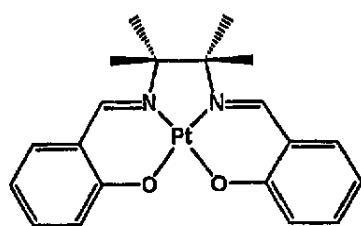
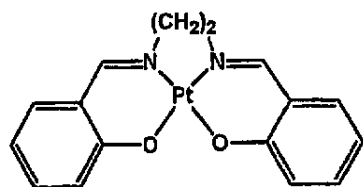
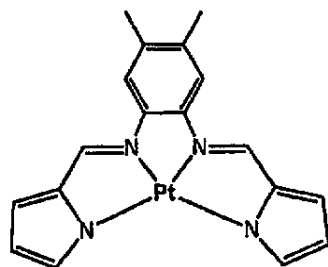
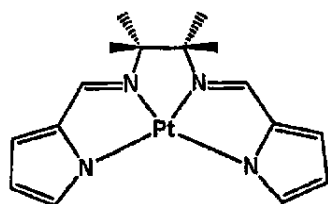
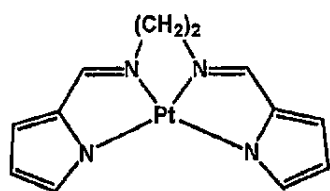
【請求項9】

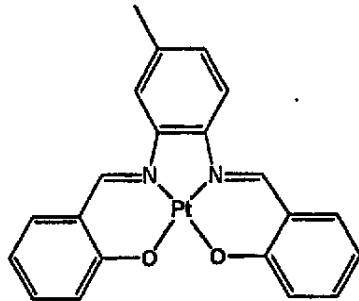
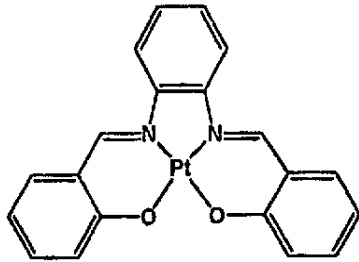
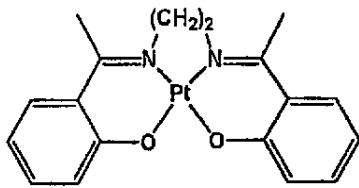
構造IIIまたはIVを有する、請求項7に記載のヘテロ構造有機発光素子。

【請求項10】

前記ドープメント錯体が、

【化3】





またはそれらの混合物からなる群から選択される、請求項7に記載のヘテロ構造有機発光素子。

【請求項11】

前記発光層が、ホスト材料の重量に基づき0.5～8.0重量%のドーパント錯体を含む、請求項1に記載のヘテロ構造有機発光素子。

【請求項12】

前記発光層が、可視色の電界発光を示すドーパント錯体を含む、請求項1に記載のヘテロ構造有機発光素子。

【請求項13】

前記発光層が、赤色、橙色または黄色の電界発光を示すドーパント錯体を含む、請求項1に記載のヘテロ構造有機発光素子。

【請求項14】

前記ホスト材料が、ビス[2-(2'-ヒドロキシフェニル)ピリジン]ベリリウム、4,4'-ビス(カルバゾール-9-イル)ビフェニル(CBP)、N,N'-ジフェニル-N,N'-ビス(1-ナフタレン)ベンジジン(α -NPB)、N,N'-ジフェニル-N,N'-ビス(2-ナフタレン)ベンジジン(β -NPB)、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(TPD)、4,4',4''-トリス(N-3-メチルフェニル-N-フェニルアミノ)トリフェニルアミン(m-TDATA)またはテトラキス(ジアリールアミノ)-9,9'-スピロビフルオレンからなる群から選択される、請求項1に記載のヘテロ構造有機発光素子。

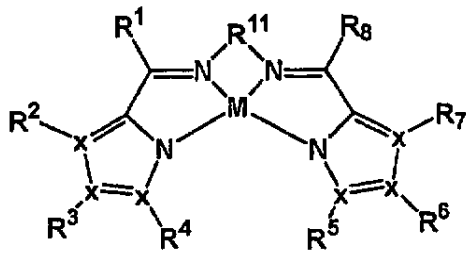
【請求項15】

発光層を設けることを含む、ヘテロ構造有機発光素子を作製する方法であって、前記発光層が少なくとも1つのホスト材料および少なくとも1つのドーパント錯体を含み、前記ドーパント錯体が、2個のNN型二座配位子、または2個のNO型二座配位子、または1個のNNNN型四座配位子、または1個のNOON型四座配位子が配位した遷移金属を含む方法。

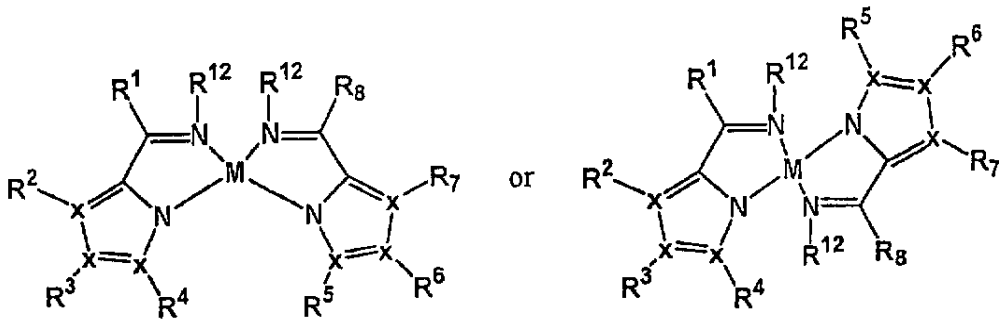
【請求項16】

発光層中の前記ドーパント錯体が、

【化4】 【化4】



(I)

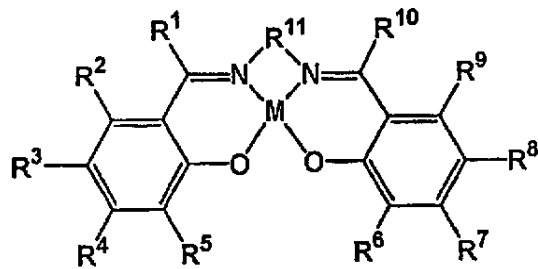


シス

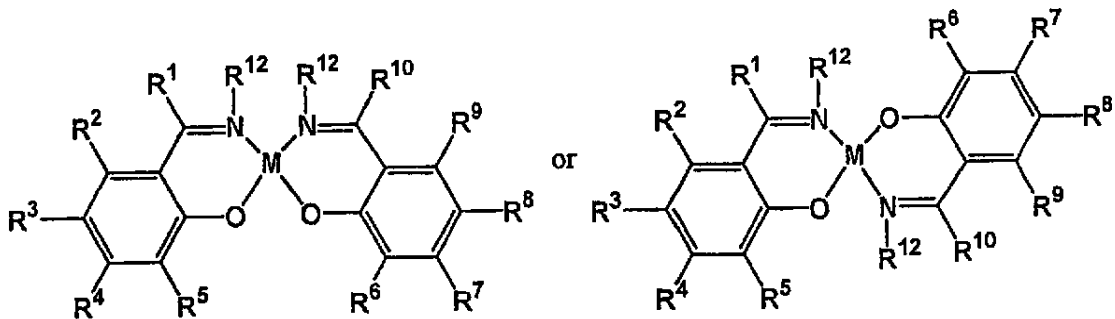
or

(II)

トランス



(III)



シス

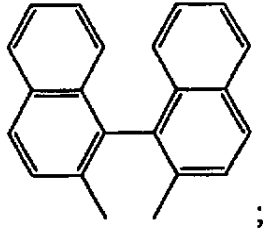
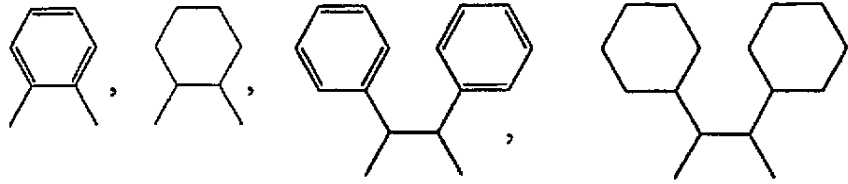
or

(IV)

トランス

[式中、MはNi、PdおよびPtからなる群から選択される遷移金属であり、
 $R^1 \sim R^{10}$ はそれぞれ独立して、-H、-OH、-NH₂、-ハロゲン、-CN、-NO₂、-R¹³、-OR¹⁴、NH
 R^{14} または-N(R¹⁴)₂であり、
 R_{11} は-(C(R¹⁵))_n-、

【化5】



または

であり、

R^{12} はそれぞれ独立して、-H、 $-(C_1 \sim C_6)$ アルキル、-フェニル、-ナフチル、-ハロゲンまたは-CNであり、

R^{13} は、それぞれが非置換あるいは1つまたは複数の $-(C_1 \sim C_6)$ アルキル、-フェニルまたは-ナフチルで置換された、 $-(C_1 \sim C_6)$ アルキル、-フェニルまたは-ナフチルであり、

R^{14} は、 R^{13} で上に定義されており、

R^{15} は、 R^1 で上に定義されており、

xはそれぞれ独立して、炭素または窒素原子であり、

nは1~6の整数である]

またはそれらの混合物である、請求項15に記載の方法。

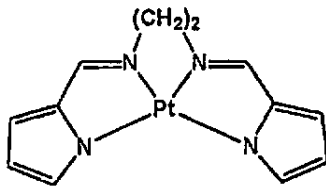
【請求項17】

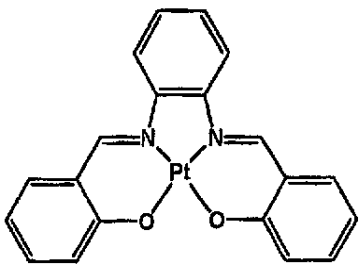
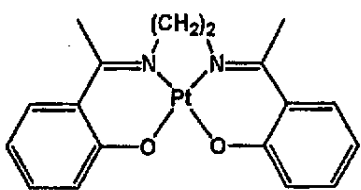
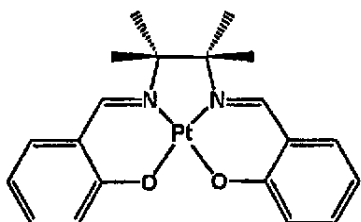
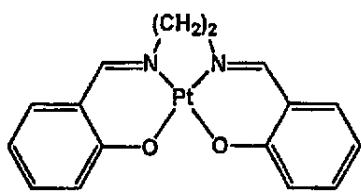
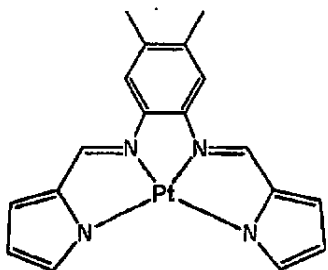
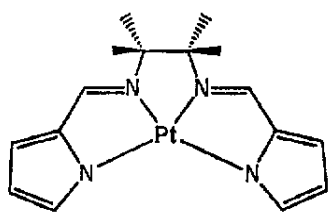
MがPtである、請求項15に記載の方法。

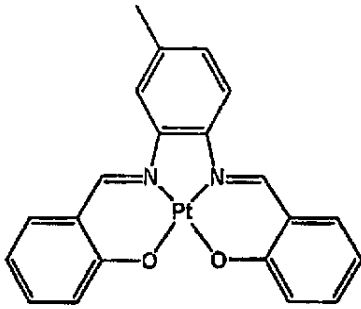
【請求項18】

発光層中の前記ドーパント錯体が、

【化6】







またはそれらの混合物からなる群から選択される、請求項17に記載の方法。

【請求項19】

前記発光層が、ホスト材料の重量に基づき0.5～8.0重量%のドーパント錯体を含む、請求項15に記載の方法。

【請求項20】

前記発光層が、可視色の電界発光を示すドーパント錯体を含む、請求項15に記載の方法。

【請求項21】

前記発光層が、赤色、橙色または黄色の電界発光を示すドーパント錯体を含む、請求項20に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、遷移金属錯体を含む高効率有機発光素子(OLED)に関する。幾何異性体のいずれかであるこの遷移金属錯体は、2個のNN型二座配位子、または2個のNO型二座配位子、または1個のNNNN型四座配位子、または1個のNOON型四座配位子と遷移金属原子とを電界発光性発光体として含む。本発明はまた、薄膜OLEDを作製する方法、および液晶ディスプレイ、プラズマパネルディスプレイ、発光ダイオードなどその用途にも関する。

【背景技術】

【0002】

有機発光素子(OLED)は、次世代のフラットパネルディスプレイ(FPD)、液晶ディスプレイ(LCD)およびプラズマディスプレイパネル(PDP)として用途を見出している。これは、軽量、高速画像応答および低消費電力を含めたOLEDの良好な特徴によって推進されている。この目的に向けて、電界発光を示す有機金属化合物は、これらの化合物を用いた素子の特性を改変するために配位子の構造も中心金属原子も変えることができるので、電界発光用途に特に魅力的である。

【0003】

有機発光素子(OLED)は、電流を流すと発光するエネルギー変換素子である。多層のOLEDは通常、正孔注入層、電子注入層、正孔輸送層、電子輸送層、発光層、金属酸化物層および金属電極を備える。発光層での有機低分子および有機ポリマーの使用は、フルカラー大面積フラットパネルディスプレイにおけるそれらの潜在用途ゆえにかなり注目されている。TangおよびVanSlykeが、真空蒸着によって有機低分子を薄膜として作製して多層の有機発光素子(OLED)を形成することができることを最初に開示した(Tangら、Appl.Phys.Lett. 51:913、(1987)を参照のこと)。

【0004】

OLEDの性能を向上させるために、有機低分子に関する研究がなされている。一般に、蛍光材料および燐光材料は、OLEDの発光層において発光体として使用される。蛍光化合物からの発光は、電界発光素子の発光層中における一重項励起子の形成の結果として生じる。米国特許第6310360号は、電界発光素子の発光層中における正孔と電子の再結合の後、理

論的には25%の一重項励起子および75%の三重項励起子が生じると開示した。一重項励起子はそのエネルギーを一重項励起状態へ移動させ、一方三重項励起子はそのエネルギーを三重項励起状態へ移動させる。有機低分子の大部分が蛍光を示し、したがって生成される励起子のうち25%しか使用されず、外部効率が低い素子となる。

【0005】

蛍光化合物と対照的に、異なる色を放出する一連の効率的な燐光イリジウム錯体を、南カリフォルニア大学のThompsonらおよびプリンストン大学のForrestらが共同で報告している(米国特許第6515298B2号、米国特許公開公報第20020182441A1号、Lamanskyら、J. Am. Chem. Soc.、123:4304(2001)、およびXieら、Adv. Mat.、13:1245(2001)を参照のこと)。Cheraも、白金(II)、銅(I)、金(I)、亜鉛(II)など様々な中心金属を用いた有機金属錯体のOLED発光体としての使用を示している(米国特許公開公報第23205707A1号、米国特許公開公報第22179885A1号、Y.-Y. Linら、Chem. Eur. J.、9:1263(2003)、Luら、Chem. Commun.、206(2002)、Maら、New J. Chem.、263(1999)、Maら、Appl. Phys. Lett.、74:1361(1999)、Hoら、Chem. Commun.、2101(1998)、およびMaら、Chem. Commun.、2491(1998)を参照のこと)。

【0006】

様々な発光化合物、特に赤色発光体が、多くの素子構造における活性な発光体として研究されている。米国特許第6048630号は、濃赤色の電界発光を放出する燐光Pt(OEP)錯体(H_2OEP =オクチルエチルポルフィリン)に基づくOLEDを開示した。ThompsonおよびForrestらは、高効率($\eta_{ext}=7.0\pm 0.5\%$)の赤色燐光材料(ビス(2-(2'-ベンゾ[4,5-a]チエニル)ピリジナト-N, C^3)イリジウム(アセチルアセトナート)[Btp2Ir(acac)])を報告した(Adachiら、Appl. Phys. Lett.、78:1622(2001)を参照のこと)。加えて、OLED中で赤色発光ドーパントとして使用されるユーロピウム錯体($Eu(TTA)_3phen$ 、 TTA =テノイルトリフルオロアセトン、 $phen=1,10$ -フェナントロリン)も報告して、くっきりした赤色電界発光を示した(Adachiら、J. Appl. Phys.、87:8049(2000)を参照のこと)。

【0007】

フルカラーフラットパネルディスプレイ用途に向けて、OLED用の高効率赤色燐光発光体の開発において努力がなされている。著しい進歩を遂げているが、商品化の前にOLEDの安定度および効率の最適化などの課題に対処する必要がある。したがって、可視光領域で電界発光(EL)を示す、効率が良く良好な安定度を有する燐光材料を開発することを特に企図する。

【特許文献1】米国特許第6310360号

【特許文献2】米国特許第6515298B2号

【特許文献3】米国特許公開公報第20020182441A1号

【特許文献4】米国特許公開公報第23205707A1号

【特許文献5】米国特許公開公報第22179885A1号

【特許文献6】米国特許第6048630号

【非特許文献1】Tangら、Appl. Phys. Lett. 51:913、(1987)

【非特許文献2】Lamanskyら、J. Am. Chem. Soc.、123:4304(2001)

【非特許文献3】Xieら、Adv. Mat.、13:1245(2001)

【非特許文献4】Y.-Y. Linら、Chem. Eur. J.、9:1263(2003)

【非特許文献5】Luら、Chem. Commun.、206(2002)

【非特許文献6】Maら、New J. Chem.、263(1999)

【非特許文献7】Maら、Appl. Phys. Lett.、74:1361(1999)

【非特許文献8】Hoら、Chem. Commun.、2101(1998)

【非特許文献9】Maら、Chem. Commun.、2491(1998)

【非特許文献10】Adachiら、Appl. Phys. Lett.、78:1622(2001)

【非特許文献11】Adachiら、J. Appl. Phys.、87:8049(2000)

【非特許文献12】Bacchiら、Inorganica Chimica Acta. 342:229(2003)

【非特許文献13】Maleら、J. Chem. Soc.、Dalton Trans. 2487(1997)

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】**【0008】**

本発明の主要な目的は、電界燐光性発光体として少なくとも1つのドーパント錯体を使用する発光層を備える有機発光素子(OLED)を提供することである。これらの素子は、低ターンオン電圧、高輝度、高効率および所望の色を示すべきである。

【0009】

本発明の別の目的は、少なくとも1つの電界燐光性ドーパント錯体および少なくとも1つのホスト材料を含む発光層を使用するOLED構造を提供することである。

【0010】

本発明のさらに別の目的は、異なる印加電圧で発光層中のドーパント錯体の濃度を変えることにより所望の色を放出するOLEDを提供することである。これは選択されるドーパント錯体の効率に関係し、これらの錯体はOLEDにおいて低濃度レベルで使用することができる。

【課題を解決するための手段】**【0011】**

一実施形態では、本発明はヘテロ構造有機発光素子に関する。このヘテロ構造有機発光素子は、

第1の電極が載置された基板と、

正孔輸送層と、

少なくとも1つのホスト材料と少なくとも1つのドーパント錯体（このドーパント錯体は、幾何異性体のいずれかであり、2個のNN型二座配位子、または2個のNO型二座配位子、または1個のNNNN型四座配位子、または1個のNOON型四座配位子が配位した少なくとも1つの遷移金属を含む）とを含む少なくとも1つの発光層と、

正孔ブロッキング層と、

電子輸送層と、

電荷注入層と、

正孔輸送層、発光層、正孔ブロッキング層、電子輸送層および電荷注入層を、第1の電極との間に挟む第2の電極とを備える。

【0012】

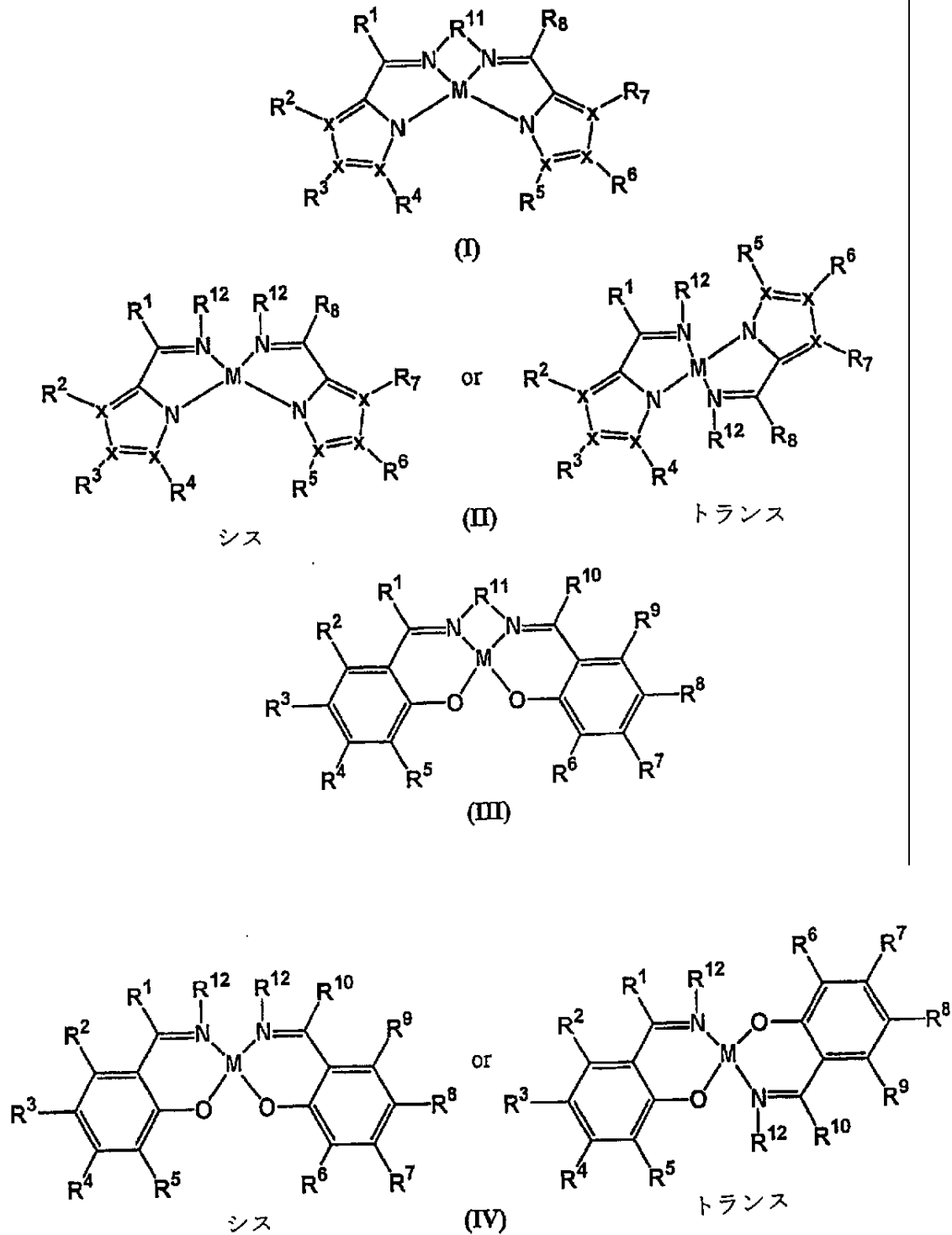
好ましい諸実施形態では、本発明は、少なくとも1つの遷移金属錯体を含有する発光層を備えるOLEDに関する。幾何異性体のいずれかであるこの遷移金属錯体は、2個のNN型二座配位子、または2個のNO型二座配位子、または1個のNNNN型四座配位子、または1個のNOON型四座配位子と、遷移金属とを電界燐光性ドーパント錯体として含有する。

【0013】

好ましい実施形態では、本発明はヘテロ構造OLEDに関する。このヘテロ構造OLEDは、以下の式、

【0014】

【化1】 【化1】



【0015】

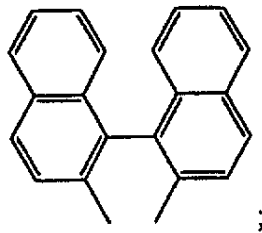
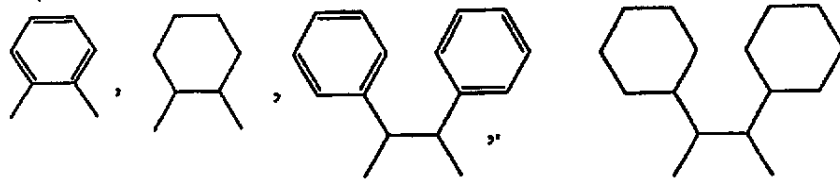
〔式中、

MはNi、PdおよびPtからなる群から選択される遷移金属であり、 $R^1 \sim R^{10}$ はそれぞれ独立して、-H、-OH、-NH₂、-ハロゲン、-CN、-NO₂、-R¹³、-OR¹⁴、NHR¹⁴または-N(R¹⁴)₂であり、

R¹¹は-(C(R¹⁵))_n、

【0016】

【化2】



または

【0017】

であり、

R^{12} はそれぞれ独立して、-H、 $-(C_1 \sim C_6)$ アルキル、-フェニル、-ナフチル、-ハロゲンまたは-CNであり、

R^{13} は、それぞれが非置換あるいは1つまたは複数の $-(C_1 \sim C_6)$ アルキル、-フェニルまたは-ナフチルで置換された、 $-(C_1 \sim C_6)$ アルキル、-フェニルまたは-ナフチルであり、

R^{14} は R^{13} で上に定義されており、

R^{15} は R^1 で上に定義されており、

xは独立して炭素または窒素原子であり、

nは1~6の整数である]

の1つまたは複数のドーパント錯体、あるいはそれらの混合物を含む。

【0018】

別の実施形態では、本発明は、黄色、橙色または赤色を放出するヘテロ構造有機発光素子を作製する方法に関する。この方法は、

第1の電極が載置された基板を設ける工程と、

第1の電極の上面上に正孔輸送層を設ける工程と、

少なくとも1つのホスト材料と少なくとも1つのドーパント錯体（このドーパント錯体は、幾何異性体のいずれかであり、2個のNN型二座配位子、または2個のNO型二座配位子、または1個のNNNN型四座配位子、または1個のNOON型四座配位子が配位した遷移金属を含む）とを含む発光層を、正孔輸送層の上面上に形成する工程と、

発光層の上面上に正孔ブロッキング層を設ける工程と、

正孔ブロッキング層の上面上に電子輸送層を設ける工程と、

電子輸送層の上面上に電荷注入層を設ける工程と、

電荷注入層の上面上に第2の電極を設ける工程とを含む。

【0019】

本発明の好ましい実施形態には、赤色、橙色または黄色の電界発光を生じるヘテロ構造を備えるOLEDが含まれるが、それだけには限らない。これらの素子は、陽極(ITOガラス物質)、正孔輸送層(N,N'-ジフェニル-N,N'-ビス(2-ナフトレン)ベンジジン(β -NPB))、ホスト材料(4,4'-ビス(カルバゾール-9-イル)ビフェニル(CBP))と、本明細書中の式I、II、IIIまたはIVで示される電界発光性のドーパント錯体とを含む発光層、正孔ブロッキング層(2,9-ジメチル-4,7-ジフェニル-1,10-フェナントロリン(BCP))、電子輸送層(トリス(8-ヒドロキシキノラト)アルミニウム(Alq_3))、電荷注入層(フッ化リチウム)、および陰極(ア

ルミニウム金属)を含む。

【0020】

より好ましくは、本明細書中の式I、II、IIIまたはIVで示される電界燐光性のドーパント錯体を用いたOLEDは、電流を流すと、赤色、橙色または黄色の発光を示す。

【0021】

本発明によれば、電子フラットパネルディスプレイ、サインランプ用の表示板または光源にこれらの高効率OLEDを適用することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0022】

本発明を説明するのに有用ないくつかの定義を以下に示す。

【0023】

本明細書中で使用する「NN型二座配位子」という語句は、イミン基と、ピロール基、ピラゾール基、イミダゾール基、またはトリアゾール基のいずれかを含む分子を指し、この配位子は、これらの基の窒素原子を介して金属に配位している。

【0024】

本明細書中で使用する「NO型二座配位子」という語句は、イミン基およびフェノキシド基を含む分子を指し、この配位子は、これらの基の窒素原子および酸素原子を介して金属に配位している。

【0025】

本明細書中で使用する「NNNN型四座配位子」という語句は、2つのイミン基と、2つのピロール基、2つのピラゾール基、2つのイミダゾール基、または2つのトリアゾール基のいずれかを含む分子を指し、この配位子は、これらの基の窒素原子を介して金属に配位している。

【0026】

本明細書中で使用する「NOON型四座配位子」という語句は、2つのイミン基および2つのフェノキシド基を含む分子を指し、この配位子は、これらの基の窒素原子および酸素原子を介して金属に配位している。

【0027】

本明細書中で使用する「発光素子」という語句は、電流に対して非対称なインピーダンスを示す構造を指す。典型的には、このような素子により、順方向にバイアスをかけるといわれている場合、電流がより容易に一方に流れることが可能となる。しかしながら、本発明のいくつかの素子では、逆方向にバイアスをかけた状態で、かなりの電流が流れ、同様に光を発生させることができる。

【0028】

本発明は、少なくとも1つのホスト材料および少なくとも1つの発光材料を含む発光層を備えるヘテロ構造OLEDに関する。好ましくは、発光材料は、2つのNN型二座配位子、または2つのNO型二座配位子、または1つのNNNN型四座配位子、または1つのNOON型四座配位子が配位した1つの遷移金属を含む、幾何異性体のいずれかであるドーパント錯体である。このドーパント錯体は、単量体、二量体、オリゴマーまたはそれらの混合物として存在することができる。

【0029】

一実施形態では、本発明はヘテロ構造有機発光素子に関する。この素子は、

第1の電極が載置された基板と、

正孔輸送層と、

少なくとも1つのホスト材料と少なくとも1つのドーパント錯体（このドーパント錯体は、幾何異性体のいずれかであり、2つのNN型二座配位子、または2つのNO型二座配位子、または1つのNNNN型四座配位子、または1つのNOON型四座配位子が配位した少なくとも1つの遷移金属を含む）とを含む少なくとも1つの発光層と、

正孔ブロッキング層と、

電子輸送層と、

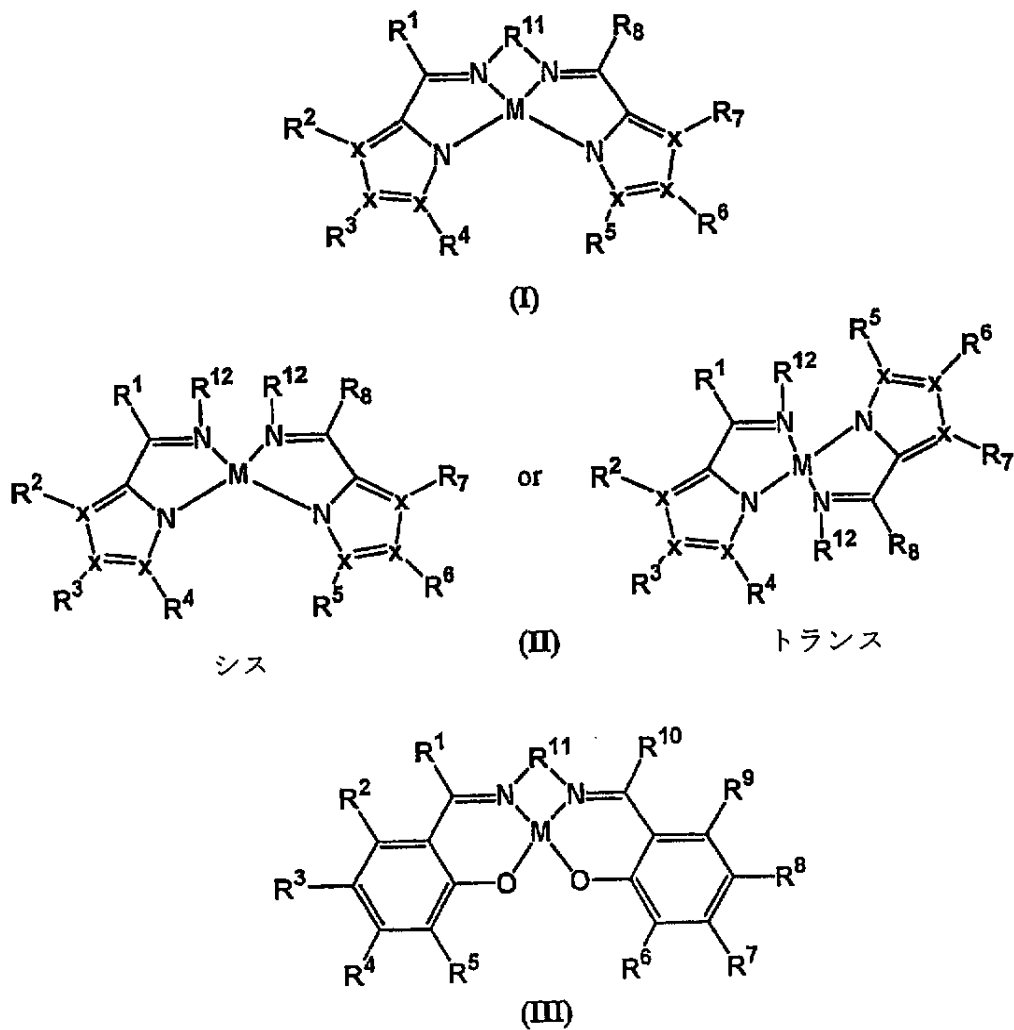
電荷注入層と、
正孔輸送層、発光層、正孔ブロッキング層、電子輸送層および電荷注入層を、第1の電極との間に挟む第2の電極とを備える。

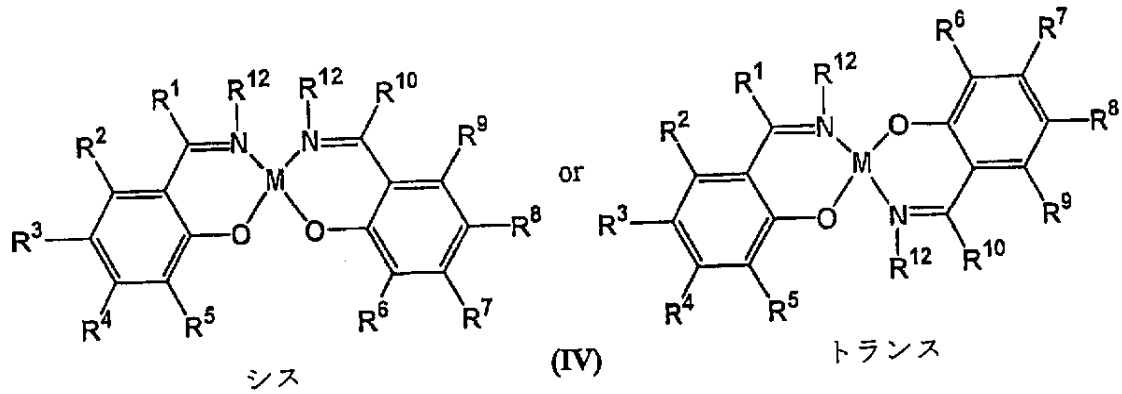
【0030】

好ましくは、発光材料は、2個のNN型二座配位子、または2個のNO型二座配位子、または1個のNNNN型四座配位子、または1個のNOON型四座配位子と、遷移金属原子とを含む、幾何異性体のいずれかであるドーパント錯体である。より好ましくは、発光材料は以下の式、

【0031】

【化3】





【0032】

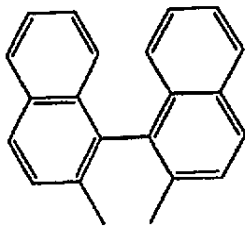
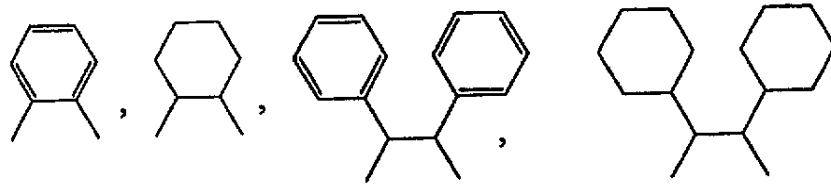
〔式中、

MはNi、PdおよびPtからなる群から選択される遷移金属であり、

R¹～R¹⁰はそれぞれ独立して、-H、-OH、-NH₂、-ハロゲン、-CN、-NO₂、-R¹³、-OR¹⁴、NHR¹⁴または-N(R¹⁴)₂であり、R¹¹は-(C(R¹⁵)₂)_n-、

【0033】

【化4】



または ;

【0034】

であり、

R¹²はそれぞれ独立して、-H、-(C₁～C₆)アルキル、-フェニル、-ナフチル、-ハロゲンまたは-CNであり、R¹³は、それぞれが非置換あるいは1つまたは複数の-(C₁～C₆)アルキル、-フェニルまたは-ナフチルで置換された、-(C₁～C₆)アルキル、-フェニルまたは-ナフチルであり、R¹⁴はR¹³で上に定義されており、R¹⁵はR¹で上に定義されており、

xは独立して炭素または窒素原子であり、

nは1～6の整数である〕

のドーパント錯体またはそれらの混合物を含む。

【0035】

いくつかの実施形態では、式(I)、(II)、(III)または(IV)の化合物は、電子供与体であるR¹～R¹⁰の基を含むことができる。電子供与基の非限定的な例は、-N(R¹⁴)₂および-OR¹⁴を含むアミンである。

【0036】

いくつかの実施形態では、式(I)、(II)、(III)または(IV)の化合物は、電子受容体である $R^1 \sim R^4$ の基を含むことができる。電子受容基の非限定的な例には、 $-F$ 、 $-Cl$ 、 $-Br$ 、 $-I$ 、 $-NO_2$ 、 $-C(O)(C_1 \sim C_6)$ 、 $-C(O)O(C_1 \sim C_6)$ 、 $-SCN$ 、 $-SO_3F$ および $-CN$ が含まれる。

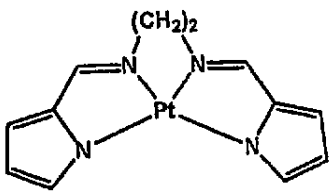
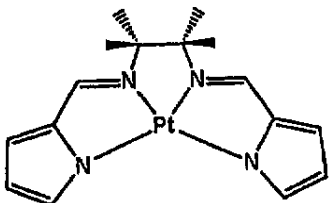
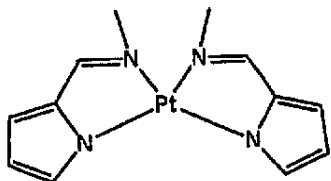
【0037】

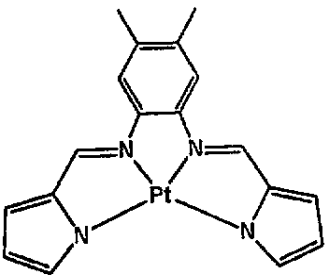
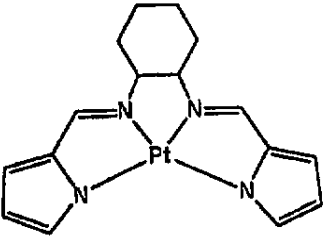
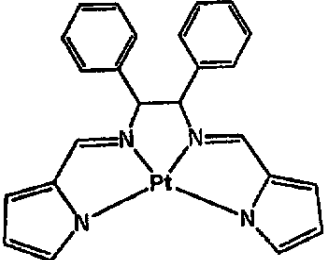
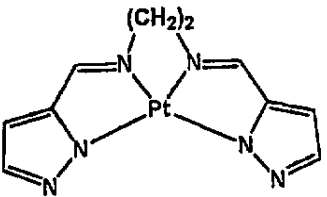
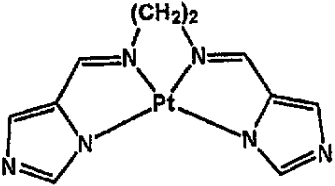
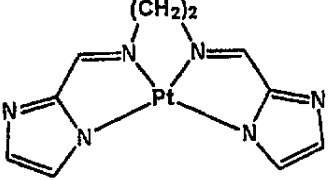
式(I)および(II)の例示的な化合物例のいくつかを、以下表1に記載する。

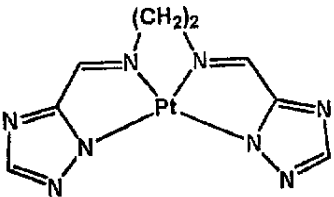
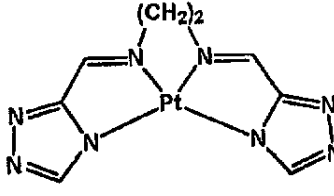
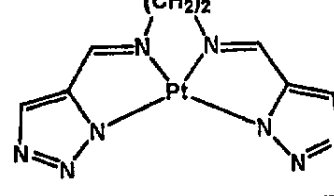
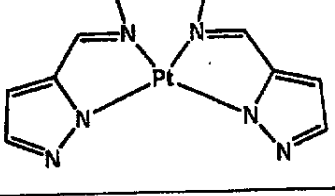
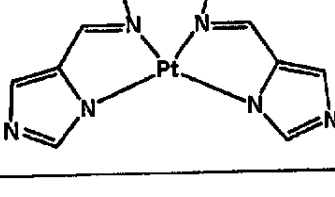
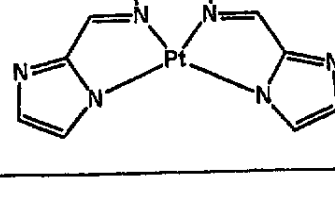
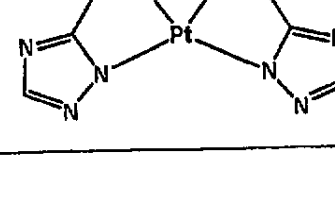
【0038】

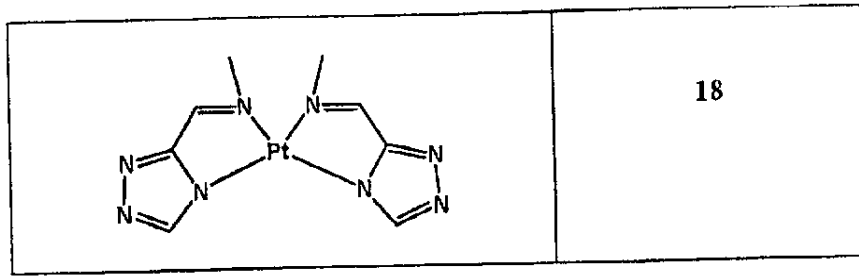
【表1】

表1

構造	ドーパント錯体
	1
	2
	3

	4
	5
	6
	8
	9
	10

	11
	12
	13
	14
	15
	16
	17



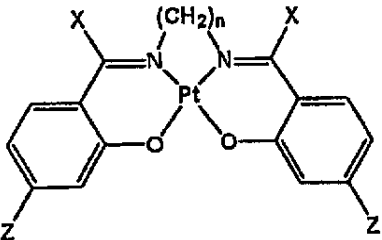
【0039】

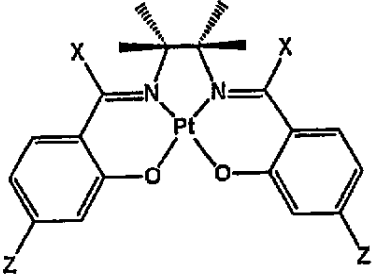
式(III)および(IV)の例示的な化合物例のいくつかを、以下表2に記載する。

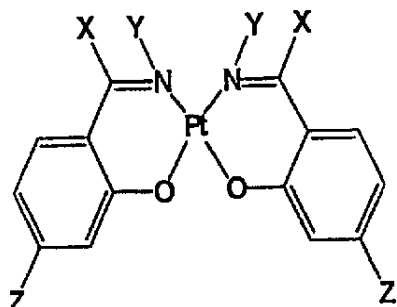
【0040】

【表2】

表2

構造	ドーパント錯体
	19: $n = 2, X = H, Z = H$
	20: $n = 2, X = H, Z = Cl$
	21: $n = 2, X = H, Z = Br$
	22: $n = 2, X = H, Z = F$
	23: $n = 2, X = H, Z = I$
	24: $n = 2, X = H, Z = CH_3$
	25: $n = 2, X = H, Z = t\text{-ブチル}$
	26: $n = 2, X = H, Z = NO_2$
	27: $n = 3, X = H, Z = H$
	28: $n = 3, X = H, Z = Cl$
	29: $n = 3, X = H, Z = Br$
	30: $n = 3, X = H, Z = F$
	31: $n = 3, X = H, Z = I$
	32: $n = 3, X = H, Z = CH_3$
	33: $n = 3, X = H, Z = t\text{-ブチル}$
	34: $n = 3, X = H, Z = NO_2$
	35: $n = 2, X = CH_3, Z = H$
	36: $n = 2, X = CH_3, Z = Cl$
	37: $n = 2, X = CH_3, Z = Br$
	38: $n = 2, X = CH_3, Z = F$
	39: $n = 2, X = CH_3, Z = I$
	40: $n = 2, X = CH_3, Z = CH_3$
	41: $n = 2, X = CH_3, Z = t\text{-ブチル}$
	42: $n = 2, X = CH_3, Z = NO_2$
	43: $n = 3, X = CH_3, Z = H$
	44: $n = 3, X = CH_3, Z = Cl$
	45: $n = 3, X = CH_3, Z = Br$
	46: $n = 3, X = CH_3, Z = F$
	47: $n = 3, X = CH_3, Z = I$
	48: $n = 3, X = CH_3, Z = CH_3$
	49: $n = 3, X = CH_3, Z = t\text{-ブチル}$

	50: $n = 3$, $X = \text{CH}_3$, $Z = \text{NO}_2$
	51: $X = \text{H}$, $Z = \text{H}$ 52: $X = \text{H}$, $Z = \text{Cl}$ 53: $X = \text{H}$, $Z = \text{Br}$ 54: $X = \text{H}$, $Z = \text{F}$ 55: $X = \text{H}$, $Z = \text{I}$ 56: $X = \text{H}$, $Z = \text{CH}_3$ 57: $X = \text{H}$, $Z = \text{t-ブチル}$ 58: $X = \text{H}$, $Z = \text{NO}_2$ 59: $X = \text{CH}_3$, $Z = \text{H}$ 60: $X = \text{CH}_3$, $Z = \text{Cl}$ 61: $X = \text{CH}_3$, $Z = \text{Br}$ 62: $X = \text{CH}_3$, $Z = \text{F}$ 63: $X = \text{CH}_3$, $Z = \text{I}$ 64: $X = \text{CH}_3$, $Z = \text{CH}_3$ 65: $X = \text{CH}_3$, $Z = \text{t-ブチル}$ 66: $X = \text{CH}_3$, $Z = \text{NO}_2$
	67: $X = \text{H}$, $Y = \text{CH}_3$, $Z = \text{H}$ 68: $X = \text{H}$, $Y = \text{CH}_3$, $Z = \text{Cl}$ 69: $X = \text{H}$, $Y = \text{CH}_3$, $Z = \text{Br}$ 70: $X = \text{H}$, $Y = \text{CH}_3$, $Z = \text{F}$ 71: $X = \text{H}$, $Y = \text{CH}_3$, $Z = \text{I}$ 72: $X = \text{H}$, $Y = \text{CH}_3$, $Z = \text{CH}_3$ 73: $X = \text{H}$, $Y = \text{CH}_3$, $Z = \text{t-ブチル}$ 74: $X = \text{H}$, $Y = \text{CH}_3$, $Z = \text{NO}_2$ 75: $X = \text{CH}_3$, $Y = \text{CH}_3$, $Z = \text{H}$ 76: $X = \text{CH}_3$, $Y = \text{CH}_3$, $Z = \text{Cl}$ 77: $X = \text{CH}_3$, $Y = \text{CH}_3$, $Z = \text{Br}$ 78: $X = \text{CH}_3$, $Y = \text{CH}_3$, $Z = \text{F}$ 79: $X = \text{CH}_3$, $Y = \text{CH}_3$, $Z = \text{I}$ 80: $X = \text{CH}_3$, $Y = \text{CH}_3$, $Z = \text{CH}_3$ 81: $X = \text{CH}_3$, $Y = \text{CH}_3$, $Z = \text{t-ブチル}$

82: X = CH₃, Y = CH₃, Z = NO₂83: X = CH₃, Y = CN, Z = H84: X = CH₃, Y = CN, Z = Cl85: X = CH₃, Y = CN, Z = Br86: X = CH₃, Y = CN, Z = F87: X = CH₃, Y = CN, Z = I88: X = CH₃, Y = CN, Z = CH₃89: X = CH₃, Y = CN, Z = t-ブチル90: X = CH₃, Y = CN, Z = NO₂

91: X = H, Y = CN, Z = H

92: X = H, Y = CN, Z = Cl

93: X = H, Y = CN, Z = Br

94: X = H, Y = CN, Z = F

95: X = H, Y = CN, Z = I

96: X = H, Y = CN, Z = CH₃

97: X = H, Y = CN, Z = t-ブチル

98: X = H, Y = CN, Z = NO₂

99: X = H, W = H, Z = H

100: X = H, W = H, Z = Cl

101: X = H, W = H, Z = Br

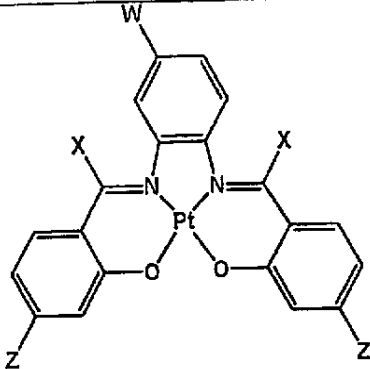
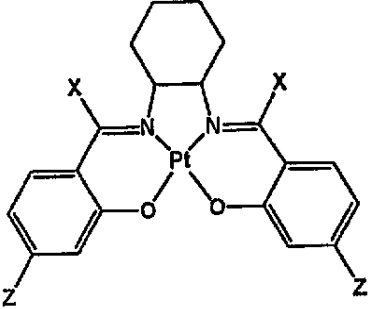
102: X = H, W = H, Z = F

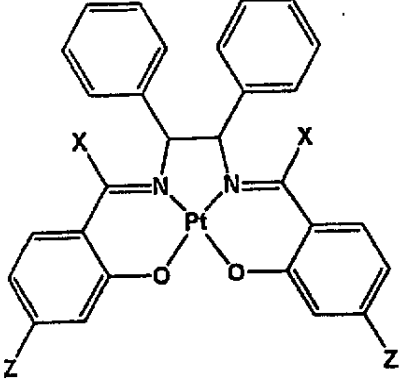
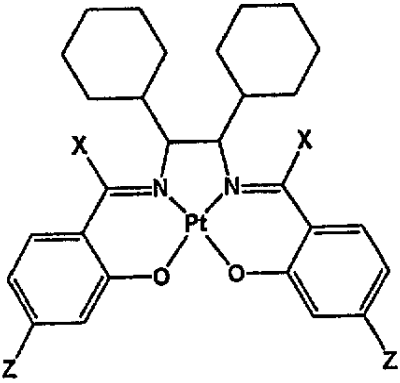
103: X = H, W = H, Z = I

104: X = H, W = H, Z = CH₃

105: X = H, W = H, Z = t-ブチル

106: X = H, W = H, Z = NO₂107: X = CH₃, W = H, Z = H108: X = CH₃, W = H, Z = Cl109: X = CH₃, W = H, Z = Br110: X = CH₃, W = H, Z = F111: X = CH₃, W = H, Z = I112: X = CH₃, W = H, Z = CH₃113: X = CH₃, W = H, Z = t-ブチル

	<p>114: X = CH₃, W = H, Z = NO₂ 115: X = H, W = CH₃, Z = H 116: X = H, W = CH₃, Z = Cl 117: X = H, W = CH₃, Z = Br 118: X = H, W = CH₃, Z = F 119: X = H, W = CH₃, Z = I 120: X = H, W = CH₃, Z = CH₃ 121: X = H, W = CH₃, Z = t-ブチル 122: X = H, W = CH₃, Z = NO₂ 123: X = CH₃, W = CH₃, Z = H 124: X = CH₃, W = CH₃, Z = Cl 125: X = CH₃, W = CH₃, Z = Br 126: X = CH₃, W = CH₃, Z = F 127: X = CH₃, W = CH₃, Z = I 128: X = CH₃, W = CH₃, Z = CH₃ 129: X = CH₃, W = CH₃, Z = t-ブチル 130: X = CH₃, W = CH₃, Z = NO₂</p>
	<p>131: X = H, Z = H 132: X = H, Z = Cl 133: X = H, Z = Br 134: X = H, Z = F 135: X = H, Z = I 136: X = H, Z = CH₃ 137: X = H, Z = t-ブチル 138: X = H, Z = NO₂ 139: X = CH₃, Z = H 140: X = CH₃, Z = Cl 141: X = CH₃, Z = Br 142: X = CH₃, Z = F 143: X = CH₃, Z = I 144: X = CH₃, Z = CH₃ 145: X = CH₃, Z = t-ブチル 146: X = CH₃, Z = NO₂</p>

	<p>147: X = H, Z = H 148: X = H, Z = Cl 149: X = H, Z = Br 150: X = H, Z = F 151: X = H, Z = I 152: X = H, Z = CH₃ 153: X = H, Z = t-ブチル 154: X = H, Z = NO₂ 155: X = CH₃, Z = H 156: X = CH₃, Z = Cl 157: X = CH₃, Z = Br 158: X = CH₃, Z = F 159: X = CH₃, Z = I 160: X = CH₃, Z = CH₃ 161: X = CH₃, Z = t-ブチル 162: X = CH₃, Z = NO₂</p>
	<p>163: X = H, Z = H 164: X = H, Z = Cl 165: X = H, Z = Br 166: X = H, Z = F 167: X = H, Z = I 168: X = H, Z = CH₃ 169: X = H, Z = t-ブチル 170: X = H, Z = NO₂ 171: X = CH₃, Z = H 172: X = CH₃, Z = Cl 173: X = CH₃, Z = Br 174: X = CH₃, Z = F 175: X = CH₃, Z = I 176: X = CH₃, Z = CH₃ 177: X = CH₃, Z = t-ブチル 178: X = CH₃, Z = NO₂</p>

【0041】

NN型二座配位子の非限定的な例には、ドーパント錯体3および14~18で上に示すものが

含まれる。例えば、NN型配位子は、少なくとも非置換の5員環または6員環あるいは置換した5員環または6員環からなる配位子から選択される。置換した5員環または6員環は、以下の基、すなわち水素、ハロゲン、ヒドロキシル基、アルキル基、シクロアルキル基、アリール基、アシル基、アルコキシ、アシルオキシ基、アミノ基、アシルアミノ基、アラルキル基、シアノ基、カルボキシル基、チオ基、ビニル基、スチリル基、アミノカルボニル基、カルボニル基、アラニル基、アリールオキシカルボニル基、キシリルオキシカルボニル基、フェノキシカルボニル基、またはアルコキシカルボニル基、ならびに認識されているドナーまたはアクセプター基から選択される少なくとも1つの置換基を含む。これらの置換基、例えばアリール基を結合させて、置換したまたは非置換の飽和または不飽和環を任意の数の員(members)とともに形成することができる。好ましい一実施形態では、遷移金属はPtである。

【0042】

NO型二座配位子の非限定的な例には、ドーパント錯体67~98で上に示すものが含まれる。例えば、NO型配位子は、少なくとも非置換の6員環または5員環あるいは置換した6員環または5員環からなる配位子から選択される。置換した6員環または5員環は、以下の基、すなわち水素、ハロゲン、ヒドロキシル基、アルキル基、シクロアルキル基、アリール基、アシル基、アルコキシ、アシルオキシ基、アミノ基、アシルアミノ基、アラルキル基、シアノ基、カルボキシル基、チオ基、ビニル基、スチリル基、アミノカルボニル基、カルボニル基、アラニル基、アリールオキシカルボニル基、キシリルオキシカルボニル基、フェノキシカルボニル基、またはアルコキシカルボニル基、ならびに認識されているドナーまたはアクセプター基から選択される少なくとも1つの置換基を含む。これらの置換基、例えばアリール基を結合させて、置換したまたは非置換の飽和または不飽和環を任意の数の員とともに形成することができる。好ましい一実施形態では、遷移金属はPtである。

【0043】

NNNN型配位子の非限定的な例には、ドーパント錯体1~2および4~13で上に示すものが含まれる。例えば、NNNN型配位子は、少なくとも非置換の5員環または6員環あるいは置換した5員環または6員環からなる配位子から選択される。置換した5員環または6員環は、以下の基、すなわち水素、ハロゲン、ヒドロキシル基、アルキル基、シクロアルキル基、アリール基、アシル基、アルコキシ、アシルオキシ基、アミノ基、アシルアミノ基、アラルキル基、シアノ基、カルボキシル基、チオ基、ビニル基、スチリル基、アミノカルボニル基、カルボニル基、アラニル基、アリールオキシカルボニル基、キシリルオキシカルボニル基、フェノキシカルボニル基、またはアルコキシカルボニル基、ならびに認識されているドナーまたはアクセプター基から選択される少なくとも1つの置換基を含む。これらの置換基、例えばアリール基を結合させて、置換したまたは非置換の飽和または不飽和環を任意の数の員とともに形成することができる。好ましい一実施形態では、遷移金属はPtである。

【0044】

NOON型配位子の非限定的な例には、ドーパント錯体19~66および99~178で上に示すものが含まれる。例えば、NOON型配位子は、少なくとも非置換の6員環または5員環あるいは置換した6員環または5員環からなる配位子から選択される。置換した6員環または5員環は、以下の基、すなわち水素、ハロゲン、ヒドロキシル基、アルキル基、シクロアルキル基、アリール基、アシル基、アルコキシ、アシルオキシ基、アミノ基、アシルアミノ基、アラルキル基、シアノ基、カルボキシル基、チオ基、ビニル基、スチリル基、アミノカルボニル基、カルボニル基、アラニル基、アリールオキシカルボニル基、キシリルオキシカルボニル基、フェノキシカルボニル基、またはアルコキシカルボニル基、ならびに認識されているドナーまたはアクセプター基から選択される少なくとも1つの置換基を含む。これらの置換基、例えばアリール基を結合させて、置換したまたは非置換の飽和または不飽和環を任意の数の員とともに形成することができる。好ましい一実施形態では、遷移金属はPtである。

【0045】

本発明は、気相成長法によって作製することができるOLEDの作製方法も対象とする。

【0046】

一実施形態では、OLEDが陽極、正孔輸送層、少なくとも1つのホスト材料および少なくとも1つのドーパント錯体を含む発光層、正孔ブロッキング層、電子輸送層、電荷注入層ならびに陰極を含有する。

【0047】

OLEDに有用な陽極の非限定的な例は、酸化インジウムスズ(ITO)およびドーブしたポリアニリンである。

【0048】

本発明において有用な正孔輸送材料の非限定的な例は、ビス[2-(2'-ヒドロキシフェニル)ピリジン]ベリリウム、4,4'-ビス(カルバゾール-9-イル)ビフェニル(CBP)、N,N'-ジフェニル-N,N'-ビス(1-ナフトレン)ベンジジン(α -NPB)、N,N'-ジフェニル-N,N'-ビス(2-ナフトレン)ベンジジン(β -NPB)、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(TPD)、4,4',4''-トリス(N-3-メチルフェニル-N-フェニルアミノ)トリフェニルアミン(m-TDATA)およびテトラキス(ジアリールアミノ)-9,9'-スピロピフルオレンである。

【0049】

本発明において有用なホスト材料の非限定的な例には、ビス[2-(2'-ヒドロキシフェニル)ピリジン]ベリリウム、4,4'-ビス(カルバゾール-9-イル)ビフェニル(CBP)、N,N'-ジフェニル-N,N'-ビス(1-ナフトレン)ベンジジン(α -NPB)、N,N'-ジフェニル-N,N'-ビス(2-ナフトレン)ベンジジン(β -NPB)、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(TPD)、4,4',4''-トリス(N-3-メチルフェニル-N-フェニルアミノ)トリフェニルアミン(m-TDATA)、テトラキス(ジアリールアミノ)-9,9'-スピロピフルオレン、ビス[2-(2'-ヒドロキシフェニル)ピリジン]ベリリウム(Bepp₂)、3-フェニル-4-(1'-ナフトル)-5-フェニル-1,2,4-トリアゾール(TAZ)、2,9-ジメチル-4,7-ジフェニル-1,10-フェナントロリン(BCP)、1,3-ビス(N,N-7-ブチルフェニル)-1,3,4-オキサジアゾール(OXD7)および1,3,5-トリス(3-メチルジフェニルアミノ)ベンゼン(m-MTDAB)が含まれる。

【0050】

本発明では、少なくとも1つの適切なホスト材料が、少なくとも1つのドーパント錯体とともに発光層中で使用された。

【0051】

2個のNN型二座配位子、または2個のNO型二座配位子、または1個のNNNN型四座配位子、または1個のNOON型四座配位子が配位した遷移金属を含む、幾何異性体のいずれかであるドーパント錯体の非限定的な例には、上記表1および表2にあるドーパント錯体1~178で示したものが含まれる。好ましい一実施形態では、ドーパント錯体が、ドーパント錯体1~18、19、22、24~25、27、30、32~33、35、38、40~41、43、46、48~49、51、54、56~57、59、62、64~65、99、102、104~105、107、110、112~113、115、118、120~121、123、126、128~129、ならびにそれらの混合物からなる群から選択される。より好ましくは、ドーパント錯体は、1、2、4、19、35、51、99および104である。

【0052】

本発明に適した正孔ブロッキング層の非限定的な例には、3,4,5-トリフェニル-1,2,4-トリアゾール、3-(ビフェニル-4-イル)-4-フェニル-5-(4-tert-ブチルフェニル)-1,2,4-トリアゾール(TAZ)、2,9-ジメチル-4,7-ジフェニル-1,10-フェナントロリン(BCP)および1,3,5-トリス[5-(4-(1,1-ジメチルエチル)フェニル)-1,3,4-オキサジアゾール-2-イル]ベンゼン(TBOP)が含まれる。

【0053】

本発明での電子輸送材料の非限定的な例には、トリス(8-ヒドロキシキノラト)アルミニウム(Alq₃)および2-(4-ビフェニル)-5-(p-tert-ブチルフェニル)-1,3,4-オキサジアゾールが含まれる。

【0054】

本発明に適した電荷注入層の非限定的な例には、フッ化リチウム、フッ化セシウムおよ

び安息香酸リチウムが含まれる。

【0055】

本発明における陰極として使用するための低仕事関数金属の非限定的な例には、アルミニウム、カリウム、リチウム、マグネシウム、銀、金、ルビジウム、ベリリウムおよびセシウムが含まれる。

【0056】

好ましい一実施形態では、本明細書に記載のOLEDは電界発光を生じるヘテロ構造を備える。この構造は、陽極(ITOガラス物質)、正孔輸送層(N,N'-ジフェニル-N,N'-ビス(2-ナフタレン)ベンジジン(β -NPB))、ホスト材料4,4'-ビス(カルバゾール-9-イル)ビフェニル(CBP)と、本明細書中の式I、II、IIIまたはIVで示される電界発光性ドーパント錯体とを含むマトリックス発光層、正孔ブロッキング層(2,9-ジメチル-4,7-ジフェニル-1,10-フェナントロリン(BCP))、電子輸送層(トリス(8-ヒドロキシキノラト)アルミニウム(Alq_3))、電荷注入層(フッ化リチウム)、および陰極(アルミニウム金属)を含む。

【0057】

好ましくは、本発明において、本明細書中の式I、II、IIIまたはIVで示されるドーパント錯体を含むOLEDは、赤色、橙色または黄色の電界発光を示す。発光層中のドーパント錯体の濃度は、ドーパント錯体とホスト材料の間のエネルギー変換効率およびドーパント錯体の分子構造に基づき0.5~8.0wt%の範囲でよい。しかしながら、他の濃度で使用することもできる。

【0058】

本発明の理解を助けるために以下の実施例を説明するが、決して特許請求の範囲に記載されている発明を限定するものではなく、また限定すると解釈すべきではない。

【0059】

(実施例)

(実施例1)

実施例1では、ドーパント錯体1の合成を示す。文献の手順の改変に従ってNNNN型四座配位子を調製した(Bacchiら、Inorganica Chimica Acta.342:229(2003)、Maleら、J.Chem.Soc., Dalton Trans.2487(1997)を参照のこと)。

【0060】

ドーパント錯体1の合成

酢酸ナトリウム(0.077g、0.94mmol)を、二座配位子N,N'-ビス-(1H-ピロール-2-イルメチレン)-エタン-1,2-ジアミン(0.1g、0.47mmol)のDMF(10mL)溶液に懸濁させた。80°Cで、この懸濁液に、DMSO(1mL)中に溶解させた K_2PtCl_4 (0.19g、0.47mmol)を滴下した。得られた黄色の溶液は、80°Cで4時間攪拌した後、橙赤色に変化した。冷却後、次いでこの橙赤色の混合物に蒸留水(50mL)を加えて、橙褐色の沈殿を得た。この固体生成物をろ過し、 H_2O (2×10mL)で洗浄して、橙褐色の固体を得た。次いで、この橙褐色の固体を、 CH_2Cl_2 を溶出液としたシリカゲルカラムクロマトグラフィによって精製した。溶媒の除去により、橙色の固体が得られた。この橙色の固体のアセトニトリル溶液をゆっくり蒸発させることによって、橙赤色の結晶が得られた。

収量:42mg(22%)。 1H NMR($CDCl_3$): δ =7.67(s, 2H, HC=N)、7.10(m, 2H, ピロール)、6.71(d, J=3.3Hz, 2H, ピロール)、6.29(dd, J=3.9、1.8Hz, 2H, ピロール)、4.18(s, 4H, C_{H_2})。 ^{13}C NMR($CDCl_3$): δ =155.7、145.4、137.7、119.0、110.7、59.4。FAB-MS(m-NBA)(m/z):407 {M⁺}。IR(KBr): ν =3107、3095、3028、2998、2913、1582、1570 cm^{-1} 。 $C_{12}H_{12}N_4Pt$ の分析計算値(%):C,35.38;H,2.97;N,13.75。測定値:C,34.89;H,2.98;N,13.29。

【0061】

(実施例2)

実施例2では、本発明のドーパント錯体1、2および4に対応する非限定的な例示的発光材料の光物理的特性を示す。ドーパント錯体の吸収特性およびフォトルミネセンス特性を表3に示す。ドーパント錯体1、2および4のUV/可視の吸収スペクトル、励起スペクトルおよび発光スペクトルをそれぞれ図1~図3に示す。フォトルミネセンス(PL)スペクトルは、30

0~450nmの励起波長から実質的に独立している。室温では、量子収率(Φ)が CH_3CN 中で最大0.110である強いPL発光が認められる。ドーパント錯体の発光寿命は、0.57~4.25 μs の範囲である。

【0062】

【表3】

表3.ドーパント錯体1、2および4の物理的特性

ドーパント 錯体	$\lambda_{\text{abs},\text{sol.}}(\text{nm})$ [$\epsilon(10^{-4}\text{dm}^3\text{mol}^{-1}\text{cm}^{-1})$] ^a	$\lambda_{\text{em},\text{sol.}}^{\text{a}}(\text{nm})$	$\tau(\mu\text{s})^{\text{b}}[\Phi_{\text{em},\text{sol.}}]$
1	278[1.52]、307[1.47]、317[1.56]、 372[sh,1.34]、388[1.85]、438[0.45]、 459[sh,0.36]	566(最大)、613	4.25[0.097]
2	279[1.45]、316[1.64]、367[1.36]、 383[1.82]、431[0.48]、448[sh,0.41]	563(最大)、 606、656	3.60[0.110]
4	246[1.19]、310[sh,1.94]、324[2.57]、 379[1.99]、390[sh,1.80]、478[sh,1.20]、 498[1.30]、520[sh,1.06]	680(最大)、 740、822	0.57[0.001]

^aUV/可視およびPL発光はアセトニトリル(CH_3CN)中で測定した。

^b寿命はピーク最大値で測定した。

【0063】

図1は、 CH_3CN 溶液中のドーパント錯体1の典型的なUV/可視の吸収スペクトル、励起スペクトルおよび発光スペクトルを示す。この溶液は、278~388nmの範囲の強い吸収帯を示し($\epsilon=1.52\times 10^{-4}\sim 1.85\times 10^{-4}\text{dm}^3\text{mol}^{-1}\text{cm}^{-1}$)、438~459nmでやや強い吸収帯を示す($\epsilon=0.45\times 10^{-4}\sim 0.36\times 10^{-4}\text{dm}^3\text{mol}^{-1}\text{cm}^{-1}$)。459nmで励起すると、 λ_{max} が566nmおよび613nmである橙色のフォトルミネセンス(PL)発光が得られる。錯体1のPL量子収率(Φ)は0.097である。

【0064】

図2は、 CH_3CN 溶液中のドーパント錯体2のUV/可視の吸収スペクトル、励起スペクトルおよび発光スペクトルを示す。この溶液は、279~383nmの範囲のいくつかの振電吸収遷移を示し($\epsilon=1.45\times 10^{-4}\sim 1.82\times 10^{-4}\text{dm}^3\text{mol}^{-1}\text{cm}^{-1}$)、431~448nmでやや強い吸収帯を示す($\epsilon=0.48\times 10^{-4}\sim 0.41\times 10^{-4}\text{dm}^3\text{mol}^{-1}\text{cm}^{-1}$)。励起波長が431nmであるときに、ドーパント錯体2は λ_{max} 563nmおよび656nmで橙色のPL発光帯を示す。錯体2のPL量子収率(Φ)は0.110である。

【0065】

図3は、 CH_3CN 溶液中のドーパント錯体4のUV/可視の吸収スペクトル、励起スペクトルおよび発光スペクトルを示す。UV/可視の吸収スペクトルは、246~390nmの範囲の振電吸収遷移を示し($\epsilon=1.19\times 10^{-4}\sim 1.80\times 10^{-4}\text{dm}^3\text{mol}^{-1}\text{cm}^{-1}$)、478~520nmでやや強い吸収帯を示す($\epsilon=1.20\times 10^{-4}\sim 1.06\times 10^{-4}\text{dm}^3\text{mol}^{-1}\text{cm}^{-1}$)。 CH_3CN 中のドーパント4のPLスペクトルは、 λ_{max} 680nmおよび740nmで深紅の発光を示す。錯体4のPL量子収率(Φ)は0.001である。

【0066】

(実施例3)

実施例3では、本発明のOLEDを作製する非限定的な方法を示す。電界発光素子は、シート抵抗が20 Ω /平方であるパターンニングされた酸化インジウムスズ(ITO)ガラス上に作製した。清浄液、脱イオン水、エタノールおよびアセトン中で順にガラスを洗浄した。この湿式洗浄プロセスの後、ITOガラスを130 $^{\circ}\text{C}$ で1時間乾燥し、UVオゾン洗浄装置中で10分間処理した。この実施例での本発明の実施に当たり、素子構造は、ITO/NPB(40nm)/CBP:式(I)、(II)、(III)または(IV)で示されるドーパント錯体Xwt%(30nm)/BCP(20nm)/Alq₃(30nm)/LiF(

0.5nm)/Al(150nm)であり、これらの層すべてを、 1×10^{-6} Torrの真空度、約0.2Å/秒または約5Å/秒の蒸着速度で熱蒸着によって順に成長させた。

【0067】

本発明におけるOLEDの構造を、図4に概略的に示す。この素子は、図のように複数の層を有する。具体的には、好ましくは酸化インジウムスズを含む陽極層410を基板層405上に堆積させる。この基板は、電界発光が通過することのできるガラスまたは他の材料でよい。層410の表面上にNPBを含む正孔輸送層415を載置する。CBPホストおよびドーパント錯体を用いた発光層420が正孔輸送層415に接触している。発光層420上にBCPを含有する正孔ブロッキング層425を堆積させる。正孔ブロッキング層425に隣接して、その上に電子輸送層430、好ましくはAlq₃を載置する。次いで、層430上にLiFを含む電荷注入層435を堆積させる。層435の表面上に、陰極層440を作製する。好ましくは、NPB(正孔輸送層415)の厚さが40nm、発光層420が厚さ約30nm、正孔ブロッキング層425が20nm、電子輸送層430が30nmである。電荷輸送層435は厚さ0.5nmであり、陰極層440は好ましくは厚さ約150nmである。素子の発光領域は3×3mm²であり、この領域は、陰極と陽極の重なり領域によって画定される。図示されていないが、ガラス基板405が本発明のすべての実施形態で平坦である必要はない。一実施形態では、ガラス基板405を、例えば凹状に成形して、発光層420で発生した光を集光する。これにより、小さな領域ではさらに大きな光強度が得られる。別の実施形態では、ガラス基板405を、例えば発生した光をより広範に拡散させる凸状に成形する。

【0068】

(実施例4)

実施例4では、CBPホスト中のドーパントとしてドーパント錯体1を用いた赤色OLED Aを示す。素子Aの構造はITO/NPB(40nm)/CBP:4wt%のドーパント1(30nm)/BCP(20nm)/Alq₃(30nm)/LiF(0.5nm)/Al(150nm)である。4wt%のドーパント濃度では、国際照明委員会(Commission Internationale de L'Éclairage)により1931年に定められた(CIE_1931)座標のx=0.62およびy=0.38に対応する、620nmでピーク最大値を有する赤色のEL発光が8Vで得られた。この素子の最大外部量子効率(η_{ext})、最大発光効率(η_L)、最大電力効率(η_P)および最大輝度は、それぞれ6.5%、9.0 cd/A、4.0 lm/Wおよび11000 cd/m²である。

【0069】

図5は、異なるドーパント濃度で4.0wt%のドーパント1を有するOLED Aの、8VでのELスペクトルを示す。

【0070】

図6は、4.0wt%のドーパント1を有するOLED Aの、異なる印加電圧でのELスペクトルを示す。

【0071】

図7は、4.0wt%のドーパント1を有するOLED AのV-I-B曲線を示す。

【0072】

図8は、4.0wt%のドーパント1を有するOLED Aの外部量子効率および発光効率を示す。

【0073】

表4は、異なるドーパント濃度で4.0wt%のドーパント1を有するOLED AのEL性能を示す。

【0074】

【表4】

表4.異なるドーパント濃度でドーパント1を有するOLED AのEL性能

ドーパント (wt.%)	V _{on} (V)	B _{max} (cd/m ²)	η _{ext,max} (%)	η _{L,max} (cd/A)	η _{P,max} (lm/W)
0.5	3.5	8 030	4.1	7.1	3.1
1.0	3.4	9 700	5.5	7.4	3.5
2.0	3.5	10 050	5.9	8.6	3.8
4.0	3.2	11 000	6.5	9.0	4.0
6.0	3.3	9 500	5.6	7.5	3.3

【0075】

(実施例5)

実施例5では、CBPホスト中のドーパントとしてドーパント錯体2を用いた橙色OLED Bを示す。素子構造はITO/NPB(40nm)/CBP:5wt%のドーパント2(30nm)/BCP(20nm)/Alq₃(30nm)/LiF(0.5nm)/Al(150nm)である。5wt%のドーパント濃度では、国際照明委員会により1931年に定められた(CIE_1931)座標のx=0.52およびy=0.48に対応する、568nmおよび616nmでピーク最大値および肩を有する橙色のEL発光が8Vで得られた。この素子の最大外部量子効率(η_{x,t})、最大発光効率(η_L)、最大電力効率(η_P)および最大輝度は、それぞれ4.9%、13.1 cd/A、5.9 lm/Wおよび10120 cd/m²である。

【0076】

図9は、異なるドーパント濃度で5wt%のドーパント2を有するOLED Bの、8VでのELスペクトルを示す。

【0077】

図10は、5wt%のドーパント2を有するOLED Bの、異なる印加電圧でのELスペクトルを示す。

【0078】

図11は、5wt%のドーパント2を有するOLED BのV-I-B曲線を示す。

【0079】

図12は、5.0wt%のドーパント2を有するOLED Bの外部量子効率および発光効率を示す。

【0080】

表5は、異なるドーパント濃度でドーパント2を有するOLED BのEL性能を示す。

【0081】

【表5】

表5.異なるドーパント濃度でドーパント2を有するOLED BのEL性能

ドーパント (wt.%)	V _{on} (V)	B _{max} (cd/m ²)	η _{ext,max} (%)	η _{L,max} (cd/A)	η _{P,max} (lm/W)
1.0	3.3	8 200	3.9	10.2	4.8
3.0	3.2	9 150	4.4	11.9	5.3
5.0	2.9	10 120	4.9	13.1	5.9
8.0	3.0	9 250	4.2	11.6	5.1

【0082】

(実施例6)

実施例6では、CBPホスト中のドーパントとしてドーパント錯体19を用いた黄色OLED Cを

示す。素子Cの構造はITO/NPB(40nm)/CBP:3wt%のドーパント19(30nm)/BCP(20nm)/Alq₃(30nm)/LiF(0.5nm)/Al(150nm)である。3wt%のドーパント濃度では、国際照明委員会により1931年に定められた(CIE_1931)座標のx=0.49およびy=0.50に対応する、620nmでピーク最大値を有する黄色のEL発光が8Vで得られた。この素子の最大外部量子効率(η_{ext})、最大発光効率(η_L)、最大電力効率(η_P)および最大輝度は、それぞれ2.3%、6.1 cd/A、2.4 lm/Wおよび9370 cd/m²である。

【0083】

図13は、異なるドーパント濃度で3wt%のドーパント19を有するOLED Cの、8VでのELスペクトルを示す。

【0084】

図14は、3wt%のドーパント19を有するOLED Cの、異なる印加電圧でのELスペクトルを示す。

【0085】

図15は、3wt%のドーパント19を有するOLED CのV-I-B曲線を示す。

【0086】

図16は、3.0wt%のドーパント19を有するOLED Cの外部量子効率および発光効率を示す。

【0087】

表6は、異なるドーパント濃度でドーパント19を有するOLED CのEL性能を示す。

【0088】

【表6】

表6.異なるドーパント濃度でドーパント19を有するOLED CのEL性能

ドーパント (wt.%)	V _{on} (V)	B _{max} (cd/m ²)	$\eta_{ext,max}$ (%)	$\eta_{L,max}$ (cd/A)	$\eta_{P,max}$ (lm/W)
1.0	3.4	9 050	2.2	5.9	2.3
3.0	3.4	9 370	2.3	6.1	2.4
5.0	3.5	6 120	1.4	3.8	1.4
8.0	3.6	3 460	0.81	2.1	0.85

【0089】

(実施例7)

実施例7では、CBPホスト中のドーパントとしてドーパント錯体51を用いた黄色OLED Dを示す。素子Dの構造はITO/NPB(40nm)/CBP:4wt%のドーパント51(30nm)/BCP(20nm)/Alq₃(30nm)/LiF(0.5nm)/Al(150nm)である。4wt%のドーパント濃度では、国際照明委員会により1931年に定められた(CIE_1931)座標のx=0.48およびy=0.52に対応する、550nmおよび590nmでピーク最大値および肩を有する黄色のEL発光が8Vで得られた。この素子の最大外部量子効率(η_{ext})、最大発光効率(η_L)、最大電力効率(η_P)および最大輝度は、それぞれ11%、31 cd/A、14 lm/Wおよび23000 cd/m²である。

【0090】

図17は、異なるドーパント濃度で4wt%のドーパント51を有するOLED Dの、8VでのELスペクトルを示す。

【0091】

図18は、4wt%のドーパント51を有するOLED Dの、異なる印加電圧でのELスペクトルを示す。

【0092】

図19は、4wt%のドーパント51を有するOLED DのV-I-B曲線を示す。

【0093】

図20は、4.0wt%のドーパント51を有するOLED Dの外部量子効率および発光効率を示す。

【0094】

表7は、異なるドーパント濃度でドーパント51を有するOLED DのEL性能を示す。

【0095】

【表7】

表7.異なるドーパント濃度でドーパント51を有するOLED DのEL性能

ドーパント (wt.%)	V_{on} (V)	B_{max} (cd/m ²)	$\eta_{ext,max}$ (%)	$\eta_{L,max}$ (cd/A)	$\eta_{P,max}$ (lm/W)
0.5	3.8	4 500	2.0	2.8	1.2
1.0	3.3	11 000	5.4	14	6.2
2.0	2.9	20 500	10	28	13
4.0	2.8	23 000	11	31	14

【0096】

(実施例8)

実施例8では、CBPホスト中のドーパントとしてドーパント錯体99を用いた赤色OLED Eを示す。素子Eの構造はITO/NPB(40nm)/CBP:1.5wt%のドーパント99(30nm)/BCP(20nm)/Alq₃(30nm)/LiF(0.5nm)/Al(150nm)である。1.5wt%のドーパント濃度では、国際照明委員会により1931年に定められた(CIE_1931)座標のx=0.65およびy=0.35に対応する、636nmでピーク最大値を有する赤色のEL発光が8Vで得られた。この素子の最大外部量子効率(η_{ext})、最大発光効率(η_L)、最大電力効率(η_P)および最大輝度は、それぞれ9.4%、11 cd/A、4.9 lm/Wおよび17900 cd/m²である。

【0097】

図21は、異なるドーパント濃度で1.5wt%のドーパント99を有するOLED Eの、8VでのELスペクトルを示す。

【0098】

図22は、1.5wt%のドーパント99を有するOLED Eの、異なる印加電圧でのELスペクトルを示す。

【0099】

図23は、1.5wt%のドーパント99を有するOLED EのV-I-B曲線を示す。

【0100】

図24は、1.5wt%のドーパント99を有するOLED Eの外部量子効率および発光効率を示す。

【0101】

表8は、異なるドーパント濃度でドーパント99を有するOLED EのEL性能を示す。

【0102】

【表8】

表8.異なるドーパント濃度でドーパント99を有するOLED EのEL性能

ドーパント (wt.%)	V_{on} (V)	B_{max} (cd/m ²)	$\eta_{ext,max}$ (%)	$\eta_{L,max}$ (cd/A)	$\eta_{P,max}$ (lm/W)
0.5	3.2	12 200	6.1	7.2	3.3
1.0	3.2	14 300	7.3	8.5	3.7
1.5	3.1	17 900	9.4	11	4.9
2.5	3.3	15 100	8.1	9.4	3.8
5.0	3.2	10 500	5.5	6.7	2.5

【0103】

(実施例9)

実施例9では、CBPホスト中のドーパントとしてドーパント錯体104を用いた赤色OLED Fを示す。素子Fの構造はITO/NPB(40nm)/CBP:1.6wt%のドーパント104(30nm)/BCP(20nm)/Alq₃(30nm)/LiF(0.5nm)/Al(150nm)である。1.6wt%のドーパント濃度では、国際照明委員会により1931年に定められた(CIE_1931)座標のx=0.64およびy=0.35に対応する、628nmでピーク最大値を有する赤色のEL発光が8Vで得られた。この素子の最大外部量子効率(η_{ext})、最大発光効率(η_L)、最大電力効率(η_P)および最大輝度は、それぞれ6.4%、7.5 cd/A、3.4 lm/Wおよび13600 cd/m²である。

【0104】

図25は、異なるドーパント濃度で1.6wt%のドーパント104を有するOLED Fの、8VでのELスペクトルを示す。

【0105】

図26は、1.6wt%のドーパント104を有するOLED Fの、異なる印加電圧でのELスペクトルを示す。

【0106】

図27は、1.6wt%のドーパント104を有するOLED FのV-I-B曲線を示す。

【0107】

図28は、1.6wt%のドーパント104を有するOLED Fの外部量子効率および発光効率を示す。

【0108】

表9は、異なるドーパント濃度でドーパント104を有するOLED FのEL性能を示す。

【0109】

【表9】

表9.異なるドーパント濃度でドーパント104を有するOLED FのEL性能

ドーパント (wt.%)	V _{on} (V)	B _{max} (cd/m ²)	$\eta_{ext,max}$ (%)	$\eta_{L,max}$ (cd/A)	$\eta_{P,max}$ (lm/W)
1.0	3.1	11 300	5.1	6.1	2.7
1.6	3.0	13 600	6.4	7.5	3.4
2.8	3.1	10 100	4.7	5.5	2.5
5.0	3.0	8 500	4.1	4.7	2.2

【0110】

本発明の好ましい諸実施形態についての前述の説明を、例示の目的のために示してきた。これまでの説明における様々な引用文献は、すべて参照により全体が本明細書に組み込まれる。この説明は、網羅的なものではなく、開示した精密な形に本発明を限定するものでもない。予期されるように、本発明の原理およびその実用的な用途を説明するためにこれらの諸実施形態を選択し記載したことにより、当業者が本発明を理解することが可能となるので、多くの変更形態および変形形態が当業者には明らかであろう。例えば、本発明のOLEDの一利点は、ドーパント錯体の濃度を変えることによって、放出される光の色を製作中に調節することができることである。他の実施形態では、本発明のOLEDの発光色および/または発光強度を、当技術分野で周知のように、フィルタの使用により変えることができる。特定の用途に適している様々な企図された代替実施形態および変形形態が、本発明の範囲に含まれる。本発明の範囲は、添付の特許請求の範囲およびそれらの均等物によって定義されるものである。

【図面の簡単な説明】

【0111】

【図1】 CH_3CN 中のドーパント錯体1の吸収スペクトル、励起スペクトルおよび発光スペクトルを示す図である。

【図2】 CH_3CN 中のドーパント錯体2の吸収スペクトル、励起スペクトルおよび発光スペクトルを示す図である。

【図3】 CH_3CN 中のドーパント錯体4の吸収スペクトル、励起スペクトルおよび発光スペクトルを示す図である。

【図4】本発明におけるOLEDの概略図である。

【図5】異なるドーパント濃度で4.0wt%のドーパント1を有するOLED Aの、8VでのELスペクトルを示す図である。

【図6】4.0wt%のドーパント1を有するOLED Aの、異なる印加電圧でのELスペクトルを示す図である。

【図7】4.0wt%のドーパント1を有するOLED AのV-I-B曲線を示す図である。

【図8】4.0wt%のドーパント1を有するOLED Aの外部量子効率および発光効率を示す図である。

【図9】異なるドーパント濃度で5wt%のドーパント2を有するOLED Bの、8VでのELスペクトルを示す図である。

【図10】5wt%のドーパント2を有するOLED Bの、異なる印加電圧でのELスペクトルを示す図である。

【図11】5wt%のドーパント2を有するOLED BのV-I-B曲線を示す図である。

【図12】5.0wt%のドーパント2を有するOLED Bの外部量子効率および発光効率を示す図である。

【図13】異なるドーパント濃度で3wt%のドーパント19を有するOLED Cの、8VでのELスペクトルを示す図である。

【図14】3wt%のドーパント19を有するOLED Cの、異なる印加電圧でのELスペクトルを示す図である。

【図15】3wt%のドーパント19を有するOLED CのV-I-B曲線を示す図である。

【図16】3.0wt%のドーパント19を有するOLED Cの外部量子効率および発光効率を示す図である。

【図17】異なるドーパント濃度で4wt%のドーパント51を有するOLED Dの、8VでのELスペクトルを示す図である。

【図18】4wt%のドーパント51を有するOLED Dの、異なる印加電圧でのELスペクトルを示す図である。

【図19】4wt%のドーパント51を有するOLED DのV-I-B曲線を示す図である。

【図20】4.0wt%のドーパント51を有するOLED Dの外部量子効率および発光効率を示す図である。

【図21】異なるドーパント濃度で1.5wt%のドーパント99を有するOLED Eの、8VでのELスペクトルを示す図である。

【図22】1.5wt%のドーパント99を有するOLED Eの、異なる印加電圧でのELスペクトルを示す図である。

【図23】1.5wt%のドーパント99を有するOLED EのV-I-B曲線を示す図である。

【図24】1.5wt%のドーパント99を有するOLED Eの外部量子効率および発光効率を示す図である。

【図25】異なるドーパント濃度で1.6wt%のドーパント107を有するOLED Fの、8VでのELスペクトルを示す図である。

【図26】1.6wt%のドーパント107を有するOLED Fの、異なる印加電圧でのELスペクトルを示す図である。

【図27】1.6wt%のドーパント104を有するOLED FのV-I-B曲線を示す図である。

【図28】1.6wt%のドーパント104を有するOLED Fの外部量子効率および発光効率を示す図である。

【符号の説明】

【0112】

- 405 基板層(ガラス基板)
- 410 陽極
- 415 正孔輸送層
- 420 発光層
- 425 正孔ブロッキング層
- 430 電子輸送層
- 435 電荷注入層
- 440 陰極層

【図1】

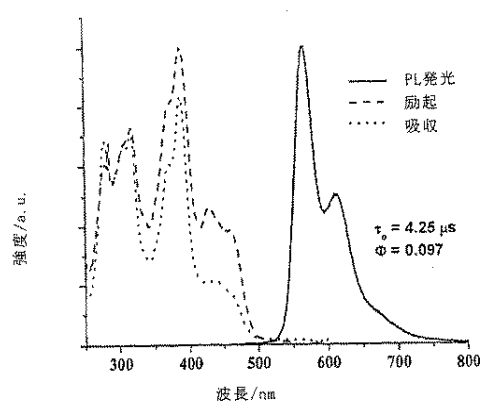


図1 CH₃CN中のドーパント錯体1の吸収スペクトル、励起スペクトルおよび発光スペクトル

【図2】

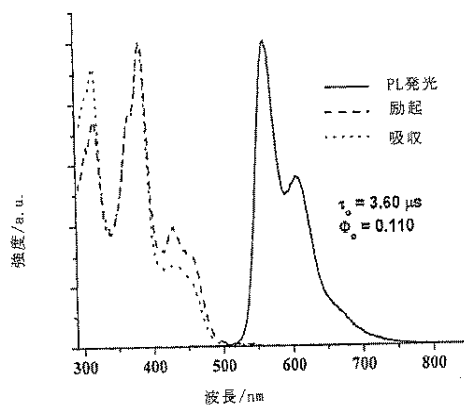


図2 CH₃CN中のドーパント錯体3の吸収スペクトル、励起スペクトルおよび発光スペクトル

【図3】

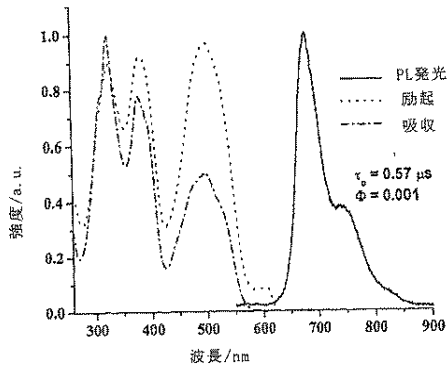


図3 CH₃CN中のドーパント錯体6の吸収スペクトル、励起スペクトルおよび発光スペクトル

【図4】

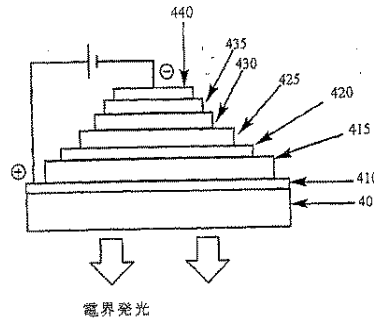


図4 本発明におけるOLEDの概略図

【図5】

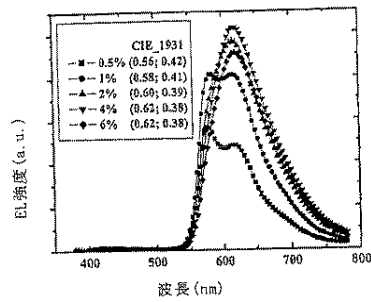


図5 異なるドーパント濃度で4.0wt%のドーパント1を有するOLED Aの8VでのELスペクトル

【図6】

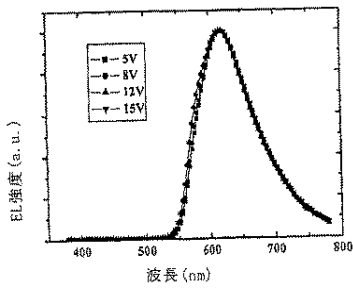


図6 4.0wt%のドーパント1を有するOLED Aの異なる印加電圧でのELスペクトル

【図8】

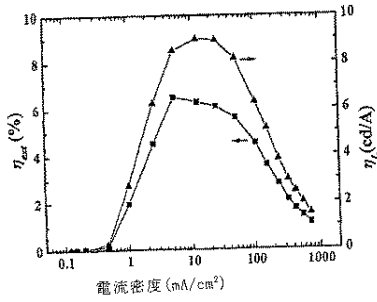


図8 4.0wt%のドーパント1を有するOLED Aの外部量子効率および発光効率

【図7】

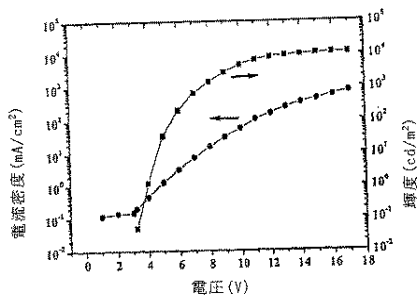


図7 4.0wt%のドーパント1を有するOLED AのV-I-B曲線

【図9】

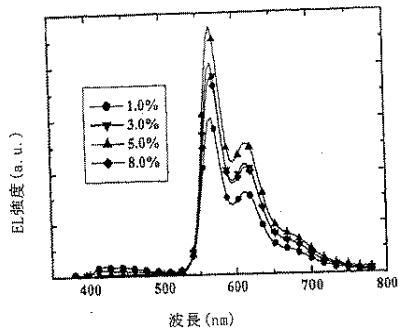


図9 異なるドーパント濃度で5wt%のドーパント3を有するOLED Bの8VでのELスペクトル

【図10】

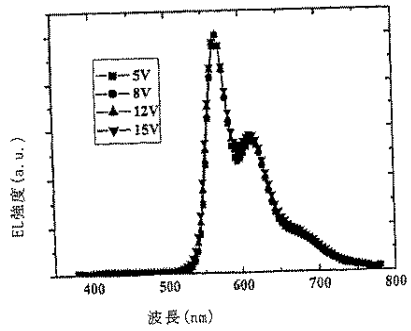


図10 5wt%のドーパント3を有するOLED Bの異なる印加電圧でのELスペクトル

【図11】

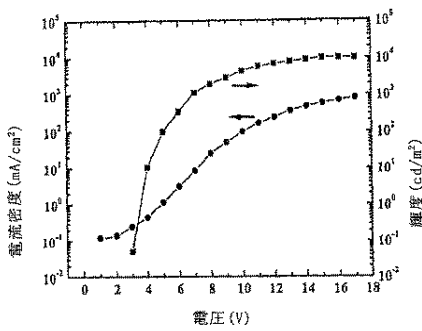


図11 5wt%のドーパント3を有するOLED BのV-I-B曲線

【図13】

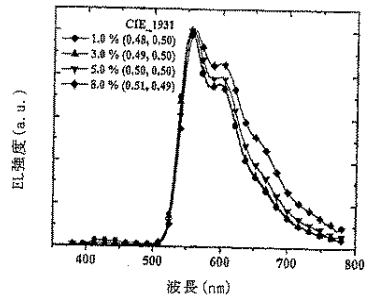


図13 異なるドーパント濃度で3wt%のドーパント19を有するOLED Cの8VでのELスペクトル

【図12】

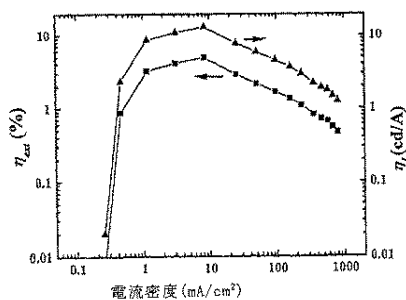


図12 5.0wt%のドーパント3を有するOLED Bの外部量子効率および発光効率

【図14】

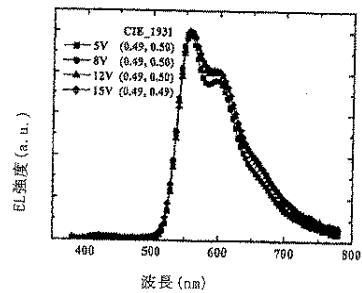


図14 3wt%のドーパント19を有するOLED Cの異なる印加電圧でのELスペクトル

【図15】

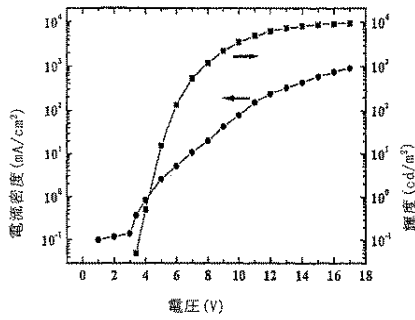


図15 3wt%のドーパント19を有するOLED CのV-I-B曲線

【図17】

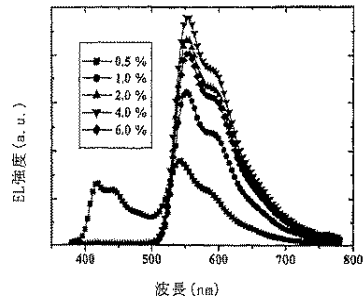


図17 異なるドーパント濃度で4wt%のドーパント51を有するOLED Dの8VでのELスペクトル

【図16】

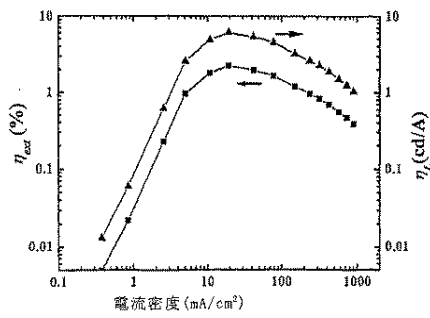


図16 3.0wt%のドーパント19を有するOLED Cの外部量子効率および発光効率

【図18】

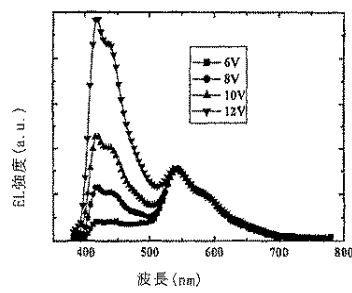


図18 4wt%のドーパント51を有するOLED Dの異なる印加電圧でのELスペクトル

【図19】

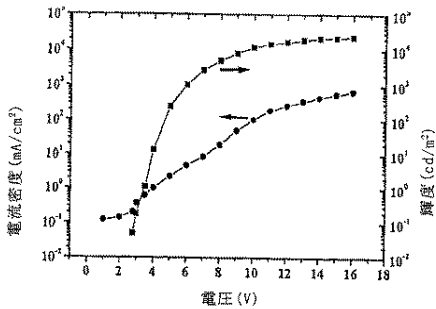


図19 4wt%のドーパント51を有するOLED DのV-I-B曲線

【図21】

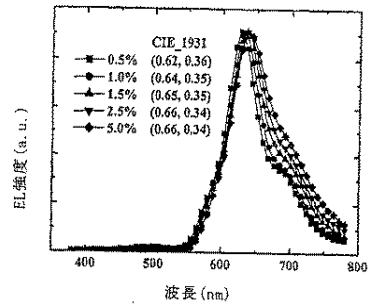


図21 異なるドーパント濃度で1.5wt%のドーパント99を有するOLED Eの8VでのELスペクトル

【図20】

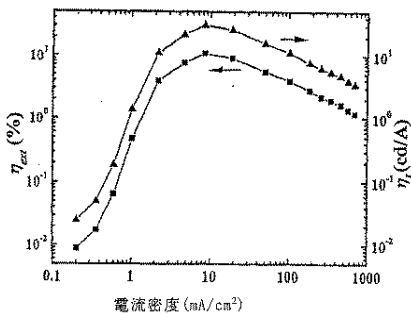


図20 4.0wt%のドーパント51を有するOLED Dの外部量子効率および発光効率

【図22】

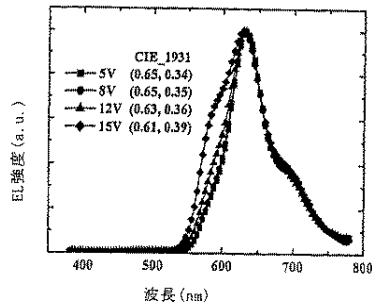


図22 1.5wt%のドーパント99を有するOLED Eの異なる印加電圧でのELスペクトル

【図23】

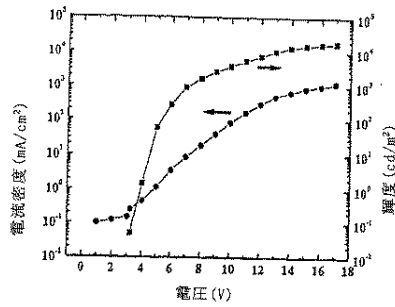


図23 1.5wt%のドーパント99を有するOLED EのV-I-B曲線

【図25】

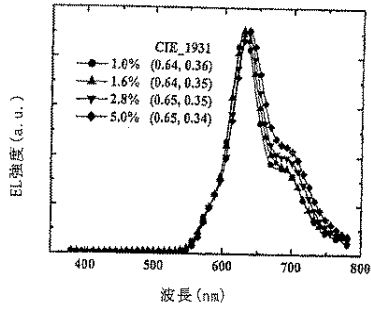


図25 異なるドーパント濃度で1.6wt%のドーパント104を有するOLED Fの8VでのELスペクトル

【図24】

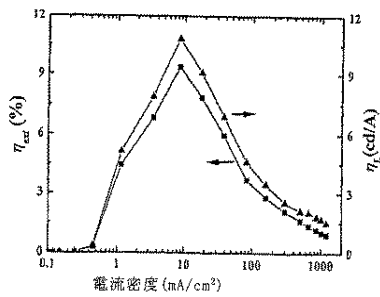


図24 1.5wt%のドーパント99を有するOLED Eの外部量子効率および発光効率

【図26】

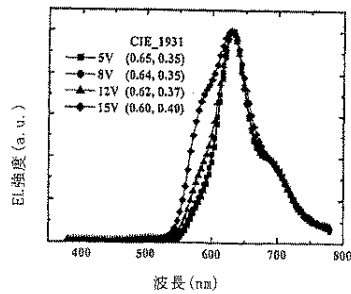


図26 1.6wt%のドーパント104を有するOLED Fの異なる印加電圧でのELスペクトル

【図27】

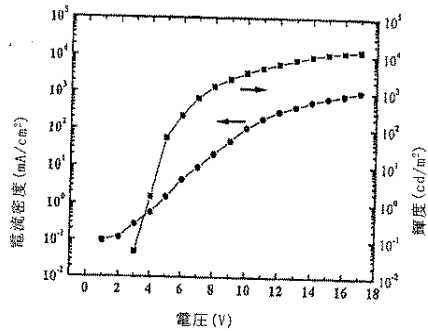


図27 1.6wt%のドーパント104を有するOLED FのV-I-B曲線

【図28】

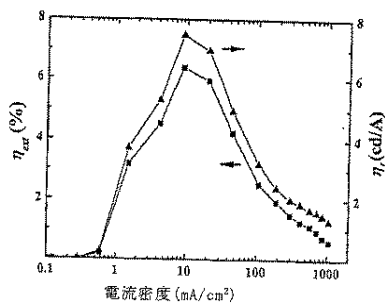


図28 1.6wt%のドーパント104を有するOLED Fの外部量子効率および発光効率

【手続補正書】

【提出日】平成17年10月31日(2005.10.31)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

少なくとも1つのドーパント錯体を含む少なくとも1つの発光層を備えるヘテロ構造有機発光素子であって、前記ドーパント錯体が、2個のピロール型二座配位子、または1個のピロール型四座配位子が配位した遷移金属原子を含む、ヘテロ構造有機発光素子。

【請求項2】

前記発光層が、前記宿主材料にドーパされるドーパント錯体を1つ含む、請求項1に記載のヘテロ構造有機発光素子。

【請求項3】

前記ドーパント錯体が幾何学的にシス型立体配置である、請求項2に記載のヘテロ構造有機発光素子。

【請求項4】

前記ドーパント錯体が幾何学的にトランス型立体配置である、請求項2に記載のヘテロ構造有機発光素子。

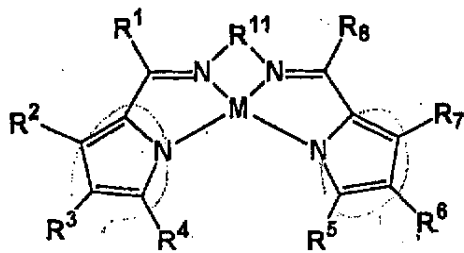
【請求項5】

前記発光層が、気相成長法またはスピコーティングによる層である、請求項1に記載のヘテロ構造有機発光素子。

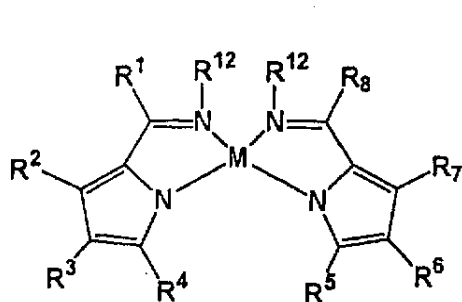
【請求項6】

前記ドーパント錯体が、

【化1】

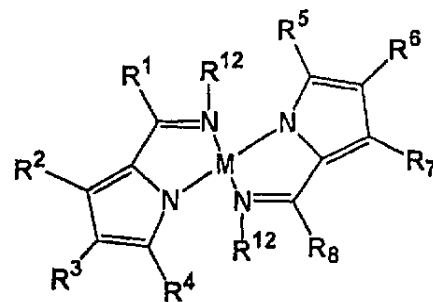


(I)



シス

or



トランス

(II)

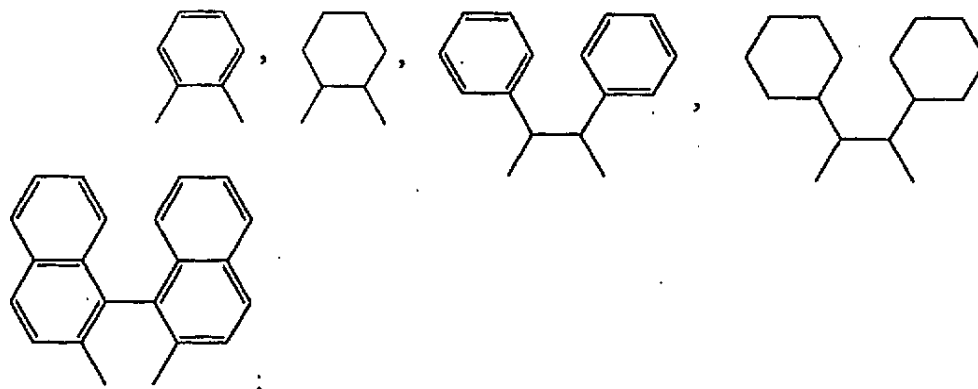
[式中、MはNi、PdおよびPtからなる群から選択される遷移金属であり、

$R^1 \sim R^{10}$ はそれぞれ独立して、-H、-OH、-NH₂、-ハロゲン、-CN、-NO₂、-R¹³、-OR¹⁴、NH

R¹⁴または-N(R¹⁴)₂であり、

R₁₁は-(C(R¹⁵))_n-、

【化2】



であり、

R¹²はそれぞれ独立して、-H、-(C₁~C₆)アルキル、-フェニル、-ナフチル、-ハロゲン
または-CNであり、

R¹³は、それぞれが非置換あるいは1つまたは複数の-(C₁~C₆)アルキル、-フェニルまたは
-ナフチルで置換された、-(C₁~C₆)アルキル、-フェニルまたは-ナフチルであり、

R¹⁴は、R¹³で上に定義されており、

R¹⁵は、R¹で上に定義されており、

nは1~6の整数である]

またはそれらの混合物である、請求項1に記載のヘテロ構造有機発光素子。

【請求項7】

MがPtである、請求項6に記載のヘテロ構造有機発光素子。

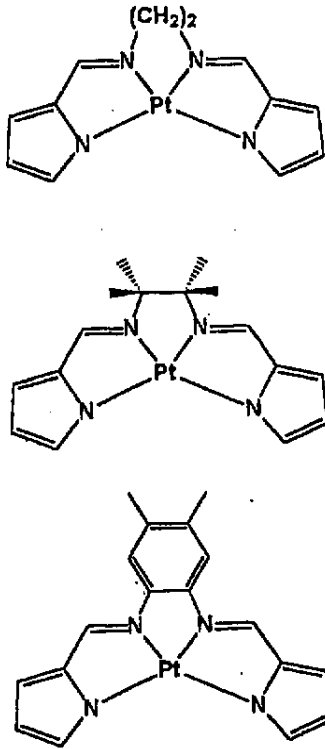
【請求項8】

構造IまたはIIを有する、請求項7に記載のヘテロ構造有機発光素子。

【請求項9】

前記ドーパント錯体が、

【化3】



またはそれらの混合物からなる群から選択される、請求項8に記載のヘテロ構造有機発光素子。

【請求項10】

前記発光層が、ホスト材料の重量に基づき少なくとも0.5重量%のドーパント錯体を含む、請求項1に記載のヘテロ構造有機発光素子。

【請求項11】

前記発光層が、可視色の電界発光を示すドーパント錯体を含む、請求項1に記載のヘテロ構造有機発光素子。

【請求項12】

前記発光層が、赤色、または橙色の電界発光を示すドーパント錯体を含む、請求項1に記載のヘテロ構造有機発光素子。

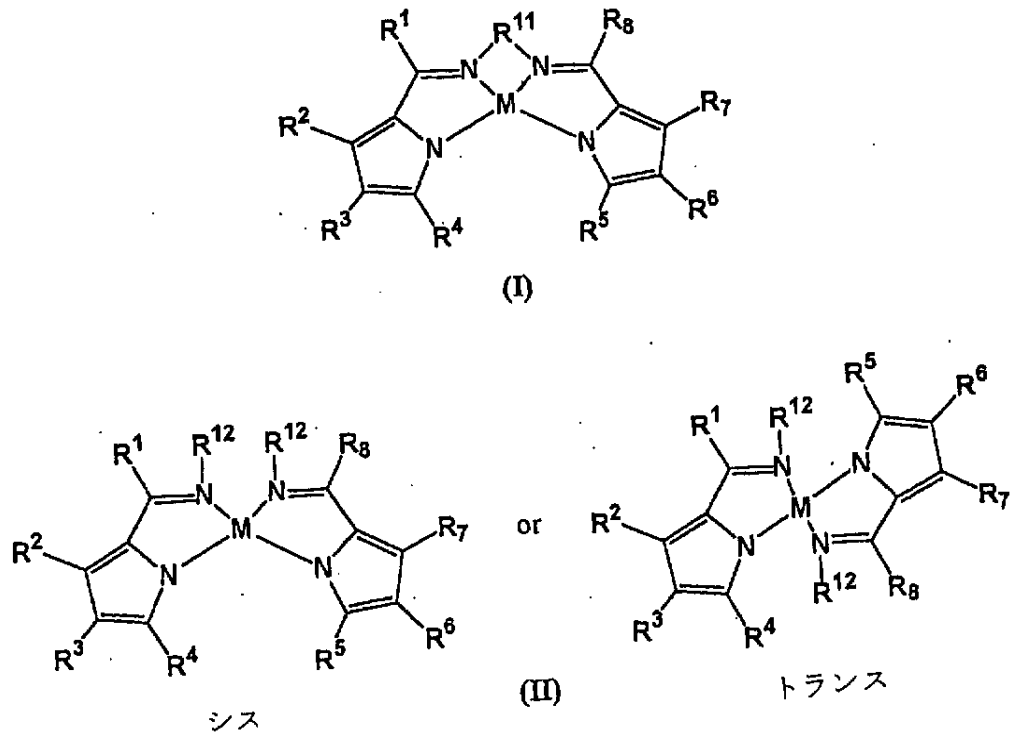
【請求項13】

発光層を設けることを含む、ヘテロ構造有機発光素子を作製する方法であって、前記発光層が少なくとも1つのドーパント錯体を含み、前記ドーパント錯体が、2個のピロール型二座配位子、または1個のピロール型四座配位子が配位した遷移金属を含む方法。

【請求項14】

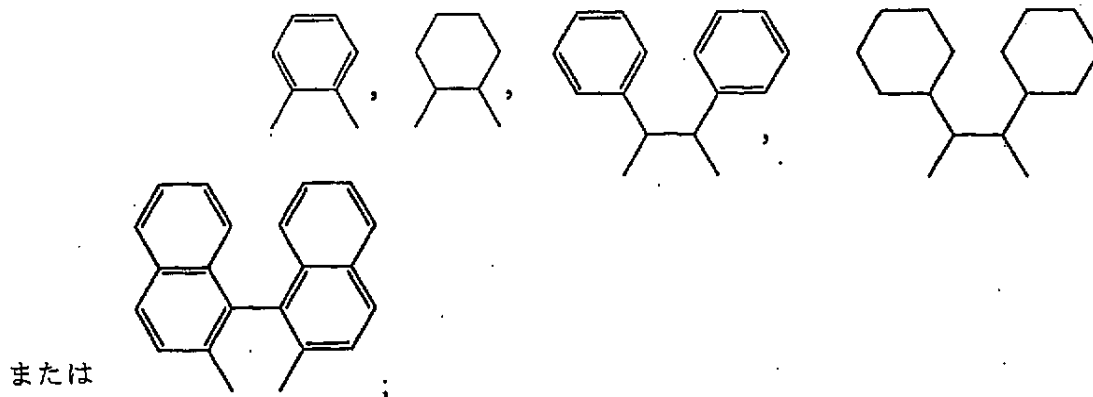
発光層中の前記ドーパント錯体が、

【化4】



[式中、MはNi、PdおよびPtからなる群から選択される遷移金属であり、
 $R^1 \sim R^8$ はそれぞれ独立して、-H、-OH、-NH₂、-ハロゲン、-CN、-NO₂、-R¹³、-OR¹⁴、NH
 R^{14} または-N(R¹⁴)₂であり、
 R^{11} は-(C(R¹⁵))_n-、

【化5】



であり、

R^{12} はそれぞれ独立して、-H、-(C₁~C₆)アルキル、-フェニル、-ナフチル、-ハロゲン
 または-CNであり、

R^{13} は、それぞれが非置換あるいは1つまたは複数の-(C₁~C₆)アルキル、-フェニルまたは
 は-ナフチルで置換された、-(C₁~C₆)アルキル、-フェニルまたは-ナフチルであり、

R^{14} は、 R^{13} で上に定義されており、

R^{15} は、 R^1 で上に定義されており、

nは1~6の整数である]

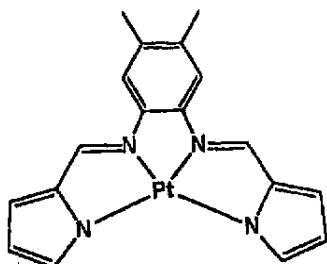
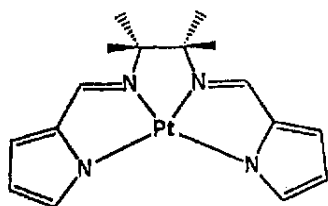
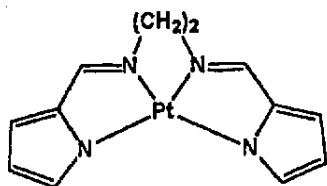
またはそれらの混合物である、請求項13に記載の方法。

【請求項15】

MがPtである、請求項14に記載の方法。

【請求項16】

発光層中の前記ドーパント錯体が、
【化6】



またはそれらの混合物からなる群から選択される、請求項15に記載の方法。

【請求項17】

前記発光層が、ホスト材料の重量に基づき少なくとも0.5重量%のドーパント錯体を含む、請求項13に記載の方法。

【請求項18】

前記発光層が、可視色の電界発光を示すドーパント錯体を含む、請求項13に記載の方法。

【請求項19】

前記発光層が、赤色または橙色の電界発光を示すドーパント錯体を含む、請求項18に記載の方法。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0111

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0111】

【図1】 CH_3CN 中のドーパント錯体1の吸収スペクトル、励起スペクトルおよび発光スペクトルを示す図である。

【図2】 CH_3CN 中のドーパント錯体2の吸収スペクトル、励起スペクトルおよび発光スペクトルを示す図である。

【図3】 CH_3CN 中のドーパント錯体4の吸収スペクトル、励起スペクトルおよび発光スペクトルを示す図である。

【図4】 本発明におけるOLEDの概略図である。

【図5】 異なるドーパント濃度で4.0wt%のドーパント1を有するOLED Aの、8VでのELスペク

トルを示す図である。

【図6】4.0wt%のドーパント1を有するOLED Aの、異なる印加電圧でのELスペクトルを示す図である。

【図7】4.0wt%のドーパント1を有するOLED AのV-I-B曲線を示す図である。

【図8】4.0wt%のドーパント1を有するOLED Aの外部量子効率および発光効率を示す図である。

【図9】異なるドーパント濃度で5wt%のドーパント2を有するOLED Bの、8VでのELスペクトルを示す図である。

【図10】5wt%のドーパント2を有するOLED Bの、異なる印加電圧でのELスペクトルを示す図である。

【図11】5wt%のドーパント2を有するOLED BのV-I-B曲線を示す図である。

【図12】5.0wt%のドーパント2を有するOLED Bの外部量子効率および発光効率を示す図である。

【図13】異なるドーパント濃度で3wt%のドーパント19を有するOLED Cの、8VでのELスペクトルを示す図である。

【図14】3wt%のドーパント19を有するOLED Cの、異なる印加電圧でのELスペクトルを示す図である。

【図15】3wt%のドーパント19を有するOLED CのV-I-B曲線を示す図である。

【図16】3.0wt%のドーパント19を有するOLED Cの外部量子効率および発光効率を示す図である。

【図17】異なるドーパント濃度で4wt%のドーパント51を有するOLED Dの、8VでのELスペクトルを示す図である。

【図18】4wt%のドーパント51を有するOLED Dの、異なる印加電圧でのELスペクトルを示す図である。

【図19】4wt%のドーパント51を有するOLED DのV-I-B曲線を示す図である。

【図20】4.0wt%のドーパント51を有するOLED Dの外部量子効率および発光効率を示す図である。

【図21】異なるドーパント濃度で1.5wt%のドーパント99を有するOLED Eの、8VでのELスペクトルを示す図である。

【図22】1.5wt%のドーパント99を有するOLED Eの、異なる印加電圧でのELスペクトルを示す図である。

【図23】1.5wt%のドーパント99を有するOLED EのV-I-B曲線を示す図である。


【図24】1.5wt%のドーパント99を有するOLED Eの外部量子効率および発光効率を示す図である。

【図25】異なるドーパント濃度で1.6wt%のドーパント104を有するOLED Fの、8VでのELスペクトルを示す図である。

【図26】1.6wt%のドーパント104を有するOLED Fの、異なる印加電圧でのELスペクトルを示す図である。

【図27】1.6wt%のドーパント104を有するOLED FのV-I-B曲線を示す図である。

【図28】1.6wt%のドーパント104を有するOLED Fの外部量子効率および発光効率を示す図である。

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/CN2005/000522
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
IPC7: H05B33/14, C09K11/06		
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)		
IPC7: H05B33, C09K11		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
CPRS		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
CPRS, WPI, EPODOC, PAJ: organic light-emitting device(s), OLED, bidentate, tetradentate, dopant, doped, doping, complex		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US6,653,654B1(The university of Hong Kong), 25, Nov. 2003(25.11.2003), See claims 1 and 4, examples 5, 7, 8)	1,2,5,11-15,19-21
X	US6,410,166B1(Futaba Corporation), 25, Jun. 2002(25.06.2002), see column 11 line 19-27, Examples 11-17, claim 2, column 1 line 30-31.	1,2,5,11,12,15,19,20
X	US5,552,547A(Song Q. Shi), 3, Sep. 1996(03.09.1996), see column 2, line 56-60, example 1, Claims 1-2.	1,2,5,15
A	JP2000-229966A(FuJi Photo Film Co., Ltd), 22, Aug. 2000(22.08.2000), see whole document.	1-21
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 application or patent 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 9, Aug. 2005(09.08.2005)		Date of mailing of the international search report 25 · AUG 2005 (25 · 08 · 2005)
Name and mailing address of the ISA/CN The State Intellectual Property Office, the P.R.China 6 Xitucheng Rd., Jimen Bridge, Haidian District, Beijing, China 100088 Facsimile No. 86-10-62019451		Authorized officer WU  Telephone No. 86-10-62085632

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2005/000522

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
US6653654B1	25, Nov. 2003(25.11.2003)	US2003205707A1	06, Nov. 2003(06.11.2003)
		WO03093283A1	13, Nov. 2003(13.11.2003)
		AU2003218866A1	17, Nov. 2003(17.11.2003)
		EP1499624A1	26, Jan. 2005(26.01.2005)
		KR2005007357A	17, Jan. 2005(17.01.2005)
US6410166B1	25, Jun. 2002(25.06.2002)	JP10-067984A	10, Mar. 1998(10.03.1998)
		JP3651135B2	25, May 2005(25.05.2005)
US5552547A	03, Sep. 1996(03.09.1996)	EP0726304A2	14, Aug. 1996(14.08.1996)
		JP9-095620A	08, Apr. 1997(08.04.1997)
		TW401453B	11, Aug. 2000(11.08.2000)
JP2000-229966A	22, Aug. 2000(22.08.2000)	JP2002-004504A	09, Jan. 2002(09.01.2002)

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, 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, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, 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, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW

(72)発明者 チミン・チェ

香港・パーク・ロード・4・パークウェイ・コート・ブロック・エイ・フラット・5・5／フロア

(72)発明者 シウチュン・チャン

香港・ワー・クワイ・エステート・ワー・シン・ハウス・フラット・2421

Fターム(参考) 3K107 AA01 BB02 BB03 CC02 CC03 CC06 CC12 DD53 DD64 DD68

DD69 FF14 GG03 GG04 GG06