

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5973692号  
(P5973692)

(45) 発行日 平成28年8月23日 (2016. 8. 23)

(24) 登録日 平成28年7月22日 (2016. 7. 22)

(51) Int. Cl.	F I
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 O
CO 7 F 15/00 (2006. 01)	CO 7 F 15/00 F

請求項の数 9 (全 44 頁)

(21) 出願番号	特願2010-223263 (P2010-223263)	(73) 特許権者	512253626
(22) 出願日	平成22年9月30日 (2010. 9. 30)		ユー・ディー・シー アイランド リミテッド
(65) 公開番号	特開2012-79898 (P2012-79898A)		アイランド ダブリン 4 ボールスブリッジ ザ スウィープステークス アレクサンドラ ハウス
(43) 公開日	平成24年4月19日 (2012. 4. 19)	(74) 代理人	110000109
審査請求日	平成25年6月14日 (2013. 6. 14)		特許業務法人特許事務所サイクス
		(72) 発明者	高田 早
			神奈川県足柄上郡開成町牛島577番地 富士フイルム株式会社内
		審査官	濱野 隆

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 有機電界発光素子

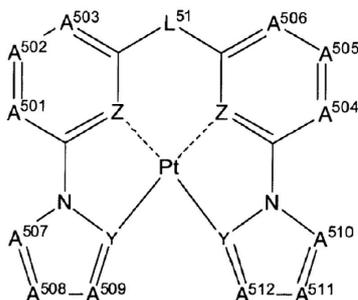
(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板上に、陽極及び陰極からなる一対の電極と、該電極間に発光層を含む有機層とを有する有機電界発光素子であって、該発光層に下記一般式 (C-5) で表される化合物とホスト材料とを有し、該素子に通電した際の発光極大波長 1 と、該一般式 (C-5) で表される化合物をジクロロメタンに濃度 5 mg / L で溶解させ光励起した際の発光極大波長 2 との差が 3 nm 以下である、有機電界発光素子。

【化 1】

(C-5)



(一般式 (C-5) 中、A<sup>501</sup> ~ A<sup>512</sup> は、それぞれ独立に、C-R 又は N を表す。R は水素原子又は置換基を表す。L<sup>51</sup> は単結合又は二価の連結基を表す。Y は窒素原子

を表し、Zは炭素原子を表す。)

【請求項2】

前記ホスト材料が、アスペクト比が3以上の形状を有する化合物である、請求項1に記載の有機電界発光素子。

【請求項3】

前記ホスト材料が、トリフェニレン誘導体である、請求項1又は2に記載の有機電界発光素子。

【請求項4】

前記発光極大波長 1 と、前記発光極大波長 2 とが、 $1 > 2$  の関係である、請求項1～3のいずれか一項に記載の有機電界発光素子。

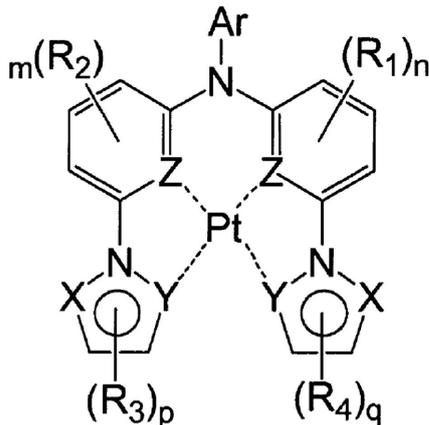
10

【請求項5】

前記一般式(C-5)で表される化合物が、下記一般式(C-5-1)で表される、請求項1～4のいずれか一項に記載の有機電界発光素子。

【化2】

(C-5-1)



20

(一般式(C-5-1)中、Xは炭素原子、Yは窒素原子、Zは炭素原子を表す。m、n、p及びqは、それぞれ独立に0～3の整数を表す。Arは置換又は無置換のアリール基を表す。R<sub>1</sub>～R<sub>4</sub>はそれぞれ独立に、アルキル基、アリール基、アルコキシ基、アリールオキシ基、フッ素原子、シアノ基、シリル基又はヘテロ環基を表し、m、n、p及びqが2以上の場合、各々隣同士で互いに連結して環状構造を形成してもよい。)

30

【請求項6】

前記有機層の少なくとも一層が、溶液塗布プロセスにより形成された、請求項1～5のいずれか一項に記載の有機電界発光素子。

【請求項7】

請求項1～6のいずれか一項に記載の有機電界発光素子を用いた発光装置。

【請求項8】

請求項1～6のいずれか一項に記載の有機電界発光素子を用いた表示装置。

40

【請求項9】

請求項1～6のいずれか一項に記載の有機電界発光素子を用いた照明装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は有機電界発光素子に関する。

【背景技術】

【0002】

有機電界発光素子(以下、「素子」、「有機EL素子」ともいう)は、低電圧駆動で高輝度の発光が得られることから活発に研究開発が行われている。有機電界発光素子は、一

50

対の電極間に有機層を有し、陰極から注入された電子と陽極から注入された正孔とが有機層において再結合し、生成した励起子のエネルギーを発光に利用するものである。

【0003】

近年、燐光発光材料を用いることにより、素子の高効率化が進んでいる。また、発光材料をホスト材料中にドーブした発光層を用いるドーブ型素子が広く採用されている。

例えば、特許文献1には、燐光発光材料として特定の構造を有する白金錯体を用いることにより、発光効率及び耐久性を向上させた有機電界発光素子が提案されている。また、特許文献2には、燐光材料としてイリジウム錯体を用い、ホスト材料としてトリフェニレン化合物を用いた有機発光層が提案されている。

【0004】

従来の有機電界発光素子について、複数個の同一構成からなる素子を連続して作製した場合に、該複数の素子間で、ある性能差の範囲で素子性能にばらつきが生じることが分かっている。しかしながら、これら特許文献にはこのような複数の素子間での素子性能のばらつきを抑制することに関しては記載されていない。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特許第4399429号

【特許文献2】特表2008-543086号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

従来の有機電界発光素子について、複数個の同一構成からなる素子を連続して作製した場合に、該複数の素子間で、ある性能差の範囲で素子性能にばらつきが生じる。ここで“複数個の同一構成からなる素子を連続して作製する”とは、同じ材料及び構成を有する複数個の素子を、同じロットの材料を用いて作製することを言う。

素子の大量製造や、均一な素子性能を有する素子を安定的に供給する観点から、複数個の同一構成からなる素子を連続して作製した場合においても、該複数の素子間で、素子性能のばらつきを抑制することが求められている。

【0007】

本発明の目的は、複数個の同一構成からなる素子を連続して作製した場合において、該複数の素子間で、素子性能のばらつきが抑制された有機電界発光素子を提供することである。

また、本発明の別の目的は該有機電界発光素子を含む発光装置、表示装置及び照明装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明者らは、前記課題を解決するために鋭意検討を行った結果、下記の知見を得た。即ち、特定構造の白金錯体とホスト材料とを発光層に有する有機電界発光素子であって、該素子に通電した際の発光極大波長 $\lambda_1$ と、該特定構造の白金錯体をジクロロメタンに濃度5mg/Lで溶解させ光励起した際の発光極大波長 $\lambda_2$ との差が3nm以下となるように、白金錯体とホスト材料とを選択することで、上記課題を解決することを見出した。

特許文献1及び2には、上述の発光極大波長 $\lambda_1$ と発光極大波長 $\lambda_2$ との差を3nm以下とすることで、素子性能のばらつきが抑えられることは開示されていない。

【0009】

すなわち、本発明は下記的手段により達成された。

〔1〕

基板上に、陽極及び陰極からなる一对の電極と、該電極間に発光層を含む有機層とを有する有機電界発光素子であって、該発光層に下記一般式(C-1)で表される化合物とホスト材料とを有し、該素子に通電した際の発光極大波長 $\lambda_1$ と、該一般式(C-1)で表

10

20

30

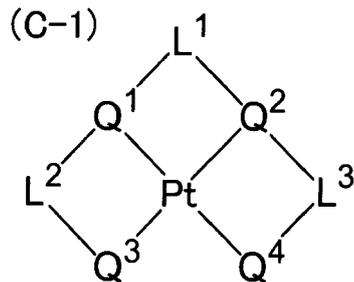
40

50

される化合物をジクロロメタンに濃度 5 mg / L で溶解させ光励起した際の発光極大波長 2 との差が 3 nm 以下である、有機電界発光素子。

【 0 0 1 0 】

【 化 1 】



10

【 0 0 1 1 】

(式中、 $Q^1$ 、 $Q^2$ 、 $Q^3$  及び  $Q^4$  はそれぞれ独立に Pt に配位する配位子を表す。 $L^1$ 、 $L^2$  及び  $L^3$  はそれぞれ独立に単結合又は二価の連結基を表す。)

〔 2 〕

前記ホスト材料が、アスペクト比が 3 以上の形状を有する化合物である、〔 1 〕に記載の有機電界発光素子。

〔 3 〕

前記ホスト材料が、トリフェニレン誘導体である、〔 1 〕又は〔 2 〕に記載の有機電界発光素子。

20

〔 4 〕

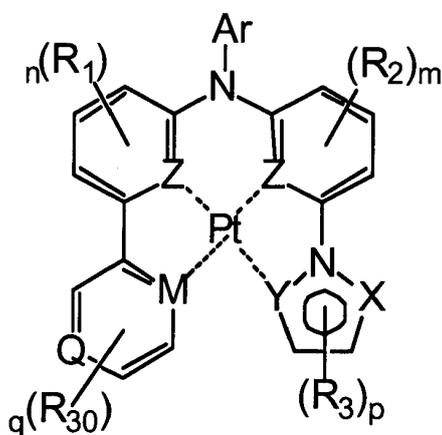
前記発光極大波長 1 と、前記発光極大波長 2 とが、 $1 > 2$  の関係である、〔 1 〕～〔 3 〕のいずれか一項に記載の有機電界発光素子。

〔 5 〕

前記一般式 (C-1) で表される化合物が、下記一般式 (C-3-1)、(C-5-1) 及び (C-6) のいずれかで表される、〔 1 〕～〔 4 〕のいずれか一項に記載の有機電界発光素子。

【 0 0 1 2 】

【 化 2 】



(C-3-1)

40

【 0 0 1 3 】

(一般式 (C-3-1) 中、X、Y、Z 及び M はそれぞれ独立に、炭素原子又は窒素原子を表し、Z と Y のいずれか一方が、窒素原子であり、Y が窒素原子のときは、X は、炭素原子である。m、n、p 及び q は、それぞれ独立に 0 ~ 3 の整数を表す。Ar は置換又は無置換のアリール基を表す。 $R_1$  ~  $R_3$  及び  $R_{30}$  はそれぞれ独立に、アルキル基、アリール基、アルコキシ基、アリールオキシ基、フッ素原子、シアノ基、シリル基又はヘテ

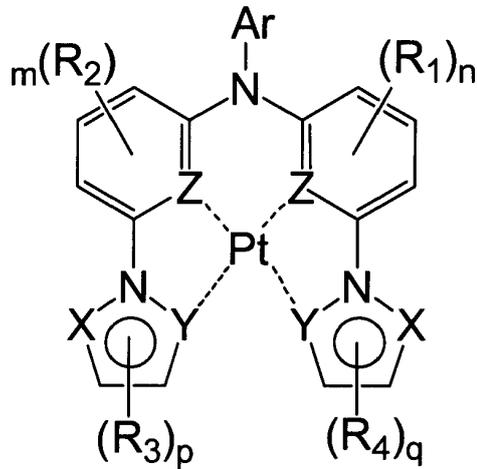
50

口環基を表し、 $m$ 、 $n$ 、 $p$ 及び $q$ が2以上の場合、各々隣同士で互いに連結して環状構造を形成してもよい。 $Q$ は、炭素原子又は窒素原子である。)

【0014】

【化3】

(C-5-1)



10

【0015】

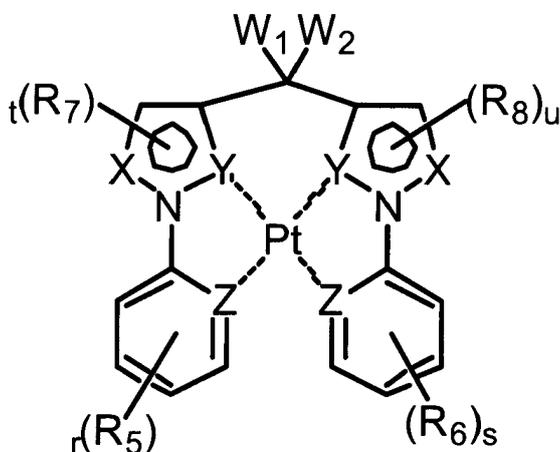
(一般式(C-5-1)中、 $X$ 、 $Y$ 及び $Z$ はそれぞれ独立に、炭素原子又は窒素原子を表し、 $Z$ と $Y$ のいずれか一方が、窒素原子であり、 $Y$ が窒素原子のときは、 $X$ は、炭素原子である。 $m$ 、 $n$ 、 $p$ 及び $q$ は、それぞれ独立に0~3の整数を表す。 $Ar$ は置換又は無置換のアリール基を表す。 $R_1 \sim R_4$ はそれぞれ独立に、アルキル基、アリール基、アルコキシ基、アリールオキシ基、フッ素原子、シアノ基、シリル基又はヘテロ環基を表し、 $m$ 、 $n$ 、 $p$ 及び $q$ が2以上の場合、各々隣同士で互いに連結して環状構造を形成してもよい。)

20

【0016】

【化4】

(C-6)



30

40

【0017】

(一般式(C-6)中、 $X$ 、 $Y$ 及び $Z$ はそれぞれ独立に、炭素原子又は窒素原子を表し、 $Z$ と $Y$ のいずれか一方が、窒素原子であり、 $Y$ が窒素原子のときは、 $X$ は、炭素原子である。 $r$ 、 $s$ 、 $t$ 及び $u$ は、それぞれ独立に0~3の整数を表す。 $R_5 \sim R_8$ はそれぞれ独立に、アルキル基、アリール基、アルコキシ基、アリールオキシ基、フッ素原子、シアノ基、シリル基又はヘテロ環基を表し、 $r$ 、 $s$ 、 $t$ 及び $u$ が2以上の場合、各々隣同士で

50

互いに連結して環状構造を形成してもよい。 $W_1$  及び  $W_2$  はそれぞれ独立に、アルキル基を表し、互いに結合して環状構造を形成してもよい。)

〔 6 〕

前記有機層の少なくとも一層が、溶液塗布プロセスにより形成された、〔 1 〕 ~ 〔 5 〕のいずれか一項に記載の有機電界発光素子。

〔 7 〕

〔 1 〕 ~ 〔 6 〕のいずれか一項に記載の有機電界発光素子を用いた発光装置。

〔 8 〕

〔 1 〕 ~ 〔 6 〕のいずれか一項に記載の有機電界発光素子を用いた表示装置。

〔 9 〕

〔 1 〕 ~ 〔 6 〕のいずれか一項に記載の有機電界発光素子を用いた照明装置。

【発明の効果】

【 0 0 1 8 〕

本発明によれば、複数個の同一構成からなる素子を連続して作製した場合において、該複数の素子間で、素子性能のばらつきが抑制された有機電解発光素子を提供することができる。更に、該有機電界発光素子を含む発光装置、表示装置及び照明装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 9 〕

【図 1】本発明に係る有機電界発光素子の構成の一例を示す概略図である。

【図 2】本発明に係る発光装置の一例を示す概略図である。

【図 3】本発明に係る照明装置の一例を示す概略図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 2 0 〕

本発明において、置換基群 A、置換基群 B を下記のように定義する。

(置換基群 A)

アルキル基(好ましくは炭素数 1 ~ 30、より好ましくは炭素数 1 ~ 20、特に好ましくは炭素数 1 ~ 10 であり、例えばメチル、エチル、イソプロピル、tert-ブチル、n-オクチル、n-デシル、n-ヘキサデシル、シクロプロピル、シクロペンチル、シクロヘキシルなどが挙げられる。)、アルケニル基(好ましくは炭素数 2 ~ 30、より好ましくは炭素数 2 ~ 20、特に好ましくは炭素数 2 ~ 10 であり、例えばビニル、アリル、2-ブテニル、3-ペンテニルなどが挙げられる。)、アルキニル基(好ましくは炭素数 2 ~ 30、より好ましくは炭素数 2 ~ 20、特に好ましくは炭素数 2 ~ 10 であり、例えばプロパルギル、3-ペンチニルなどが挙げられる。)、アリール基(好ましくは炭素数 6 ~ 30、より好ましくは炭素数 6 ~ 20、特に好ましくは炭素数 6 ~ 12 であり、例えばフェニル、p-メチルフェニル、ナフチル、アントラニルなどが挙げられる。)、アミノ基(好ましくは炭素数 0 ~ 30、より好ましくは炭素数 0 ~ 20、特に好ましくは炭素数 0 ~ 10 であり、例えばアミノ、メチルアミノ、ジメチルアミノ、ジエチルアミノ、ジベンジルアミノ、ジフェニルアミノ、ジトリルアミノなどが挙げられる。)、アルコキシ基(好ましくは炭素数 1 ~ 30、より好ましくは炭素数 1 ~ 20、特に好ましくは炭素数 1 ~ 10 であり、例えばメトキシ、エトキシ、ブトキシ、2-エチルヘキシロキシなどが挙げられる。)、アリーロキシ基(好ましくは炭素数 6 ~ 30、より好ましくは炭素数 6 ~ 20、特に好ましくは炭素数 6 ~ 12 であり、例えばフェニロキシ、1-ナフチロキシ、2-ナフチロキシなどが挙げられる。)、ヘテロ環オキシ基(好ましくは炭素数 1 ~ 30、より好ましくは炭素数 1 ~ 20、特に好ましくは炭素数 1 ~ 12 であり、例えばピリジロキシ、ピラジロキシ、ピリミジロキシ、キノリロキシなどが挙げられる。)、アシル基(好ましくは炭素数 2 ~ 30、より好ましくは炭素数 2 ~ 20、特に好ましくは炭素数 2 ~ 12 であり、例えばアセチル、ベンゾイル、ホルミル、ピバロイルなどが挙げられる。)、アルコキシカルボニル基(好ましくは炭素数 2 ~ 30、より好ましくは炭素数 2 ~ 20、特に好ましくは炭素数 2 ~ 12 であり、例えばメトキシカルボニ

10

20

30

40

50

ル、エトキシカルボニルなどが挙げられる。)、アリールオキシカルボニル基(好ましくは炭素数7~30、より好ましくは炭素数7~20、特に好ましくは炭素数7~12であり、例えばフェニルオキシカルボニルなどが挙げられる。)、アシルオキシ基(好ましくは炭素数2~30、より好ましくは炭素数2~20、特に好ましくは炭素数2~10であり、例えばアセトキシ、ベンゾイルオキシなどが挙げられる。)、アシルアミノ基(好ましくは炭素数2~30、より好ましくは炭素数2~20、特に好ましくは炭素数2~10であり、例えばアセチルアミノ、ベンゾイルアミノなどが挙げられる。)、アルコキシカルボニルアミノ基(好ましくは炭素数2~30、より好ましくは炭素数2~20、特に好ましくは炭素数2~12であり、例えばメトキシカルボニルアミノなどが挙げられる。)、アリールオキシカルボニルアミノ基(好ましくは炭素数7~30、より好ましくは炭素数7~20、特に好ましくは炭素数7~12であり、例えばフェニルオキシカルボニルアミノなどが挙げられる。)、スルホニルアミノ基(好ましくは炭素数1~30、より好ましくは炭素数1~20、特に好ましくは炭素数1~12であり、例えばメタンスルホニルアミノ、ベンゼンスルホニルアミノなどが挙げられる。)、スルファモイル基(好ましくは炭素数0~30、より好ましくは炭素数0~20、特に好ましくは炭素数0~12であり、例えばスルファモイル、メチルスルファモイル、ジメチルスルファモイル、フェニルスルファモイルなどが挙げられる。)、カルバモイル基(好ましくは炭素数1~30、より好ましくは炭素数1~20、特に好ましくは炭素数1~12であり、例えばカルバモイル、メチルカルバモイル、ジエチルカルバモイル、フェニルカルバモイルなどが挙げられる。)、アルキルチオ基(好ましくは炭素数1~30、より好ましくは炭素数1~20、特に好ましくは炭素数1~12であり、例えばメチルチオ、エチルチオなどが挙げられる。)、アリールチオ基(好ましくは炭素数6~30、より好ましくは炭素数6~20、特に好ましくは炭素数6~12であり、例えばフェニルチオなどが挙げられる。)、ヘテロ環チオ基(好ましくは炭素数1~30、より好ましくは炭素数1~20、特に好ましくは炭素数1~12であり、例えばピリジルチオ、2-ベンズイミゾリルチオ、2-ベンズオキサゾリルチオ、2-ベンズチアゾリルチオなどが挙げられる。)、スルホニル基(好ましくは炭素数1~30、より好ましくは炭素数1~20、特に好ましくは炭素数1~12であり、例えばメシル、トシルなどが挙げられる。)、スルフィニル基(好ましくは炭素数1~30、より好ましくは炭素数1~20、特に好ましくは炭素数1~12であり、例えばメタンスルフィニル、ベンゼンスルフィニルなどが挙げられる。)、ウレイド基(好ましくは炭素数1~30、より好ましくは炭素数1~20、特に好ましくは炭素数1~12であり、例えばウレイド、メチルウレイド、フェニルウレイドなどが挙げられる。)、リン酸アミド基(好ましくは炭素数1~30、より好ましくは炭素数1~20、特に好ましくは炭素数1~12であり、例えばジエチルリン酸アミド、フェニルリン酸アミドなどが挙げられる。)、ヒドロキシ基、メルカプト基、ハロゲン原子(例えばフッ素原子、塩素原子、臭素原子、ヨウ素原子)、シアノ基、スルホ基、カルボキシル基、ニトロ基、ヒドロキサム酸基、スルフィノ基、ヒドラジノ基、イミノ基、ヘテロ環基(芳香族ヘテロ環基も包含し、好ましくは炭素数1~30、より好ましくは炭素数1~12であり、ヘテロ原子としては、例えば窒素原子、酸素原子、硫黄原子、リン原子、ケイ素原子、セレン原子、テルル原子であり、具体的にはピリジル、ピラジニル、ピリミジル、ピリダジニル、ピロリル、ピラゾリル、トリアゾリル、イミダゾリル、オキサゾリル、チアゾリル、イソキサゾリル、イソチアゾリル、キノリル、フリル、チエニル、セレノフェニル、テルロフェニル、ペリリル、ペリリジノ、モルホリノ、ピロリジル、ピロリジノ、ベンゾオキサゾリル、ベンゾイミダゾリル、ベンゾチアゾリル、カルバゾリル基、アゼピニル基、シロリル基などが挙げられる。)、シリル基(好ましくは炭素数3~40、より好ましくは炭素数3~30、特に好ましくは炭素数3~24であり、例えばトリメチルシリル、トリフェニルシリルなどが挙げられる。)、シリルオキシ基(好ましくは炭素数3~40、より好ましくは炭素数3~30、特に好ましくは炭素数3~24であり、例えばトリメチルシリルオキシ、トリフェニルシリルオキシなどが挙げられる。)、ホスホリル基(例えばジフェニルホスホリル基、ジメチルホスホリル基などが挙げられる。))が挙げられる。これ

10

20

30

40

50

らの置換基は更に置換されてもよく、更なる置換基としては、以上に説明した置換基群 A から選択される基を挙げることができる。

(置換基群 B)

アルキル基(好ましくは炭素数 1 ~ 30、より好ましくは炭素数 1 ~ 20、特に好ましくは炭素数 1 ~ 10 であり、例えばメチル、エチル、イソプロピル、tert-ブチル、n-オクチル、n-デシル、n-ヘキサデシル、シクロプロピル、シクロペンチル、シクロヘキシルなどが挙げられる。)、アルケニル基(好ましくは炭素数 2 ~ 30、より好ましくは炭素数 2 ~ 20、特に好ましくは炭素数 2 ~ 10 であり、例えばビニル、アリル、2-ブテニル、3-ペンテニルなどが挙げられる。)、アルキニル基(好ましくは炭素数 2 ~ 30、より好ましくは炭素数 2 ~ 20、特に好ましくは炭素数 2 ~ 10 であり、例えばプロパルギル、3-ペンチニルなどが挙げられる。)、アリール基(好ましくは炭素数 6 ~ 30、より好ましくは炭素数 6 ~ 20、特に好ましくは炭素数 6 ~ 12 であり、例えばフェニル、p-メチルフェニル、ナフチル、アントラニルなどが挙げられる。)、シアノ基、ヘテロ環基(芳香族ヘテロ環基も包含し、好ましくは炭素数 1 ~ 30、より好ましくは炭素数 1 ~ 12 であり、ヘテロ原子としては、例えば窒素原子、酸素原子、硫黄原子、リン原子、ケイ素原子、セレン原子、テルル原子であり、具体的にはピリジル、ピラジニル、ピリミジル、ピリダジニル、ピロリル、ピラゾリル、トリアゾリル、イミダゾリル、オキサゾリル、チアゾリル、イソキサゾリル、イソチアゾリル、キノリル、フリル、チエニル、セレノフェニル、テルロフェニル、ピペリジル、ピペリジノ、モルホリノ、ピロリジル、ピロリジノ、ベンゾオキサゾリル、ベンゾイミダゾリル、ベンゾチアゾリル、カルバゾリル基、アゼピニル基、シロリル基などが挙げられる。)これらの置換基は更に置換されてもよく、更なる置換基としては、前記置換基群 A から選択される基を挙げることができる。

【0021】

下記、一般式(T-I)の説明における水素原子は同位体(重水素原子等)も含み、また更に置換基を構成する原子は、その同位体も含んでいることを表す。

本発明において、「置換基」というとき、その置換基は置換されていてもよい。例えば、本発明で「アルキル基」と言う時、フッ素原子で置換されたアルキル基(例えばトリフルオロメチル基)やアリール基で置換されたアルキル基(例えばトリフェニルメチル基)なども含むが、「炭素数 1 ~ 6 のアルキル基」と言うとき、置換されたものも含めた全ての基として炭素数が 1 ~ 6 であることを示す。

【0022】

本発明の有機電界発光素子は、基板上に、陽極及び陰極からなる一対の電極と、該電極間に発光層を含む有機層とを有する有機電界発光素子であって、該発光層に後述の一般式(C-1)で表される化合物とホスト材料とを有し、該素子に通電した際の発光極大波長 $\lambda_1$ と、該一般式(C-1)で表される化合物をジクロロメタンに濃度 5 mg/L で溶解させ光励起した際の発光極大波長 $\lambda_2$ との差が 3 nm 以下である。

【0023】

上述の発光極大波長 $\lambda_1$ と発光極大波長 $\lambda_2$ との差が 3 nm 以下であるとは、後述の一般式(C-1)で表される化合物(以下、“特定構造の白金錯体”ともいう)が溶液中では自由な状態で存在するのに対し、発光層中では規則性の高い状態で配列していることを意味すると考えられる。特定構造の白金錯体が平面状の形状を有することが、規則性の高い状態での配列に寄与するものと推測される。このような平面状の形状を有する特定構造の白金錯体を用いた発光層では、該白金錯体とホスト材料とを混在させた際の配列の規則性が高く、混在させた初期の状態から白金錯体とホスト材料との分子間距離がもともと近いと推測される。このため、複数の同一構成からなる素子を連続して作製しても、各素子において形成される発光層における配列状態が素子間で大きく変化しにくいことから、素子間で均質な発光層が得られ、素子性能のばらつきが抑制された有機電解発光素子が得られるものと考えられる。

【0024】

10

20

30

40

50

発光極大波長は例えば、東陽テクニカ製ソースメジャーユニット2400を用いて、直流電圧を各素子に印加し発光させ、発光スペクトルを浜松ホトニクス製スペクトルアナライザーPMA-11を用いて測定することで決定する事ができる。

なお上述の発光極大波長 1を観測する際の通電とは、一般的に電流密度0.1~1 mA/cm<sup>2</sup>の電流を流す状態を言う。

また、例えば島津製作所製RF-5300を用いて発光材料の溶液に光を照射して励起させ、得られる発光スペクトルを測定することで決定する事ができる。

上述の発光極大波長 2を観測する際の光励起とは、おおよその発光波長に対する励起スペクトルを測定し、その極大波長で励起させて得られるスペクトルを指す。例えば、緑色発光する事が知られているIr(pppy)<sub>3</sub>は、ジクロロメタン中510nmを検出波長とした際の励起極大波長が380nmであるため、励起光を380nmとして発光スペクトルを測定することで、その発光極大波長は521nmであるとわかる。

10

## 【0025】

前記発光極大波長 1と前記発光極大波長 2との差は、3nm以下であることが好ましく、より好ましくは0.5nm以上2nm以下である。

前記発光極大波長 1と、前記発光極大波長 2とは、1 > 2の関係であることが好ましい。

## 【0026】

以下に本発明に係る発光層で使用される、一般式(C-1)で表される化合物及びホスト材料について説明する。

20

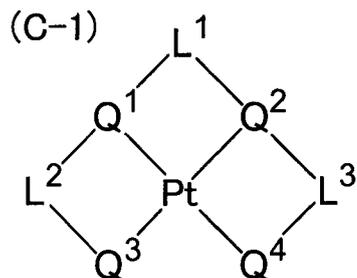
## 【0027】

〔一般式(C-1)で表される化合物〕

以下一般式(C-1)で表される化合物について説明する。

## 【0028】

## 【化5】



30

## 【0029】

(式中、Q<sup>1</sup>、Q<sup>2</sup>、Q<sup>3</sup>及びQ<sup>4</sup>はそれぞれ独立にPtに配位する配位子を表す。L<sup>1</sup>、L<sup>2</sup>及びL<sup>3</sup>はそれぞれ独立に単結合又は二価の連結基を表す。)

## 【0030】

一般式(C-1)について説明する。Q<sup>1</sup>、Q<sup>2</sup>、Q<sup>3</sup>及びQ<sup>4</sup>はそれぞれ独立にPtに配位する配位子を表す。この時、Q<sup>1</sup>、Q<sup>2</sup>、Q<sup>3</sup>及びQ<sup>4</sup>とPtの結合は、共有結合、イオン結合、配位結合などいずれであっても良い。Q<sup>1</sup>、Q<sup>2</sup>、Q<sup>3</sup>及びQ<sup>4</sup>中のPtに結合する原子としては、炭素原子、窒素原子、酸素原子、硫黄原子、リン原子が好ましく、Q<sup>1</sup>、Q<sup>2</sup>、Q<sup>3</sup>及びQ<sup>4</sup>中のPtに結合する原子の内、少なくとも一つが炭素原子であることが好ましく、二つが炭素原子であることがより好ましく、二つが炭素原子で、二つが窒素原子であることが特に好ましい。

40

炭素原子でPtに結合するQ<sup>1</sup>、Q<sup>2</sup>、Q<sup>3</sup>及びQ<sup>4</sup>としては、アニオン性の配位子でも中性の配位子でもよく、アニオン性の配位子としてはビニル配位子、芳香族炭化水素環配位子(例えばベンゼン配位子、ナフタレン配位子、アントラセン配位子、フェナントレン配位子など)、ヘテロ環配位子(例えばフラン配位子、チオフェン配位子、ピリジン配位子、ピラジン配位子、ピリミジン配位子、ピリダジン配位子、トリアジン配位子、チア

50

ゾール配位子、オキサゾール配位子、ピロール配位子、イミダゾール配位子、ピラゾール配位子、トリアゾール配位子及び、それらを含む縮環体（例えばキノリン配位子、ベンゾチアゾール配位子など）が挙げられる。中性の配位子としてはカルベン配位子が挙げられる。

窒素原子でPtに結合する $Q^1$ 、 $Q^2$ 、 $Q^3$ 及び $Q^4$ としては、中性の配位子でもアニオン性の配位子でもよく、中性の配位子としては含窒素芳香族ヘテロ環配位子（ピリジン配位子、ピラジン配位子、ピリミジン配位子、ピリダジン配位子、トリアジン配位子、イミダゾール配位子、ピラゾール配位子、トリアゾール配位子、オキサゾール配位子、チアゾール配位子及びそれらを含む縮環体（例えばキノリン配位子、ベンゾイミダゾール配位子など））、アミン配位子、ニトリル配位子、イミン配位子が挙げられる。アニオン性の配位子としては、アミノ配位子、イミノ配位子、含窒素芳香族ヘテロ環配位子（ピロール配位子、イミダゾール配位子、トリアゾール配位子及びそれらを含む縮環体（例えばインドール配位子、ベンゾイミダゾール配位子など））が挙げられる。

10

酸素原子でPtに結合する $Q^1$ 、 $Q^2$ 、 $Q^3$ 及び $Q^4$ としては、中性の配位子でもアニオン性の配位子でもよく、中性の配位子としてはエーテル配位子、ケトン配位子、エステル配位子、アミド配位子、含酸素ヘテロ環配位子（フラン配位子、オキサゾール配位子及びそれらを含む縮環体（ベンゾオキサゾール配位子など））が挙げられる。アニオン性の配位子としては、アルコキシ配位子、アリールオキシ配位子、ヘテロアリールオキシ配位子、アシルオキシ配位子、シリルオキシ配位子などが挙げられる。

硫黄原子でPtに結合する $Q^1$ 、 $Q^2$ 、 $Q^3$ 及び $Q^4$ としては、中性の配位子でもアニオン性の配位子でもよく、中性の配位子としてはチオエーテル配位子、チオケトン配位子、チオエステル配位子、チオアミド配位子、含硫黄ヘテロ環配位子（チオフエン配位子、チアゾール配位子及びそれらを含む縮環体（ベンゾチアゾール配位子など））が挙げられる。アニオン性の配位子としては、アルキルメルカプト配位子、アリールメルカプト配位子、ヘテロアリールメルカプト配位子などが挙げられる。

20

リン原子でPtに結合する $Q^1$ 、 $Q^2$ 、 $Q^3$ 及び $Q^4$ としては、中性の配位子でもアニオン性の配位子でもよく、中性の配位子としてはホスフィン配位子、リン酸エステル配位子、亜リン酸エステル配位子、含リンヘテロ環配位子（ホスフィニン配位子など）が挙げられ、アニオン性の配位子としては、ホスフィノ配位子、ホスフィニル配位子、ホスホリル配位子などが挙げられる。

30

$Q^1$ 、 $Q^2$ 、 $Q^3$ 及び $Q^4$ で表される基は、置換基を有していてもよく、置換基としては前記置換基群Aとして挙げたものが適宜適用できる。また置換基同士が連結していても良い（ $Q^3$ と $Q^4$ が連結した場合、環状四座配位子のPt錯体になる）。

#### 【0031】

$Q^1$ 、 $Q^2$ 、 $Q^3$ 及び $Q^4$ で表される基として好ましくは、炭素原子でPtに結合する芳香族炭化水素環配位子、炭素原子でPtに結合する芳香族ヘテロ環配位子、窒素原子でPtに結合する含窒素芳香族ヘテロ環配位子、アシルオキシ配位子、アルキルオキシ配位子、アリールオキシ配位子、ヘテロアリールオキシ配位子、シリルオキシ配位子であり、より好ましくは、炭素原子でPtに結合する芳香族炭化水素環配位子、炭素原子でPtに結合する芳香族ヘテロ環配位子、窒素原子でPtに結合する含窒素芳香族ヘテロ環配位子、アシルオキシ配位子、アリールオキシ配位子であり、更に好ましくは炭素原子でPtに結合する芳香族炭化水素環配位子、炭素原子でPtに結合する芳香族ヘテロ環配位子、窒素原子でPtに結合する含窒素芳香族ヘテロ環配位子、アシルオキシ配位子である。

40

#### 【0032】

$L^1$ 、 $L^2$ 及び $L^3$ は、単結合又は二価の連結基を表す。 $L^1$ 、 $L^2$ 及び $L^3$ で表される二価の連結基としては、アルキレン基（メチレン、エチレン、プロピレンなど）、アリーレン基（フェニレン、ナフタレンジイル）、ヘテロアリーレン基（ピリジンジイル、チオフレンジイルなど）、イミノ基（ $-NR-$ ）（フェニルイミノ基など）、オキシ基（ $-O-$ ）、チオ基（ $-S-$ ）、ホスフィニデン基（ $-PR-$ ）（フェニルホスフィニデン基など）、シリレン基（ $-SiRR'-$ ）（ジメチルシリレン基、ジフェニルシリレン基な

50

ど)、又はこれらを組み合わせたものが挙げられる。これらの連結基は、更に置換基を有していてもよい。ここで、R 及び R' はそれぞれ独立に、置換基を表す。置換基としては前記置換基群 A として挙げたものが適宜適用できる。

錯体の安定性及び発光量子収率の観点から、 $L^2$  及び  $L^3$  として好ましくは単結合、アルキレン基、アリーレン基、ヘテロアリーレン基、イミノ基、オキシ基、チオ基、シリレン基であり、より好ましくは単結合、アルキレン基、アリーレン基、イミノ基であり、更に好ましくは単結合、アルキレン基、アリーレン基であり、更に好ましくは、単結合、メチレン基、フェニレン基であり、更に好ましくは単結合、ジ置換のメチレン基であり、更に好ましくは単結合、ジメチルメチレン基、ジエチルメチレン基、ジイソブチルメチレン基、ジベンジルメチレン基、エチルメチルメチレン基、メチルプロピルメチレン基、イソブチルメチルメチレン基、ジフェニルメチレン基、メチルフェニルメチレン基、シクロヘキサンジイル基、シクロペンタンジイル基、フルオレンジイル基、フルオロメチルメチレン基であり、特に好ましくは単結合、ジメチルメチレン基、ジフェニルメチレン基、シクロヘキサンジイル基であり、最も好ましくは単結合である。

【0033】

$L^1$  として好ましくはアルキレン基、アリーレン基、ヘテロアリーレン基、イミノ基、オキシ基、チオ基、シリレン基であり、より好ましくはアルキレン基、アリーレン基、イミノ基であり、更に好ましくはアルキレン基、イミノ基であり、更に好ましくはメチレン基、イミノ基である。これらは置換基を有していてもよく、該置換基としては前記置換基群 A として挙げたものが適用できる。

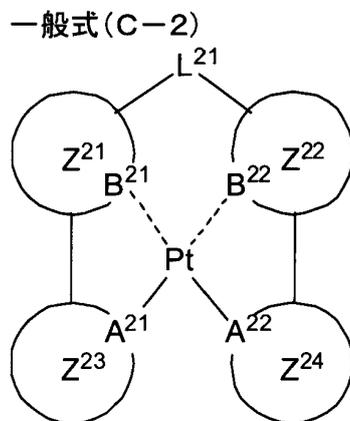
$L^1$  として更に好ましくは単結合、ジ置換のメチレン基、アリールイミノ基であり、更に好ましくはジメチルメチレン基、ジエチルメチレン基、ジイソブチルメチレン基、ジベンジルメチレン基、エチルメチルメチレン基、メチルプロピルメチレン基、イソブチルメチルメチレン基、ジフェニルメチレン基、メチルフェニルメチレン基、シクロヘキサンジイル基、シクロペンタンジイル基、フルオレンジイル基、フルオロメチルメチレン基、フェニルイミノ基、4-t-ブチルフェニルイミノ基、3,5-ジ-t-ブチルフェニルイミノ基であり、特に好ましくはジメチルメチレン基、ジフェニルメチレン基、シクロヘキサンジイル基、3,5-ジ-t-ブチルフェニルイミノ基である。

【0034】

一般式 (C-1) で表される白金錯体のうち、より好ましくは下記一般式 (C-2) で表される白金錯体である。

【0035】

【化6】



【0036】

(式中、 $L^2$  は単結合又は二価の連結基を表す。 $A^{21}$ 、 $A^{22}$ 、 $B^{21}$ 、 $B^{22}$  はそれぞれ独立に炭素原子又は窒素原子を表すが、2つ以上が窒素原子を表す。 $Z^{21}$ 、 $Z^{22}$  はそれぞれ独立にベンゼン環又は含窒素芳香族ヘテロ環を表す。 $Z^{23}$ 、 $Z^{24}$  はそれぞれ独立にベンゼン環又は含窒素芳香族ヘテロ環を表す。)

## 【 0 0 3 7 】

一般式 ( C - 2 ) について説明する。  $L^{2\ 1}$  は、前記一般式 ( C - 1 ) 中の  $L^1$  と同義であり、また好ましい範囲も同様である。

## 【 0 0 3 8 】

$A^{2\ 1}$ 、 $A^{2\ 2}$ 、 $B^{2\ 1}$ 、 $B^{2\ 2}$  はそれぞれ独立に炭素原子又は窒素原子を表すが、2つ以上が窒素原子を表し、2つ又は3つが窒素原子を表すことが好ましく、2つが窒素原子を表すことがより好ましい。錯体の安定性の観点から  $A^{2\ 1}$  及び  $A^{2\ 2}$  窒素原子を表す、又は  $B^{2\ 1}$  及び  $B^{2\ 2}$  が窒素原子であることを表すことが好ましい。

## 【 0 0 3 9 】

$Z^{2\ 1}$ 、 $Z^{2\ 2}$ 、 $Z^{2\ 3}$ 、 $Z^{2\ 4}$  は、それぞれ独立にベンゼン環又は含窒素芳香族ヘテロ環を表す。 $Z^{2\ 1}$ 、 $Z^{2\ 2}$ 、 $Z^{2\ 3}$ 、 $Z^{2\ 4}$  で表される含窒素芳香族ヘテロ環としては、ピリジン環、ピリミジン環、ピラジン環、ピリダジン環、トリアジン環、イミダゾール環、ピラゾール環、オキサゾール環、チアゾール環、トリアゾール環、オキサジアゾール環、チアジアゾール環、などが挙げられる。錯体の安定性、発光波長制御及び発光量子収率の観点から  $Z^{2\ 3}$ 、 $Z^{2\ 4}$  で表される環として好ましくは、ベンゼン環、ピリジン環、ピラジン環、イミダゾール環、ピラゾール環、チオフェン環であり、より好ましくはベンゼン環、ピリジン環、ピラゾール環であり、更に好ましくはベンゼン環、ピリジン環である。

10

## 【 0 0 4 0 】

前記  $Z^{2\ 1}$ 、 $Z^{2\ 2}$ 、 $Z^{2\ 3}$ 、 $Z^{2\ 4}$  で表されるベンゼン環、含窒素芳香族ヘテロ環は置換基を有していてもよく、炭素原子上の置換基としては前記置換基群 A が、窒素原子上の置換基としては前記置換基群 B が適用できる。

20

## 【 0 0 4 1 】

炭素上の置換基として好ましくはアルキル基、トリフルオロアルキル基、アリアル基、ヘテロ環基、ジアルキルアミノ基、ジアリアルアミノ基、アルコキシ基、アリアルオキシ基、シリル基、シアノ基、又はハロゲン原子であり、アルキル基、トリフルオロアルキル基、アリアル基、ヘテロ環基、ジアリアルアミノ基、アルコキシ基、シアノ基、又はハロゲン原子がより好ましく、アルキル基、アルコキシ基、フッ素原子、又はシアノ基が更に好ましい。

## 【 0 0 4 2 】

前記アルキル基としては、炭素数 1 ~ 20 の置換又は無置換のアルキル基を表し、直鎖、分岐、環状いずれの構造であってもよい。前記アルキル基としては、炭素数 1 ~ 12 が好ましく、例えば、メチル基、オクチル基、デシル基、ドデシル基、*t*-ブチル基、*t*-アミル基、*s*-ブチル基などが挙げられる。

30

前記アリアル基としては、炭素数 6 ~ 10 の置換又は無置換のアリアル基を表し、縮環していてもよく、例えば、フェニル基、トルイル基、ナフチル基などが挙げられる。

前記トリフルオロアルキル基としては、トリフルオロメチル基が好ましい。

前記アルコキシ基としては、炭素数 1 ~ 20 の置換又は無置換のアルコキシ基を表し、直鎖、分岐、環状いずれの構造であってもよい。前記アルコキシ基としては、炭素数 1 ~ 12 が好ましく、例えば、メトキシ基、ブチルオキシ基、オクチルオキシ基、デシルオキシ基、ドデシルオキシ基、*s*-オクチルオキシ基、ベンジルオキシ基などが挙げられる。

40

前記ヘテロ環基としては、炭素数 6 ~ 10 の置換又は無置換の含窒素芳香族ヘテロ環基を表し、縮環していてもよく、ピリジン環、ピラジン環、ピリミジン環、ピリダジン環、トリアジン環、カルバゾール環などが挙げられ、カルバゾール環が好ましい。

前記ジアリアルアミノ基としては、炭素数 6 ~ 10 の置換又は無置換のジアリアルアミノ基を表し、縮環していてもよく、ジフェニルアミノ基、ジトルイルアミノ基、ジナフチルアミノ基などが挙げられる。

前記ジアルキルアミノ基としては、炭素数 1 ~ 20 の置換又は無置換のアルキル基を表し、直鎖、分岐、環状いずれの構造であってもよい。前記ジアルキルアミノ基としては、炭素数 1 ~ 12 が好ましく、具体的には、例えば、ジメチルアミノ基、ジエチルアミノ基

50

、ジオクチルアミノ基、ジデシルアミノ基、ジドデシルアミノ基、ジ $t$ -ブチルアミノ基、ジ $t$ -アミルアミノ基、ジ $s$ -ブチルアミノ基などが挙げられる。

前記アリールオキシ基としては、炭素数6～10の置換又は無置換のアリールオキシ基を表し、縮環していてもよく、フェニルオキシ基、トルイルオキシ基、ナフチルオキシ基などが挙げられる。

前記シリル基としては、炭素数3～24の炭素原子で置換されたシリル基を表し、トリアルキルシリル基、アリールジアルキルシリル基、アルキルジアリールシリル基、トリアリールシリル基のいずれであってもよい。前記シリル基としては、炭素数3～18が好ましく、具体的には、例えば、トリメチルシリル基、 $t$ -ブチルジメチルシリル基、トリフェニルシリル基、 $t$ -ブチルジフェニルシリル基などが挙げられる。

ハロゲン原子としては、フッ素原子が好ましい。

【0043】

これらの中でも、アスペクト比の観点で、直鎖状アルキル基及び直鎖状アルキル基を置換基として有する前記置換基が好ましい。

置換基は発光波長や電位の制御のために適宜選択されるが、長波長化させる場合には電子供与性基、芳香環基が好ましく、例えばアルキル基、ジアルキルアミノ基、アルコキシ基、アリール基、芳香族ヘテロ環基などが選択される。また短波長化させる場合には電子求引性基が好ましく、例えばフッ素基、シアノ基、トリフルオロアルキル基などが選択される。

【0044】

窒素原子上の置換基として好ましくは、アルキル基、アリール基、又は芳香族ヘテロ環基であり、錯体の安定性の観点からアルキル基、又はアリール基が好ましい。

【0045】

前記置換基同士は連結して縮合環を形成していてもよく、形成される環としては、ベンゼン環、ピリジン環、ピラジン環、ピリダジン環、ピリミジン環、イミダゾール環、オキサゾール環、チアゾール環、ピラゾール環、チオフェン環、フラン環などが挙げられる。

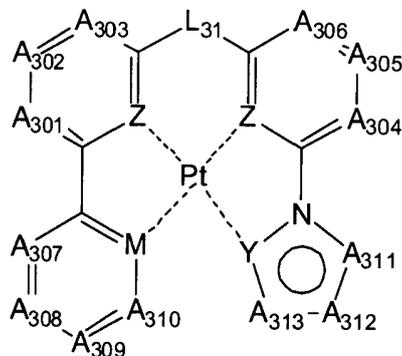
【0046】

一般式(C-2)で表される白金錯体のうち、より好ましい態様の一つは下記一般式(C-3)で表される白金錯体である。

【0047】

【化7】

一般式(C-3)



【0048】

(式中、 $A^{301} \sim A^{313}$ は、それぞれ独立に、C-R又は窒素原子を表す。Rは水素原子又は置換基を表す。 $L^{31}$ は単結合又は二価の連結基を表す。Y、Z、Mは、炭素原子又は窒素原子を表し、ZとYのいずれか一方が、窒素原子である。)

【0049】

一般式(C-3)について説明する。

$L^{31}$ は一般式(C-2)における $L^{21}$ と同義であり、また好ましい範囲も同様であ

10

20

30

40

50

る。

【0050】

$A^{301} \sim A^{306}$  はそれぞれ独立に C - R 又は窒素原子を表す。R は水素原子又は置換基を表す。R で表される置換基としては、前記置換基群 A として挙げたものが適用できる。

$A^{301} \sim A^{306}$  として好ましくは C - R であり、R 同士が互いに連結して環を形成していても良い。 $A^{301} \sim A^{306}$  が C - R である場合に、 $A^{302}$ 、 $A^{305}$  の R として好ましくは水素原子、アルキル基、トリフルオロアルキル基、アリール基、ヘテロ環基、ジアルキルアミノ基、ジアリールアミノ基、アルコキシ基、アリールオキシ基、シリル基、シアノ基、又はハロゲン原子であり、水素原子、アルキル基、トリフルオロアルキル基、アリール基、ヘテロ環基、ジアリールアミノ基、アルコキシ基、シアノ基、又はハロゲン原子がより好ましく、水素原子、アルキル基、アルコキシ基、又はシアノ基が更に好ましく、水素原子が特に好ましい。該アルキル基、及びアリール基は更に置換基を有しても良く、該置換基としてはアルキル基、アリール基、シアノ基、アミノ基、ハロゲン原子、フルオロアルキル基が挙げられ、好ましくは炭素数 1 ~ 6 のアルキル基、シアノ基、アミノ基、ハロゲン原子、フルオロアルキル基（好ましくはトリフルオロメチル基）であり、更に好ましくは炭素数 1 ~ 6 のアルキル基、ハロゲン原子（好ましくはフッ素原子）である。 $A^{302}$ 、 $A^{305}$  が C - R である場合、該  $A^{302}$ 、 $A^{305}$  の R としては、素子の耐久性向上の観点からはアリール基が好ましく、発光波長が短いという観点では水素原子、アルキル基、アミノ基、アルコキシ基、フッ素基、シアノ基が好ましい。

$A^{301}$ 、 $A^{303}$ 、 $A^{304}$ 、 $A^{306}$  の R として好ましくは水素原子、アルキル基、アリール基、アミノ基、アルコキシ基、アリールオキシ基、フッ素基、シアノ基であり、より好ましくは水素原子、アミノ基、アルコキシ基、アリールオキシ基、フッ素基であり、特に好ましくは水素原子である。

【0051】

$A^{307}$ 、 $A^{308}$ 、 $A^{309}$  及び  $A^{310}$  は、それぞれ独立に、C - R 又は窒素原子を表す。R は水素原子又は置換基を表す。R で表される置換基としては、前記置換基群 A として挙げたものが適用できる。 $A^{307}$ 、 $A^{308}$ 、 $A^{309}$  及び  $A^{310}$  が C - R である場合に、R として好ましくは水素原子、アルキル基、トリフルオロアルキル基、アリール基、芳香族ヘテロ環基、ジアルキルアミノ基、ジアリールアミノ基、アルキルオキシ基、シアノ基、ハロゲン原子であり、より好ましくは、水素原子、アルキル基、トリフルオロアルキル基、アリール基、ジアルキルアミノ基、シアノ基、フッ素原子、更に好ましくは、水素原子、アルキル基、トリフルオロメチル基、フッ素原子である。また可能な場合は置換基同士が連結して縮環構造を形成してもよい。発光波長を短波長側にシフトさせる場合、 $A^{308}$  が窒素原子であることが好ましい。

【0052】

一般式 (C - 3) において 2 つの炭素原子と  $A^{307}$ 、 $A^{308}$ 、 $A^{309}$  及び  $A^{310}$  から形成される 6 員環としては、ベンゼン環、ピリジン環、ピラジン環、ピリミジン環、ピリダジン環、トリアジン環が挙げられ、より好ましくは、ベンゼン環、ピリジン環、ピラジン環、ピリミジン環、ピリダジン環であり、特に好ましくはベンゼン環、ピリジン環である。前記 6 員環が、ピリジン環、ピラジン環、ピリミジン環、ピリダジン環（特に好ましくはピリジン環）であることにより、ベンゼン環と比較して、金属 - 炭素結合を形成する位置に存在する水素原子の酸性度が向上する為、より金属錯体を形成しやすくなる点で有利である。

【0053】

$A^{311}$ 、 $A^{312}$  及び  $A^{313}$  は、それぞれ独立に、C - R 又は窒素原子を表す。R は水素原子又は置換基を表す。R で表される置換基としては、前記置換基群 A として挙げたものが適用できる。 $A^{311}$ 、 $A^{312}$  及び  $A^{313}$  が C - R である場合に、R として好ましくは水素原子、アルキル基、トリフルオロアルキル基、アリール基、ヘテロ環基、ジアルキルアミノ基、ジアリールアミノ基、アルコキシ基、アリールオキシ基、シアノ基

、ハロゲン原子であり、より好ましくは、水素原子、アルキル基、トリフルオロアルキル基、アリール基、ジアルキルアミノ基、シアノ基、フッ素原子、更に好ましくは、水素原子、アルキル基、トリフルオロメチル基、フッ素原子である。また可能な場合は置換基同士が連結して、縮環構造を形成してもよい。

$A^{311}$ 、 $A^{312}$  及び  $A^{313}$  のうち少なくとも一つは窒素原子であることが好ましく、特に  $A^{311}$  が窒素原子であることが好ましい。

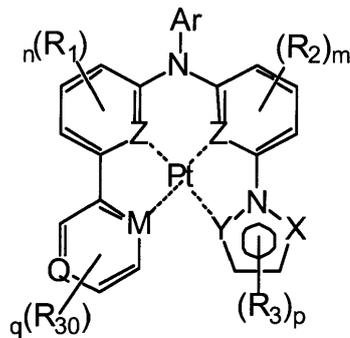
【0054】

一般式 (C-3) で表される白金錯体のうち、より好ましい態様の一つは下記一般式 (C-3-1) で表される白金錯体である。

【0055】

【化8】

一般式 (C-3-1)



(C-3-1)

【0056】

(一般式 (C-3-1) 中、X, Y, Z, M はそれぞれ独立に、炭素原子又は窒素原子を表し、Z と Y のいずれかが一方が、窒素原子であり、Y が窒素原子のときは、X は、炭素原子である。m, n, p, q は、それぞれ独立に 0 ~ 3 の整数を表す。Ar は置換又は無置換のアリール基を表す。R<sub>1</sub> ~ R<sub>3</sub> 及び R<sub>30</sub> はそれぞれ独立に、アルキル基、アリール基、アルコキシ基、アリールオキシ基、フッ素原子、シアノ基、シリル基、ヘテロ環基を表し、m, n, p, q が 2 以上の場合、各々隣同士で互いに連結して環状構造を形成してもよい。Q は、炭素原子又は窒素原子である。)

【0057】

一般式 (C-3-1) について説明する。

m, n, p, q は、それぞれ独立に 0 ~ 3 の整数を表す。これらの中でも、m は、0 ~ 2 が好ましく、0 ~ 1 がより好ましく、0 が更に好ましい。n は、0 ~ 2 が好ましく、0 ~ 1 がより好ましく、0 が更に好ましい。p は、0 ~ 2 が好ましく、1 ~ 2 がより好ましい。q は、0 ~ 2 が好ましく、0 ~ 1 がより好ましい。

Ar が表すアリール基としては、フェニル基、ナフチル基を挙げることができ、フェニル基であることが好ましい。Ar が表すアリール基は更に置換基を有しても良く、該置換基としてはアルキル基、アリール基、シアノ基、アミノ基、ハロゲン原子、フルオロアルキル基が挙げられ、好ましくは炭素数 1 ~ 6 のアルキル基、シアノ基、アミノ基、ハロゲン原子、フルオロアルキル基 (好ましくはトリフルオロメチル基) であり、更に好ましくは炭素数 1 ~ 6 のアルキル基、ハロゲン原子 (好ましくはフッ素原子) である。これらの中でも、アスペクト比の観点で、直鎖状アルキル基及びアルキル基を置換基として有する前記置換基が好ましい。

Ar としてより好ましくは、フェニル基、4-t-ブチルフェニル基、3,5-ジ-t-ブチルフェニル基を挙げることができる。

R<sub>1</sub> ~ R<sub>3</sub> 及び R<sub>30</sub> として好ましくは、一般式 (C-3) における R と同様のものを挙げることができ、好ましくは、R<sub>1</sub> ~ R<sub>2</sub> は、アルキル基、アリール基、フッ素原子、シアノ基、シリル基を表す。R<sub>3</sub> は、トリフルオロアルキル基、シアノ基、又はハロゲン原子が好ましく、トリフルオロアルキル基が更に好ましい。R<sub>30</sub> はトリフルオロアルキ

10

20

30

40

50

ル基、シアノ基、又はハロゲン原子が好ましく、ハロゲン原子が更に好ましく、フッ素原子が特に好ましい。

m、n、p、q、が2以上の場合、各々隣同士で互いに連結して環状構造を形成してもよい。

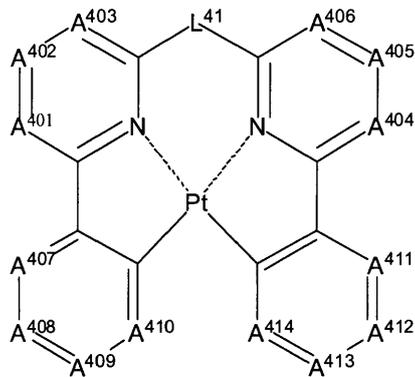
【0058】

一般式(C-2)で表される白金錯体のうち、より好ましい態様の一つは下記一般式(C-4)で表される白金錯体である。

【0059】

【化9】

一般式(C-4)



10

20

【0060】

(一般式(C-4)中、 $A^{401} \sim A^{414}$ はそれぞれ独立にC-R又はNを表す。Rは水素原子又は置換基を表す。 $L^{41}$ は単結合又は二価の連結基を表す。)

【0061】

一般式(C-4)について説明する。

$A^{401} \sim A^{414}$ はそれぞれ独立にC-R又はNを表す。Rは水素原子又は置換基を表す。

又はRで表される置換基としては、前記置換基群Aとして挙げたものが適用できる。

$A^{401} \sim A^{406}$ として好ましくはC-Rであり、R同士が互いに連結して環を形成していても良い。 $A^{401} \sim A^{406}$ がC-Rである場合に、 $A^{402}$ 、 $A^{405}$ のRとして好ましくは水素原子、アルキル基、アリール基、アミノ基、アルコキシ基、アリールオキシ基、フッ素基、シアノ基であり、より好ましくは水素原子、アミノ基、アルコキシ基、アリールオキシ基、フッ素基であり、特に好ましくは水素原子、フッ素基である。 $A^{401}$ 、 $A^{403}$ 、 $A^{404}$ 、 $A^{406}$ のRとして好ましくは水素原子、アルキル基、アリール基、アミノ基、アルコキシ基、アリールオキシ基、フッ素基、シアノ基であり、より好ましくは水素原子、アミノ基、アルコキシ基、アリールオキシ基、フッ素基であり、特に好ましく水素原子である。

30

$L^{41}$ は、前記一般式(C-1)中の $L^1$ と同義であり、また好ましい範囲も同様である。

40

【0062】

$A^{407} \sim A^{414}$ としては、 $A^{407} \sim A^{410}$ と $A^{411} \sim A^{414}$ のそれぞれにおいて、N(窒素原子)の数は、0~2が好ましく、0~1がより好ましい。発光波長を短波長側にシフトさせる場合、 $A^{408}$ 及び $A^{412}$ のいずれかがN原子であることが好ましく、 $A^{408}$ と $A^{412}$ が共にN原子であることが更に好ましい。

$A^{407} \sim A^{414}$ がC-Rを表す場合に、 $A^{408}$ 、 $A^{412}$ のRとして好ましくは水素原子、アルキル基、トリフルオロアルキル基、アリール基、アミノ基、アルコキシ基、アリールオキシ基、フッ素基、シアノ基であり、より好ましくは水素原子、トリフルオロアルキル基、アルキル基、アリール基、フッ素基、シアノ基であり、特に好ましくは、水素原子、フェニル基、トリフルオロアルキル基、シアノ基である。 $A^{407}$ 、 $A^{409}$

50

、 $A^{411}$ 、 $A^{413}$ のRとして好ましくは水素原子、アルキル基、トリフルオロアルキル基、アリール基、アミノ基、アルコキシ基、アリールオキシ基、フッ素基、シアノ基であり、より好ましくは水素原子、トリフルオロアルキル基、フッ素基、シアノ基であり、特に好ましくは水素原子、フェニル基、フッ素基である。 $A^{410}$ 、 $A^{414}$ のRとして好ましくは水素原子、フッ素基であり、より好ましくは水素原子である。 $A^{407} \sim A^{409}$ 、 $A^{411} \sim A^{413}$ のいずれかがC-Rを表す場合に、R同士が互いに連結して環を形成していても良い。

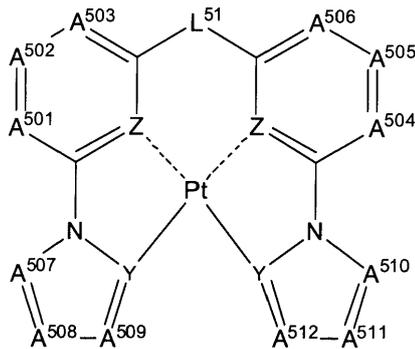
## 【0063】

一般式(C-2)で表される白金錯体のうち、より好ましい態様の一つは下記一般式(C-5)で表される白金錯体である。

## 【0064】

## 【化10】

(C-5)



## 【0065】

(一般式(C-5)中、 $A^{501} \sim A^{512}$ は、それぞれ独立に、C-R又はNを表す。Rは水素原子又は置換基を表す。 $L^{51}$ は単結合又は二価の連結基を表す。Y及びZはそれぞれ独立に、炭素原子又は窒素原子を表し、Z又はYが、窒素原子である)

## 【0066】

一般式(C-5)について説明する。 $A^{501} \sim A^{506}$ 及び $L^{51}$ は、前記一般式(C-4)における $A^{401} \sim A^{406}$ 及び $L^{41}$ と同義であり、好ましい範囲も同様である。

## 【0067】

$A^{507}$ 、 $A^{508}$ 、 $A^{509}$ 、 $A^{510}$ 、 $A^{511}$ 及び $A^{512}$ は、それぞれ独立に、C-R又はNを表す。Rは水素原子又は置換基を表す。Rで表される置換基としては、前記置換基群Aとして挙げたものが適用できる。 $A^{507}$ 、 $A^{508}$ 、 $A^{509}$ 、 $A^{510}$ 、 $A^{511}$ 及び $A^{512}$ がC-Rである場合に、Rとして好ましくは水素原子、アルキル基、トリフルオロアルキル基、アリール基、芳香族ヘテロ環基、ジアルキルアミノ基、ジアリールアミノ基、アルキルオキシ基、シアノ基、ハロゲン原子であり、より好ましくは、水素原子、アルキル基、トリフルオロアルキル基、アリール基、ジアルキルアミノ基、シアノ基、フッ素原子、更に好ましくは、水素原子、アルキル基、トリフルオロメチル基、フッ素原子である。また可能な場合は置換基同士が連結して、縮環構造を形成してもよい。 $A^{507}$ 、 $A^{508}$ 、 $A^{509}$ 、 $A^{510}$ 、 $A^{511}$ 及び $A^{512}$ のうち少なくとも一つはNであることが好ましく、特に $A^{510}$ 又は $A^{507}$ がNであることが好ましい。

## 【0068】

一般式(C-5)で表される白金錯体のうち、より好ましい態様の一つは下記一般式(C-5-1)で表される白金錯体である。

## 【0069】

10

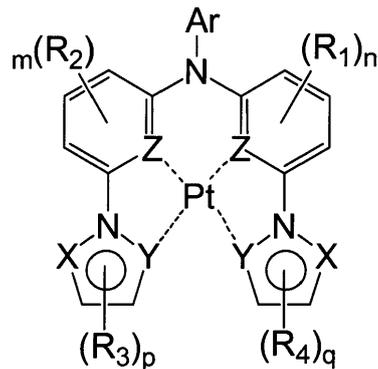
20

30

40

## 【化 1 1】

一般式 (C-5-1)



10

## 【0070】

(一般式 (C-5-1) 中、X、Y、及び Z はそれぞれ独立に、炭素原子又は窒素原子を表し、Z と Y のいずれか一方が、窒素原子であり、Y が窒素原子のときは、X は、炭素原子である。m、n、p 及び、q は、それぞれ独立に 0 ~ 3 の整数を表す。Ar は置換又は無置換のアリール基を表す。R<sub>1</sub> ~ R<sub>4</sub> はそれぞれ独立に、アルキル基、アリール基、アルコキシ基、アリールオキシ基、フッ素原子、シアノ基、シリル基、ヘテロ環基を表し、m、n、p、及び q が 2 以上の場合、各々隣同士で互いに連結して環状構造を形成してもよい。)

20

## 【0071】

R<sub>1</sub> 及び R<sub>2</sub> は、前記一般式 (C-4) における A<sup>401</sup> ~ A<sup>406</sup> 及び L<sup>41</sup> と同義であり、好ましい範囲も同様である。

R<sub>3</sub> 及び R<sub>4</sub> として好ましくは、アルキル基、トリフルオロアルキル基、アリール基、芳香族ヘテロ環基、ジアルキルアミノ基、ジアリールアミノ基、アルキルオキシ基、シアノ基、ハロゲン原子であり、より好ましくは、アルキル基、トリフルオロアルキル基、アリール基、ジアルキルアミノ基、シアノ基、フッ素原子、更に好ましくは、アルキル基、トリフルオロメチル基、フッ素原子である。また可能な場合は置換基同士が連結して、縮環構造を形成してもよい。

30

Ar は一般式 (C-3-1) における Ar と同義であり好ましいものも同様である。

m、n、p、q は、それぞれ独立に 0 ~ 3 の整数を表す。これらの中でも、m は、0 ~ 2 が好ましく、0 ~ 1 がより好ましく、0 が更に好ましい。n は、0 ~ 2 が好ましく、0 ~ 1 がより好ましく、0 が更に好ましい。p は、0 ~ 2 が好ましく、1 がより好ましい。q は、0 ~ 2 が好ましく、1 がより好ましい。

## 【0072】

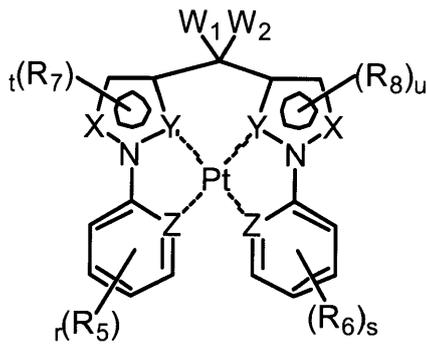
一般式 (C-2) で表される白金錯体のうち、より好ましい態様の一つは下記一般式 (C-6) で表される白金錯体である。

## 【0073】

40

## 【化 1 2】

一般式 (C-6)



10

## 【0074】

(一般式 (C-6) 中、X, Y, 及び Z はそれぞれ独立に、炭素原子又は窒素原子を表し、Z と Y のいずれか一方が、窒素原子であり、Y が窒素原子のときは、X は、炭素原子である。r, s, t, 及び u は、それぞれ独立に 0 ~ 3 の整数を表す。R<sub>5</sub> ~ R<sub>8</sub> はそれぞれ独立に、アルキル基、アリアル基、アルコキシ基、アリアルオキシ基、フッ素原子、シアノ基、シリル基、ヘテロ環基を表し、r, s, t, 及び u が 2 以上の場合、各々隣同士で互いに連結して環状構造を形成してもよい。W<sub>1</sub> 及び W<sub>2</sub> はそれぞれ独立に、アルキル基を表し、互いに結合して環状構造を形成してもよい。)

20

## 【0075】

r, s, t, u, は、それぞれ独立に 0 ~ 3 の整数を表す。これらの中でも、r は、0 ~ 2 が好ましく、0 又は 1 がより好ましい。s は、0 ~ 2 が好ましく、0 又は 1 がより好ましい。t は、0 又は 1 が好ましく、u は、0 又は 1 が好ましい。

R<sub>5</sub> 及び R<sub>6</sub> として好ましくは、アルキル基、アルコキシ基、アリアル基、トリフルオロアルキル基、ハロゲン原子であり、該アリアル基はアルキル基を置換基として有していてもよい。

R<sub>7</sub> 及び R<sub>8</sub> として好ましくは、アルキル基、トリフルオロアルキル基、アリアル基、芳香族ヘテロ環基、ジアルキルアミノ基、ジアリアルアミノ基、アルキルオキシ基、シアノ基、ハロゲン原子であり、アリアル基が好ましく、該アリアル基はアルキル基を置換基として有していてもよい。

30

W<sub>1</sub> 及び W<sub>2</sub> として好ましくは、炭素数 1 ~ 6 のアルキル基であり、例えば、メチル基、エチル基、イソプロピル基、n-プロピル基、t-ブチル基等を挙げることができ、メチル基が好ましい。また、該アルキル基は、互いに連結して環状構造 (例えば、シクロペンタン、シクロヘキサン、シクロヘプタン、好ましくはシクロプロパン) を形成してもよい。

## 【0076】

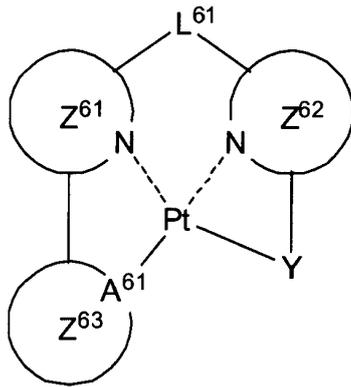
一般式 (C-1) で表される白金錯体のうち、より好ましい別の態様は下記一般式 (C-7) で表される白金錯体である。

40

## 【0077】

## 【化 1 3】

## 一般式(C-7)



10

## 【0078】

(式中、 $L^{61}$ は単結合又は二価の連結基を表す。 $A^{61}$ はC-R又はNを表す。Rは水素原子又は置換基を表す。 $Z^{61}$ 、 $Z^{62}$ はそれぞれ独立に含窒素芳香族ヘテロ環を表す。 $Z^{63}$ はベンゼン環又は芳香族ヘテロ環を表す。YはPtに結合するアニオン性の非環状配位子である。)

## 【0079】

一般式(C-7)について説明する。 $L^{61}$ は、前記一般式(C-1)中の $L^1$ と同義であり、また好ましい範囲も同様である。

20

## 【0080】

$A^{61}$ は炭素原子又は窒素原子を表す。錯体の安定性の観点及び錯体の発光量子収率の観点から $A^{61}$ は炭素原子であることが好ましい。

## 【0081】

$Z^{61}$ 、 $Z^{62}$ は、それぞれ前記一般式(C-2)における $Z^{21}$ 、 $Z^{22}$ と同義であり、また好ましい範囲も同様である。 $Z^{63}$ は、前記一般式(C-2)における $Z^{23}$ と同義であり、また好ましい範囲も同様である。

## 【0082】

YはPtに結合するアニオン性の非環状配位子である。非環状配位子とはPtに結合する原子が配位子の状態では環を形成していないものである。Y中のPtに結合する原子としては、炭素原子、窒素原子、酸素原子、硫黄原子が好ましく、窒素原子、酸素原子がより好ましく、酸素原子が最も好ましい。

30

炭素原子でPtに結合するYとしてはビニル配位子が挙げられる。窒素原子でPtに結合するYとしてはアミノ配位子、イミノ配位子が挙げられる。酸素原子でPtに結合するYとしては、アルコキシ配位子、アリールオキシ配位子、ヘテロアリールオキシ配位子、アシルオキシ配位子、シリルオキシ配位子、カルボキシル配位子、リン酸配位子、スルホン酸配位子などが挙げられる。硫黄原子でPtに結合するYとしては、アルキルメルカプト配位子、アリールメルカプト配位子、ヘテロアリールメルカプト配位子、チオカルボン酸配位子などが挙げられる。

40

Yで表される配位子は、置換基を有していてもよく、置換基としては前記置換基群Aとして挙げたものが適宜適用できる。また置換基同士が連結していても良い。

## 【0083】

Yで表される配位子として好ましくは酸素原子でPtに結合する配位子であり、より好ましくはアシルオキシ配位子、アルキルオキシ配位子、アリールオキシ配位子、ヘテロアリールオキシ配位子、シリルオキシ配位子であり、更に好ましくはアシルオキシ配位子である。

## 【0084】

一般式(C-7)で表される白金錯体のうち、より好ましい態様の一つは下記一般式(

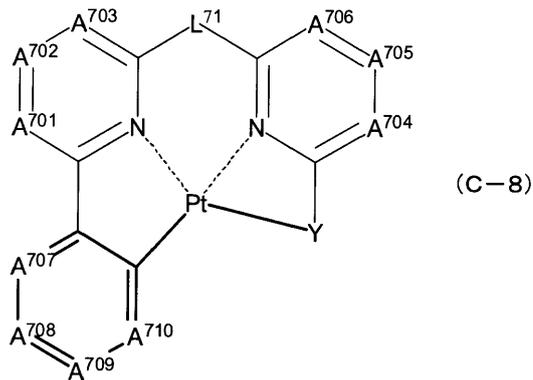
50

C - 8 ) で表される白金錯体である。

【 0 0 8 5 】

【 化 1 4 】

一般式 ( C - 8 )



10

【 0 0 8 6 】

(一般式 ( C - 8 ) 中、 $A^{701} \sim A^{710}$  は、それぞれ独立に、C - R 又は N を表す。R は水素原子又は置換基を表す。 $L^{71}$  は単結合又は二価の連結基を表す。Y は Pt に結合するアニオン性の非環状配位子である。)

20

【 0 0 8 7 】

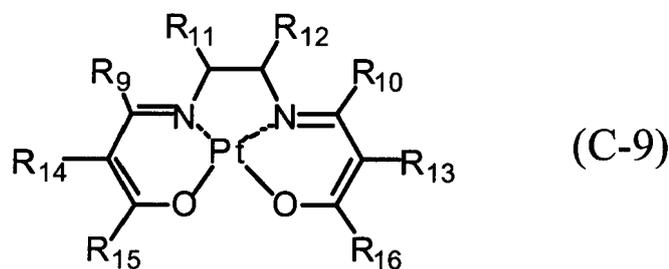
一般式 ( C - 8 ) について説明する。 $L^{71}$  は、前記一般式 ( C - 6 ) 中の  $L^{61}$  と同義であり、また好ましい範囲も同様である。 $A^{701} \sim A^{710}$  は一般式 ( C - 4 ) における  $A^{401} \sim A^{410}$  と同義であり、また好ましい範囲も同様である。Y は一般式 ( C - 6 ) におけるそれと同義であり、また好ましい範囲も同様である。

【 0 0 8 8 】

一般式 ( C - 1 ) で表される白金錯体のうち、別の好ましい態様の 1 つとして下記一般式 ( C - 9 ) で表される白金錯体が挙げられる。

【 0 0 8 9 】

【 化 1 5 】



30

【 0 0 9 0 】

(一般式 ( C - 9 ) 中、 $R_9 \sim R_{16}$  はそれぞれ独立に、水素原子、アルキル基、アリール基、シリル基、ヘテロ環基を表し、 $R_9$  と  $R_{11}$ 、 $R_{11}$  と  $R_{12}$ 、 $R_{12}$  と  $R_{10}$ 、 $R_{14}$  と  $R_{15}$ 、 $R_{13}$  と  $R_{16}$  はそれぞれ独立に、互いに結合して環状構造を形成してもよい。)

【 0 0 9 1 】

$R_9$  と  $R_{11}$ 、 $R_{11}$  と  $R_{12}$ 、 $R_{12}$  と  $R_{10}$ 、 $R_{14}$  と  $R_{15}$ 、 $R_{13}$  と  $R_{16}$  はそれぞれ独立に、互いに結合して環状構造を形成することが好ましい。 $R_9$  と  $R_{11}$ 、 $R_{12}$  と  $R_{10}$ 、 $R_{14}$  と  $R_{15}$ 、及び  $R_{13}$  と  $R_{16}$  がそれぞれ独立に、互いに結合して環状構造を形成することがより好ましい。

40

50

$R_9$ と $R_{11}$ 、 $R_{11}$ と $R_{12}$ 、 $R_{12}$ と $R_{10}$ 、 $R_{14}$ と $R_{15}$ 、 $R_{13}$ と $R_{16}$ が、互いに結合して形成する環状構造としては、ベンゼン環、ナフタレン環、ピリジン環、ピラジン環、ピリミジン環、ピリダジン環、トリアジン環が挙げられ、より好ましくは、ベンゼン環、又はナフタレン環である。

また、 $R_{14}$ と $R_{15}$ 、 $R_{11}$ と $R_{12}$ 、 $R_{13}$ と $R_{16}$ が互いに結合して環状構造を形成することが好ましい。

該環状構造は更に置換基を有していてもよく、更なる置換基としては、前記置換基群Aとして挙げたものが適用でき、アルキル基、アルコキシ基が好ましく、炭素数1~20のアルキル基、炭素数1~20のアルコキシ基がより好ましく、炭素数5~15のアルキル基、炭素数5~15のアルコキシ基が更に好ましい。

#### 【0092】

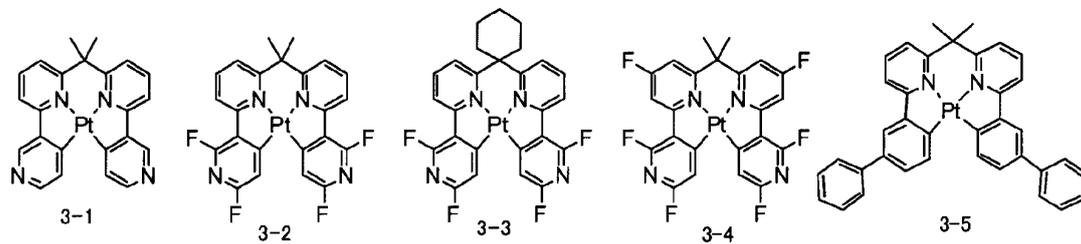
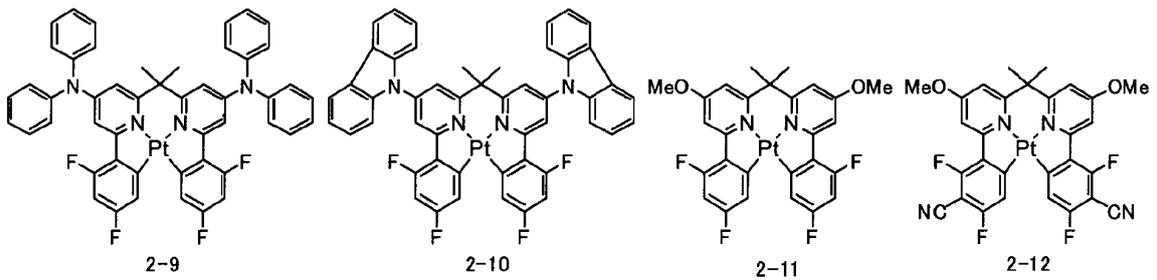
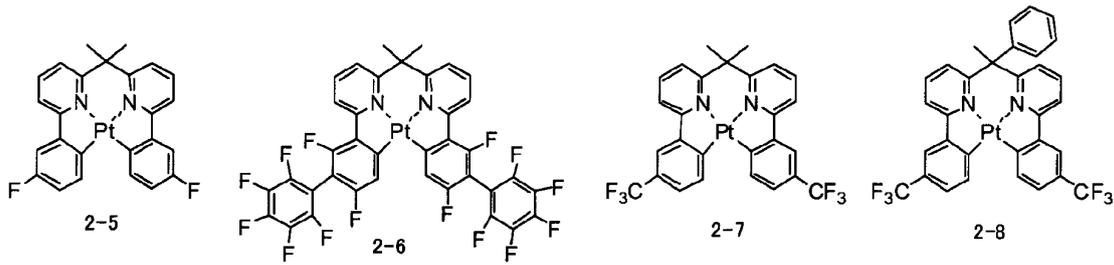
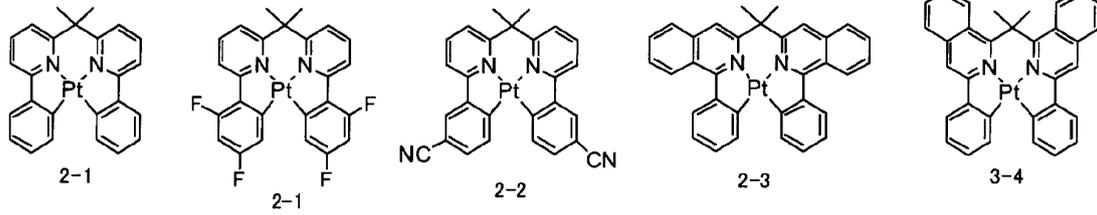
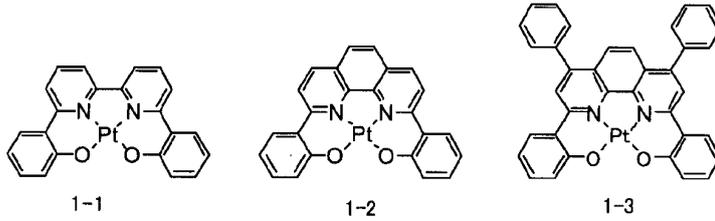
一般式(C-1)で表される白金錯体として具体的には、特開2005-310733号公報の〔0143〕~〔0152〕、〔0157〕~〔0158〕、〔0162〕~〔0168〕に記載の化合物、特開2006-256999号公報の〔0065〕~〔0083〕に記載の化合物、特開2006-93542号公報の〔0065〕~〔0090〕に記載の化合物、特開2007-73891号公報の〔0063〕~〔0071〕に記載の化合物、特開2007-324309号公報の〔0079〕~〔0083〕に記載の化合物、特開2006-93542号公報の〔0065〕~〔0090〕に記載の化合物、特開2007-96255号公報の〔0055〕~〔0071〕に記載の化合物、特開2006-313796号公報の〔0043〕~〔0046〕が挙げられ、その他以下に例示する白金錯体が挙げられる。なお、例示化合物におけるアルキル基及びアルキル基は直鎖アルキル基、分岐アルキル基、シクロアルキル基を含むものとし、好ましくは直鎖アルキル基である。

#### 【0093】

10

20

【化 1 6】



【 0 0 9 4】

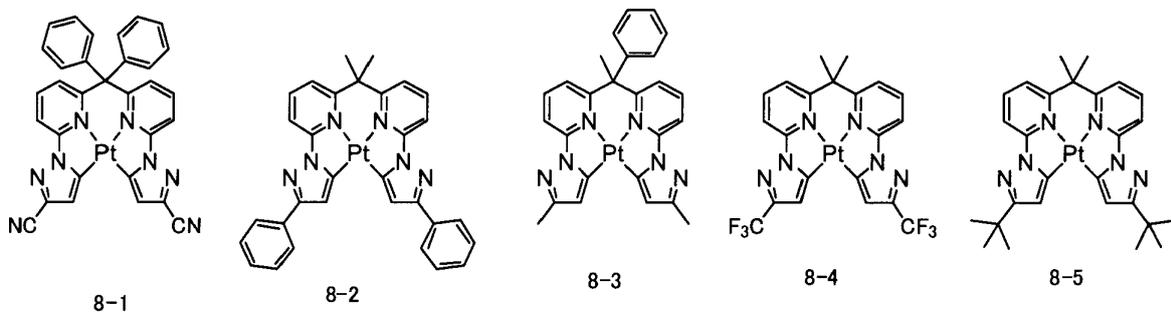
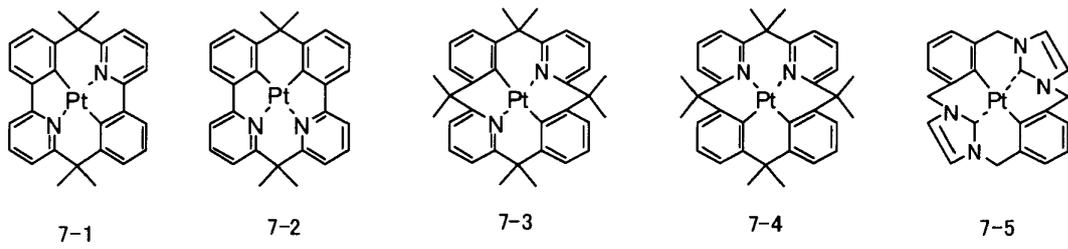
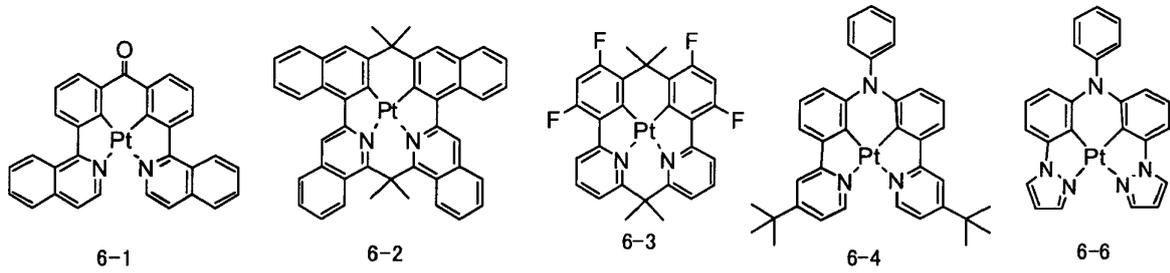
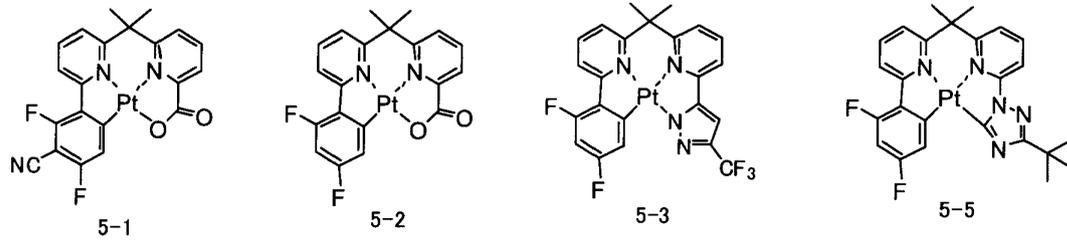
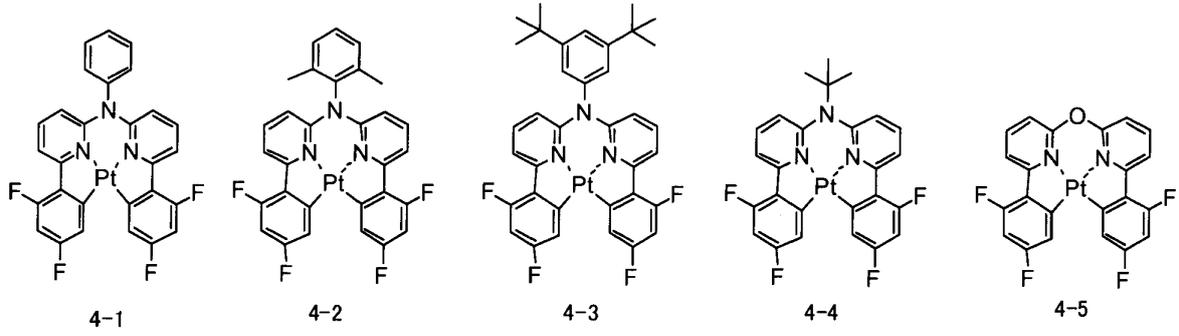
10

20

30

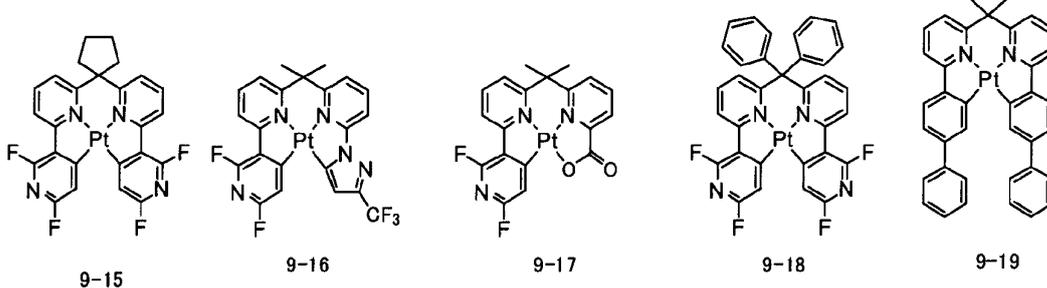
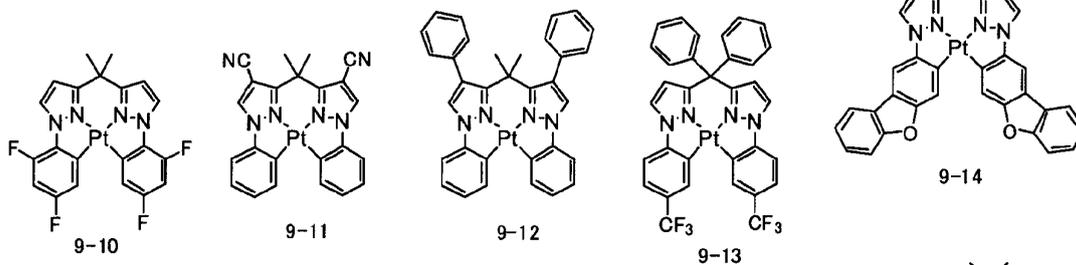
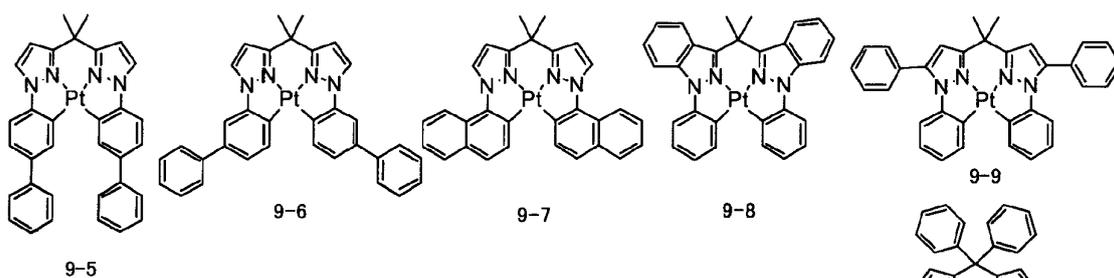
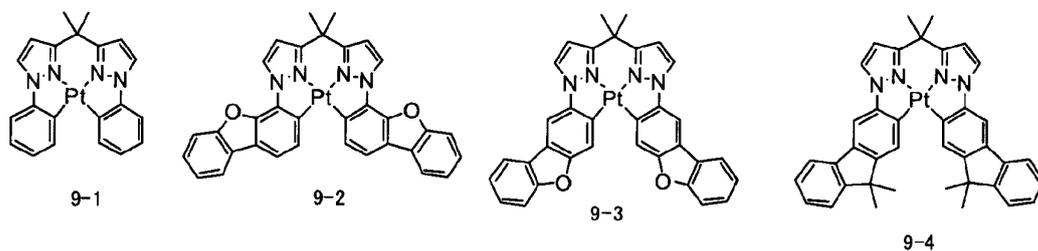
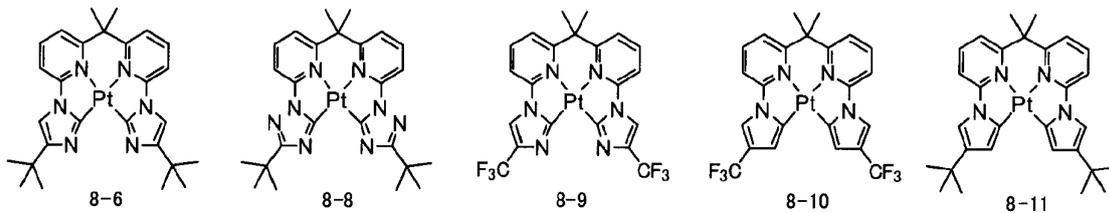
40

【化17】



【0095】

【化 1 8】



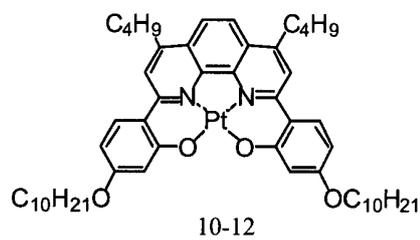
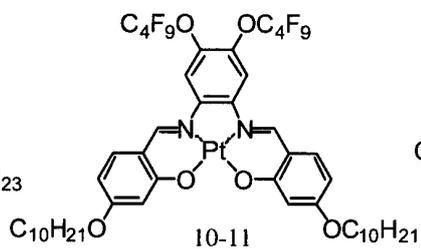
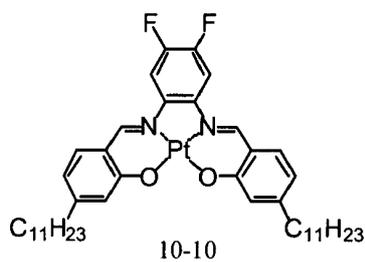
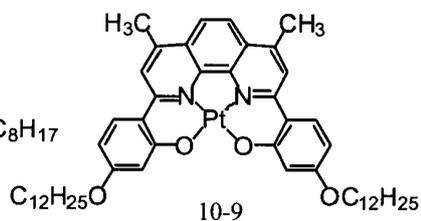
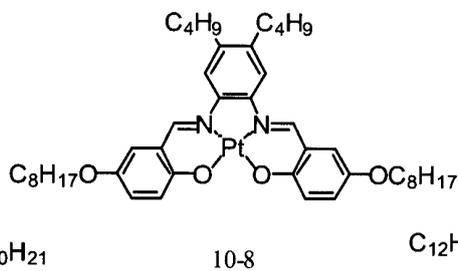
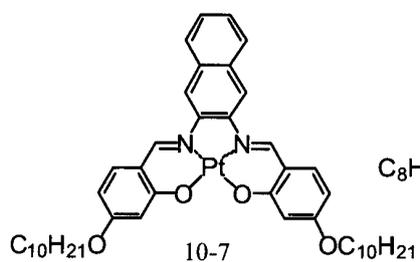
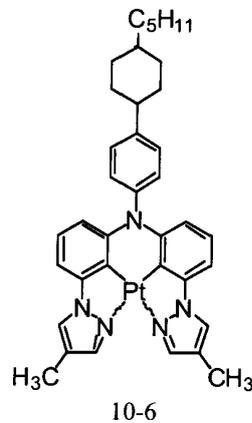
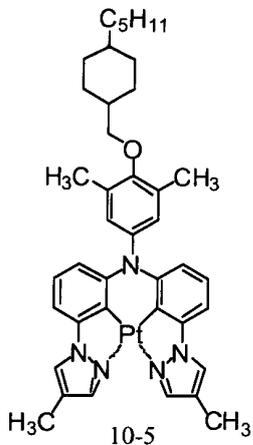
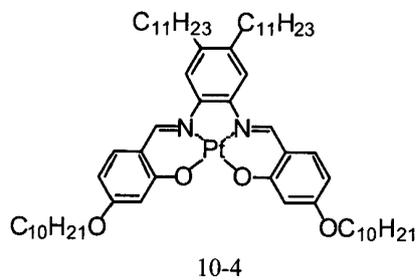
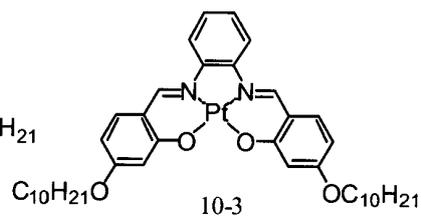
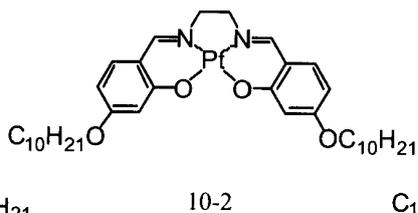
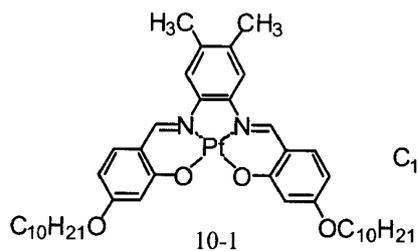
【 0 0 9 6 】

10

20

30

【化 1 9】



【 0 0 9 7 】

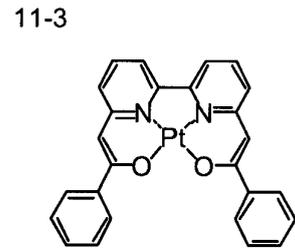
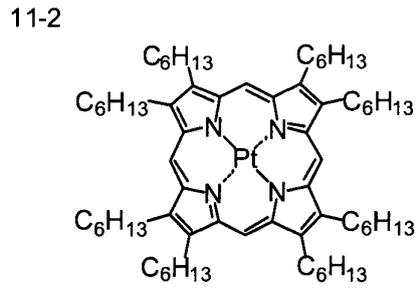
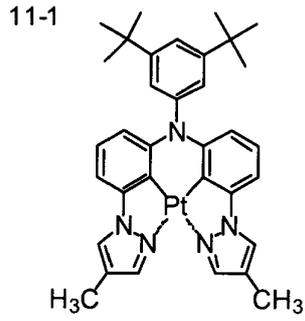
10

20

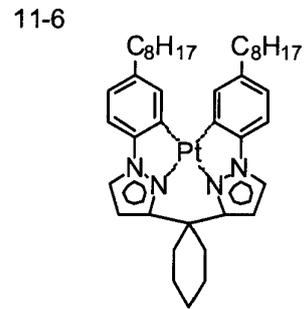
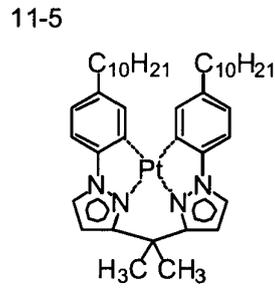
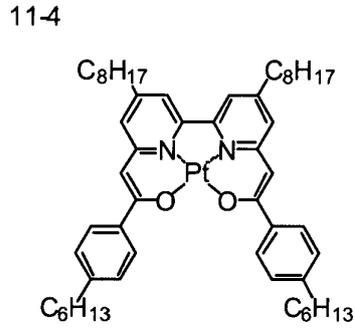
30

40

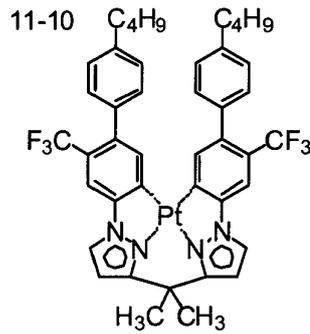
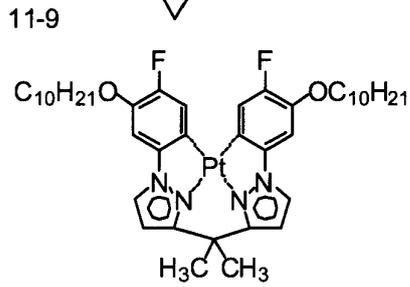
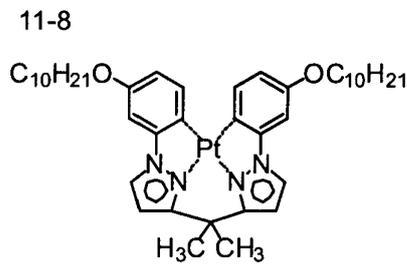
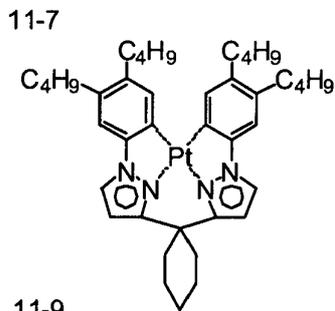
【化 2 0】



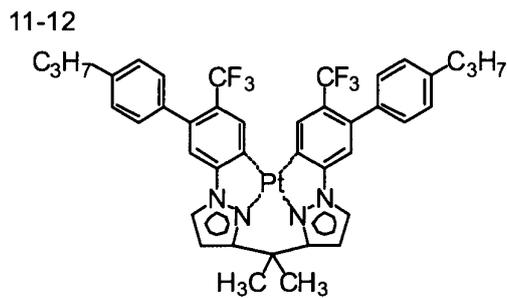
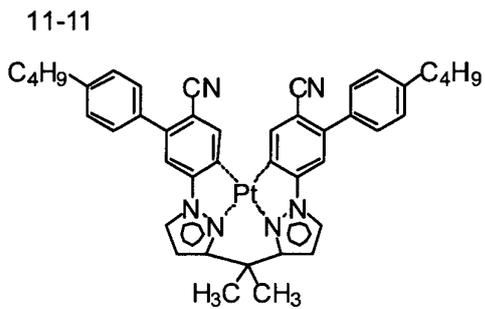
10



20



30

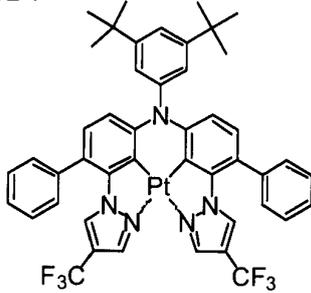


40

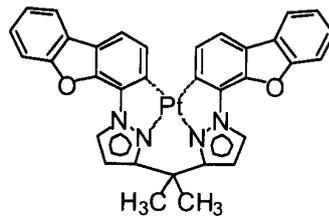
【 0 0 9 8】

## 【化 2 1】

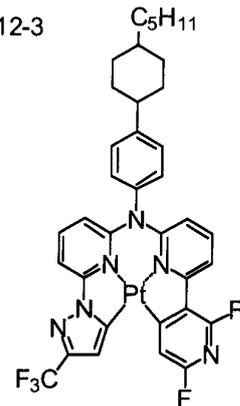
12-1



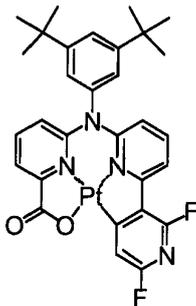
12-2



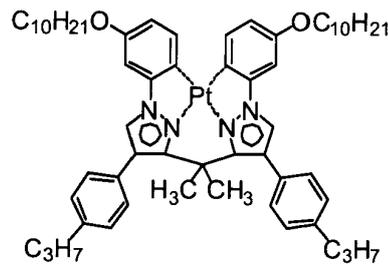
12-3



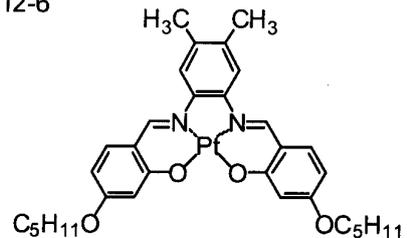
12-4



12-5



12-6



10

20

## 【 0 0 9 9 】

一般式 (C - 1) で表される白金錯体化合物は、例えば、Journal of Organic Chemistry 53, 786, (1988)、G. R. Newkome et al.) の、789頁、左段53行～右段7行に記載の方法、790頁、左段18行～38行に記載の方法、790頁、右段19行～30行に記載の方法及びその組み合わせ、Chemische Berichte 113, 2749 (1980)、H. Lexyほか) の、2752頁、26行～35行に記載の方法等、種々の手法で合成できる。

30

例えば、配位子、又はその解離体と金属化合物を溶媒（例えば、ハロゲン系溶媒、アルコール系溶媒、エーテル系溶媒、エステル系溶媒、ケトン系溶媒、ニトリル系溶媒、アミド系溶媒、スルホン系溶媒、スルホキサイド系溶媒、水などが挙げられる）の存在下、若しくは、溶媒非存在下、塩基の存在下（無機、有機の種々の塩基、例えば、ナトリウムメトキシド、*t*-ブトキシカリウム、トリエチルアミン、炭酸カリウムなどが挙げられる）、若しくは、塩基非存在下、室温以下、若しくは加熱し（通常の加熱以外にもマイクロウェーブで加熱する手法も有効である）得ることができる。

## 【 0 1 0 0 】

本発明の発光層における一般式 (C - 1) で表される化合物の含有量は発光層中2～30質量%であることが好ましく、5～20質量%であることがより好ましく、7～15質量%であることが更に好ましい。

40

本発明の発光層における一般式 (C - 1) で表される化合物の分子量は300～2000であることが好ましく、400～1200であることがより好ましく、450～900～であることが更に好ましい。また、ホストの分子量は250～2000であることが好ましく、300～1500～であることがより好ましく、400～1200であることが更に好ましい。分子量が400以上であれば良質なアモルファス薄膜が形成でき、分子量が1200以下であると溶媒への溶解性や昇華及び蒸着適性の面で好ましい。

## 【 0 1 0 1 】

〔ホスト材料〕

本発明のホスト材料について詳細に説明する。

50

本発明で使用されるホスト材料としては、上述の発光極大波長に係る条件を満たす限り、従来公知のものが使用可能であるが、上述の特定構造の白金錯体と混在させた際に、配列状態の規則性がより高くなるという理由から、平面性の高いホスト材料（以下、“平板状ホスト化合物”ともいう）であることが好ましく、具体的にはアスペクト比が3以上の形状を有する化合物がより好ましい。

#### 【0102】

アスペクト比とは、化合物の分子直径と分子厚みとの比（分子直径 / 分子厚み）である。

配向性の観点から、本発明に用いるホスト材料はアスペクト比が3以上であることが好ましく、アスペクト比が3.5以上であることがより好ましい。

ここで、分子直径とは最も長い分子長を意味し、理論計算により下記のように規定される。ここでいう理論計算は、密度汎関数法を用いて行い、具体的には、Gaussian 03（米ガウシアン社）を用いて、基底関数：6-31G\*、交換相関汎関数：B3LYP/PLANL2DZにて、構造最適化計算を行う。構造最適化計算により得られた最適化構造を用い、最も長い分子長のボール&スティック表示における長さをホスト材料の分子直径と定義する。

また、分子厚みとは、上記分子直径をx軸と仮定し、その状態でy軸方向の分子長さが最大となるようにy軸をとり、該x及びy軸と直交する方向をz軸としたときの、該z軸方向の分子の厚みを意味する。分子厚みについても、分子直径と同様の手法で求められ、ボール&スティック表示における分子の厚み方向の長さを分子厚みと定義する。

更に、本発明の発光層に使用されるホスト材料としては、平板状ホスト化合物の中でも円盤状化合物であることが好ましく、以下に対応するディスコティック液晶性ホスト化合物がより好ましい。

#### 【0103】

〔ディスコティック液晶性ホスト化合物〕

ディスコティック液晶性ホスト化合物は、平面性の高い円盤状の分子からなる液晶相を形成する。

#### 【0104】

ディスコティック液晶性ホスト化合物としては、分子中心の母核に対して、直鎖のアルキル基、アルコキシ基、置換ベンゾイルオキシ基が母核の側鎖として放射線状に置換した構造の化合物も含まれる。分子又は分子の集合体が、回転対称性を有し、一定の配向を付与できる化合物であることが好ましい。

ディスコティック液晶性ホスト化合物としては、トリフェニレン誘導体、ピレン誘導体、トリアジン誘導体、及びカルバゾール誘導体のいずれかより選択されることが好ましく、トリフェニレン誘導体、ピレン誘導体、及びトリアジン誘導体のいずれかより選択されることがより好ましく、トリフェニレン誘導体であることが最も好ましい。

#### 【0105】

〔ディスコティック液晶性トリフェニレン誘導体〕

液晶性を示すトリフェニレン誘導体としては、従来から知られているディスコティック液晶性のトリフェニレン誘導体であれば使用できるが、例えば下記一般式（T-I）で表されるトリフェニレン誘導体を挙げることができる。

#### 【0106】

10

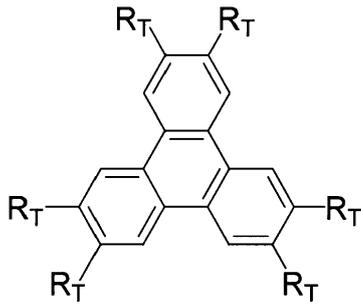
20

30

40

## 【化22】

一般式 (T-I)



10

## 【0107】

上記一般式 (T-I) において、 $R_T$  は、 $R_T^1 -$ 、 $R_T^1 - O -$ 、 $R_T^1 - CO - O -$  又は  $R_T^1 - O - CO -$  を意味する。これら基を持つ化合物が全てディスコティック液晶性ではないが、公知技術等に基づきディスコティック液晶性となる適切な基を選択して使用することが出来る。 $R_T^1$  としては、アルキル基、アリール基、アルキル基にフェニレン基やシクロヘキシレン基等の環が組み合わされたもの、アルキル基の炭素 - 炭素間に酸素原子が配置されたもの等がある。

## 【0108】

$R_T$  としては、具体的には、 $R_T^2 -$ 、 $R_T^2 - O -$ 、 $R_T^2 - O - R_T^3 -$ 、 $R_T^2 - O - R_T^3 - O -$ 、 $R_T^2 - O - Ph - COO -$ 、 $R_T^2 - (O - R_T^3)_{n_T} - O - Ph - COO -$ 、 $R_T^2 - O - Ph - CH = CH - COO -$ 、 $CH_2 = CH - COO - R_T^3 - O - Ph - COO -$  が挙げられる。ここで、 $R_T^2$  は重合性基を有していてもよいアルキル基を表し、 $R_T^3$  はアルキレン基を表し、Ph は置換基を有していてもよいフェニレン基を表し、 $n_T$  は  $-(O - R_T^3) -$  の繰り返し数であり、1 以上の整数を表す。

20

## 【0109】

$R_T^2$  は重合性基を有していてもよいアルキル基を表し、重合性基を有する場合、アルキル基の最末端に重合性基を有することが  $N_D$  相の発現性の観点で好ましい。重合性基としては、アクリル酸エステル基、メタクリル酸エステル基、クロトン酸エステル基、エポキシ基等が挙げられ、重合の速度、合成の容易性及びコストの点で、アクリル酸エステル基、メタクリル酸エステル基が好ましく、アクリル酸エステル基がより好ましい。

30

$R_T^2$  で表される重合性基を有していてもよいアルキル基におけるアルキル基部分の炭素数は、好ましくは 1 ~ 20 の範囲であり、より好ましくは 1 ~ 15 の範囲であり、更に好ましくは 3 ~ 10 の範囲である。

$R_T^3$  で表されるアルキレン基の炭素数は、好ましくは 1 ~ 20 の範囲であり、より好ましくは 1 ~ 15 の範囲であり、更に好ましくは 3 ~ 10 の範囲である。

Ph は置換基を有していてもよいフェニレン基を表し、有していてもよい置換基としてはフッ素原子などのハロゲン原子、アルキル基、アルコキシ基などが挙げられ、 $N_D$  相の発現性の観点で、アルキル基が好ましい。置換基としてのアルキル基、アルコキシ基の炭素数は、好ましくは 1 ~ 20 の範囲であり、より好ましくは 1 ~ 10 の範囲であり、更に好ましくは 1 ~ 6 の範囲である。

40

$n_T$  は、 $-(O - R_T^3) -$  の繰り返し数であり、1 以上の整数を表す。 $n_T$  は好ましくは 1 ~ 10 の整数であり、より好ましくは 1 ~ 6 の整数であり、更に好ましくは 1 ~ 3 の整数である。

## 【0110】

$R_T$  としては、 $N_D$  相の発現性の観点で、 $R_T^2 - O - Ph - COO -$ 、 $R_T^2 - (O - R_T^3)_{n_T} - O - Ph - COO -$ 、 $R_T^2 - O - Ph - CH = CH - COO -$  が好ましく、 $R_T^2 - O - Ph - COO -$  が更に好ましい。

## 【0111】

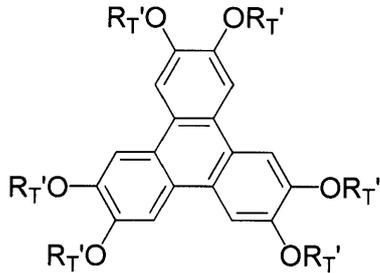
50

上記一般式 ( T - I ) で表されるトリフェニレン誘導体は、 $N_D$  相を発現するという点で、下記一般式 ( T - II ) で表されるトリフェニレン誘導体であることが好ましい。

【 0 1 1 2 】

【 化 2 3 】

一般式 ( T - II )



10

【 0 1 1 3 】

上記一般式 ( T - II ) において、 $R_T'$  は、 $R_T^2 - O - Ph - CO -$ 、 $R_T^2 - (O - R_T^3)_{n_T} - O - Ph - CO -$ 、又は  $R_T^2 - O - Ph - CH = CH - CO -$  を表す。 $R_T^2$ 、 $Ph$ 、 $R_T^3$ 、及び  $n_T$  の定義は、前記一般式 ( T - I ) における  $R_T^2$ 、 $Ph$ 、 $R_T^3$ 、及び  $n_T$  と同義である。また上記一般式 ( T - II ) における  $R_T^2$ 、 $Ph$ 、 $R_T^3$ 、及び  $n_T$  の具体例及び好ましい範囲も、前記一般式 ( T - I ) におけるものと同様である。

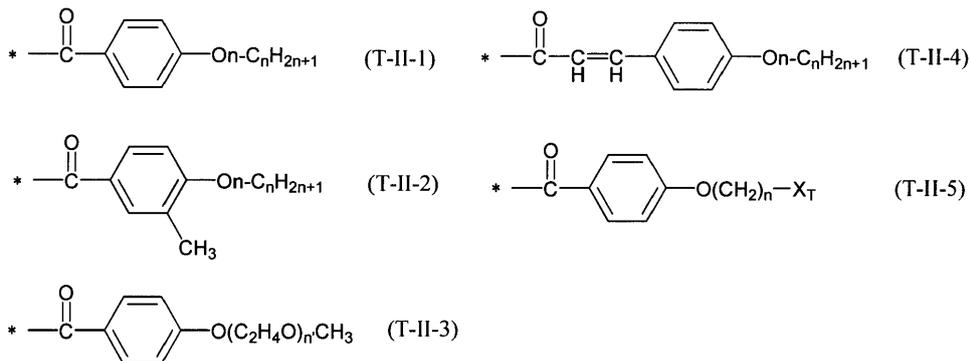
20

【 0 1 1 4 】

$R_T'$  は、 $N_D$  相の発現が良好であることから、以下の一般式 ( T - II - 1 ) ~ ( T - II - 5 ) のいずれかで表されることがより好ましい。

【 0 1 1 5 】

【 化 2 4 】



30

【 0 1 1 6 】

上記一般式 ( T - II - 1 ) ~ ( T - II - 5 ) 中、 $n$  及び  $n'$  はそれぞれ独立に、1 以上の整数を表す。

40

$X_T$  は、重合性基を表す。

【 0 1 1 7 】

$n$  は、1 以上の整数を表す。 $n$  は、好ましくは 1 ~ 20 の整数であり、より好ましくは 1 ~ 15 の整数であり、更に好ましくは 3 ~ 10 の整数である。

$n'$  は、1 以上の整数を表す。 $n'$  は、好ましくは 1 ~ 10 の整数であり、より好ましくは 1 ~ 6 の整数であり、更に好ましくは 1 ~ 3 の整数である。

$X_T$  は、重合性基を表し、その具体例及び好ましい範囲は、前記一般式 ( T - I ) において  $R_T^2$  で表されるアルキル基が有していてもよい重合性基の具体例及び好ましい範囲と同様である。

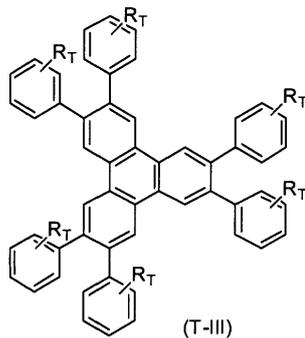
【 0 1 1 8 】

50

上記一般式 ( T - I ) で表されるトリフェニレン誘導体は、電氣的酸化に強いという点で、下記一般式 ( T - I I I ) で表されるトリフェニレン誘導体であることもまた好ましい。

【 0 1 1 9 】

【 化 2 5 】



10

【 0 1 2 0 】

上記一般式 ( T - I I I ) において、 $R_T$  は、 $R_T^1 -$ 、 $R_T^1 - O -$ 、 $R_T^1 - C O - O -$  又は  $R_T^1 - O - C O -$  を意味する。 $R_T^1$  としては、アルキル基、アリール基、アルキル基にフェニレン基やシクロヘキシレン基等の環が組み合わされたもの、アルキル基の炭素 - 炭素間に酸素原子が配置されたもの等がある。 $R_T^2$ 、Ph、 $R_T^3$ 、及び  $n_T$  の定義は、前記一般式 ( T - I ) における  $R_T^2$ 、Ph、 $R_T^3$ 、及び  $n_T$  と同義である。また上記一般式 ( T - I I I ) における  $R_T^2$ 、Ph、 $R_T^3$ 、及び  $n_T$  の具体例及び好ましい範囲も、前記一般式 ( T - I ) におけるものと同様である。

20

【 0 1 2 1 】

本発明における液晶性を示すトリフェニレン誘導体の中でも、液晶相を  $20 \sim 300$  の範囲で発現させるものが好ましい。より好ましくは  $40 \sim 280$  であり、更に好ましくは  $60 \sim 250$  である。ここで  $20 \sim 300$  で液晶相を発現するとは、液晶温度範囲が  $20$  をまたぐ場合 (例えば、 $10 \sim 22$ ) や、 $300$  をまたぐ場合 (例えば、 $298 \sim 310$ ) も含む。 $40 \sim 280$  と  $60 \sim 250$  に関しても同様である。

30

【 0 1 2 2 】

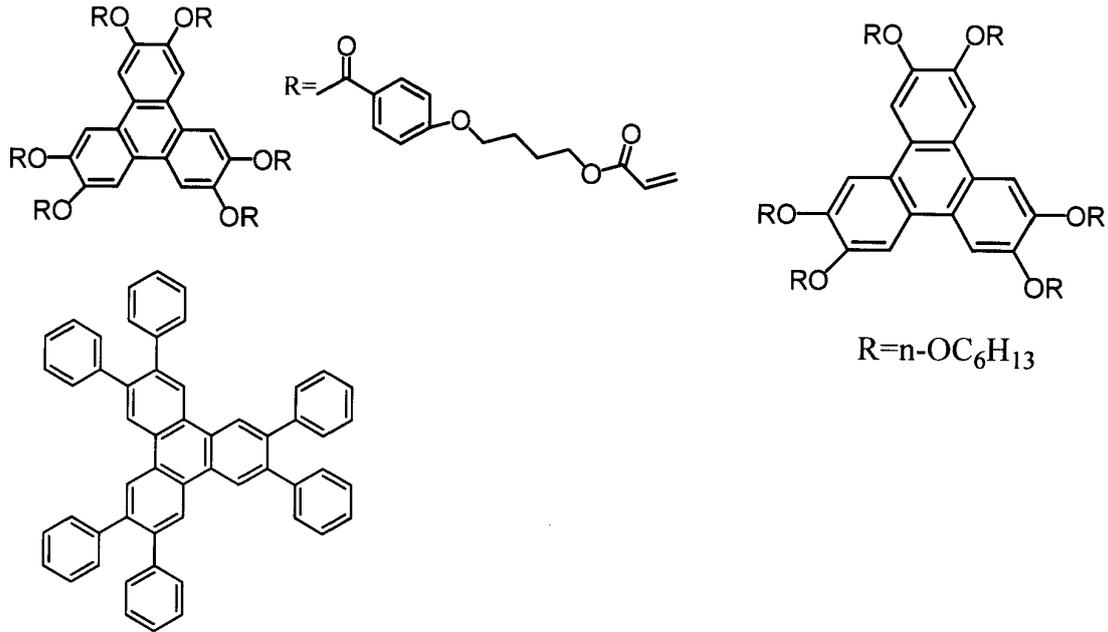
本発明の発光層におけるホスト材料の含有量は、発光層中  $15 \sim 97$  質量%であることが好ましく、 $30 \sim 95$  質量%であることがより好ましく、 $50 \sim 90$  質量%であることが更に好ましい。

【 0 1 2 3 】

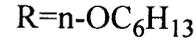
以下に、液晶性を示すトリフェニレン誘導体の具体例を示すが、本発明はこれらに限定されるものではない。

【 0 1 2 4 】

## 【化 2 6】



10



20

## 〔ホスト材料の含有場所、含有濃度〕

本発明において、上記一般式（T-I）で表されるトリフェニレン誘導体は、発光層に含有されるが、その用途が限定されることはなく、有機層内のいずれの層に更に含有されてもよい。一般式（T-I）で表されるトリフェニレン誘導体の導入層としては、正孔注入層、正孔輸送層、電子輸送層、電子注入層、励起子ブロック層、電荷ブロック層のいずれかを挙げることができる。

一般式（T-I）で表されるトリフェニレン誘導体を発光層以外の層に更に含有させる場合は、70～100質量%含まれることが好ましく、85～100質量%含まれることがより好ましい。

## 【0125】

30

## 〔有機電界発光素子〕

本発明の素子について詳細に説明する。

本発明の有機電界発光素子は、基板上に、陽極及び陰極からなる一对の電極と、該電極間に発光層を含む有機層とを有する有機電界発光素子であって、該発光層に上記一般式（C-1）で表される化合物とホスト材料とを含有する。

## 【0126】

本発明の有機電界発光素子において、発光層は有機層であり、発光層と陰極の間に少なくとも一層の有機層を含み、発光層と陰極の間に発光層に隣接する有機層を有するほか、更に複数の有機層を有していてもよい。

発光素子の性質上、陽極及び陰極のうち少なくとも一方の電極は、透明若しくは半透明であることが好ましい。

40

図1は、本発明に係る有機電界発光素子の構成の一例を示している。図1に示される本発明に係る有機電界発光素子10は、支持基板2上において、陽極3と陰極9との間に発光層6が挟まれている。具体的には、陽極3と陰極9との間に正孔注入層4、正孔輸送層5、発光層6、正孔ブロック層7、及び電子輸送層8がこの順に積層されている。

## 【0127】

## &lt;有機層の構成&gt;

前記有機層の層構成としては、特に制限はなく、有機電界発光素子の用途、目的に応じて適宜選択することができるが、前記透明電極上に又は前記背面電極上に形成されるのが好ましい。この場合、有機層は、前記透明電極又は前記背面電極上の前面又は一面に形成

50

される。

有機層の形状、大きさ、及び厚み等については、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができる。

【0128】

具体的な層構成として、下記が挙げられるが本発明はこれらの構成に限定されるものではない。

- ・陽極／正孔輸送層／発光層／電子輸送層／陰極、
- ・陽極／正孔輸送層／発光層／ブロック層／電子輸送層／陰極、
- ・陽極／正孔輸送層／発光層／ブロック層／電子輸送層／電子注入層／陰極、
- ・陽極／正孔注入層／正孔輸送層／発光層／ブロック層／電子輸送層／陰極、
- ・陽極／正孔注入層／正孔輸送層／発光層／／電子輸送層／電子注入層／陰極、
- ・陽極／正孔注入層／正孔輸送層／発光層／ブロック層／電子輸送層／電子注入層／陰極。

10

有機電界発光素子の素子構成、基板、陰極及び陽極については、例えば、特開2008-270736号公報に詳述されており、該公報に記載の事項を本発明に適用することができる。

【0129】

<基板>

本発明で使用する基板としては、有機層から発せられる光を散乱又は減衰させない基板であることが好ましい。有機材料の場合には、耐熱性、寸法安定性、耐溶剤性、電気絶縁性、及び加工性に優れていることが好ましい。

20

<陽極>

陽極は、通常、有機層に正孔を供給する電極としての機能を有していればよく、その形状、構造、大きさ等については特に制限はなく、発光素子の用途、目的に応じて、公知の電極材料の中から適宜選択することができる。前述のごとく、陽極は、通常透明陽極として設けられる。

<陰極>

陰極は、通常、有機層に電子を注入する電極としての機能を有していればよく、その形状、構造、大きさ等については特に制限はなく、発光素子の用途、目的に応じて、公知の電極材料の中から適宜選択することができる。

30

【0130】

基板、陽極、陰極については、特開2008-270736号公報の段落番号〔0070〕～〔0089〕に記載の事項を本発明に適用することができる。

【0131】

<有機層>

本発明における有機層について説明する。

【0132】

〔有機層の形成〕

本発明の有機電界発光素子において、各有機層は、蒸着法やスパッタ法等の乾式製膜法、転写法、印刷法、スピコート法、パーコート法等の溶液塗布プロセスのいずれによっても好適に形成することができる。有機層の少なくとも1層が溶液塗布プロセスにより形成されたことが好ましい。

40

【0133】

〔発光層〕

発光層は、電界印加時に、陽極、正孔注入層、又は正孔輸送層から正孔を受け取り、陰極、電子注入層、又は電子輸送層から電子を受け取り、正孔と電子の再結合の場を提供して発光させる機能を有する層である。

本発明の発光層は、前記特定構造の白金錯体及びホスト材料の他、上述のものとは異なる、少なくとも一種のホスト材料を更に含んでもよい。該ホスト材料としては、正孔輸送性ホスト材料であっても、電子輸送性ホスト材料であってもよいが、両電荷輸送性ホ

50

スト材料が好ましい。

【0134】

基板、陽極、陰極、有機層、発光層については、例えば、特開2008-270736、特開2007-266458に詳述されており、これらの公報に記載の事項を本発明に適用することができる。更に、発光層中に電荷輸送性を有さず、発光しない材料を含んでいても良い。

【0135】

(発光材料)

本発明における発光材料としては、前記特定構造の白金錯体に加えて、燐光性発光材料、蛍光性発光材料等を更に用いることができる。

本発明における発光層は、色純度を向上させるためや発光波長領域を広げるために2種類以上の発光材料を含有することができる。本発明の素子は発光層に、前記特定構造の白金錯体に加えて、更に少なくとも1つの燐光性金属錯体を含有していてもよい。

本発明における発光材料は、更に前記ホスト材料との間で、 $1.2\text{ eV} > I_p > 0.2\text{ eV}$ 、及び/又は $1.2\text{ eV} > E_a > 0.2\text{ eV}$ の関係を満たすことが駆動耐久性の観点で好ましい。ここで、 $I_p$ は、ホスト材料と発光材料の $I_p$ 値の差を、 $E_a$ はホスト材料と発光材料の $E_a$ 値の差を意味する。

蛍光発光材料、燐光発光材料については、例えば、特開2008-270736の段落番号〔0100〕～〔0164〕、特開2007-266458の段落番号〔0088〕～〔0090〕に詳述されており、これらの公報に記載の事項を本発明に適用することができる。

【0136】

一般式(C-1)で表される化合物は、少なくとも発光層に含有される。

【0137】

発光層中の発光材料の総量は、発光層中に一般的に発光層を形成する全化合物質量に対して、0.1質量%～50質量%含有されるが、耐久性、外部量子効率の観点から1質量%～50質量%含有されることが好ましく、2質量%～40質量%含有されることがより好ましい。

【0138】

発光層の厚さは、特に限定されるものではないが、通常、2nm～500nmであるのが好ましく、中でも、外部量子効率の観点で、3nm～200nmであるのがより好ましく、5nm～100nmであるのが更に好ましい。

【0139】

本発明の素子における発光層は、少なくともホスト材料と特定構造の白金錯体との混合層である。発光層に更に含まれていてもよい発光材料は蛍光発光材料でも燐光発光材料であっても良く、ドーパントは一種であっても二種以上であっても良い。ホスト材料は電荷輸送材料であることが好ましい。ホスト材料は一種であっても二種以上であっても良く、例えば、電子輸送性のホスト材料とホール輸送性のホスト材料を混合した構成が挙げられる。

更に、発光層中に電荷輸送性を有さず、発光しない材料を含んでいても良い。

また、発光層は一層であっても二層以上の多層であってもよい。また、それぞれの発光層が異なる発光色で発光してもよい。

【0140】

<ホスト材料>

本発明に用いられるホスト材料は、上記一般式(T-I)で表されるトリフェニレン誘導体であることが好ましい。

【0141】

本発明に用いられるホスト材料として、一般式(T-I)で表されるトリフェニレン誘導体の他、以下の化合物を含有していても良い。

ホスト材料は電子輸送材料及びホール輸送性材料を挙げることができ、電荷輸送材料で

10

20

30

40

50

あることが好ましい。ホスト材料は1種であっても2種以上であっても良く、例えば、電子輸送性のホスト材料とホール輸送性のホスト材料を混合した構成が挙げられる。

例えば、ピロール、インドール、カルバゾール（例えばCBP（4,4'-ジ（9-カルバゾイル）ピフェニル））、アザインドール、アザカルバゾール、トリアゾール、オキサゾール、オキサジアゾール、ピラゾール、イミダゾール、チオフェン、ポリアリーラルカン、ピラゾリン、ピラズロン、フェニレンジアミン、アリーラルアミン、アミノ置換カルコン、スチリルアントラセン、フルオレノン、ヒドラゾン、スチルベン、シラザン、芳香族第三級アミン化合物、スチリルアミン化合物、ポルフィリン系化合物、ポリシラン系化合物、ポリ（N-ビニルカルバゾール）、アニリン系共重合体、チオフェンオリゴマー、ポリチオフェン等の導電性高分子オリゴマー、有機シラン、カーボン膜、ピリジン、ピリミジン、トリアジン、イミダゾール、ピラゾール、トリアゾール、オキサゾール、オキサジアゾール、フルオレノン、トリフェニレンなどの縮環炭化水素芳香族化合物、アントラキノジメタン、アントロン、ジフェニルキノン、チオピランジオキシド、カルボジイミド、フルオレニリデンメタン、ジスチリルピラジン、フッ素置換芳香族化合物、ナフタレンペリレン等の複素環テトラカルボン酸無水物、フタロシアニン、8-キノリノール誘導体の金属錯体やメタルフタロシアニン、ベンゾオキサゾールやベンゾチアゾールを配位子とする金属錯体に代表される各種金属錯体及びそれらの誘導体（置換基や縮環を有していてもよい）等を挙げることができる。

#### 【0142】

本発明における発光層において、前記ホスト材料三重項最低励起エネルギー（ $T_1$ エネルギー）が、前記燐光発光材料の $T_1$ エネルギーより高いことが色純度、発光効率、駆動耐久性の点で好ましい。

#### 【0143】

また、本発明におけるホスト化合物の総含有量は、特に限定されるものではないが、発光効率、駆動電圧の観点から、発光層を形成する全化合物質量に対して15質量%以上97質量%以下であることが好ましい。

#### 【0144】

（電荷輸送層）

電荷輸送層とは、有機電界発光素子に電圧を印加した際に電荷移動が起こる層をいう。

具体的には正孔注入層、正孔輸送層、電子ブロック層、発光層、正孔ブロック層、電子輸送層又は電子注入層が挙げられる。好ましくは、正孔注入層、正孔輸送層、電子ブロック層又は発光層である。塗布法により形成される電荷輸送層が正孔注入層、正孔輸送層、電子ブロック層又は発光層であれば、低コストかつ高効率な有機電界発光素子の製造が可能となる。また、電荷輸送層として、より好ましくは、正孔注入層、正孔輸送層又は電子ブロック層である。

#### 【0145】

（正孔注入層、正孔輸送層）

正孔注入層、正孔輸送層は、陽極又は陽極側から正孔を受け取り陰極側に輸送する機能を有する層である。

本発明に関し、有機層として、電子受容性ドーパントを含有する正孔注入層又は正孔輸送層を含むことが好ましい。

#### 【0146】

（電子注入層、電子輸送層）

電子注入層、電子輸送層は、陰極又は陰極側から電子を受け取り陽極側に輸送する機能を有する層である。これらの層に用いる電子注入材料、電子輸送材料は低分子化合物であっても高分子化合物であってもよい。

#### 【0147】

正孔注入層、正孔輸送層、電子注入層、電子輸送層については、例えば、特開2008-270736、特開2007-266458に詳述されており、これらの公報に記載の事項を本発明に適用することができる。

10

20

30

40

50

正孔注入層、正孔輸送層、電子注入層、電子輸送層については、特開2008-270736号公報の段落番号〔0165〕～〔0167〕に詳述されており、これらの公報に記載の事項を本発明に適用することができる。

【0148】

(正孔ブロック層)

正孔ブロック層は、陽極側から発光層に輸送された正孔が、陰極側に通りぬけることを防止する機能を有する層である。本発明において、発光層と陰極側で隣接する有機層として、正孔ブロック層を設けることができる。

正孔ブロック層を構成する有機化合物の例としては、本発明における一般式(T-I)で表されるトリフェニレン誘導体のほか、アルミニウム(III)ビス(2-メチル-8-キノリナト)4-フェニルフェノレート(Aluminum(III)bis(2-methyl-8-quinolinato)4-phenylphenolate(BAlqと略記する))等のアルミニウム錯体、トリアゾール誘導体、2,9-ジメチル-4,7-ジフェニル-1,10-フェナントロリン(2,9-Dimethyl-4,7-diphenyl-1,10-phenanthroline(BCPと略記する))等のフェナントロリン誘導体、等が挙げられる。

正孔ブロック層の厚さとしては、1nm～500nmであるのが好ましく、5nm～200nmであるのがより好ましく、10nm～100nmであるのが更に好ましい。

正孔ブロック層は、上述した材料の一種又は二種以上からなる単層構造であってもよいし、同一組成又は異種組成の複数層からなる多層構造であってもよい。

【0149】

(電子ブロック層)

電子ブロック層は、陰極側から発光層に輸送された電子が、陽極側に通りぬけることを防止する機能を有する層である。本発明において、発光層と陽極側で隣接する有機層として、電子ブロック層を設けることができる。

電子ブロック層を構成する有機化合物の例としては、例えば前述の正孔輸送材料として挙げたものが適用できる。

電子ブロック層の厚さとしては、1nm～500nmであるのが好ましく、5nm～200nmであるのがより好ましく、10nm～100nmであるのが更に好ましい。

電子ブロック層は、上述した材料の一種又は二種以上からなる単層構造であってもよいし、同一組成又は異種組成の複数層からなる多層構造であってもよい。

【0150】

(保護層)

本発明において、有機EL素子全体は、保護層によって保護されていてもよい。

保護層に含まれる材料としては、水分や酸素等の素子劣化を促進するものが素子内に入ることを抑止する機能を有しているものであればよい。

保護層については、特開2008-270736号公報の段落番号〔0169〕～〔0170〕に記載の事項を本発明に適用することができる。

【0151】

(封止容器)

本発明の素子は、封止容器を用いて素子全体を封止してもよい。

封止容器については、特開2008-270736号公報の段落番号〔0171〕に記載の事項を本発明に適用することができる。

また、封止容器と発光素子の間の空間に水分吸収剤又は不活性液体を封入してもよい。水分吸収剤としては、特に限定されることはないが、例えば、酸化バリウム、酸化ナトリウム、酸化カリウム、酸化カルシウム、硫酸ナトリウム、硫酸カルシウム、硫酸マグネシウム、五酸化リン、塩化カルシウム、塩化マグネシウム、塩化銅、フッ化セシウム、フッ化ニオブ、臭化カルシウム、臭化バナジウム、モレキュラーシーブ、ゼオライト、酸化マグネシウム等を挙げることができる。不活性液体としては、特に限定されることはないが、例えば、パラフィン類、流動パラフィン類、パーフルオロアルカンやパーフルオロアミン

10

20

30

40

50

、パーフルオロエーテル等のフッ素系溶剤、塩素系溶剤、シリコンオイル類が挙げられる。

【0152】

(駆動)

本発明の有機電界発光素子は、陽極と陰極との間に直流(必要に応じて交流成分を含んでもよい)電圧(通常2ボルト~15ボルト)、又は直流電流を印加することにより、発光を得ることができる。

本発明の有機電界発光素子の駆動方法については、特開平2-148687号、同6-301355号、同5-29080号、同7-134558号、同8-234685号、同8-241047号の各公報、特許第2784615号、米国特許5828429号、同6023308号の各明細書等に記載の駆動方法を適用することができる。

10

【0153】

本発明の有機電界発光素子の外部量子効率としては、5%以上が好ましく、7%以上がより好ましい。外部量子効率の数値は20で素子を駆動したときの外部量子効率の最大値、若しくは、20で素子を駆動したときの100~300cd/m<sup>2</sup>付近での外部量子効率の値を用いることができる。

【0154】

本発明の有機電界発光素子の内部量子効率は、30%以上であることが好ましく、50%以上が更に好ましく、70%以上が更に好ましい。素子の内部量子効率は、外部量子効率を光取り出し効率で除して算出される。通常の有機EL素子では光取り出し効率は約20%であるが、基板の形状、電極の形状、有機層の膜厚、無機層の膜厚、有機層の屈折率、無機層の屈折率等を工夫することにより、光取り出し効率を20%以上にすることが可能である。

20

【0155】

本発明の有機電界発光素子は、350nm以上700nm以下に極大発光波長(発光スペクトルの最大強度波長)を有するものが好ましく、より好ましくは450nm以上600nm以下、更に好ましくは470nm以上580nm以下、特に好ましくは490nm以上550nm以下である。

【0156】

(本発明の発光素子の用途)

本発明の発光素子は、発光装置、ピクセル、表示素子、ディスプレイ、バックライト、電子写真、照明光源、記録光源、露光光源、読み取り光源、標識、看板、インテリア、又は光通信等に好適に利用できる。特に、照明装置、表示装置等の発光輝度が高い領域で駆動されるデバイスに好ましく用いられる。

30

【0157】

(発光装置)

次に、図2を参照して本発明の発光装置について説明する。

本発明の発光装置は、本発明の有機電界発光素子を用いる。

図2は、本発明の発光装置の一例を概略的に示した断面図である。

図2の発光装置20は、透明基板(支持基板)2、有機電界発光素子10、封止容器11等により構成されている。

40

【0158】

有機電界発光素子10は、基板2上に、陽極(第一電極)3、有機層11、陰極(第二電極)9が順次積層されて構成されている。また、陰極9上には、保護層12が積層されており、更に、保護層12上には接着層14を介して封止容器16が設けられている。なお、各電極3、9の一部、隔壁、絶縁層等は省略されている。

ここで、接着層14としては、エポキシ樹脂等の光硬化型接着剤や熱硬化型接着剤を用いることができ、例えば熱硬化性の接着シートを用いることもできる。

【0159】

本発明の発光装置の用途は特に制限されるものではなく、例えば、照明装置のほか、テ

50

レビ、パーソナルコンピュータ、携帯電話、電子ペーパー等の表示装置とすることができる。

【0160】

(照明装置)

次に、図3を参照して本発明の実施形態に係る照明装置について説明する。

本発明の照明装置は、本発明の有機電界発光素子を用いる。

図3は、本発明の実施形態に係る照明装置の一例を概略的に示した断面図である。

本発明の実施形態に係る照明装置40は、図3に示すように、前述した有機EL素子10と、光散乱部材30とを備えている。より具体的には、照明装置40は、有機EL素子10の基板2と光散乱部材30とが接触するように構成されている。

10

光散乱部材30は、光を散乱できるものであれば特に制限されないが、図3においては、透明基板31に微粒子32が分散した部材とされている。透明基板31としては、例えば、ガラス基板を好適に挙げることができる。微粒子32としては、透明樹脂微粒子を好適に挙げることができる。ガラス基板及び透明樹脂微粒子としては、いずれも、公知のものを使用できる。このような照明装置40は、有機電界発光素子10からの発光が散乱部材30の光入射面30Aに入射されると、入射光を光散乱部材30により散乱させ、散乱光を光出射面30Bから照明光として出射するものである。

【実施例】

【0161】

以下、実施例により本発明を更に詳細に説明するが、本発明はこれらに限定されるものではない。特に、置換基の有無は本発明の効果に殆ど影響を与えず、以下に示す実施例で用いられる化合物に置換基を有していても同様の効果が得られる。なお、実施例A-1、A-2、A-3、A-4は、それぞれ参考例A-1、A-2、A-3、A-4と読み替えるものとする。

20

【0162】

[A. 実施例A-1～A-6及び比較例A-1～A-4 (発光素子の作製)]

(実施例A-1)

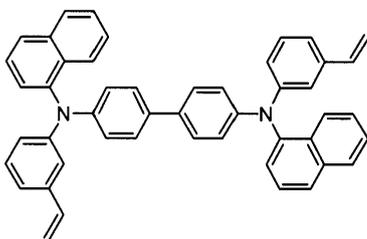
<正孔輸送層形成用塗布液Aの調製>

化合物A1を電子工業用キシレンに溶解させ、全固形分濃度0.4質量%とし、これを0.22μmのポアサイズを有するPTFEフィルターでろ過して、正孔輸送層形成用塗布液Aを調製した。

30

【0163】

【化27】



A1

40

【0164】

<発光層形成用塗布液Aの調製>

95質量%のホスト化合物H-1と、5質量%の発光材料Pt-1とを、メチルエチルケトン(MEK)に溶解させ、固形分濃度1.0質量%とし、これを0.22μmのポアサイズを有するPTFEフィルターでろ過して、発光層形成用塗布液Aを調製した。

【0165】

<素子作製>

25mm×25mm×0.7mmのガラス基板上にITOを150nmの厚みで蒸着し

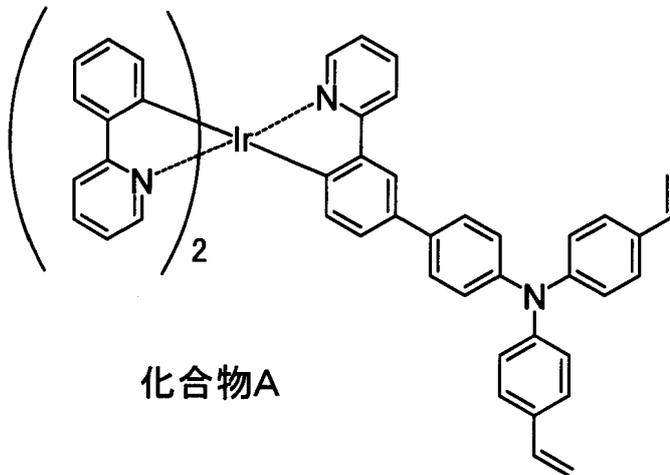
50

成膜したものを透明支持基板とした。この透明支持基板を洗浄容器に入れ、2-プロパノール中で超音波洗浄した後、30分間UV-オゾン処理を行った。

このITO付ガラス基板の上に、下記構造式で表される化合物A (US 2008/0220265記載) 0.5質量部をシクロヘキサノン99.5質量部に溶解し、厚みが約5nmとなるようにスピコート(4000rpm、30秒間)した後、200℃で30分間乾燥することで、正孔注入層を成膜した。

【0166】

【化28】



10

20

【0167】

前記正孔注入層上に、上記のように調整した正孔輸送層形成用塗布液Aを、厚みが約10nmとなるようにスピコート(1500rpm、20秒間)した後、120℃で30分間乾燥させることで、正孔輸送層を成膜した。

【0168】

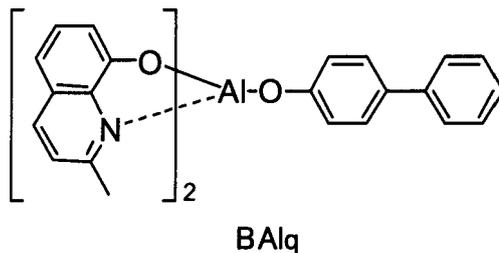
前記正孔輸送層上に上記のように調整した発光層形成用塗布液Aをグローブボックス(露点-68度、酸素濃度10ppm)内で厚みが約30nmとなるようにスピコート(1500rpm、20秒間)し、発光層とした。

30

次いで、発光層上に、電子輸送層として、下記構造式で表されるBAIq(ビス-(2-メチル-8-キノリノラト)-4-(フェニル-フェノラト)-アルミニウム(III))を、厚みが40nmとなるように真空蒸着法にて形成した。

【0169】

【化29】



40

【0170】

前記電子輸送層上に、電子注入層としてフッ化リチウム(LiF)を、厚みが1nmとなるように真空蒸着法にて形成した。更に金属アルミニウムを70nm蒸着し、陰極とした。

50

以上により作製した積層体を、アルゴンガスで置換したグローブボックス内に入れ、ステンレス製の封止缶及び紫外線硬化型の接着剤（XNR5516HV、長瀬チバ（株）製）を用いて封止することで、比較例A-1の有機電界発光素子を作製した。

【0171】

（実施例A-2～A-6及び比較例A-1～A-4）

実施例A-1における発光層形成用塗布液Aの調製において、発光材料Pt-1及びホスト化合物H-1の代わりに以下の表1に記載の発光材料及びホスト材料を使用した以外は、実施例A-1と同様にして実施例A-2～A-6及び比較例A-1～A-4の有機電界発光素子を得た。

【0172】

（測定方法）

有機電界発光表示装置（KEITHLEY社製ソースメジャーユニット2400型）を用いて、直流電圧を各素子に印加し、発光させた。その輝度をトプコン社製輝度計BM-8を用いて測定した。発光スペクトルと発光波長は、浜松ホトニクス株式会社製スペクトルアナライザーPMA-11を用いて測定した。結果を下記表1に示す。

（a）素子ばらつき

各素子の直流電流密度 $2.5\text{ mA/cm}^2$ 時の輝度を評価の指標とし、同一の材料ロットから素子を20個作製した際の輝度の標準偏差を表で示した。標準偏差は1に近いほど好ましい。

（b）発光極大波長 $\lambda_1$

東陽テクニカ製ソースメジャーユニット2400を用いて、直流電圧を各素子に印加し発光させ、その発光スペクトルと発光波長を浜松ホトニクス製スペクトルアナライザーPMA-11を用いて測定した際の発光極大波長 $\lambda_1$ （nm）を表2に示す。

（c）（b）で測定した発光極大波長 $\lambda_1$ （nm）と、発光材料をジクロロメタンに濃度 $5\text{ mg/L}$ で溶解させ光励起した際の発光極大波長 $\lambda_2$ （nm）との差 $(=\lambda_1 - \lambda_2)$ （nm）を表1に示す。

【0173】

【表1】

表1

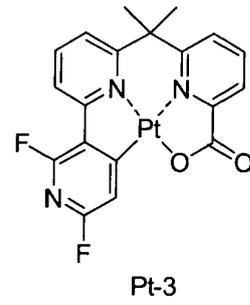
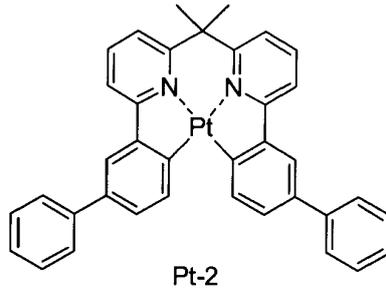
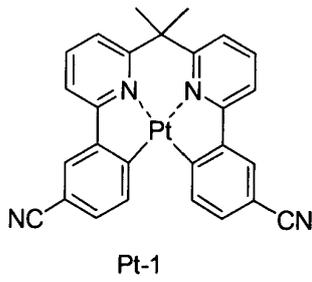
	発光材料	ホスト材料	$\lambda_1$ (nm)	$\Delta\lambda$ (nm)	$\sigma$ (cd/m <sup>2</sup> )
実施例A-1	Pt-1	H-1	502	1	8
実施例A-2	Pt-1	H-2	501	0	12
比較例A-1	Pt-1	H-3	505	4	31
実施例A-3	Pt-2	H-1	507	2	10
比較例A-2	Pt-3	H-1	467	6	35
実施例A-4	Pt-4	H-1	605	-1	16
実施例A-5	Pt-5	H-1	493	1	11
比較例A-3	Pt-4	H-3	610	4	46
実施例A-6	Pt-5	H-3	493	1	7
比較例A-4	Ir-1	H-1	505	-16	24

【0174】

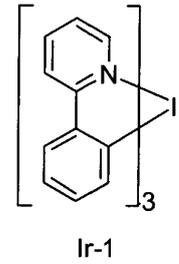
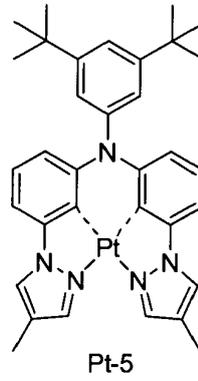
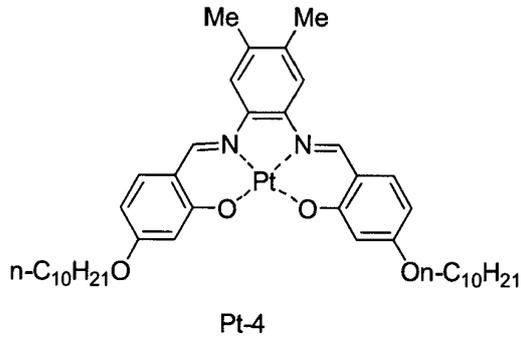
実施例で使用した上記以外の化合物の構造と発光材料の溶液状態（ジクロロメタンに濃度 $5\text{ mg/L}$ で溶解）での発光極大波長を以下に記載する。

【0175】

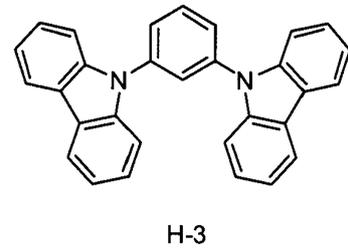
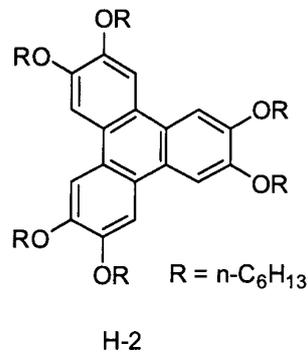
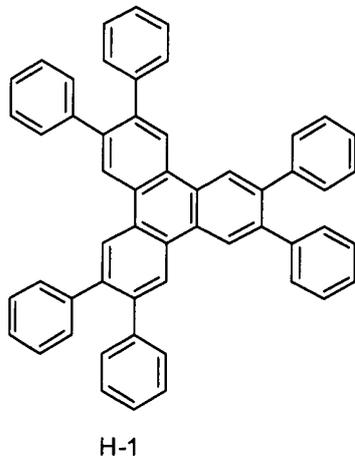
【化30】



10



20



30

【0176】

【表2】

表2

	$\lambda 2(\text{nm})$
Pt-1	501
Pt-2	505
Pt-3	461
Pt-4	606
Pt-5	492
Ir-1	521

40

【符号の説明】

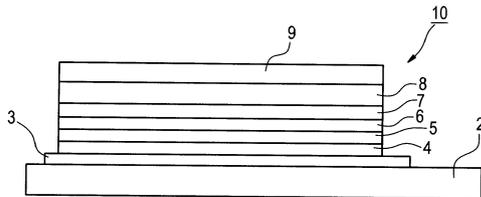
【0177】

2・・・基板

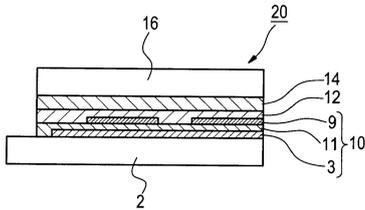
50

- 3 . . . 陽極
- 4 . . . 正孔注入層
- 5 . . . 正孔輸送層
- 6 . . . 発光層
- 7 . . . 正孔ブロック層
- 8 . . . 電子輸送層
- 9 . . . 陰極
- 10 . . . 有機電界発光素子
- 11 . . . 有機層
- 12 . . . 保護層
- 14 . . . 接着層
- 16 . . . 封止容器
- 20 . . . 発光装置
- 30 . . . 光散乱部材
- 30A . . . 光入射面
- 30B . . . 光出射面
- 31 . . . 透明基板
- 32 . . . 微粒子
- 40 . . . 照明装置

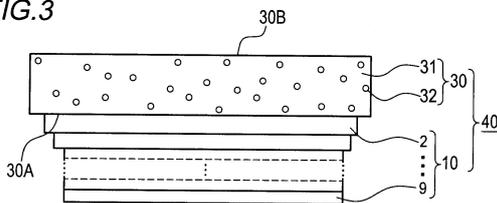
【図1】  
FIG.1



【図2】  
FIG.2



【図3】  
FIG.3



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2002-043056(JP,A)  
特開2006-093542(JP,A)  
国際公開第2009/066779(WO,A1)  
特許第4399429(JP,B2)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 51/50  
C09K 11/06  
C07F 15/00  
CAplus/REGISTRY(STN)