

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5149000号  
(P5149000)

(45) 発行日 平成25年2月20日 (2013.2.20)

(24) 登録日 平成24年12月7日 (2012.12.7)

(51) Int. Cl.

F 1

HO 1 L 51/50 (2006.01) HO 5 B 33/14 B  
CO 9 K 11/06 (2006.01) CO 9 K 11/06 6 6 0

請求項の数 11 (全 43 頁)

(21) 出願番号	特願2007-509853 (P2007-509853)	(73) 特許権者	511278279
(86) (22) 出願日	平成17年4月18日 (2005.4.18)		ヴァーシテック・リミテッド
(65) 公表番号	特表2007-535807 (P2007-535807A)		中華人民共和国・ホンコン・ポクフラム・
(43) 公表日	平成19年12月6日 (2007.12.6)		ロード・ザ・ユニバーシティ・オブ・ホン
(86) 国際出願番号	PCT/CN2005/000522		コン・ファイナンス・オフィス
(87) 国際公開番号	W02005/107332	(74) 代理人	100108453
(87) 国際公開日	平成17年11月10日 (2005.11.10)		弁理士 村山 靖彦
審査請求日	平成20年3月13日 (2008.3.13)	(74) 代理人	100064908
(31) 優先権主張番号	10/835,481		弁理士 志賀 正武
(32) 優先日	平成16年4月30日 (2004.4.30)	(74) 代理人	100089037
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 渡邊 隆
		(74) 代理人	100110364
			弁理士 実広 信哉

最終頁に続く

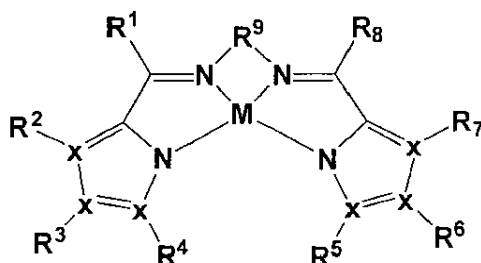
(54) 【発明の名称】 有機発光素子

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

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、前記発光層は少なくとも1つのホスト材料と少なくとも1つのドーパント錯体を含み、前記ドーパント錯体が、下記の化学構造：

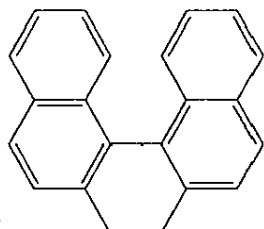
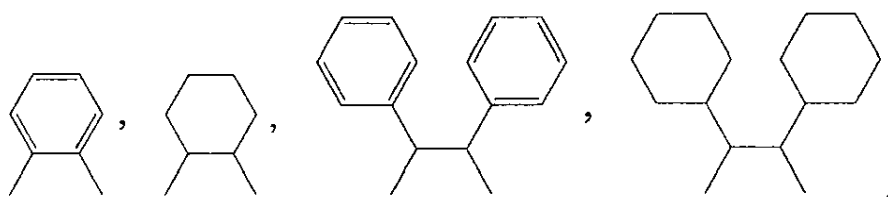
【化 1】



(I)

[式中、MはPtであり、  
R<sup>1</sup>~R<sup>8</sup>はそれぞれ独立して、-H、-OH、-NH<sub>2</sub>、-ハロゲン、-CN、-NO<sub>2</sub>、-R<sup>10</sup>、-OR<sup>11</sup>、NHR<sup>11</sup>または-N(R<sup>11</sup>)<sub>2</sub>であり、  
R<sup>9</sup>は-(C(R<sup>12</sup>)<sub>2</sub>)<sub>n</sub>-、

## 【化2】

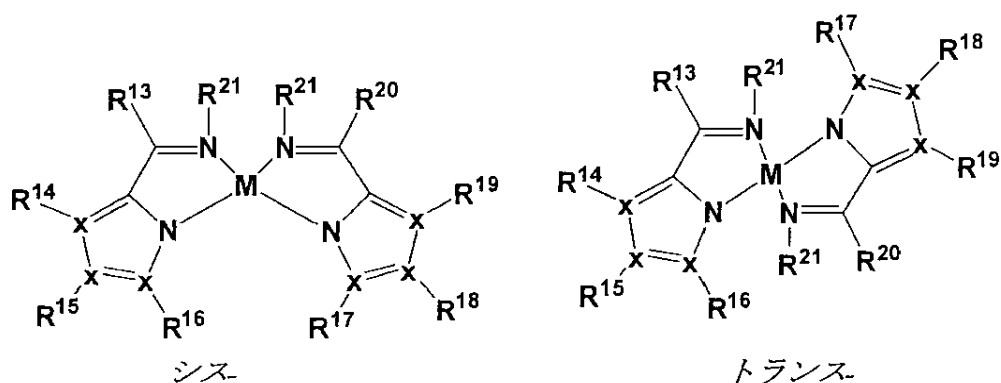


または

であり、

$R^{10}$ - $R^{11}$ 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、  
 $R^{12}$ は、 $R^1$ について上に定義される通りであり、  
 各  $x$  はそれぞれ炭素または窒素原子であり、  
 $n$ は1~6の整数である] ;

## 【化3】



シス

トランス

## (II)

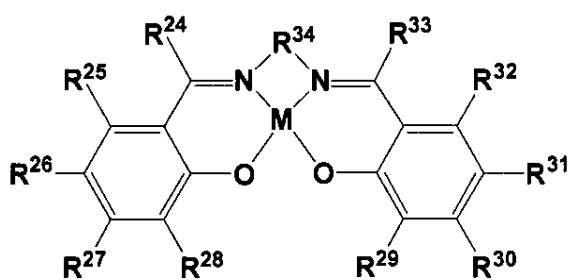
[式中、MはPtであり、

$R^{13}$ ~ $R^{20}$ はそれぞれ独立して、-H、-OH、-NH<sub>2</sub>、-ハロゲン、-CN、-NO<sub>2</sub>、-R<sup>22</sup>、-OR<sup>23</sup>、NH  
 $R^{23}$ または-N(R<sup>23</sup>)<sub>2</sub>であり、

$R^{21}$ は-H、 $-(C_1 \sim C_6)$ アルキル、-フェニル、または-ナフチル、-ハロゲン、または-CNで  
 あり、

$R^{22}$ - $R^{23}$ 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、  
 各  $x$  はそれぞれ炭素または窒素原子である] ;

【化4】

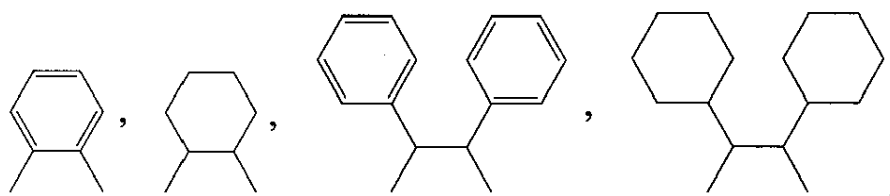


(III)

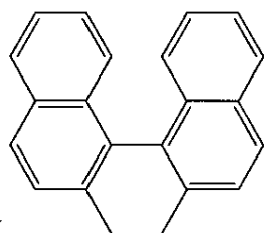
10

[式中、MはPtであり、  
 $R^{24} \sim R^{33}$ はそれぞれ独立して、-H、-OH、-NH<sub>2</sub>、-ハロゲン、-CN、-NO<sub>2</sub>、-R<sup>35</sup>、-OR<sup>36</sup>、NH  
 $R^{36}$ または-N(R<sup>36</sup>)<sub>2</sub>であり、  
 $R^{34}$ は-(C(R<sup>37</sup>)<sub>2</sub>)<sub>n</sub>-、

【化5】



20

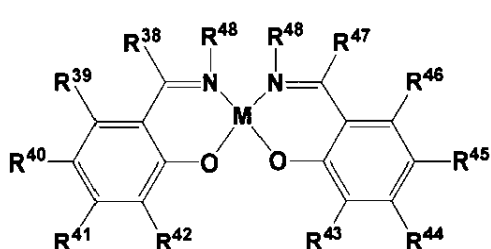


または

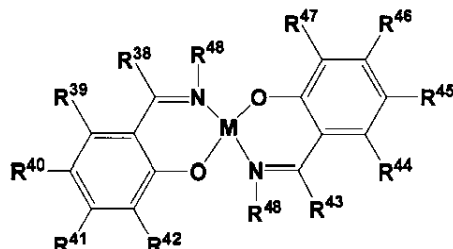
30

であり、  
 $R^{35} \sim R^{36}$ は、それぞれが非置換あるいは1つまたは複数の-(C<sub>1</sub>~C<sub>6</sub>)アルキル、-フェニルま  
または-ナフチルで置換された、-(C<sub>1</sub>~C<sub>6</sub>)アルキル、-フェニル、または-ナフチルであり、  
 $R^{37}$ は、 $R^{24}$ について上に定義される通りであり、  
nは1~6の整数である]；及び

【化6】



シス-



トランス-

(IV)

40

[式中、MはPtであり、

50

$R^{38} \sim R^{47}$ はそれぞれ独立して、-H、-OH、-NH<sub>2</sub>、-ハロゲン、-CN、-NO<sub>2</sub>、-R<sup>49</sup>、-OR<sup>50</sup>、NH  
R<sup>50</sup>または-N(R<sup>50</sup>)<sub>2</sub>であり、

R<sup>48</sup>はそれぞれ-H、-(C<sub>1</sub>~C<sub>6</sub>)アルキル、-フェニル、または-ナフチル、-ハロゲン、また  
は-CNであり、

R<sup>49</sup>-R<sup>50</sup>は、それぞれが非置換あるいは1つまたは複数の-(C<sub>1</sub>~C<sub>6</sub>)アルキル、-フェニルま  
たは-ナフチルで置換された、-(C<sub>1</sub>~C<sub>6</sub>)アルキル、-フェニル、または-ナフチルである]

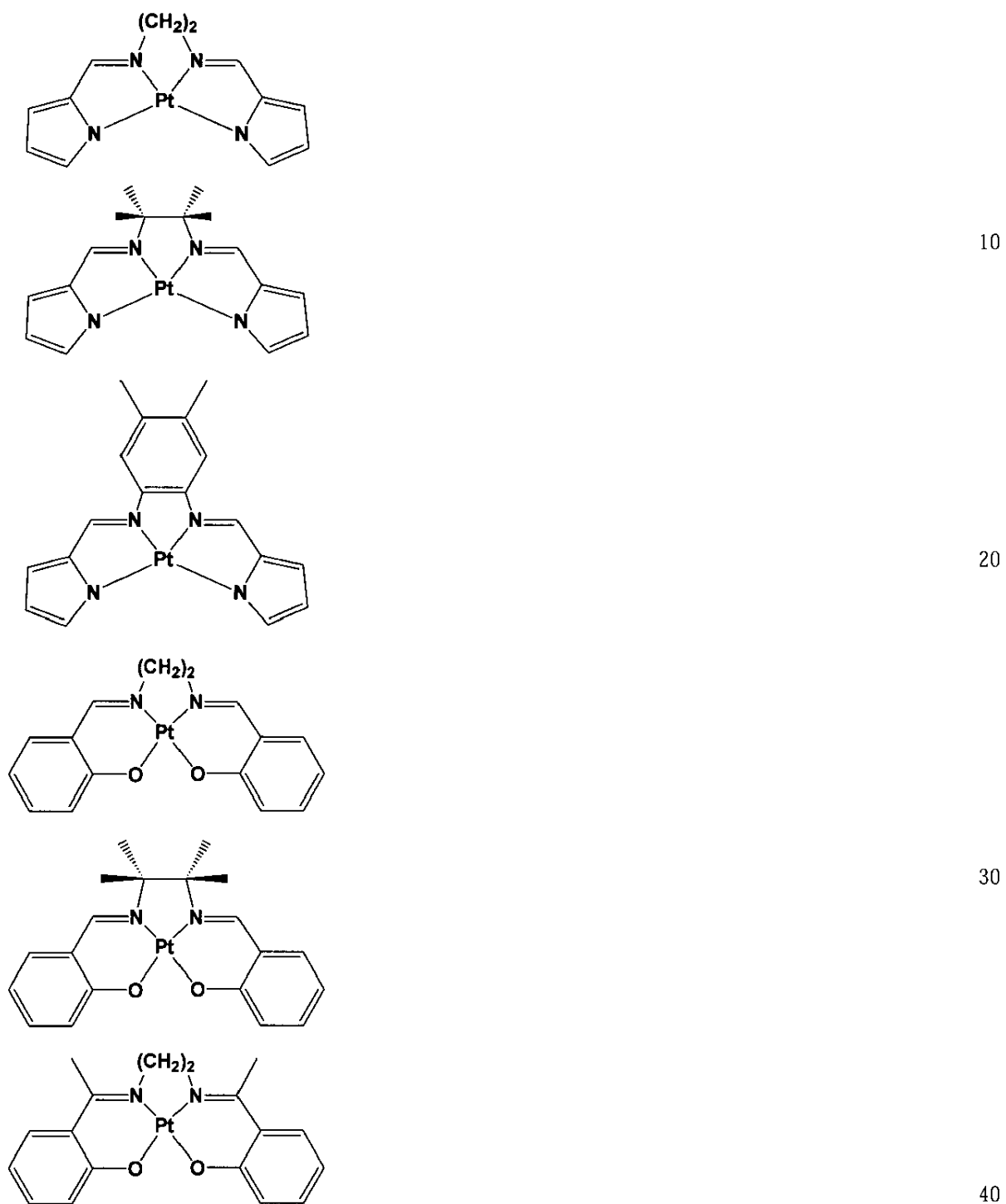
；

の1つを有する、ヘテロ構造有機発光素子。

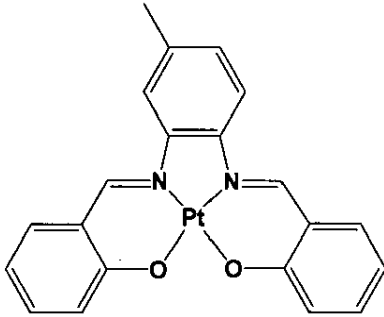
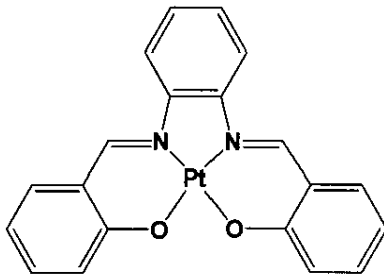
【請求項2】

前記ドーパント錯体が、

【化 7 A】



## 【化7B】



10

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1に記載のヘテロ構造有機発光素子。

20

## 【請求項3】

前記発光層中の前記ドーパント錯体が、前記宿主材料の重量に基づき0.5~8.0重量%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4】

前記発光層中の前記ドーパント錯体が、可視色の電界発光を示す、請求項1に記載のヘテロ構造有機発光素子。

## 【請求項5】

前記発光層中の前記ドーパント錯体が、赤色、橙色、または黄色の電界発光を示す、請求項1に記載のヘテロ構造有機発光素子。

30

## 【請求項6】

前記宿主材料が、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( $\alpha$ -NPB)、N,N'-ジフェニル-N,N'-ビス(2-ナフタレン)ベンジジン( $\beta$ -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'-スピロピ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7】

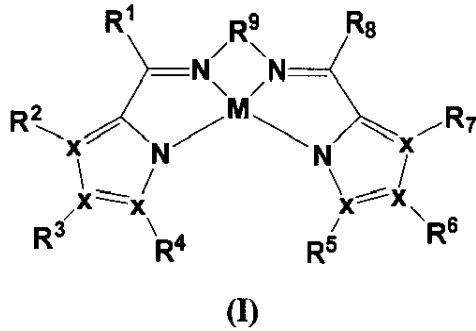
少なくとも1つの宿主材料と少なくとも1つのドーパント錯体を含む発光層を備えるヘテロ構造有機発光素子を作製する方法であって、  
第1の電極が載置された基板を設ける工程と、  
第1の電極の上面上に正孔輸送層を設ける工程と、  
少なくとも1つの宿主材料と少なくとも1つのドーパント錯体（このドーパント錯体は、幾何異性体のいずれかであり、2個のNN型二座配位子、または2個のNO型二座配位子、または1個のNNNN型四座配位子、または1個のNOON型四座配位子が配位した遷移金属を含む）とを含む発光層を、正孔輸送層の上面上に形成する工程と、  
発光層の上面上に正孔ブロッキング層を設ける工程と、  
正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、

40

50

電荷注入層の上面に第2の電極を設ける工程とを含み、  
前記ドーパント錯体が、下記の化学構造：

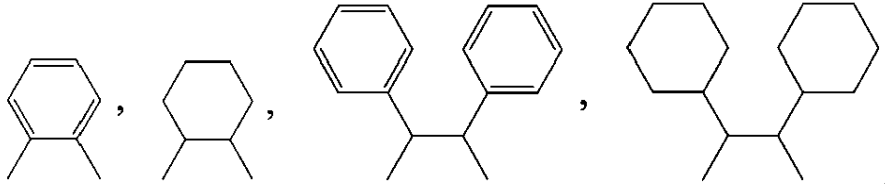
【化8】



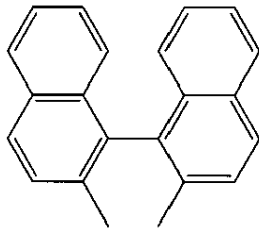
10

[式中、MはPtであり、  
R<sup>1</sup>～R<sup>8</sup>はそれぞれ独立して、-H、-OH、-NH<sub>2</sub>、-ハロゲン、-CN、-NO<sub>2</sub>、-R<sup>10</sup>、-OR<sup>11</sup>、NHR<sup>11</sup>  
<sup>1</sup>または-N(R<sup>11</sup>)<sub>2</sub>であり、  
R<sup>9</sup>は-(C(R<sup>12</sup>)<sub>2</sub>)<sub>n</sub>-、

【化9】



20

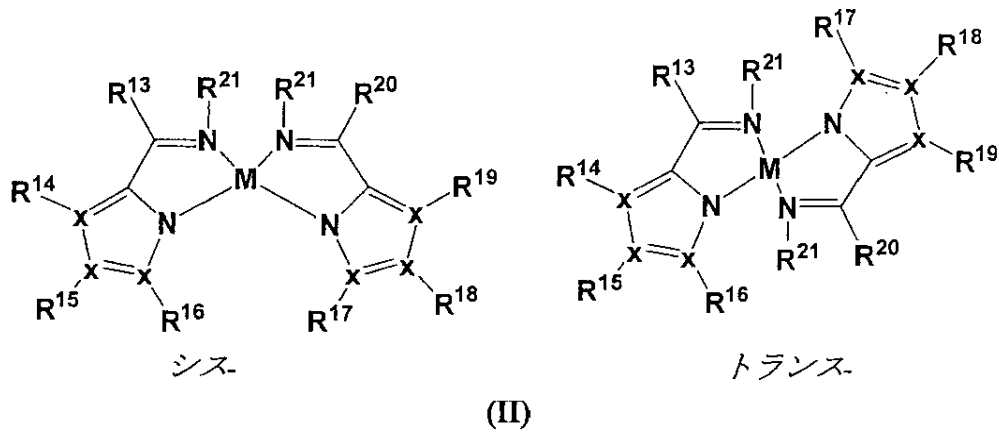


または

30

であり、  
R<sup>10</sup>-R<sup>11</sup>は、それぞれが非置換あるいは1つまたは複数の-(C<sub>1</sub>～C<sub>6</sub>)アルキル、-フェニルまたは-ナフチルで置換された、-(C<sub>1</sub>～C<sub>6</sub>)アルキル、-フェニル、または-ナフチルであり、  
R<sup>12</sup>は、R<sup>1</sup>について上に定義される通りであり、  
各xはそれぞれ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

## 【化10】

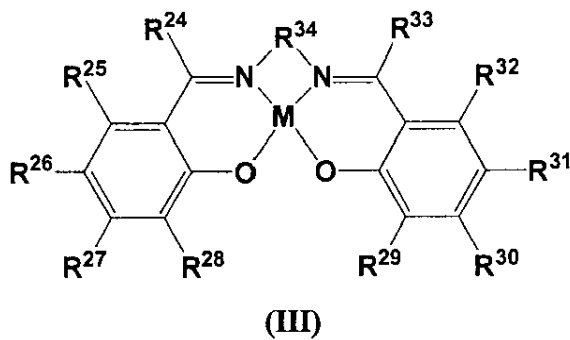


10

[式中、MはPtであり、  
 $R^{13} \sim R^{20}$ はそれぞれ独立して、 $-H$ 、 $-OH$ 、 $-NH_2$ 、 $-ハロゲン$ 、 $-CN$ 、 $-NO_2$ 、 $-R^{22}$ 、 $-OR^{23}$ 、 $NH$   
 $R^{23}$ または $-N(R^{23})_2$ であり、  
 $R^{21}$ は $-H$ 、 $-(C_1 \sim C_6)$ アルキル、 $-フェニル$ 、または $-ナフチル$ 、 $-ハロゲン$ 、または $-CN$ で  
 あり、  
 $R^{22} \sim R^{23}$ 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、  
 各xはそれぞれ炭素または窒素原子である] ; または

20

## 【化11】

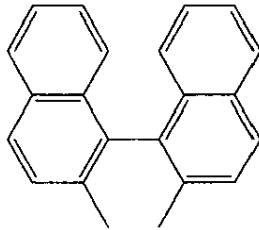
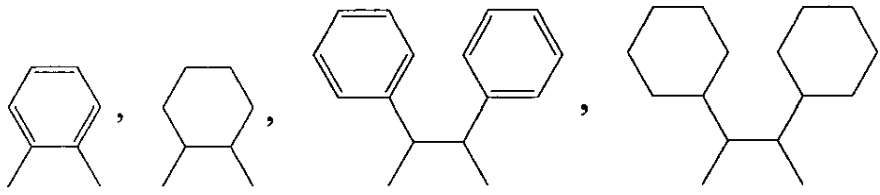


30

[式中、MはPtであり、  
 $R^{24} \sim R^{33}$ はそれぞれ独立して、 $-H$ 、 $-OH$ 、 $-NH_2$ 、 $-ハロゲン$ 、 $-CN$ 、 $-NO_2$ 、 $-R^{35}$ 、 $-OR^{36}$ 、 $NH$   
 $R^{36}$ または $-N(R^{36})_2$ であり、  
 $R^{34}$ は $-(C(R^{37})_2)_n-$ 、



## 【化12】



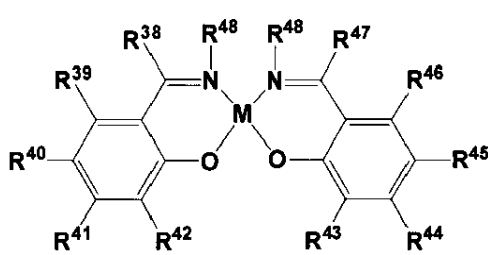
または

であり、

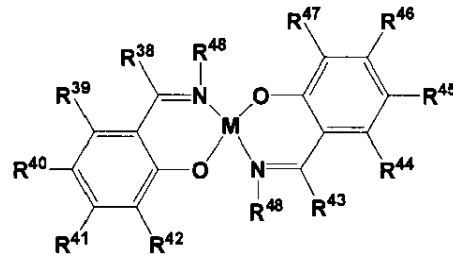
$R^{35}$  -  $R^{36}$  は、それぞれが非置換あるいは1つまたは複数の  $-(C_1 \sim C_6)$  アルキル、 $-フェニル$  または  $-ナフチル$  で置換された、 $-(C_1 \sim C_6)$  アルキル、 $-フェニル$ 、または  $-ナフチル$  であり、  
 $R^{37}$  は、 $R^{24}$  について上に定義される通りであり、

$n$  は 1 ~ 6 の整数である] ; または

## 【化13】



シス



トランス

## (IV)

[式中、MはPtであり、

$R^{38}$  ~  $R^{47}$  はそれぞれ独立して、 $-H$ 、 $-OH$ 、 $-NH_2$ 、 $-ハロゲン$ 、 $-CN$ 、 $-NO_2$ 、 $-R^{49}$ 、 $-OR^{50}$ 、 $NH$   $R^{50}$  または  $-N(R^{50})_2$  であり、

$R^{48}$  はそれぞれ  $-H$ 、 $-(C_1 \sim C_6)$  アルキル、 $-フェニル$ 、または  $-ナフチル$ 、 $-ハロゲン$ 、または  $-CN$  であり、

$R^{49}$  -  $R^{50}$  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  $-ナフチル$  である]

;

の1つを有する、ヘテロ構造有機発光素子を作製する方法。

## 【請求項8】

前記発光層中の前記ドーパント錯体が、

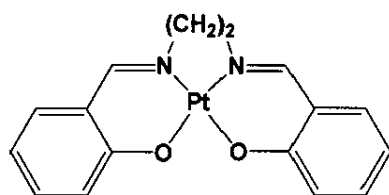
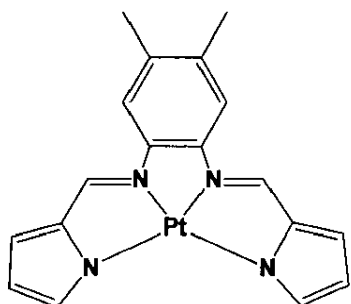
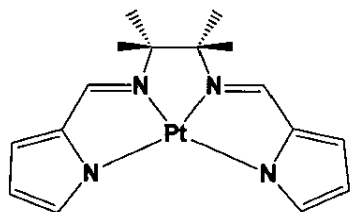
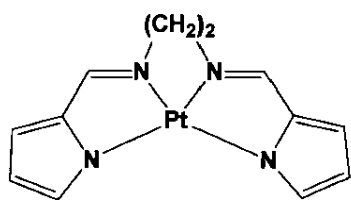
10

20

30

40

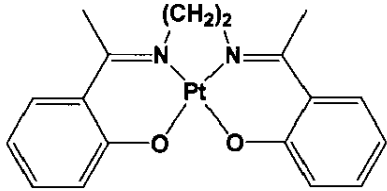
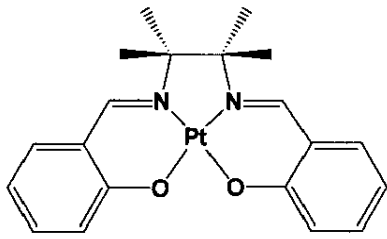
【化 1 4 A】



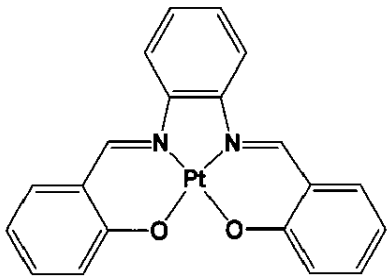
10

20

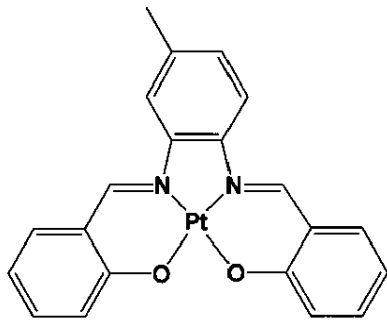
## 【化 1 4 B】



10



20



30

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 に記載の方法。

## 【請求項 9】

前記発光層中の前記ドーパント錯体が、前記ホスト材料の重量に基づき 0.5~8.0 重量% である、請求項 8 に記載の方法。

## 【請求項 10】

前記発光層中の前記ドーパント錯体が、可視色の電界発光を示す、請求項 8 に記載の方法。

## 【請求項 11】

前記発光層中の前記ドーパント錯体が、赤色、橙色、または黄色の電界発光を示す、請求項 10 に記載の方法。

40

## 【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。

50

## 【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)。Cheらも、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化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<sup>3</sup>)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、効率が高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

10

20

30

40

50

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)

10

【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.Comm.、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.Comm.、2101(1998)

【非特許文献 9】 Maら、Chem.Comm.、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)

20

【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】

30

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、

40

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】

50

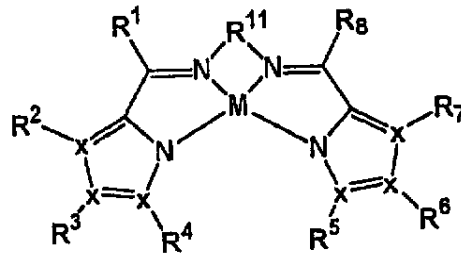
好ましい諸実施形態では、本発明は、少なくとも1つの遷移金属錯体を含有する発光層を備えるOLEDに関する。幾何異性体のいずれかであるこの遷移金属錯体は、2個のNN型二座配位子、または2個のNO型二座配位子、または1個のNNNN型四座配位子、または1個のNOON型四座配位子と、遷移金属とを電界燐光性ドーパント錯体として含有する。

【0013】

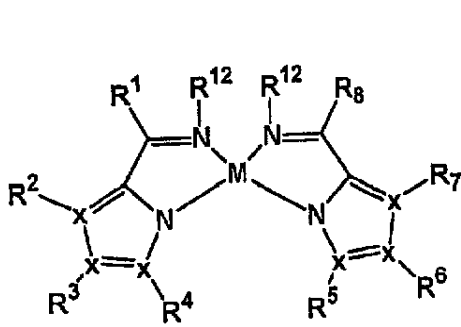
好ましい実施形態では、本発明はヘテロ構造OLEDに関する。このヘテロ構造OLEDは、以下の式、

【0014】

【化1】

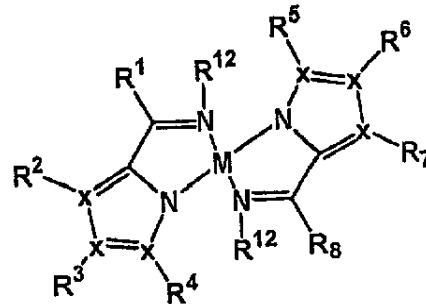


(I)

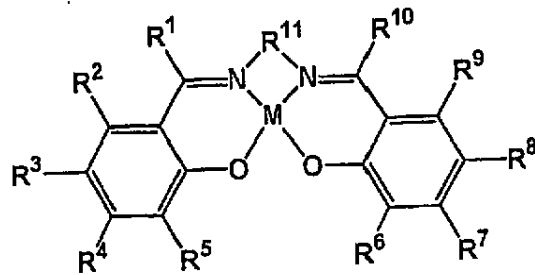


シス

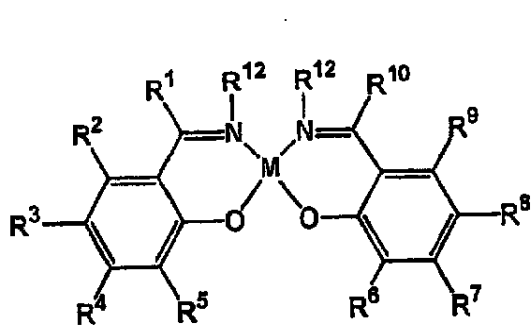
(II)



トランス

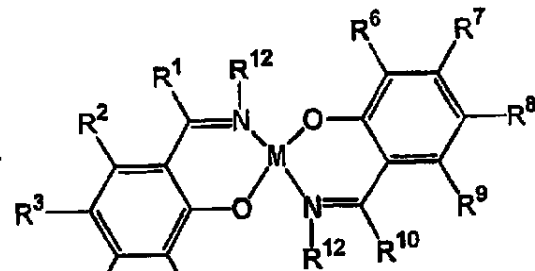


(III)



シス

(IV)



トランス

【0015】

10

20

30

40

50

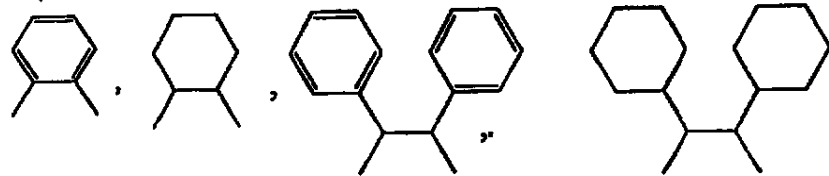
[式中、

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、-NH<sub>2</sub>、-ハロゲン、-CN、-NO<sub>2</sub>、-R<sup>13</sup>、-OR<sup>14</sup>、NHR<sup>14</sup>または-N(R<sup>14</sup>)<sub>2</sub>であり、

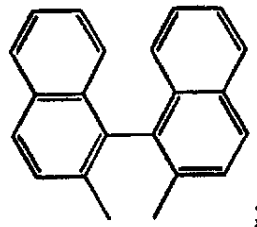
$R^{11}$ は-(C(R<sup>15</sup>)<sub>2</sub>)<sub>n</sub>、

【0016】

【化2】



10



または

20

【0017】

であり、

$R^{12}$ はそれぞれ独立して、-H、-(C<sub>1</sub>~C<sub>6</sub>)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<sub>1</sub>~C<sub>6</sub>)アルキル、-フェニルまたは-ナフチルで置換された、-(C<sub>1</sub>~C<sub>6</sub>)アルキル、-フェニルまたは-ナフチルであり、

30

$R^{14}$ 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、

40

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

50

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-ナフタレン)ベンジジン( $\beta$ -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で示される電界燐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。

10

【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。

20

【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個のイミン基と、2個のピロール基、2個のピラゾール基、2個のイミダゾール基、または2個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個のイミン基および2個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。

30

【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向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。

40

【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、

50



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、

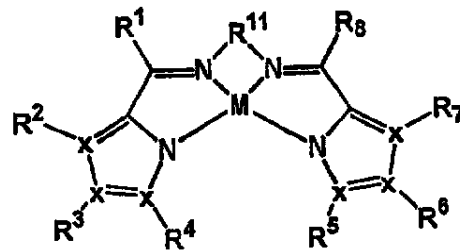
正孔輸送層、発光層、正孔ブロッキング層、電子輸送層および電荷注入層を、第1の電極との間に挟む第2の電極とを備える。

【0030】

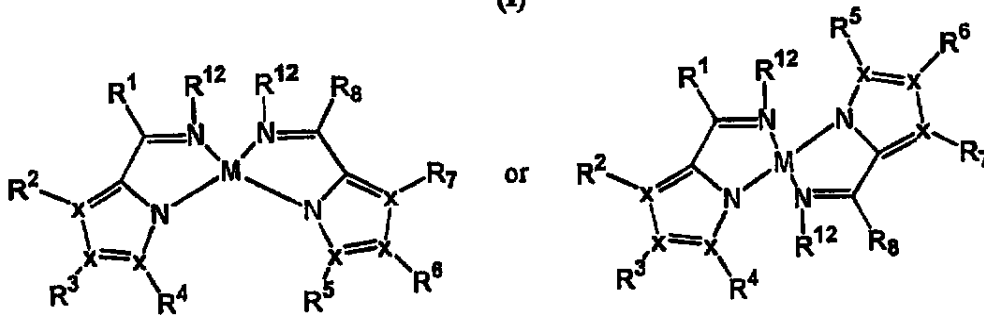
好ましくは、発光材料は、2個のNN型二座配位子、または2個のNO型二座配位子、または1個のNNNN型四座配位子、または1個のNOON型四座配位子と、遷移金属原子とを含む、幾何異性体のいずれかであるドーパント錯体である。より好ましくは、発光材料は以下の式、

【0031】

【化3】



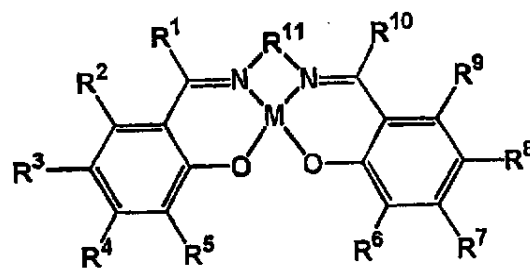
(I)



(II)

シス

トランス



(III)

10

20

30

40



## 【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 $R^1 \sim R^{10}$ 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。

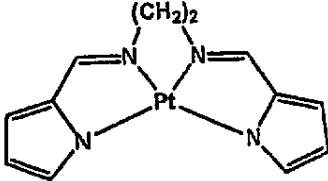
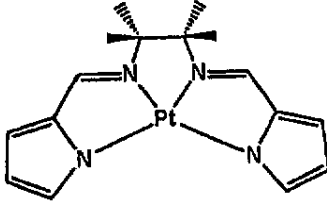
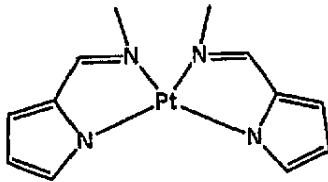
## 【0037】

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】

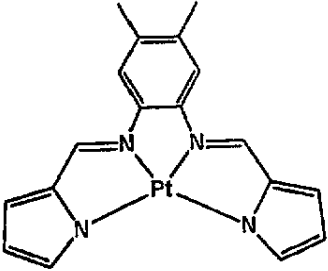
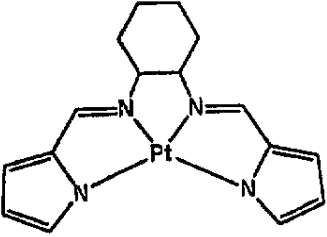
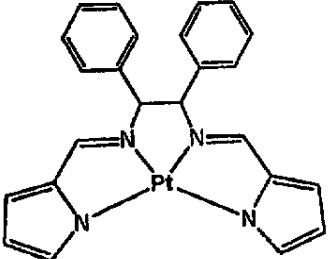
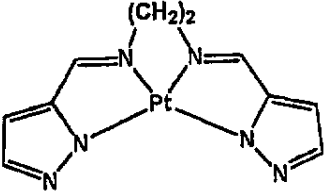
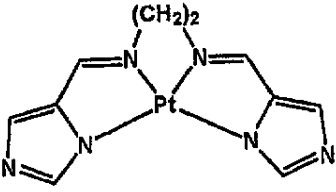
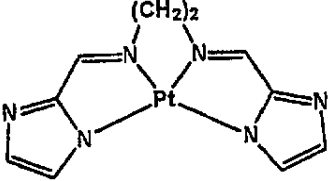
表1

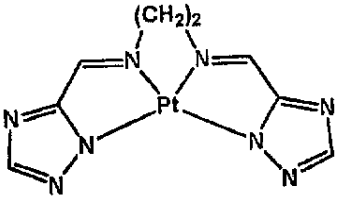
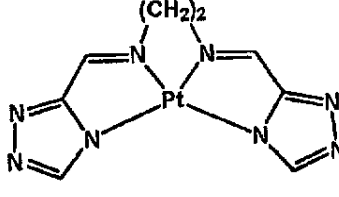
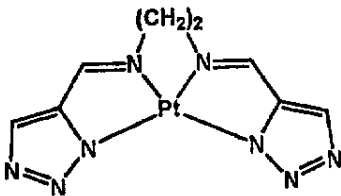
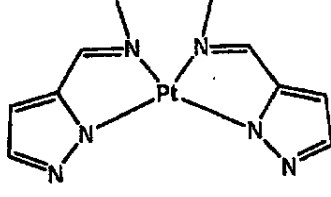
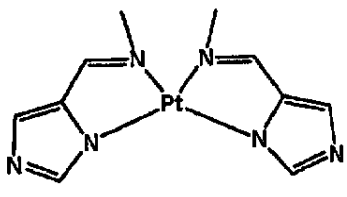
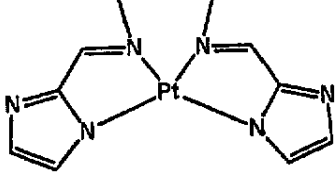
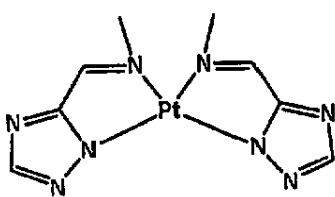
構造	ドーパント錯体
	1
	2
	3

10

20

30

	4	10
	5	20
	6	30
	8	40
	9	
	10	

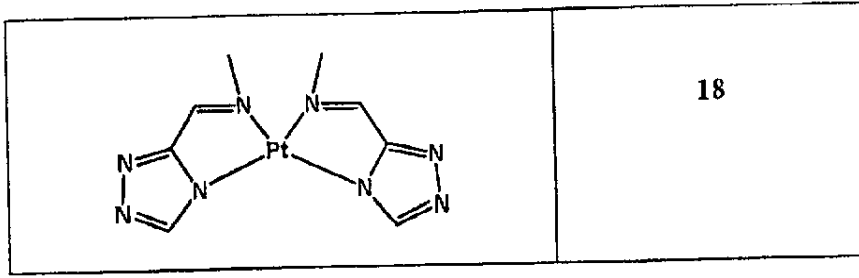
	11
	12
	13
	14
	15
	16
	17

10

20

30

40



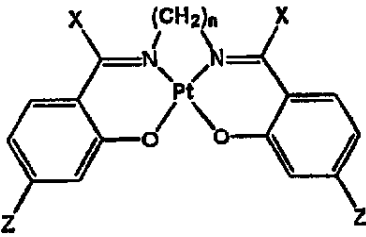
【0039】

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

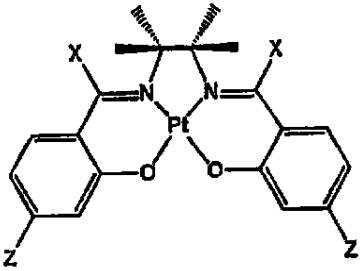
構造	ドーバント錯体
	19: n = 2, X = H, Z = H
	20: n = 2, X = H, Z = Cl
	21: n = 2, X = H, Z = Br
	22: n = 2, X = H, Z = F
	23: n = 2, X = H, Z = I
	24: n = 2, X = H, Z = CH <sub>3</sub>
	25: n = 2, X = H, Z = t-ブチル
	26: n = 2, X = H, Z = NO <sub>2</sub>
	27: n = 3, X = H, Z = H
	28: n = 3, X = H, Z = Cl
	29: 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 <sub>3</sub>
	33: n = 3, X = H, Z = t-ブチル
	34: n = 3, X = H, Z = NO <sub>2</sub>
	35: n = 2, X = CH <sub>3</sub> , Z = H
	36: n = 2, X = CH <sub>3</sub> , Z = Cl
	37: n = 2, X = CH <sub>3</sub> , Z = Br
	38: n = 2, X = CH <sub>3</sub> , Z = F
	39: n = 2, X = CH <sub>3</sub> , Z = I
	40: n = 2, X = CH <sub>3</sub> , Z = CH <sub>3</sub>
	41: n = 2, X = CH <sub>3</sub> , Z = t-ブチル
	42: n = 2, X = CH <sub>3</sub> , Z = NO <sub>2</sub>
	43: n = 3, X = CH <sub>3</sub> , Z = H
	44: n = 3, X = CH <sub>3</sub> , Z = Cl
	45: n = 3, X = CH <sub>3</sub> , Z = Br
	46: n = 3, X = CH <sub>3</sub> , Z = F
	47: n = 3, X = CH <sub>3</sub> , Z = I
48: n = 3, X = CH <sub>3</sub> , Z = CH <sub>3</sub>	
49: n = 3, X = CH <sub>3</sub> , Z = t-ブチル	

10

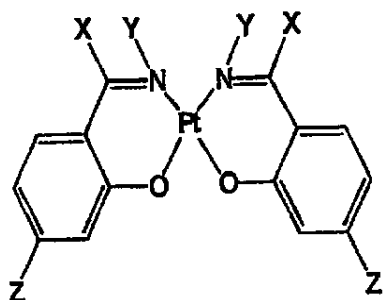
20

30

40

	50: $n = 3, X = \text{CH}_3, Z = \text{NO}_2$	10
	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: $X = \text{CH}_3, Z = \text{NO}_2$	20
	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: $X = \text{CH}_3, Y = \text{CH}_3, Z = \text{t-ブチル}$	30
		40



82: X = CH<sub>3</sub>, Y = CH<sub>3</sub>, Z = NO<sub>2</sub>83: X = CH<sub>3</sub>, Y = CN, Z = H84: X = CH<sub>3</sub>, Y = CN, Z = Cl85: X = CH<sub>3</sub>, Y = CN, Z = Br86: X = CH<sub>3</sub>, Y = CN, Z = F87: X = CH<sub>3</sub>, Y = CN, Z = I88: X = CH<sub>3</sub>, Y = CN, Z = CH<sub>3</sub>89: X = CH<sub>3</sub>, Y = CN, Z = t-ブチル90: X = CH<sub>3</sub>, Y = CN, Z = NO<sub>2</sub>

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 = CH<sub>3</sub>

97: X = H, Y = CN, Z = t-ブチル

98: X = H, Y = CN, Z = NO<sub>2</sub>

10

20

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 = CH<sub>3</sub>

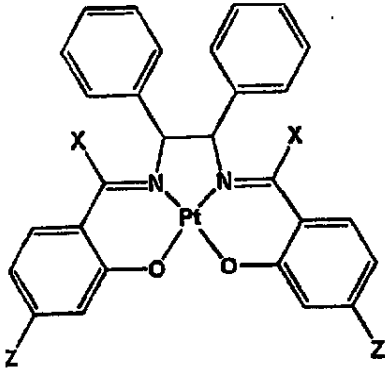
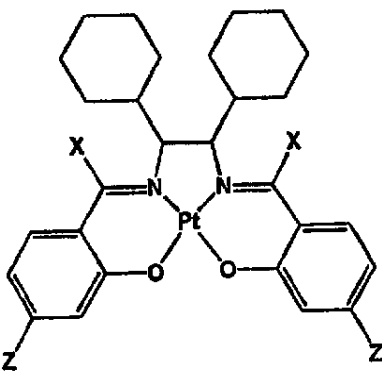
105: X = H, W = H, Z = t-ブチル

106: X = H, W = H, Z = NO<sub>2</sub>107: X = CH<sub>3</sub>, W = H, Z = H108: X = CH<sub>3</sub>, W = H, Z = Cl109: X = CH<sub>3</sub>, W = H, Z = Br110: X = CH<sub>3</sub>, W = H, Z = F111: X = CH<sub>3</sub>, W = H, Z = I112: X = CH<sub>3</sub>, W = H, Z = CH<sub>3</sub>113: X = CH<sub>3</sub>, W = H, Z = t-ブチル

30

40



	<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 = CH<sub>3</sub>            153: X = H, Z = t-ブチル            154: X = H, Z = NO<sub>2</sub>            155: X = CH<sub>3</sub>, Z = H            156: X = CH<sub>3</sub>, Z = Cl            157: X = CH<sub>3</sub>, Z = Br            158: X = CH<sub>3</sub>, Z = F            159: X = CH<sub>3</sub>, Z = I            160: X = CH<sub>3</sub>, Z = CH<sub>3</sub>            161: X = CH<sub>3</sub>, Z = t-ブチル            162: X = CH<sub>3</sub>, Z = NO<sub>2</sub></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 = CH<sub>3</sub>            169: X = H, Z = t-ブチル            170: X = H, Z = NO<sub>2</sub>            171: X = CH<sub>3</sub>, Z = H            172: X = CH<sub>3</sub>, Z = Cl            173: X = CH<sub>3</sub>, Z = Br            174: X = CH<sub>3</sub>, Z = F            175: X = CH<sub>3</sub>, Z = I            176: X = CH<sub>3</sub>, Z = CH<sub>3</sub>            177: X = CH<sub>3</sub>, Z = t-ブチル            178: X = CH<sub>3</sub>, Z = NO<sub>2</sub></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

10

20

30

40

50

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、遷移金属が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-ナフタレン)ベンジジン( $\alpha$ -NPB)、N,N'-ジフェニル-N,N'-ビス(2-ナフタレン)ベンジジン( $\beta$ -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'-スピロビフルオレンである。

10

【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-ナフタレン)ベンジジン( $\alpha$ -NPB)、N,N'-ジフェニル-N,N'-ビス(2-ナフタレン)ベンジジン( $\beta$ -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'-スピロビフルオレン、ビス[2-(2'-ヒドロキシフェニル)ピリジン]ベリリウム(Bepp<sub>2</sub>)、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(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-t-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。

20

【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。

30

【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。

40

【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(Alq<sub>3</sub>)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】

50

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-ナフトレン)ベンジジン( $\beta$ -NPB))、ホスト材料4,4'-ビス(カルバゾール-9-イル)ピフェニル(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。

10

【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。

20

【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、0.94mol)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℃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℃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。

30

収量:42mg(22%)。 $^1H$  NMR( $CDCl_3$ ):  $\delta$  =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、 $CH_2$ )。  $^{13}C$  NMR( $CDCl_3$ ):  $\delta$  =155.7、145.4、137.7、119.0、110.7、59.4。FAB-MS(m-NBA)(m/z):407 { $M^+$ }。IR(KBr):  $\nu$  =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。

40

【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、300~450nm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( $\Phi$ )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  $\mu s$ の

50

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	$\lambda_{abs, sol.} (nm)$ [ $\epsilon(10^{-4} dm^3 mol^{-1} cm^{-1})$ ] <sup>a</sup>	$\lambda_{cm, sol.}^a (nm)$	$\tau(\mu s)^b [\Phi_{cm, sol.}]$
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]

<sup>a</sup>UV/可視およびPL発光はアセトニトリル(CH<sub>3</sub>CN)中で測定した。

<sup>b</sup>寿命はピーク最大値で測定した。

10

【0063】

図1は、CH<sub>3</sub>CN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( $\epsilon=1.52 \times 10^{-4} \sim 1.85 \times 10^{-4} dm^3 mol^{-1} cm^{-1}$ )、438~459nmでやや強い吸収帯を示す( $\epsilon=0.45 \times 10^{-4} \sim 0.36 \times 10^{-4} dm^3 mol^{-1} cm^{-1}$ )。459nmで励起すると、 $\lambda_{max}$ 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( $\Phi$ )は0.097である。

20

【0064】

図2は、CH<sub>3</sub>CN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( $\epsilon=1.45 \times 10^{-4} \sim 1.82 \times 10^{-4} dm^3 mol^{-1} cm^{-1}$ )、431~448nmでやや強い吸収帯を示す( $\epsilon=0.48 \times 10^{-4} \sim 0.41 \times 10^{-4} dm^3 mol^{-1} cm^{-1}$ )。励起波長が431nmであるときに、ドーパント錯体2は $\lambda_{max}$ 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( $\Phi$ )は0.110である。

30

【0065】

図3は、CH<sub>3</sub>CN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( $\epsilon=1.19 \times 10^{-4} \sim 1.80 \times 10^{-4} dm^3 mol^{-1} cm^{-1}$ )、478~520nmでやや強い吸収帯を示す( $\epsilon=1.20 \times 10^{-4} \sim 1.06 \times 10^{-4} dm^3 mol^{-1} cm^{-1}$ )。CH<sub>3</sub>CN中のドーパント4のPLスペクトルは、 $\lambda_{max}$ 680nmおよび740nmで深紅の発光を示す。錯体4のPL量子収率( $\Phi$ )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20Ω/平方であるパター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℃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)/Alq<sub>3</sub>(30nm)/LiF(0.5nm)/Al(150nm)であり、これらの層すべてを、 $1 \times 10^{-6}$ 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。

40

【0067】

50

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の上面上に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Alq<sub>3</sub>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の上面上に、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3×3mm<sup>2</sup>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。

10

## 【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)/Alq<sub>3</sub>(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'Eclairage)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( $\eta_{ext}$ )、最大発光効率( $\eta_l$ )、最大電力効率( $\eta_p$ )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/m<sup>2</sup>である。

20

## 【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。

30

## 【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)	$B_{max}$ ( $cd/m^2$ )	$\eta_{ext,max}$ (%)	$\eta_{L,max}$ ( $cd/A$ )	$\eta_{P,max}$ ( $lm/W$ )
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

10

## 【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)/Alq<sub>3</sub>(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( $\eta_{ext}$ )、最大発光効率( $\eta_L$ )、最大電力効率( $\eta_P$ )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  $cd/m^2$ である。

20

## 【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。

30

## 【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)	$B_{max}$ ( $cd/m^2$ )	$\eta_{ext,max}$ (%)	$\eta_{L,max}$ ( $cd/A$ )	$\eta_{P,max}$ ( $lm/W$ )
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

40

## 【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

50

示す。素子Cの構造はITO/NPB(40nm)/CBP:3wt%のドーパント19(30nm)/BCP(20nm)/Alq<sub>3</sub>(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( $\eta_{ext}$ )、最大発光効率( $\eta_L$ )、最大電力効率( $\eta_P$ )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/m<sup>2</sup>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 <sub>on</sub> (V)	B <sub>max</sub> (cd/m <sup>2</sup> )	$\eta_{ext,max}$ (%)	$\eta_{L,max}$ (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)/Alq<sub>3</sub>(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( $\eta_{ext}$ )、最大発光効率( $\eta_L$ )、最大電力効率( $\eta_P$ )および最大輝度は、それぞれ11%、31 cd/A、14 lm/Wおよび23000 cd/m<sup>2</sup>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 <sup>2</sup> )	$\eta_{ext,max}$ (%)	$\eta_{L,max}$ (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

10

【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)/Alq<sub>3</sub>(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( $\eta_{ext}$ )、最大発光効率( $\eta_L$ )、最大電力効率( $\eta_P$ )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/m<sup>2</sup>である。

20

【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。

30

【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 <sup>2</sup> )	$\eta_{ext,max}$ (%)	$\eta_{L,max}$ (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

40

50

【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)/Alq<sub>3</sub>(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( $\eta_{ext}$ )、最大発光効率( $\eta_L$ )、最大電力効率( $\eta_P$ )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/m<sup>2</sup>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 <sub>on</sub> (V)	B <sub>max</sub> (cd/m <sup>2</sup> )	$\eta_{ext,max}$ (%)	$\eta_{L,max}$ (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、多くの変形態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<sub>3</sub>CN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<sub>3</sub>CN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<sub>3</sub>CN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。

10

【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。

20

【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。

30

【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。

40

【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。

【符号の説明】

50

## 【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】

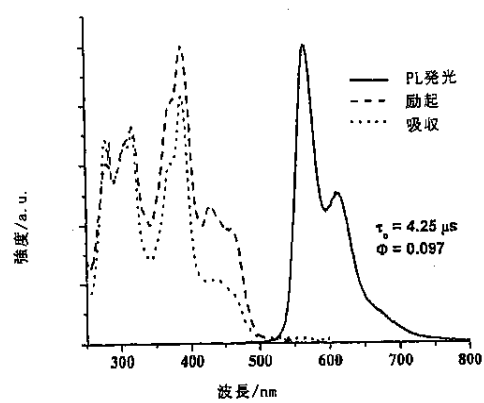


図1  
CH<sub>3</sub>CN中のドーパント錯体1の吸収スペクトル、  
励起スペクトルおよび発光スペクトル

【図2】

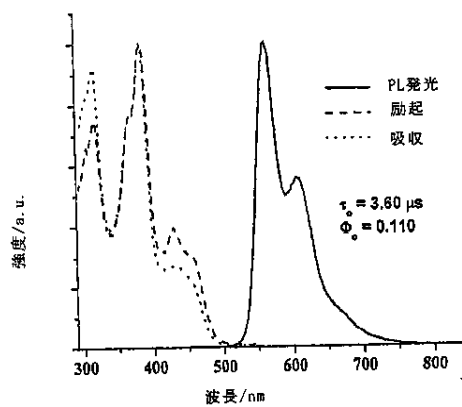


図2  
CH<sub>3</sub>CN中のドーパント錯体3の吸収スペクトル、  
励起スペクトルおよび発光スペクトル

【図3】

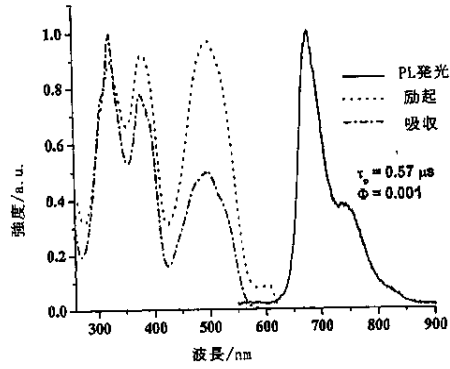


図3 CH<sub>3</sub>CN中のドーパント錯体6の吸収スペクトル、励起スペクトルおよび発光スペクトル

【図4】

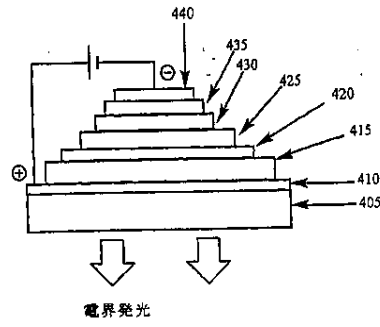


図4 本発明におけるOLEDの概略図

【図5】

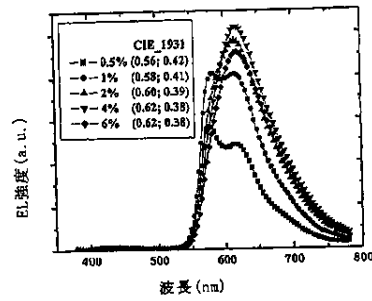


図5 異なるドーパント濃度で4.0wt%のドーパント1を有するOLED Aの8VでのELスペクトル

【図6】

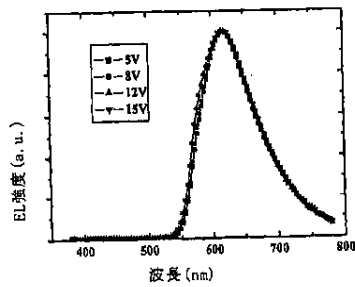


図6 4.0wt%のドーパント1を有するOLED Aの異なる印加電圧でのELスペクトル

【図8】

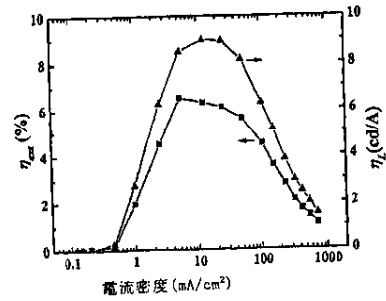


図8 4.0wt%のドーパント1を有するOLED Aの外部量子効率および発光効率

【図7】

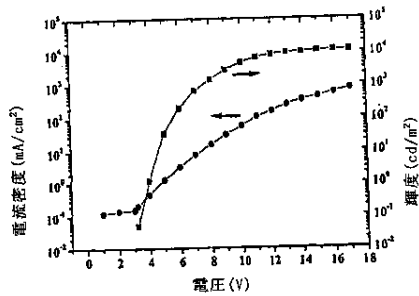


図7 4.0wt%のドーパント1を有するOLED AのV-I-B曲線

【図 9】

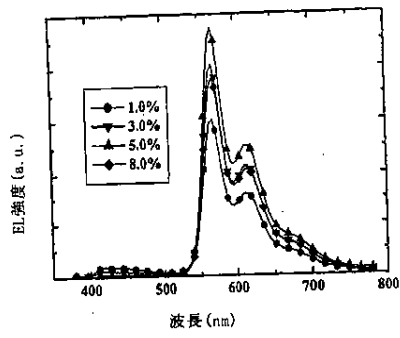


図9 異なるドーパント濃度で5wt%のドーパント3を有するOLED Bの8VでのELスペクトル

【図 10】

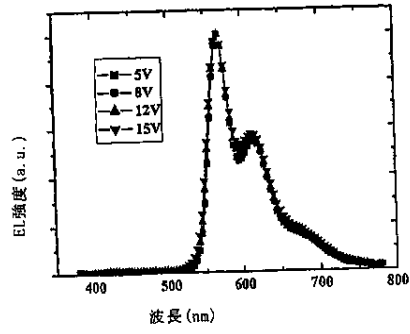


図10 5wt%のドーパント3を有するOLED Bの異なる印加電圧でのELスペクトル

【図 11】

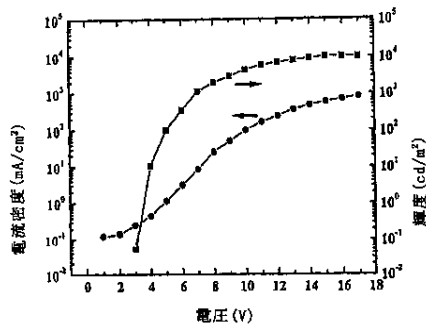


図11 5wt%のドーパント3を有するOLED BのV-I-B曲線

【図 13】

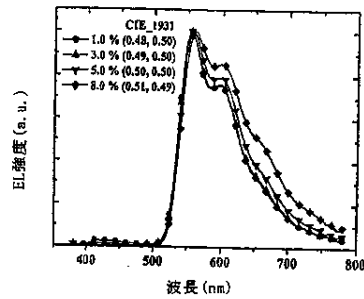


図13 異なるドーパント濃度で3wt%のドーパント19を有するOLED Cの8VでのELスペクトル

【図 12】

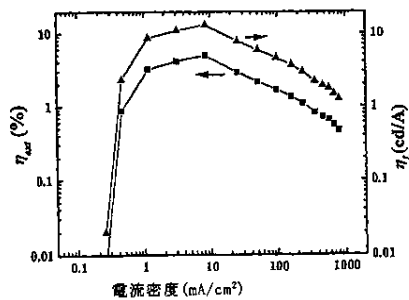


図12 5.0wt%のドーパント3を有するOLED Bの外部量子効率および発光効率

【図 14】

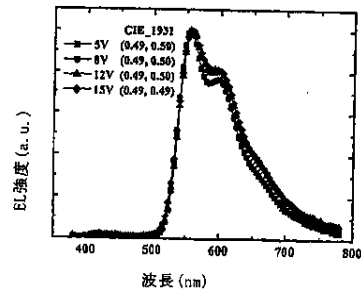


図14 3wt%のドーパント19を有するOLED Cの異なる印加電圧でのELスペクトル



【図15】

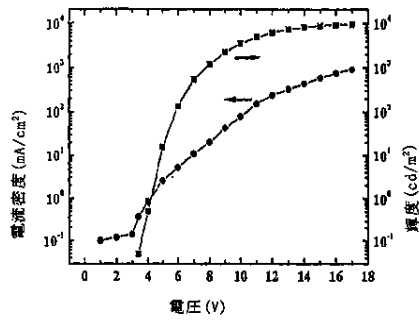


図15 3wt%のドーパント19を有するOLED CのV-I-B曲線

【図16】

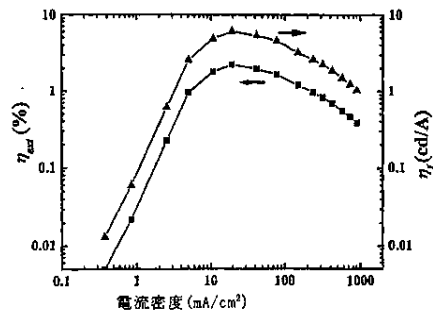


図16 3.0wt%のドーパント19を有するOLED Cの外部量子効率および発光効率

【図19】

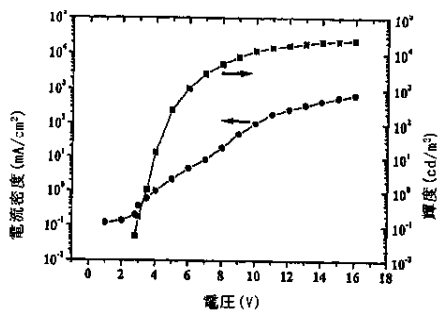


図19 4wt%のドーパント51を有するOLED DのV-I-B曲線

【図20】

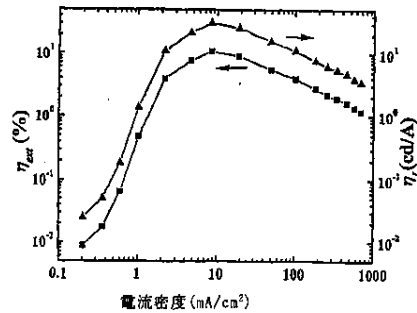


図20 4.0wt%のドーパント51を有するOLED Dの外部量子効率および発光効率

【図17】

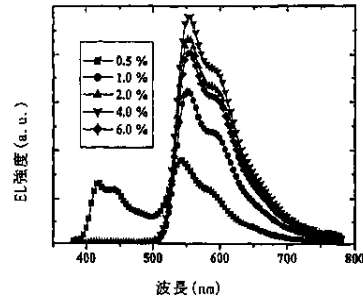


図17 異なるドーパント濃度で4wt%のドーパント51を有するOLED Dの8VでのELスペクトル

【図18】

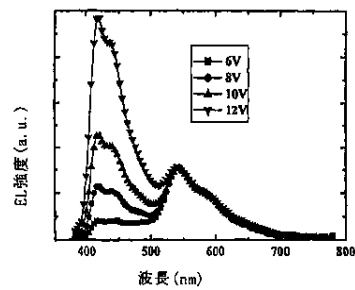


図18 4wt%のドーパント51を有するOLED Dの異なる印加電圧でのELスペクトル

【図21】

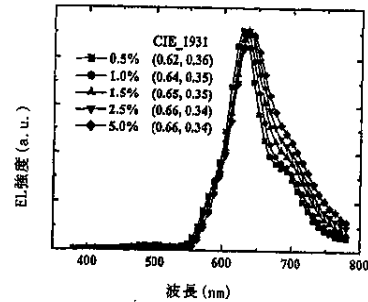


図21 異なるドーパント濃度で1.5wt%のドーパント99を有するOLED Eの8VでのELスペクトル

【図22】

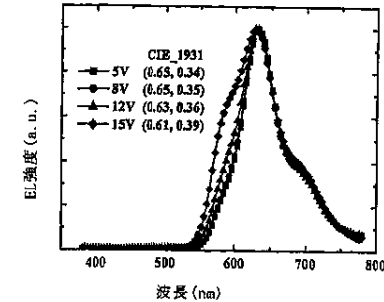


図22 1.5wt%のドーパント99を有するOLED Eの異なる印加電圧でのELスペクトル

【図23】

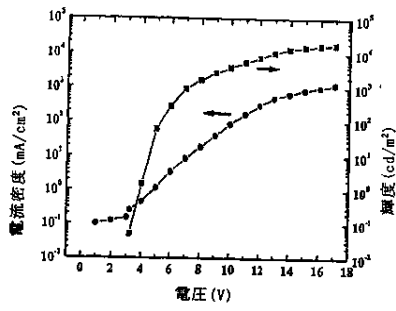


図23 1.5wt%のドーパント99を有するOLED EのV-I-B曲線

【図25】

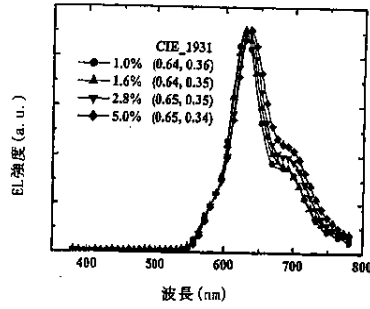


図25 異なるドーパント濃度で1.6wt%のドーパント104を有するOLED Fの8VでのELスペクトル

【図24】

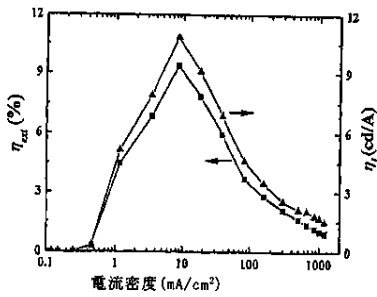


図24 1.5wt%のドーパント99を有するOLED Eの外部量子効率および発光効率

【図26】

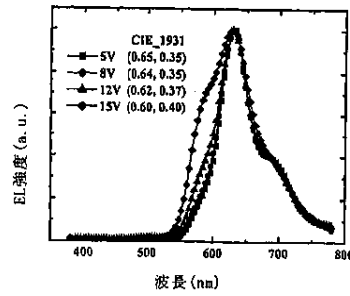


図26 1.6wt%のドーパント104を有するOLED Fの異なる印加電圧でのELスペクトル

【図27】

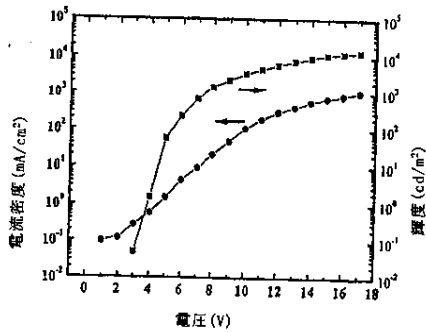


図27 1.6wt%のドーパント104を有するOLED FのV-I-B曲線

【図28】

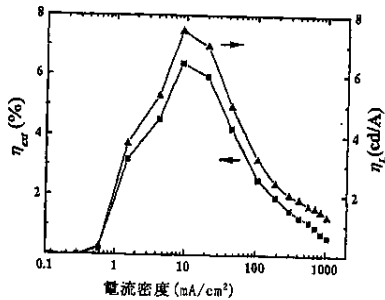


図28 1.6wt%のドーパント104を有するOLED Fの外部量子効率および発光効率

---

フロントページの続き

(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

審査官 天野 宏樹

(56)参考文献 特開2001-338768 (JP, A)

特開2003-123976 (JP, A)

特開平11-185958 (JP, A)

特開2005-317213 (JP, A)

(58)調査した分野(Int. Cl., DB名)

C09K11/06

H01L51

H05B33

CA/REGISTRY(STN)