

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3650082号
(P3650082)

(45) 発行日 平成17年5月18日(2005.5.18)

(24) 登録日 平成17年2月25日(2005.2.25)

(51) Int. Cl.⁷

H05B 33/14
C07F 15/00
C09K 11/06

F I

H05B 33/14 B
C07F 15/00 E
C09K 11/06 660
C09K 11/06 690

請求項の数 29 (全 46 頁)

(21) 出願番号	特願2002-155423 (P2002-155423)	(73) 特許権者	000001889
(22) 出願日	平成14年5月29日(2002.5.29)		三洋電機株式会社
(65) 公開番号	特開2003-59667 (P2003-59667A)		大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号
(43) 公開日	平成15年2月28日(2003.2.28)	(74) 代理人	100098305
審査請求日	平成14年6月24日(2002.6.24)		弁理士 福島 祥人
(31) 優先権主張番号	特願2001-167791 (P2001-167791)	(72) 発明者	松末 哲征
(32) 優先日	平成13年6月4日(2001.6.4)		大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三洋電機株式会社内
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	(72) 発明者	浜田 祐次
早期審査対象出願			大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三洋電機株式会社内
		審査官	渡辺 陽子

最終頁に続く

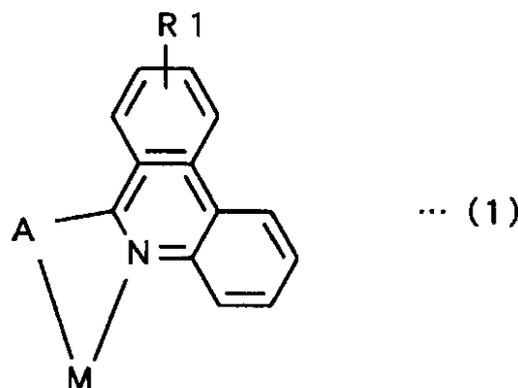
(54) 【発明の名称】 有機エレクトロルミネッセンス素子、発光材料および有機化合物

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

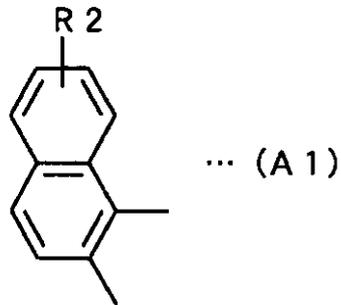
ホール注入電極と電子注入電極との間に発光層を備えた有機エレクトロルミネッセンス素子において、前記発光層は、白金族元素とフェナントリジン誘導体とから構成される化合物を含み、前記白金族元素とフェナントリジン誘導体とから構成される化合物は、下記式(1)で表される分子構造を有することを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

【化1】



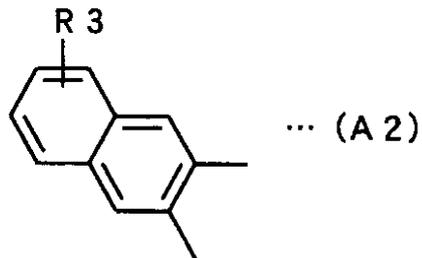
式(1)中のR₁は水素原子、ハロゲン原子または置換基であり、Mは白金族元素であり、Aは以下式(A1)乃至(A7)で表す分子構造から選ばれる1つの置換基であり、下記式以下式(A1)乃至(A7)中のR₂乃至R₈は水素原子、ハロゲン原子または置換基である。

【化2】



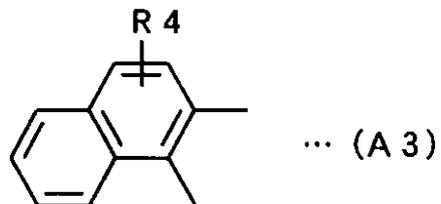
10

【化3】



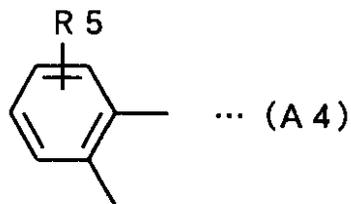
20

【化4】



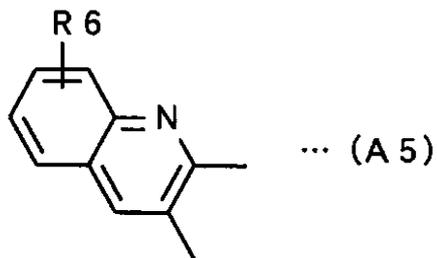
30

【化5】

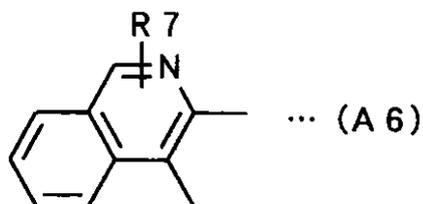


40

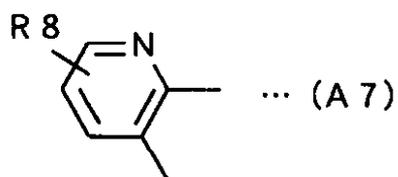
【化 6】



【化 7】



【化 8】



【請求項 2】

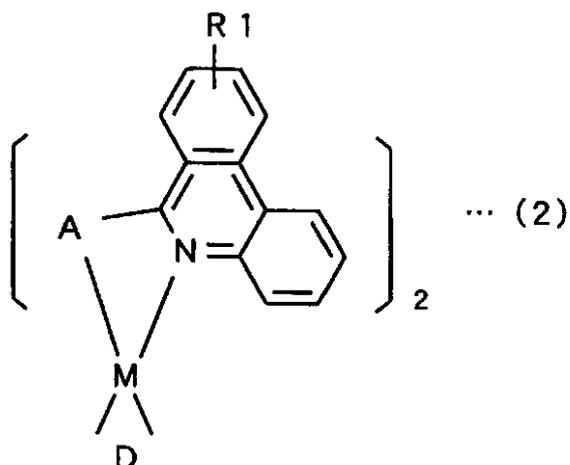
前記白金族元素は、イリジウム、白金、オスミウム、ルテニウム、ロジウムまたはパラジウムであることを特徴とする請求項 1 記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

30

【請求項 3】

前記白金族元素とフェナントリジン誘導体とから構成される化合物は、下記式 (2) で表される分子構造を有し、式 (2) 中の R 1 は水素原子、ハロゲン原子または置換基であり、A は置換基であり、M は白金族元素であり、D は環状構造を形成する置換基であることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【化 9】



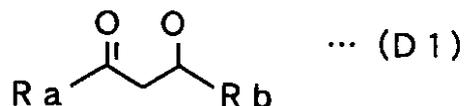
40

50

【請求項 4】

前記 D が下記式 (D 1) で表される分子構造を有し、式 (D 1) 中の R a および R b は同一または異なり、水素原子、ハロゲン原子または置換基であることを特徴とする請求項 3 記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【化 1 0】

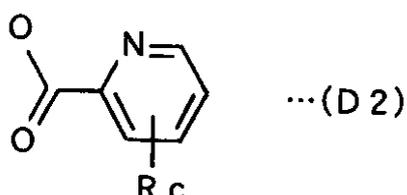


10

【請求項 5】

前記 D が下記式 (D 2) で表される分子構造を有し、式 (D 2) 中の R c は水素原子、ハロゲン原子または置換基であることを特徴とする請求項 3 記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【化 1 1】

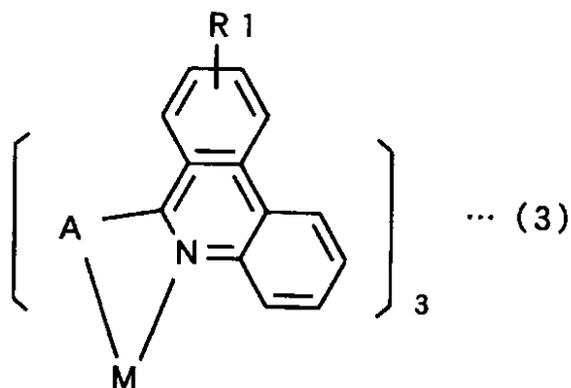


20

【請求項 6】

前記白金族元素とフェナントリジン誘導体とから構成される化合物は、下記式 (3) で表される分子構造を有し、式 (3) 中の R 1 は水素原子、ハロゲン原子または置換基であり、A は置換基であり、M は白金族元素であることを特徴とする請求項 1 または 2 記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【化 1 2】



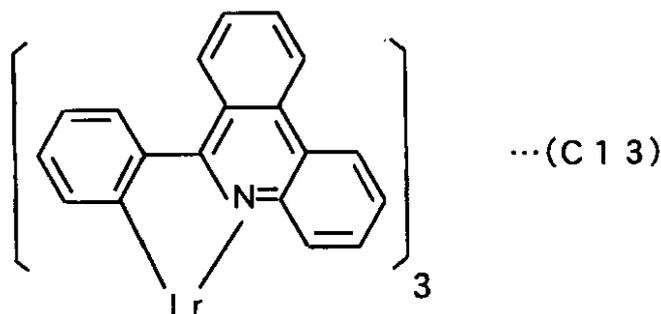
30

40

【請求項 7】

前記白金族元素とフェナントリジン誘導体とから構成される化合物は下記式 (C 1 3) で表される分子構造を有することを特徴とする請求項 6 記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【化13】

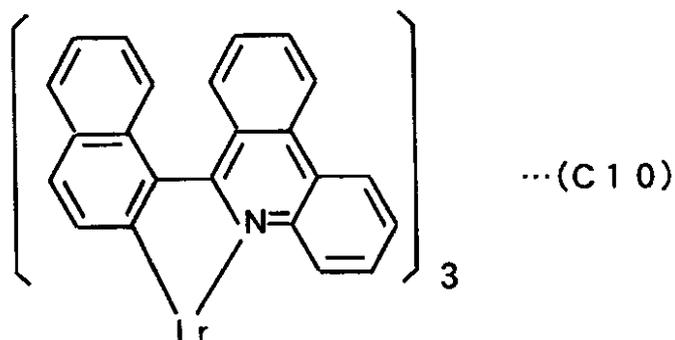


10

【請求項8】

前記白金族元素とフェナントリジン誘導体とから構成される化合物は下記式 (C10) で表される分子構造を有することを特徴とする請求項6記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【化14】



20

【請求項9】

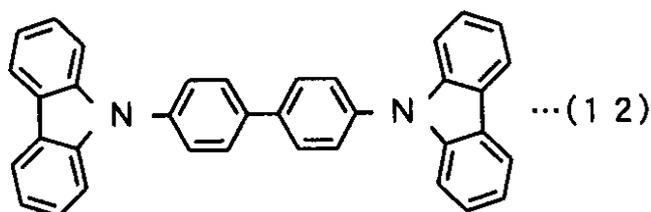
前記発光層はホスト材料をさらに含み、前記白金族元素とフェナントリジン誘導体とから構成される化合物の含有量は前記ホスト材料に対して0.1重量%以上50重量%以下であることを特徴とする請求項1~8のいずれかに記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

30

【請求項10】

前記ホスト材料は、下記式 (12) で表される分子構造を有する4,4'-ビス(カルバゾール-9-イル)ピフェニルであることを特徴とする請求項9記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【化15】



40

【請求項11】

前記発光層と前記電子注入電極との間に電子輸送層が設けられ、前記発光層と前記電子輸送層との間に前記電子輸送層よりも大きなイオン化ポテンシャルを有するホール阻止層が設けられたことを特徴とする請求項1~10のいずれかに記載の有機エレクトロルミネ

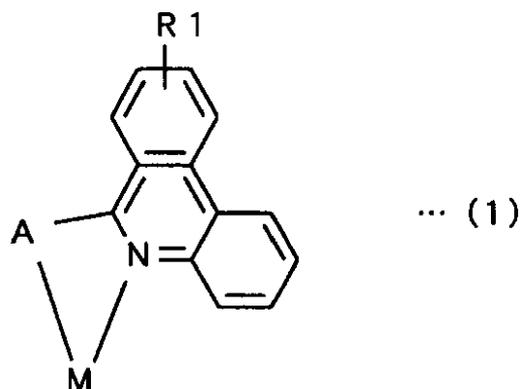
50

ッセンス素子。

【請求項 1 2】

下記式 (1) で表される分子構造を有することを特徴とする発光材料。

【化 1 6】



10

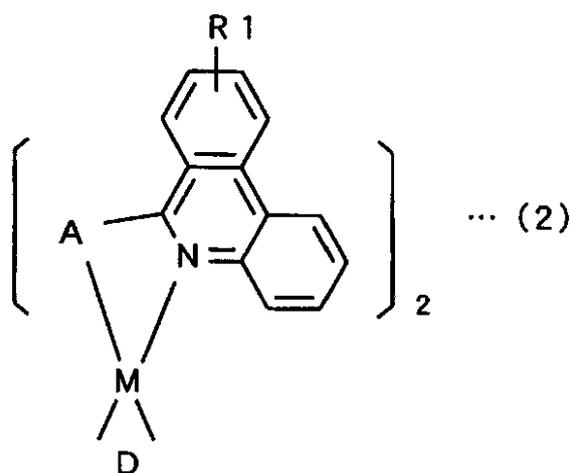
式 (1) 中の R 1 は水素原子、ハロゲン原子または置換基であり、M は白金族元素であり、A は前記式 (A 1) 乃至 (A 7) で表す分子構造から選ばれる 1 つの置換基であり、下記式以下式 (A 1) 乃至 (A 7) 中の R 2 乃至 R 8 は水素原子、ハロゲン原子または置換基である。

20

【請求項 1 3】

下記式 (2) で表される分子構造を有し、式 (2) 中の R 1 は水素原子、ハロゲン原子または置換基であり、A は置換基であり、M は白金族元素であり、D は下記式 (D 1) または、下記式 (D 2) で表される分子構造を有する置換基であることを特徴とする発光材料。

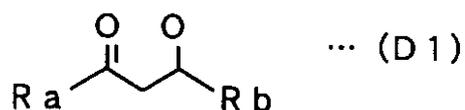
【化 1 7】



30

40

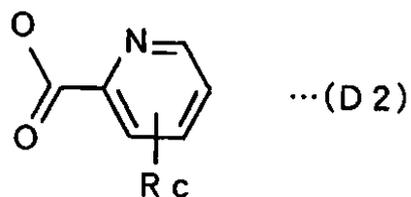
【化 1 8】



式 (D 1) 中の R a および R b は同一または異なり、水素原子、ハロゲン原子または置換基である。

50

【化 19】



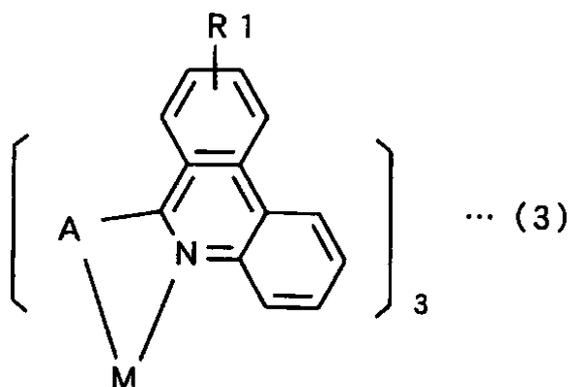
式 (D 2) 中の R c は水素原子、ハロゲン原子または置換基である。

【請求項 14】

10

下記式 (3) で表される分子構造を有することを特徴とする発光材料。

【化 20】



20

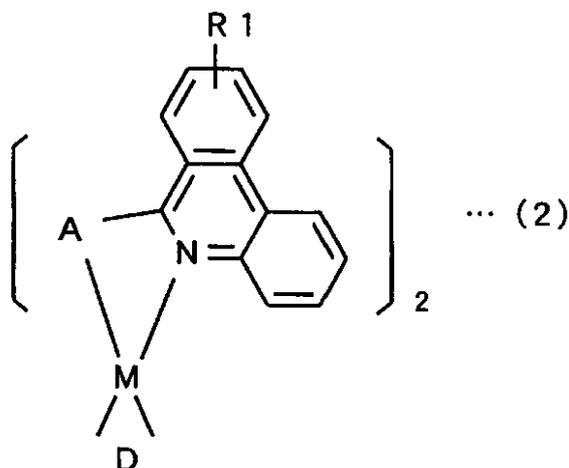
式 (3) 中の R 1 は水素原子、ハロゲン原子または置換基であり、M は白金族元素であり、A は前記式 (A 1) 乃至 (A 7) で表す分子構造から選ばれる 1 つの置換基であり、下記式以下式 (A 1) 乃至 (A 7) 中の R 2 乃至 R 8 は水素原子、ハロゲン原子または置換基である。

【請求項 15】

30

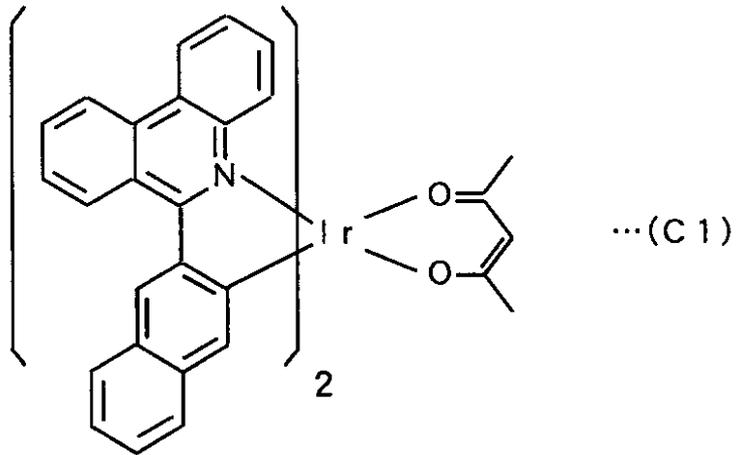
下記式 (2) で表される分子構造を有し、式 (2) 中の R 1 は水素原子、ハロゲン原子または置換基であり、A は置換基であり、M は白金族元素であり、D は下記式 (D 1) または、下記式 (D 2) で表される分子構造を有する置換基であることを特徴とする有機化合物。

【化 21】



40

【化 2 5】

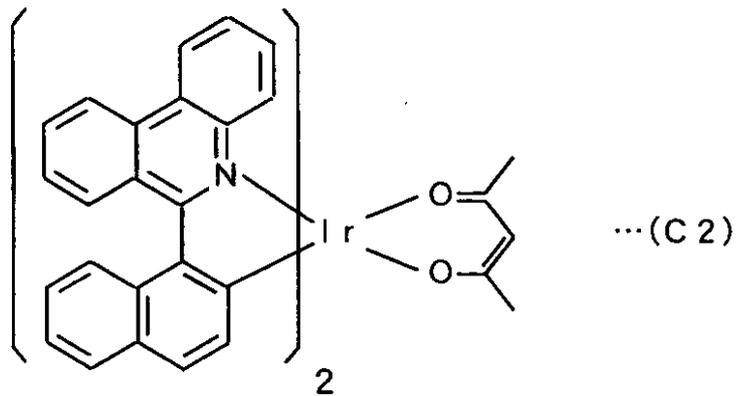


10

【請求項 1 8】

下記式 (C 2) で表される分子構造を有することを特徴とする有機化合物。

【化 2 6】



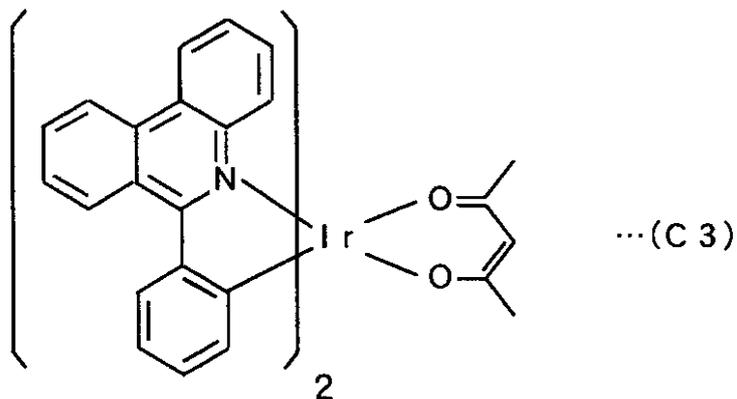
20

30

【請求項 1 9】

下記式 (C 3) で表される分子構造を有することを特徴とする有機化合物。

【化 2 7】

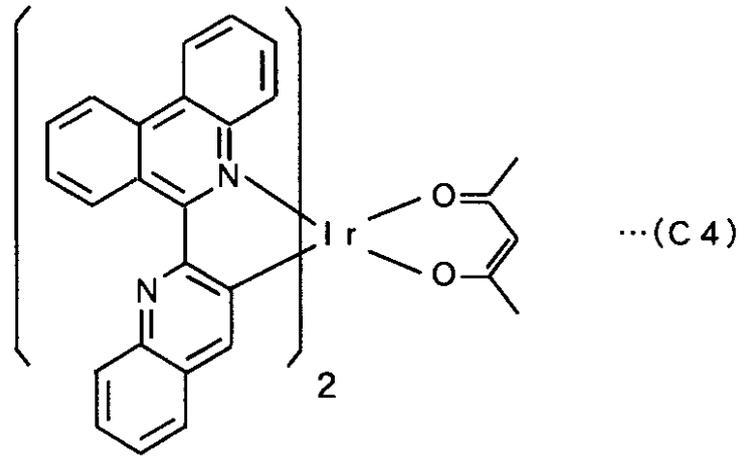


40

【請求項 2 0】

下記式 (C 4) で表される分子構造を有することを特徴とする有機化合物。

【化 2 8】

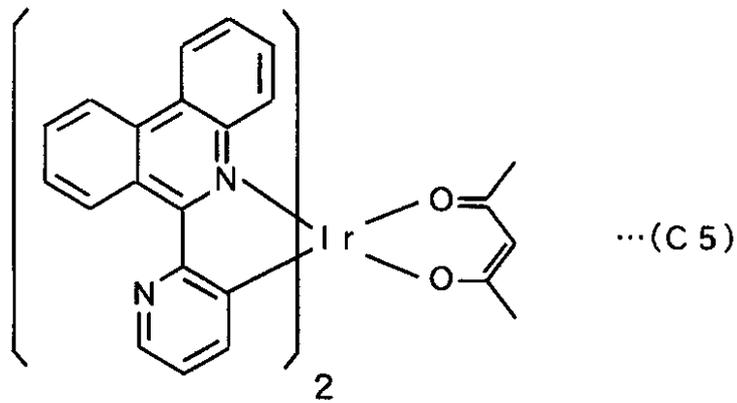


10

【請求項 2 1】

下記式 (C 5) で表される分子構造を有することを特徴とする有機化合物。

【化 2 9】



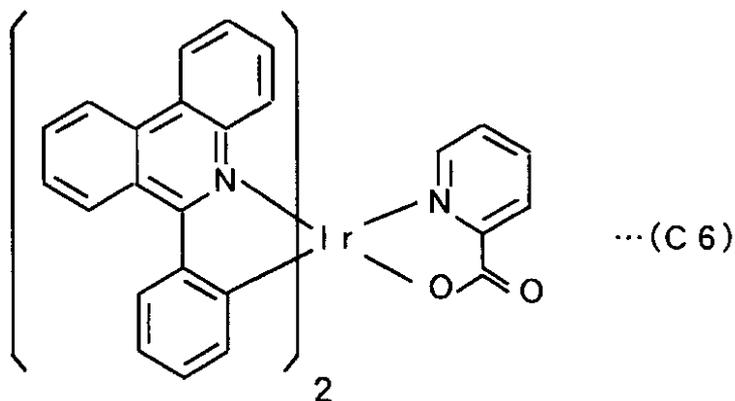
20

30

【請求項 2 2】

下記式 (C 6) で表される分子構造を有することを特徴とする有機化合物。

【化 3 0】

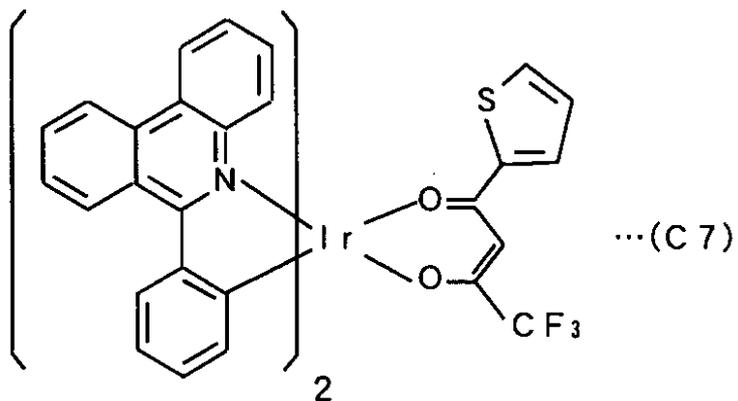


40

【請求項 2 3】

下記式 (C 7) で表される分子構造を有することを特徴とする有機化合物。

【化 3 1】

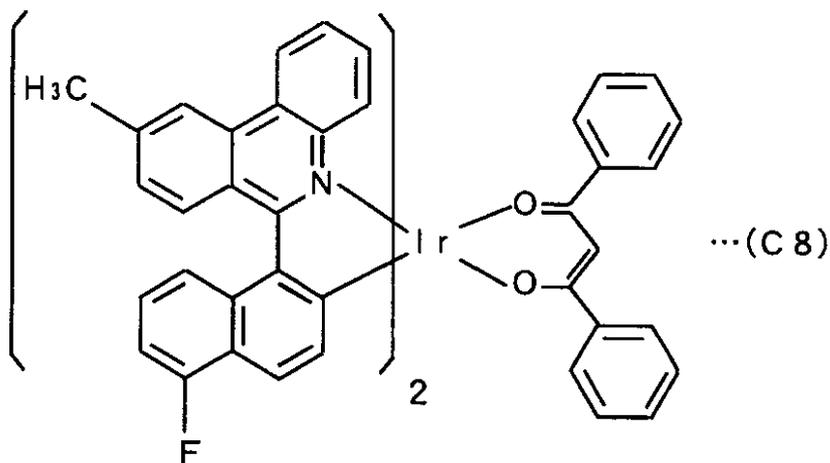


10

【請求項 2 4】

下記式 (C 8) で表される分子構造を有することを特徴とする有機化合物。

【化 3 2】



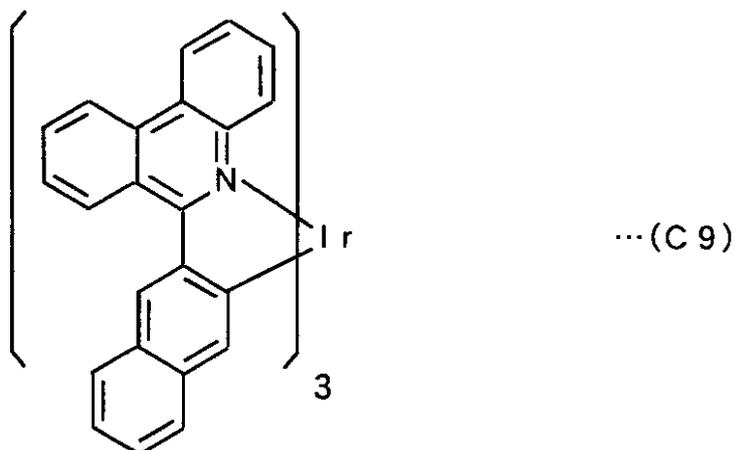
20

30

【請求項 2 5】

下記式 (C 9) で表される分子構造を有することを特徴とする有機化合物。

【化 3 3】



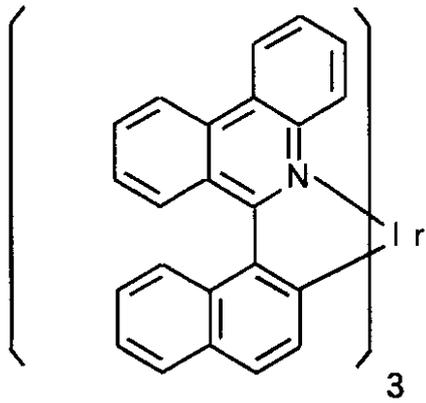
40

【請求項 2 6】

50

下記式 (C10) で表される分子構造を有することを特徴とする有機化合物。

【化34】



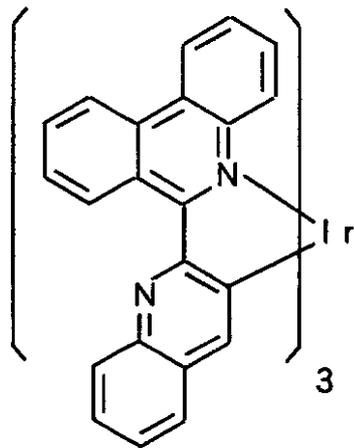
...(C10)

10

【請求項27】

下記式 (C11) で表される分子構造を有することを特徴とする有機化合物。

【化35】



...(C11)

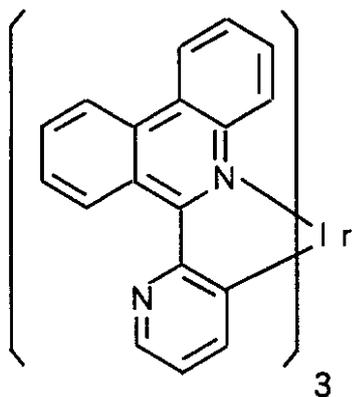
20

30

【請求項28】

下記式 (C12) で表される分子構造を有することを特徴とする有機化合物。

【化36】



...(C12)

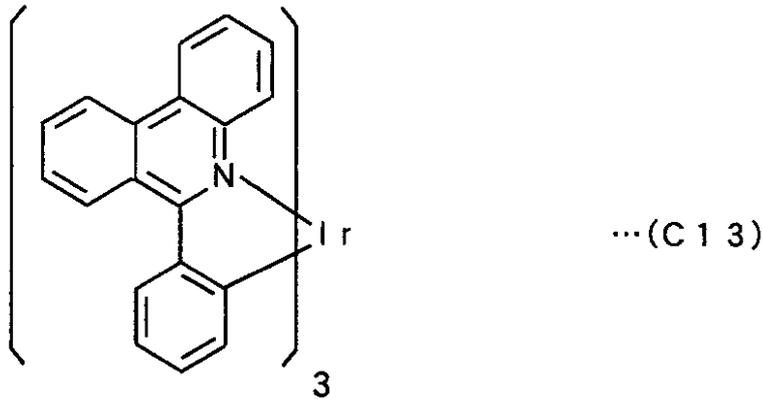
40

【請求項29】

50

下記式 (C 1 3) で表される分子構造を有することを特徴とする有機化合物。

【化 3 7】



10

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、有機エレクトロルミネッセンス素子、発光材料および有機化合物に関する。

【0002】

20

【従来の技術】

有機エレクトロルミネッセンス素子（以下、有機EL素子と称する）は、新しい自己発光型素子として期待されている。有機EL素子は、ホール注入電極と電子注入電極との間にキャリア輸送層（電子輸送層またはホール輸送層）および発光層が形成された積層構造を有している。

【0003】

ホール注入電極としては、金またはITO（インジウム - スズ酸化物）のような仕事関数の大きな電極材料が用いられ、電子注入電極としては、Mg（マグネシウム）またはLi（リチウム）のような仕事関数の小さな電極材料が用いられる。

【0004】

30

また、ホール輸送層、発光層および電子輸送層には有機材料が用いられる。ホール輸送層にはp型半導体の性質を有する材料が用いられ、電子輸送層にはn型半導体の性質を有する材料が用いられる。発光層も、電子輸送性またはホール輸送性のようなキャリア輸送性を有するとともに、蛍光または燐光を発する有機材料により構成される。

【0005】

これらのホール注入電極、ホール輸送層、発光層、電子輸送層および電子注入電極はこの順に積層され、有機EL素子が形成される。

【0006】

なお、用いる有機材料によって、ホール輸送層、電子輸送層および発光層の各機能層が複数の層により構成されたり、または省略されたりする。

40

【0007】

例えば、Chihaya Adachi et al., Appl. Phys. Lett., Vol. 55, pp. 1489-1491 (1989) に示された素子構造では、ホール注入電極と電子注入電極との間に発光層および電子輸送層の2層の有機層しか存在しない。それは、NSDという発光材料により構成された発光層が良好なホール輸送性を有しているため、発光層がホール輸送層も兼ねているからである。

【0008】

また、C.W. Tang et al., Appl. Phys. Lett., Vol. 51, pp. 913-915 (1987) に示された素子構造は、ホール輸送層および発光層の2層の有機層から構成されている。この場合、発光層のトリス（8-ヒドロキシキノリナト）アルミニウム（以下、Alqと呼ぶ）が発光お

50

よび電子輸送の2つの役割を果たしている。

【0009】

一方、S.A.VanSlyke et al., Appl. Phys.Lett., Vol.69, pp.2160-2162 (1996) に示された素子構造は、ホール注入層、ホール輸送層および発光層の3層の有機層から構成されている。この場合、ホール注入層は銅フタロシアニンから構成され、ホール輸送層と同様の働きを示し、素子全体では、ホール輸送層が2層存在することになる。

【0010】

このように、用いる有機材料によって、電子輸送層、ホール輸送層および発光層の構成数を自由に調整することができる。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】

有機EL素子においては、発光層を構成する有機材料を選択することにより、青色から赤色までの可視光を得ることが可能である。したがって、光の3原色(RGB)である赤色、緑色および青色の各単色光を発する有機EL素子を用いることにより、フルカラー表示を実現することが可能となる。

【0012】

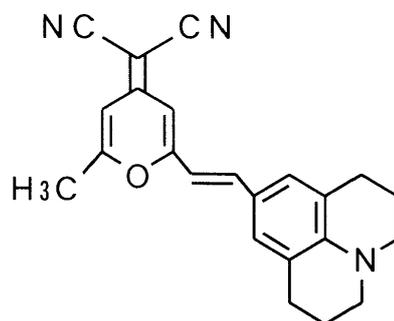
有機EL素子により得られる赤色光、緑色光および青色光の中で安定な光は緑色光および青色光である。これに対して、赤色～橙色の光においては、高輝度で発光効率の高い光を得ることが困難である。これは、効率良く赤色～橙色の蛍光または燐光を発する固体の有機材料が存在しないためである。

【0013】

例えば、赤色～橙色発光する有機EL素子の発光層の有機材料としては、主として下記式(13)で表される構造を有する(4-(ジシアノメチレン)-2-メチル-6-ジュロジン-4-イル-ピニル)-4H-ピラン(4-(dicyanomethylene)-2-methyl-6-julodin-4-yl-vinyl)-4H-pyran:以下、DCMと称する)等のレーザー色素系材料であるDCM系材料が用いられる。しかしながら、このようなDCM系材料を用いた有機EL素子においては、発光効率の向上を図ることが困難である。

【0014】

【化38】



...(13)

【0015】

本発明の目的は、高い輝度の赤色～橙色光を高い発光効率で得ることが可能な有機EL素子を提供することである。

【0016】

本発明の他の目的は、高い輝度の赤色～橙色光を高い発光効率で得ることが可能な発光材料を提供することである。

【0017】

本発明のさらに他の目的は、高い輝度の赤色～橙色光を高い発光効率で得ることが可能な有機化合物を提供することである。

【0018】

【課題を解決するための手段および発明の効果】

本発明に係る有機エレクトロルミネッセンス素子は、ホール注入電極と電子注入電極との

10

20

30

40

50

間に発光層を備えた有機エレクトロルミネッセンス素子であって、発光層は、白金族元素とフェナントリジン誘導体とから構成される化合物を含むものである。

【0019】

本発明に係る有機エレクトロルミネッセンス素子においては、発光層が白金族元素とフェナントリジン誘導体とから構成される化合物を含んでいる。

【0020】

ここで、白金族元素とフェナントリジン誘導体とから構成される化合物は、三重項励起状態を経由して発光することが可能な材料であるため、上記の有機エレクトロルミネッセンス素子の発光層においては、通常は有効に利用することができない三重項励起状態を有効に利用して赤色～橙色発光することが可能となる。

10

【0021】

このため、上記の有機エレクトロルミネッセンス素子においては、高輝度の赤色～橙色発光を高い発光効率で実現することが可能となる。

【0022】

なお、上記の有機エレクトロルミネッセンス素子において、発光層は、それ自体が白金族元素とフェナントリジン誘導体とから構成される化合物から構成されてもよい。あるいは、発光層にドーパントとして白金族元素とフェナントリジン誘導体とから構成される化合物が添加されていてもよい。

【0023】

白金族元素は、イリジウム、白金、オスミウム、ルテニウム、ロジウムまたはパラジウムであってよい。

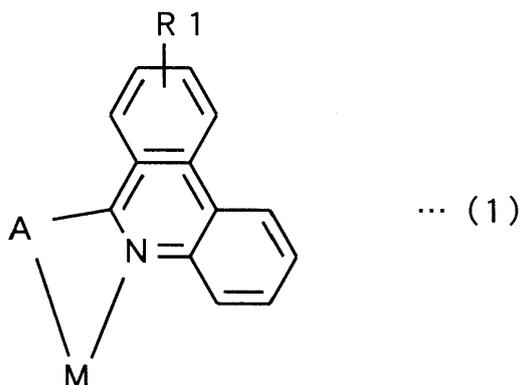
20

【0024】

白金族元素とフェナントリジン誘導体とから構成される化合物は、下記式(1)で表される分子構造を有し、式(1)中のR1は水素原子、ハロゲン原子または置換基であり、Aは置換基であり、Mは白金族元素であることが好ましい。

【0025】

【化39】



30

【0026】

このような分子構造を有する化合物から構成される発光層においては、三重項励起状態を経由して赤色～橙色発光することが可能となる。したがって、高輝度な赤色～橙色発光を高い発光効率で実現することが可能となる。

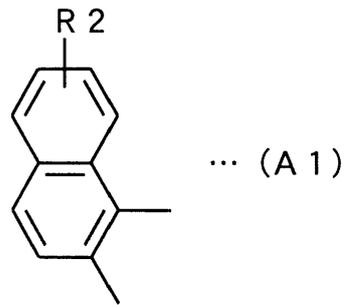
40

【0027】

式(1)で表される化合物においては、Aが下記式(A1)で表される分子構造を有し、式(2)中のR2は水素原子、ハロゲン原子または置換基であってよい。

【0028】

【化40】



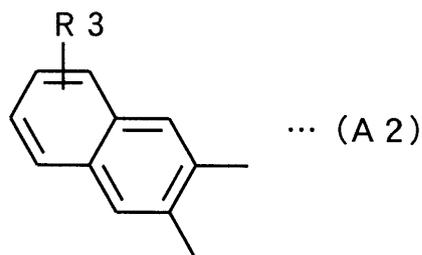
【 0 0 2 9 】

10

また、式 (1) で表される化合物においては、A が下記式 (A 2) で表される分子構造を有し、式 (A 2) 中の R 3 は水素原子、ハロゲン原子または置換基であってもよい。

【 0 0 3 0 】

【 化 4 1 】



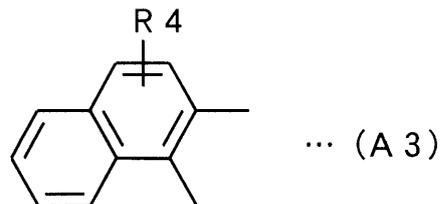
20

【 0 0 3 1 】

また、式 (1) で表される化合物においては、A が下記式 (A 3) で表される分子構造を有し、式 (A 3) 中の R 4 は水素原子、ハロゲン原子または置換基であってもよい。

【 0 0 3 2 】

【 化 4 2 】



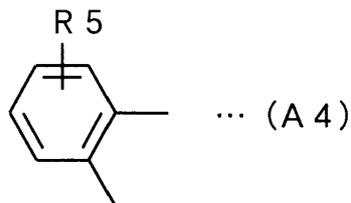
30

【 0 0 3 3 】

また、式 (1) で表される化合物においては、A が下記式 (A 4) で表される分子構造を有し、式 (A 4) 中の R 5 は水素原子、ハロゲン原子または置換基であってもよい。

【 0 0 3 4 】

【 化 4 3 】



40

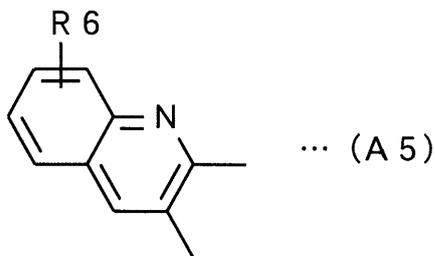
【 0 0 3 5 】

また、式 (1) で表される化合物においては、A が下記式 (A 5) で表される分子構造を有し、式 (A 5) 中の R 6 は水素原子、ハロゲン原子または置換基であってもよい。

【 0 0 3 6 】

50

【化44】

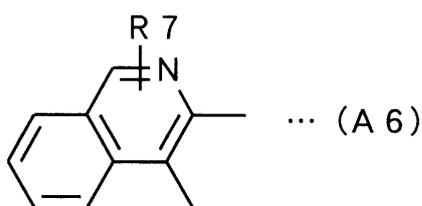


【0037】

また、式(1)で表される化合物においては、Aが下記式(A6)で表される分子構造を有し、式(A6)中のR7は水素原子、ハロゲン原子または置換基であってもよい。

【0038】

【化45】

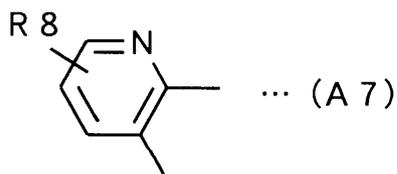


【0039】

また、式(1)で表される化合物においては、Aが下記式(A7)で表される分子構造を有し、式(A7)中のR8は水素原子、ハロゲン原子または置換基であってもよい。

【0040】

【化46】



【0041】

白金族元素とフェナントリジン誘導体とから構成される化合物は、下記式(2)で表される分子構造を有し、式(2)中のR1は水素原子、ハロゲン原子または置換基であり、Aは置換基であり、Mは白金族元素であり、Dは環状構造を形成する置換基であってもよい。

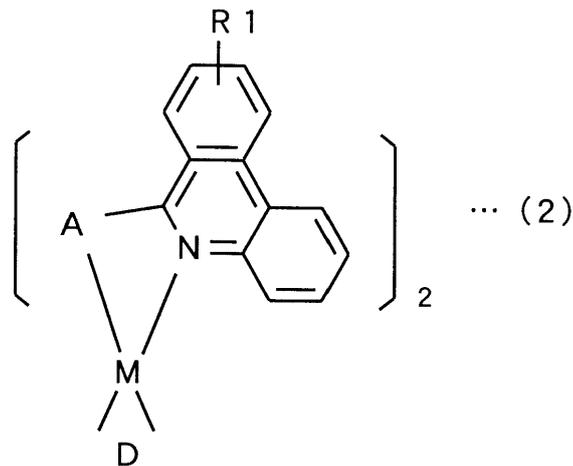
【0042】

【化47】

10

20

30



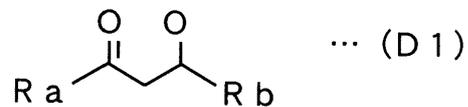
10

【0043】

Dが下記式(D1)で表される分子構造を有し、式(D1)中のR_aおよびR_bは同一または異なり、水素原子、ハロゲン原子または置換基であってもよい。

【0044】

【化48】



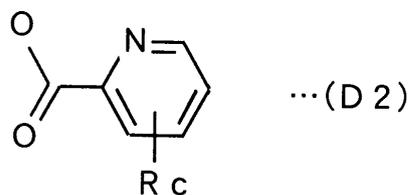
20

【0045】

Dが下記式(D2)で表される分子構造を有し、式(D2)中のR_cは水素原子、ハロゲン原子または置換基であってもよい。

【0046】

【化49】



30

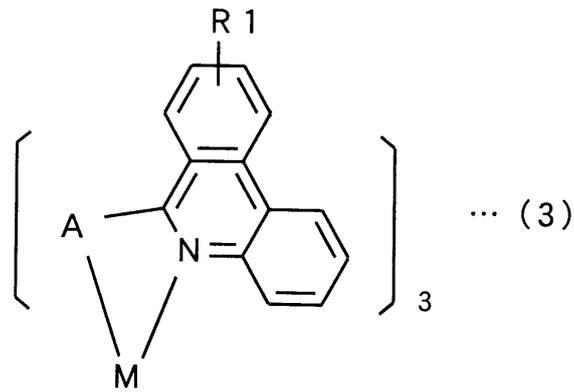
【0047】

白金族元素とフェナントリジン誘導体とから構成される化合物は、下記式(3)で表される分子構造を有し、式(3)中のR₁は水素原子、ハロゲン原子または置換基であり、Aは置換基であり、Mは白金族元素であってもよい。

【0048】

【化50】

40



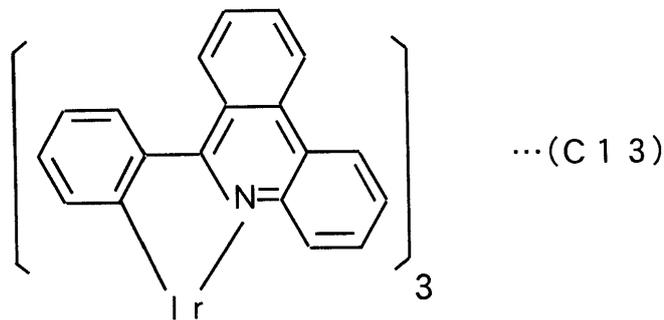
10

【0049】

白金族元素とフェナントリジン誘導体とから構成される化合物は、下記式(C13)で表される分子構造を有してもよい。

【0050】

【化51】



20

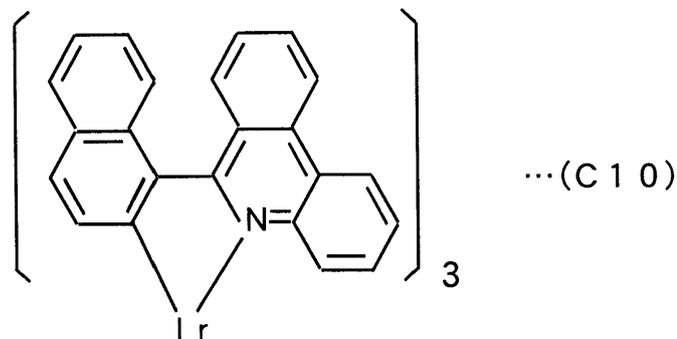
【0051】

白金族元素とフェナントリジン誘導体とから構成される化合物は、下記式(C10)で表される分子構造を有してもよい。

30

【0052】

【化52】



40

【0053】

発光層はホスト材料をさらに含み、白金族元素とフェナントリジン誘導体とから構成される化合物の含有量はホスト材料に対して0.1重量%以上50重量%以下であってもよい。このように、発光層において、白金族元素とフェナントリジン誘導体とから構成される化合物がドーパントとして添加される場合においても、高輝度な赤色～橙色光を高い発光効率で得ることが可能となる。

【0054】

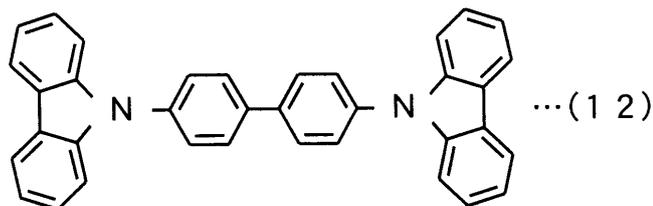
ホスト材料は、下記式(12)で表される分子構造を有する4,4'-ビス(カルバゾール-9-

50

イル) ビフェニルであってもよい。

【 0 0 5 5 】

【 化 5 3 】



10

【 0 0 5 6 】

このようなホスト材料を用いることにより、高い発光効率かつ高輝度で赤色～橙色の光を得ることが可能となる。

【 0 0 5 7 】

発光層と電子注入電極との間に電子輸送層が設けられ、発光層と電子輸送層との間に電子輸送層よりも大きなイオン化ポテンシャルを有するホール阻止層が設けられることが好ましい。このようなホール阻止層が設けられることにより、発光層とホール阻止層との間のエネルギー障壁が大きくなる。このため、正孔（ホール）が発光層から電子輸送層側へ注入されるのを防止することが可能となり、発光層において効率よく電子と正孔とを再結合させることが可能となる。それにより、有機エレクトロルミネッセンス素子の発光効率の向上を図ることが可能となる。

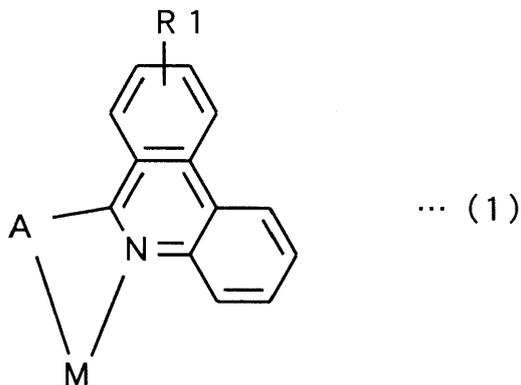
20

【 0 0 5 8 】

第2の発明に係る発光材料は、下記式(1)で表される分子構造を有し、式(1)中のR1は水素原子、ハロゲン原子または置換基であり、Aは置換基であり、Mは白金族元素である。

【 0 0 5 9 】

【 化 5 4 】



30

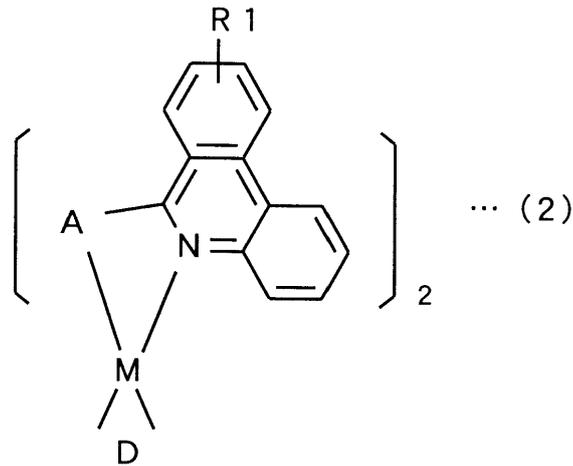
【 0 0 6 0 】

発光材料は、下記式(2)で表される分子構造を有し、式(2)中のR1は水素原子、ハロゲン原子または置換基であり、Aは置換基であり、Mは白金族元素であり、Dは環状構造を形成する置換基であってもよい。

40

【 0 0 6 1 】

【 化 5 5 】



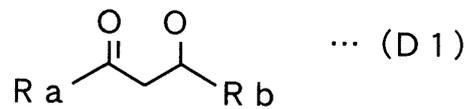
10

【0062】

Dは下記式(D1)で表される分子構造を有し、式(D1)中のR_aおよびR_bは同一または異なり、水素原子、ハロゲン原子または置換基であってもよい。

【0063】

【化56】



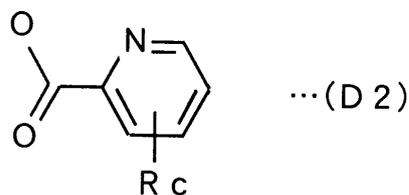
20

【0064】

Dは下記式(D2)で表される分子構造を有し、式(D2)中のR_cは水素原子、ハロゲン原子または置換基であってもよい。

【0065】

【化57】



30

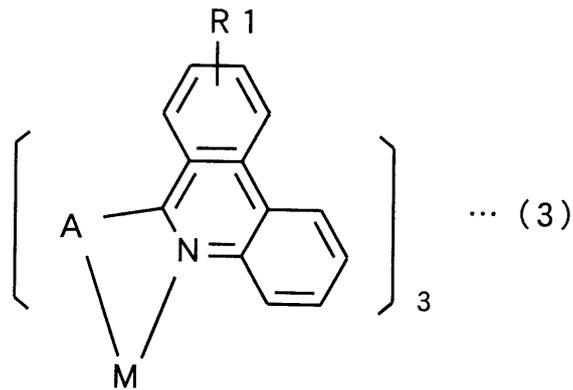
【0066】

発光材料は、下記式(3)で表される分子構造を有し、式(3)中のR₁は水素原子、ハロゲン原子または置換基であり、Aは置換基であり、Mは白金族元素であってもよい。

【0067】

【化58】

40



10

【0068】

このような発光材料は、三重項励起状態を経由して発光することが可能な材料であるため、赤色～橙色発光することが可能となる。

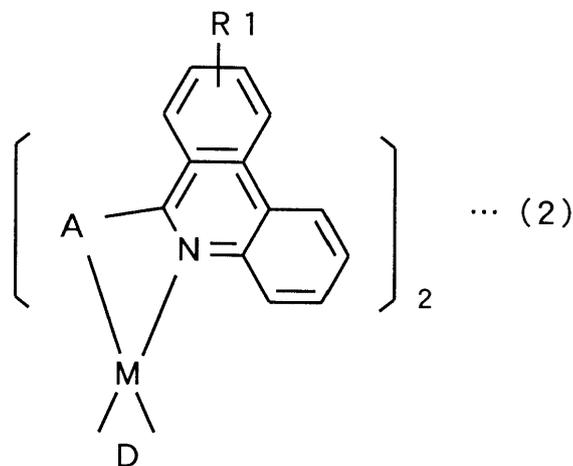
【0069】

第3の発明に係る有機化合物は、下記式(2)で表される分子構造を有し、式(2)中のR1は水素原子、ハロゲン原子または置換基であり、Aは置換基であり、Mは白金族元素であり、Dは環状構造を形成する置換基である。

【0070】

20

【化59】



30

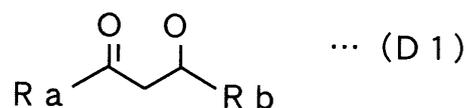
【0071】

Dは下記式(D1)で表される分子構造を有し、式(D1)中のRaおよびRbは同一または異なり、水素原子、ハロゲン原子または置換基であってもよい。

【0072】

【化60】

40



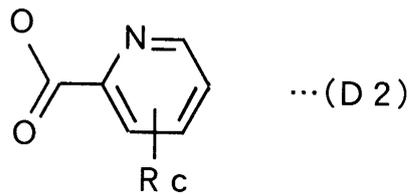
【0073】

Dは下記式(D2)で表される分子構造を有し、式(D2)中のRcは水素原子、ハロゲン原子または置換基であってもよい。

【0074】

【化61】

50

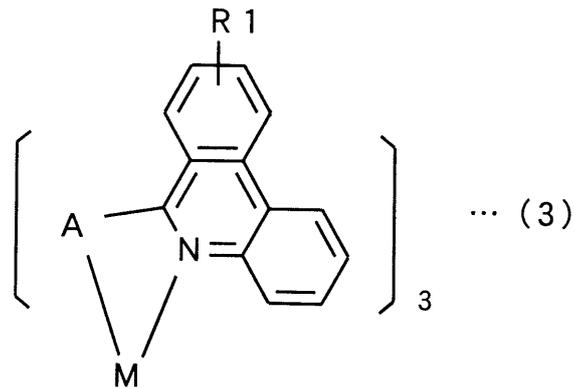


【0075】

第4の発明に係る有機化合物は、下記式(3)で表される分子構造を有し、式(3)中のR₁は水素原子、ハロゲン原子または置換基であり、Aは置換基であり、Mは白金族元素である。 10

【0076】

【化62】



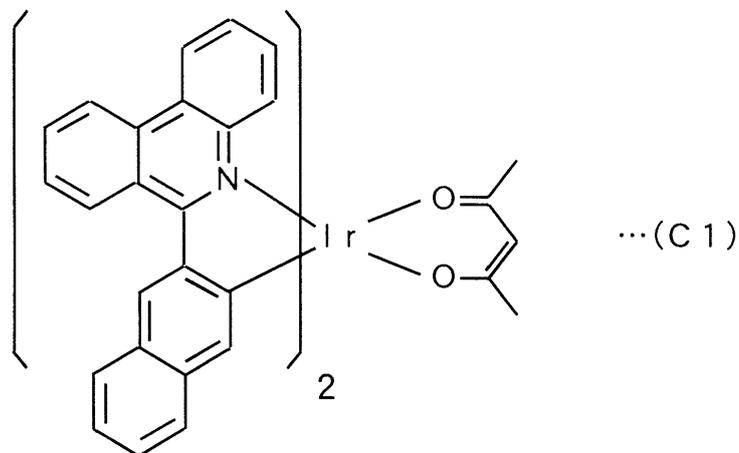
20

【0077】

有機化合物は、下記式(C1)で表される分子構造を有してもよい。

【0078】

【化63】



30

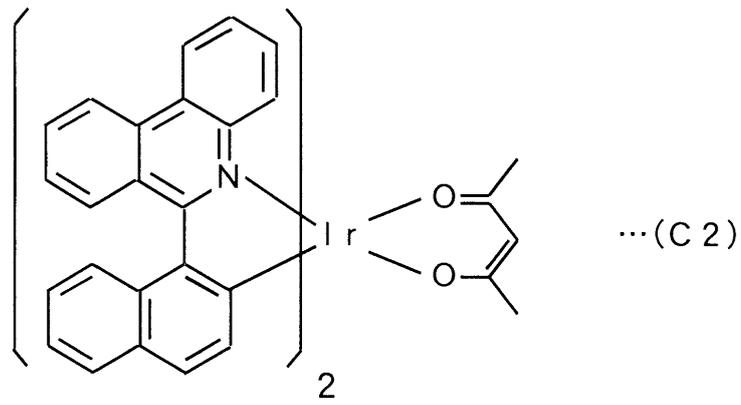
40

【0079】

有機化合物は、下記式(C2)で表される分子構造を有してもよい。

【0080】

【化64】



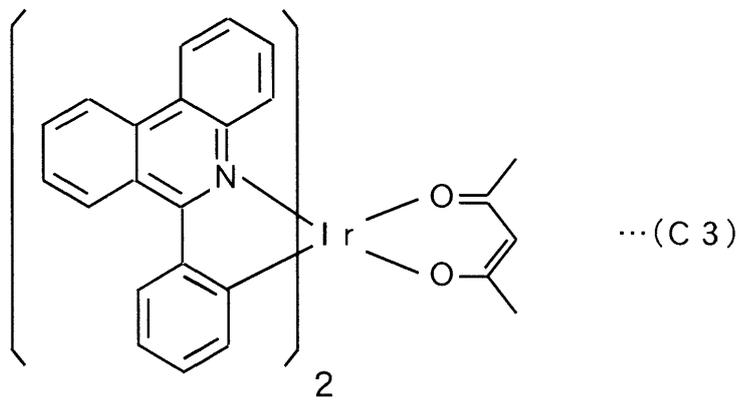
10

【 0 0 8 1 】

有機化合物は、下記式 (C 3) で表される分子構造を有してもよい。

【 0 0 8 2 】

【 化 6 5 】



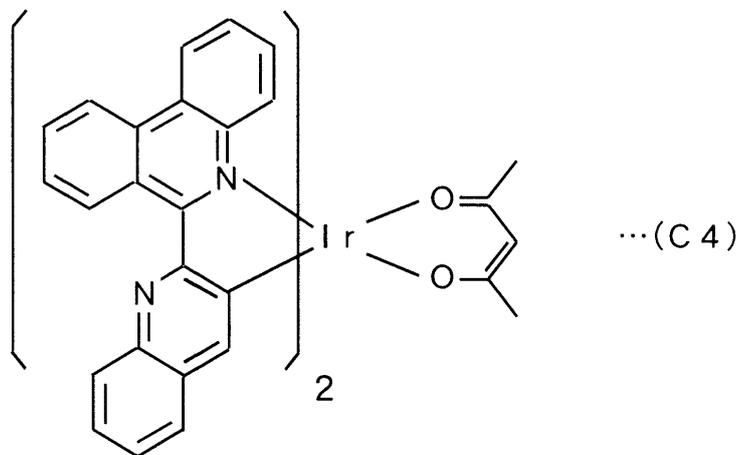
20

【 0 0 8 3 】

有機化合物は、下記式 (C 4) で表される分子構造を有してもよい。

【 0 0 8 4 】

【 化 6 6 】



40

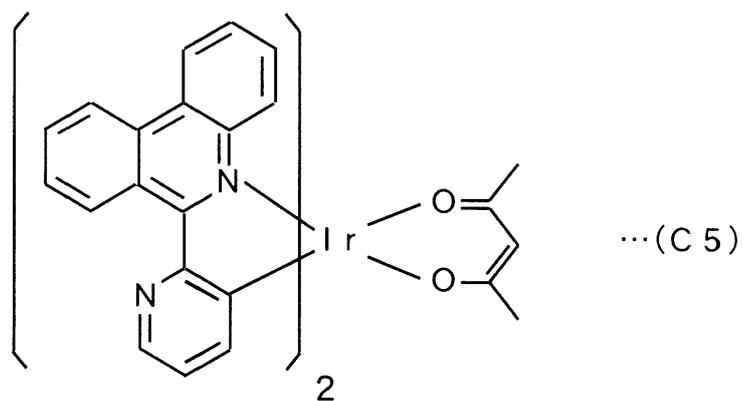
【 0 0 8 5 】

有機化合物は、下記式 (C 5) で表される分子構造を有してもよい。

【 0 0 8 6 】

【 化 6 7 】

50

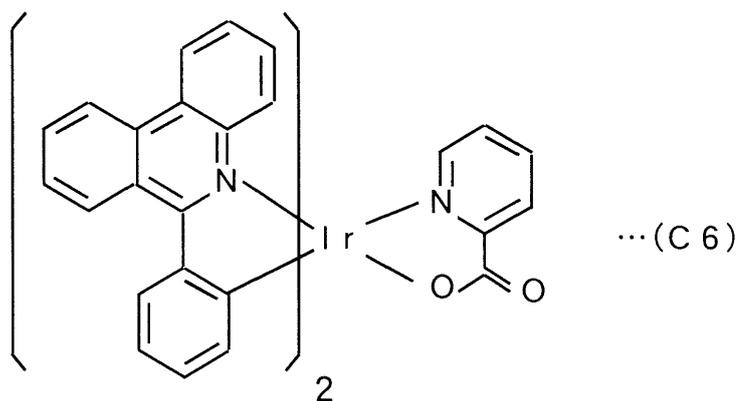


【0087】

有機化合物は、下記式(C6)で表される分子構造を有してもよい。

【0088】

【化68】

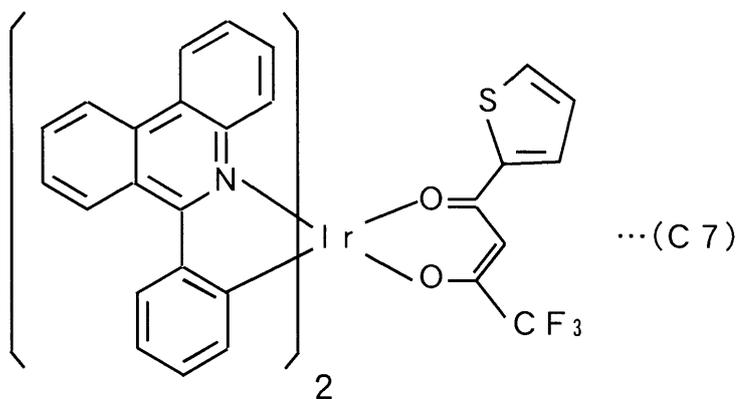


【0089】

有機化合物は、下記式(C7)で表される分子構造を有してもよい。

【0090】

【化69】

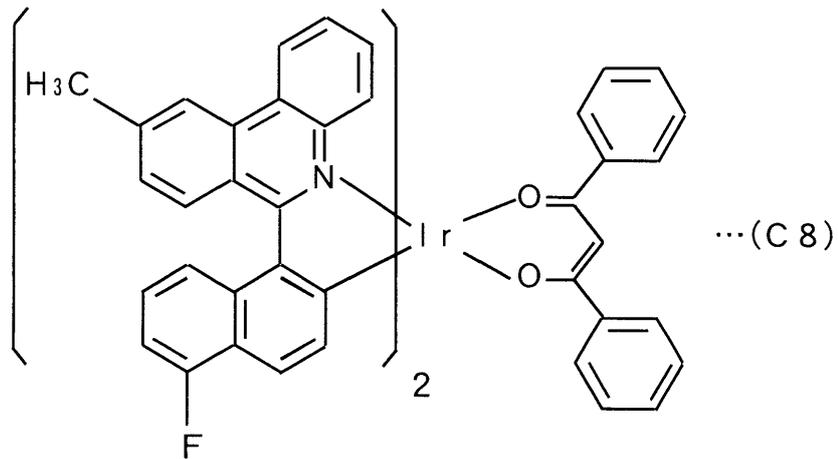


【0091】

有機化合物は、下記式(C8)で表される分子構造を有してもよい。

【0092】

【化70】



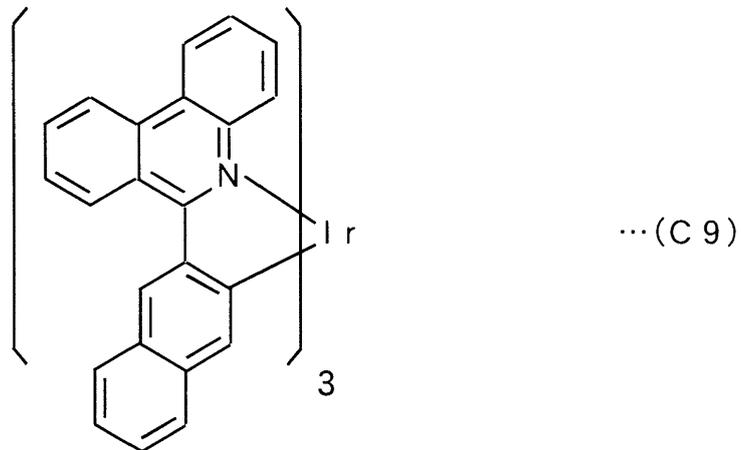
10

【0093】

有機化合物は、下記式(C9)で表される分子構造を有してもよい。

【0094】

【化71】



20

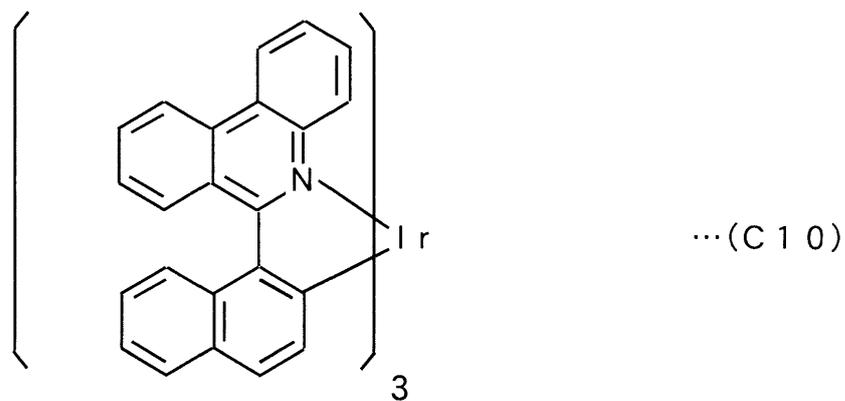
30

【0095】

有機化合物は、下記式(C10)で表される分子構造を有してもよい。

【0096】

【化72】



40

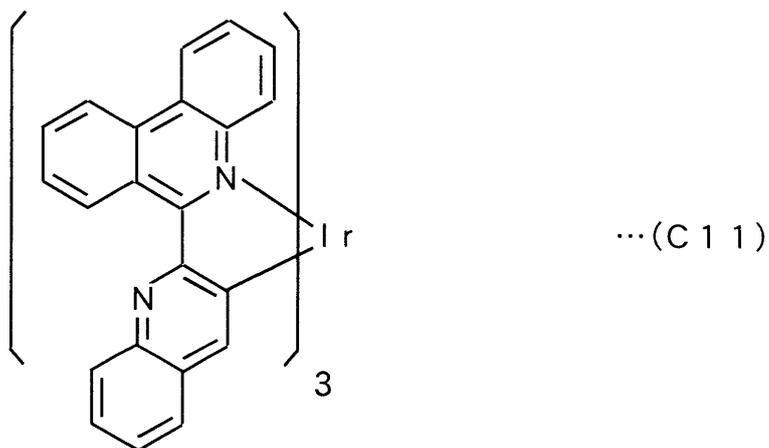
【0097】

有機化合物は、下記式(C11)で表される分子構造を有してもよい。

【0098】

【化73】

50



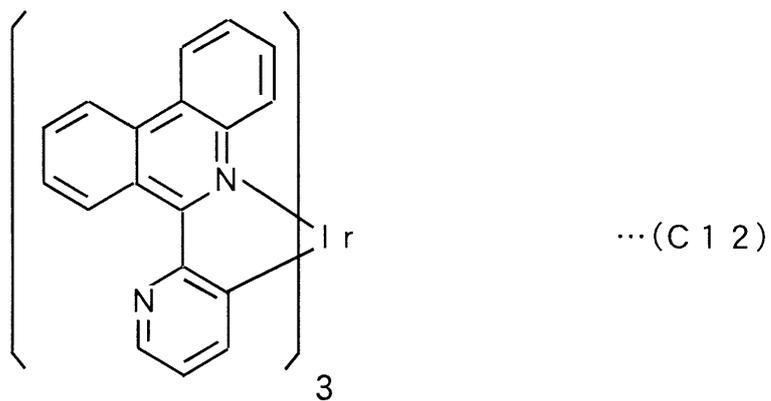
10

【 0 0 9 9 】

有機化合物は、下記式 (C 1 2) で表される分子構造を有してもよい。

【 0 1 0 0 】

【 化 7 4 】



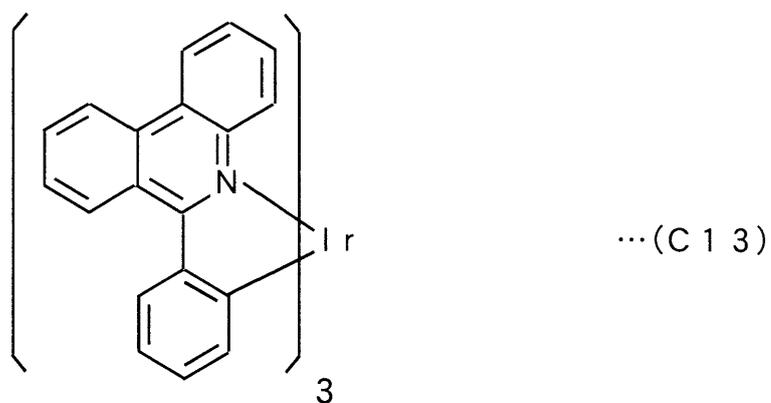
20

【 0 1 0 1 】

有機化合物は、下記式 (C 1 3) で表される分子構造を有してもよい。

【 0 1 0 2 】

【 化 7 5 】



40

【 0 1 0 3 】

【 発 明 の 実 施 の 形 態 】

図 1 は、本発明の一実施の形態における有機エレクトロルミネッセンス素子 (以下、有機 EL 素子と称する) の構造を示す模式図である。

【 0 1 0 4 】

50

図 1 に示すように、有機 EL 素子 100 においては、ガラス基板 1 上に透明電極膜からなるホール注入電極（陽極）2 が形成されている。ホール注入電極 2 上には、有機材料からなるホール輸送層 3 および有機材料からなる発光層 4 が順に形成されている。また、発光層 4 上には、有機材料からなるホール阻止層 5 が形成されており、ホール阻止層 5 上には電子輸送層 6 が形成され、その上に電子注入電極（陰極）7 が形成されている。

【0105】

発光層 4 は、フェナントリジン誘導体と金属である白金族元素とから構成される有機白金族元素化合物を含む。なお、発光層 4 は、それ自体がこのような有機白金族元素化合物から構成されてもよく、あるいは、発光ドーパントとしてこのような有機白金族元素化合物を含んでもよい。

10

【0106】

例えば、本実施例においては、後述のホスト材料に、発光ドーパントとして、白金族元素およびフェナントリジン誘導体からなる有機白金族元素化合物が含まれている。この場合の有機白金族元素化合物の含有量は、ホスト材料に対して 0.1 重量% ~ 50 重量%であり、好ましくは 1 重量% ~ 10 重量%である。

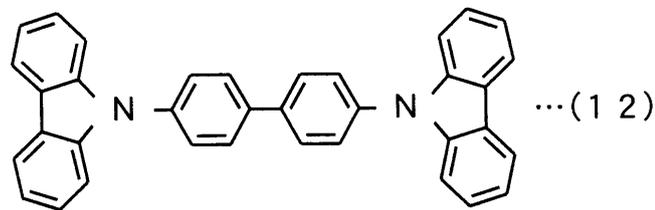
【0107】

なお、ホスト材料としては、例えば下記式 (12) で表される分子構造を有する 4,4'-ビス(カルバゾール-9-イル)ビフェニル(4,4'-bis(carbazol-9-yl)biphenyl: 以下、CBP と称する) が用いられる。

【0108】

【化76】

20



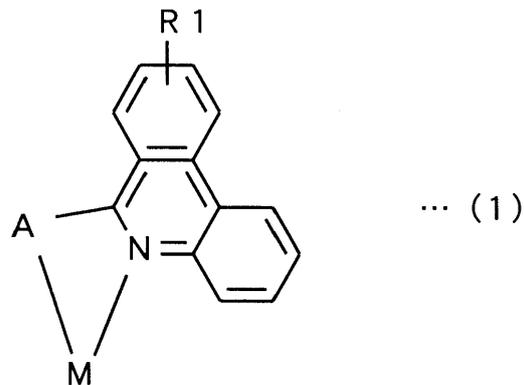
【0109】

発光層 4 に含まれる上記の有機白金族元素化合物は、下記式 (1) で表される分子構造を有することが好ましい。なお、式 (1) 中の R1 は水素原子、ハロゲン原子または置換基を示しており、A は後述の置換基を示し、M は後述の白金族元素を示す。

30

【0110】

【化77】



40

【0111】

例えば、R1 は -C_nH_{2n+1} (n = 0 ~ 10)、フェニル基、ナフチル基、チオフェン基、-CN、-N(C_nH_{2n+1})₂ (n = 1 ~ 10)、-COOC_nH_{2n+1} (n = 1 ~ 10)、-F、-Cl、-Br、-I、-OCH₃、-OC₂H₅ 等である。

50

【 0 1 1 2 】

また、上記式(1)中のMは、例えばイリジウム(Ir)、白金(Pt)、オスミウム(Os)、ルテニウム(Ru)、ロジウム(Rh)またはパラジウム(Pd)である。特に、Mがイリジウムまたは白金であることが好ましい。それにより、より高い輝度の赤色～橙色光をより高い発光効率で得ることが可能となる。

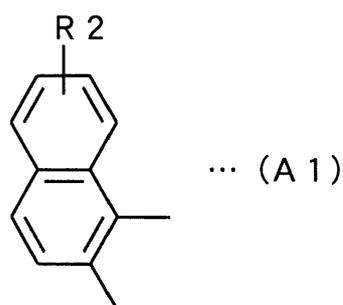
【 0 1 1 3 】

また、上記式(1)中のAは、例えば下記式(A1)で表される分子構造を有する置換基であってもよく、下記式(A2)で表される分子構造を有する置換基であってもよく、下記式(A3)で表される分子構造を有する置換基であってもよく、下記式(A4)で表される分子構造を有する置換基であってもよく、下記式(A5)で表される分子構造を有する置換基であってもよく、あるいは下記式(A7)で表される分子構造を有する置換基であってもよい。

10

【 0 1 1 4 】

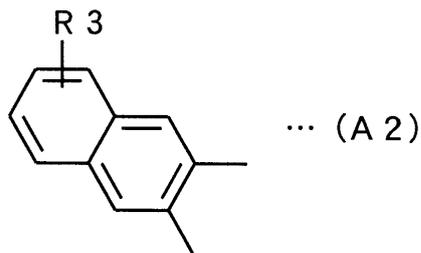
【化78】



20

【 0 1 1 5 】

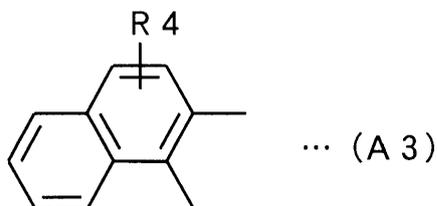
【化79】



30

【 0 1 1 6 】

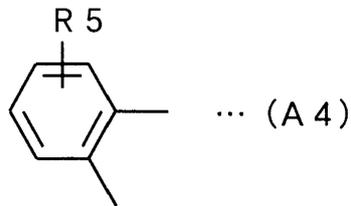
【化80】



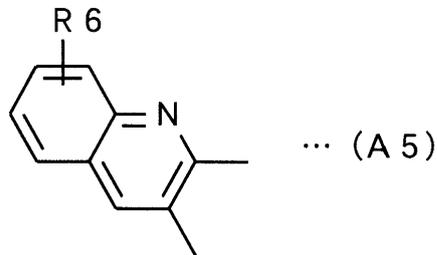
40

【 0 1 1 7 】

【化81】

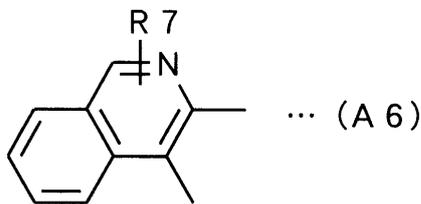


【 0 1 1 8 】
【 化 8 2 】



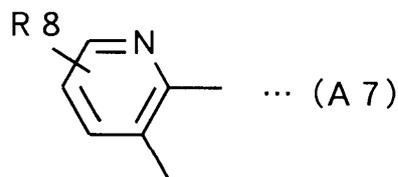
10

【 0 1 1 9 】
【 化 8 3 】



20

【 0 1 2 0 】
【 化 8 4 】



30

【 0 1 2 1 】

なお、式 (A 1) ~ (A 7) 中の R 2 ~ R 8 は水素原子、ハロゲン原子または置換基である。例えば、R 2 ~ R 8 は - C_n H_{2n+1} (n = 0 ~ 1 0)、フェニル基、ナフチル基、チオフェン基、- C N、- N (C_n H_{2n+1})₂ (n = 1 ~ 1 0)、- C O O C_n H_{2n+1} (n = 1 ~ 1 0)、- F、- C l、- B r、- I、- O C H₃、- O C₂ H₅ 等である。

【 0 1 2 2 】

このように白金族元素とフェナントリジン誘導体とから構成され上記式 (1) で表される構造を有する有機白金族元素化合物は、三重項励起状態を經由して赤色 ~ 橙色の燐光を発することが可能である。

40

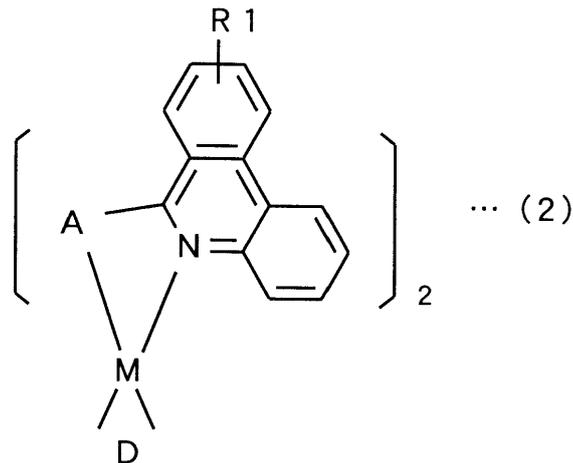
【 0 1 2 3 】

特に、発光層 4 に含まれる上記の有機白金族元素化合物は、下記式 (2) で表される分子構造を有することがより好ましい。なお、式 (2) 中の R 1 は水素原子、ハロゲン原子または式 (1) 中の R 1 と同様の置換基を示しており、A は式 (1) 中の A と同様の置換基を示し、M は式 (1) 中の M と同様の白金族元素を示し、D は環状構造を有する置換基を示す。例えば、式 (2) の化合物は、白金元素、フェナントリジン誘導体およびアセチルアセトン誘導体により構成される。

50

【 0 1 2 4 】

【 化 8 5 】



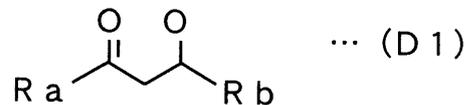
10

【 0 1 2 5 】

式(2)中のDは下記式(D1)で表される分子構造を有してもよい。

【 0 1 2 6 】

【 化 8 6 】



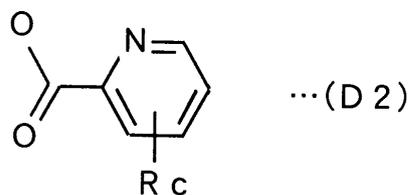
20

【 0 1 2 7 】

式(2)中のDは下記式(D2)で表される分子構造を有してもよい。

【 0 1 2 8 】

【 化 8 7 】



30

【 0 1 2 9 】

また、式(D1)および(D2)中のRa、RbおよびRcは水素原子、ハロゲン原子または置換基である。例えば、Ra、RbおよびRcは $-C_nH_{2n+1}$ ($n=0\sim 10$)、フェニル基、ナフチル基、チオフェン基、フリル基、シエニル基、 $-CN$ 、 $-N(C_nH_{2n+1})_2$ ($n=1\sim 10$)、 $-COOC_nH_{2n+1}$ ($n=1\sim 10$)、 $-F$ 、 $-Cl$ 、 $-Br$ 、 $-I$ 、 $-CF_3$ 、 $-OCH_3$ 、 $-OC_2H_5$ 等である。

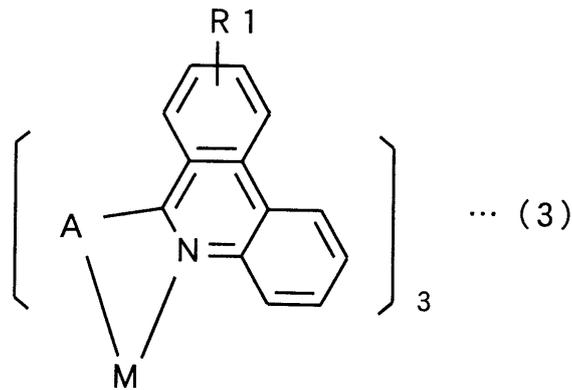
40

【 0 1 3 0 】

あるいは、発光層4に含まれる上記の有機白金族元素化合物は、下記式(3)で表される分子構造を有することがより好ましい。なお、式(3)中のR1は水素原子、ハロゲン原子または式(1)中のR1と同様の置換基を示しており、Aは式(1)中のAと同様の置換基を示し、Mは式(1)中のMと同様の白金族元素を示す。

【 0 1 3 1 】

【 化 8 8 】



10

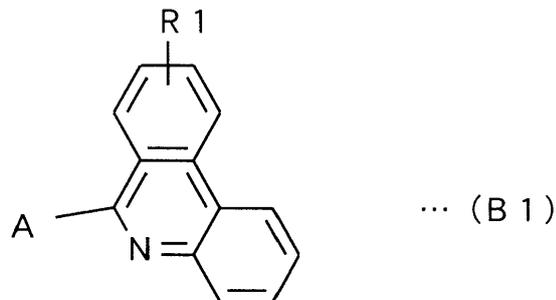
【0132】

上記式(2)で表される有機白金族元素化合物は、下記式(B1)で表される分子構造を有するフェナントリジン誘導体と白金族元素化合物と上記式(D1)または(D2)で表されるDに対応する化合物とを反応させ、白金族元素にフェナントリジン誘導体およびDを配位またはキレートさせることにより製造される。この場合、白金族元素化合物1molに対してフェナントリジン誘導体を1.5~2.5molおよびDに対応する化合物を0.5~1.5mol反応させる。白金族化合物としては、トリス(アセチルアセトナト)イリジウム(Ir(acac)₃)、または塩化イリジウム等を使用することができる。こ

20

【0133】

【化89】



30

【0134】

上記式(3)で表される有機白金族元素化合物は、上記式(B1)で表される分子構造を有するフェナントリジン誘導体と白金族元素化合物とを反応させ、白金族元素にフェナントリジン誘導体を配位またはキレートさせることにより製造される。この場合、白金族元素化合物1molに対してフェナントリジン誘導体を3mol以上反応させる。白金族元素化合物としては、トリス(アセチルアセトナト)イリジウム(Ir(acac)₃)、または塩化イリジウム等を使用することができる。ここで、「acac」は、「acetylacetonato」の略である。

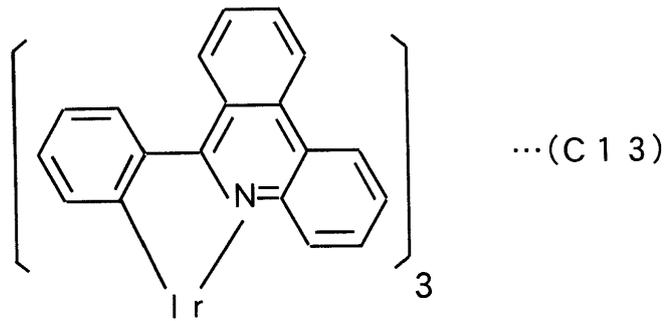
40

【0135】

例えば、発光層4に含まれる上記の有機白金族元素化合物としては、下記式(C13)で表されるイリジウムとフェナントリジン誘導体とにより構成される有機イリジウム化合物を用いてもよい。

【0136】

【化90】



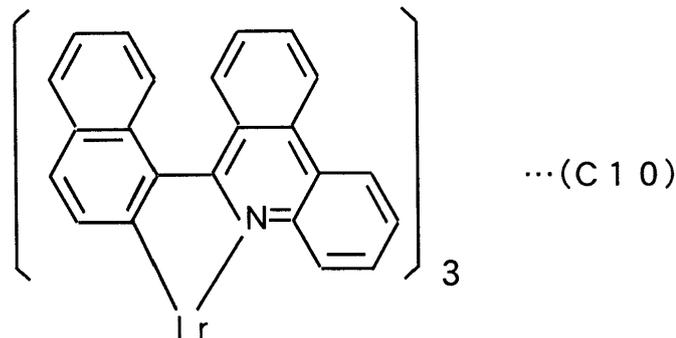
10

【0137】

また、発光層4に含まれる上記の有機白金族元素化合物として、下記式(C10)で表されるイリジウムとフェナントリジン誘導体とにより構成される有機イリジウム化合物を用いてもよい。

【0138】

【化91】



20

【0139】

ところで、量子力学的考察によると、電子と正孔との結合により生じる励起状態全体のうち、およそ4分の3の比率で電子スピンの平行な三重項励起状態が生成し、およそ4分の1の比率で電子スピンの逆平行でスピン量子数の和が0となる一重項励起状態が生成すると考えられている。

30

【0140】

これら2種類の励起状態のうち、一重項励起状態にある電子が基底状態へ遷移することによる発光は蛍光と呼ばれる。蛍光はスピン許容であり、容易に起こる。このため、蛍光は、有機EL素子等の発光現象において広く利用される。

【0141】

一方、三重項励起状態にある電子が基底状態へ遷移することによる発光は燐光と呼ばれる。燐光はスピン禁制であり、パウリの排他原理によれば、同一の電子軌道(この場合は基底状態に相当する)に電子スピンの平行な2つの電子が存在することはあり得ない。したがって、三重項励起状態にある電子が基底状態へ遷移して発光するためには、遷移する電子の電子スピンの何らかの摂動を受けて反転する必要がある。しかしながら、有機EL素子に通常用いられる発光物質の大部分では、電子スピンの反転は困難である。したがって、燐光は、通常物質では液体窒素温度以下のごく低温領域でのみ観測される特殊な現象として知られている。

40

【0142】

例えば、従来の赤色発光有機EL素子の発光材料として用いられる前述のDCM系材料は、一重項励起状態を経由して赤色の蛍光を発するものであり、この材料においては、励起状態全体のうちおよそ4分の3を占める三重項励起状態を有効に利用することができない。したがって、このようなDCM系の赤色発光材料からなる発光層を有する有機EL素子においては、発光効率の向上を図ることが困難である。

50

【 0 1 4 3 】

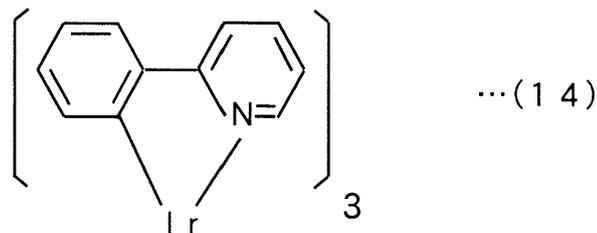
これに対して、前述のように、本実施の形態の有機 E L 素子 1 0 0 においては、発光層 4 が赤色～橙色の発光材料として上記式 (1) で表される構造を有する有機白金族元素化合物を含むため、発光層 4 においては三重項励起状態を経由して赤色～橙色の発光を発することが可能である。このように、この場合においては、励起状態全体のうちおよそ 4 分の 3 を示す三重項励起状態を有効に利用することが可能となる。それにより、有機 E L 素子 1 0 0 においては、高い輝度の赤色～橙色光を高い発光効率で得ることが可能となる。

【 0 1 4 4 】

ところで、M.A.Bald et al., Applied Physics Letters, Vol.75, No.1, p4 (1999) においては、下記式 (1 4) で表される分子構造を有する有機イリジウム化合物が開示されている。

【 0 1 4 5 】

【 化 9 2 】



10

20

【 0 1 4 6 】

しかしながら、ここで開示された有機イリジウム化合物は、フェニルピリジンとイリジウムとを組み合わせた化合物であり、それゆえ、本実施の形態のようにフェナントリジン誘導体と白金族元素とを組み合わせた化合物に比べて 共役電子系が短い。したがって、この文献で開示されたフェニルピリジンとイリジウムとからなる有機イリジウム化合物の発光色は緑色となる。

【 0 1 4 7 】

一方、本実施の形態においては、フェナントリジン誘導体と白金族元素とを組み合わせた有機白金族元素化合物を用いているため、フェニルピリジンとイリジウムからなる上記の化合物に比べて 共役電子系を延長させることが可能となる。したがって、本実施の形態においては、赤色～橙色の領域にスペクトルを移行させることが可能となり、赤色～橙色発光が可能な有機 E L 素子の実現可能となる。

30

【 0 1 4 8 】

なお、本発明に係る有機 E L 素子の構造は、上記の構造に限定されず、種々の構造を用いることができる。例えば、ホール注入電極 2 と電子注入電極 7 との間に発光層および電子輸送層の 2 層のみを設けた構造であってもよい。また、ホール注入電極 2 と電子注入電極 7 との間にホール輸送層、発光層、ホール阻止層および電子輸送層が順に積層された構造であってもよい。

【 0 1 4 9 】

なお、有機 E L 素子においては、発光層と電子輸送層との間に、電子輸送層よりも大きなイオン化ポテンシャルを有するホール阻止層を設けることが好ましい。このようなホール阻止層を設けることにより、発光層とホール阻止層との間のエネルギー障壁を大きくすることが可能となる。それにより、正孔 (ホール) が発光層から電子注入電極側の層 (例えば電子輸送層や電子注入層) に注入されるのを防止することが可能となり、発光層において効率よく正孔と電子とを再結合させることが可能となる。その結果、有機 E L 素子において発光効率の向上を図ることが可能となる。

40

【 0 1 5 0 】

上記の有機 E L 素子 1 0 0 においては、ホール注入電極 2 と電子注入電極 7 との間に電圧を印加することにより、有機 E L 素子 1 0 0 の発光層 4 が赤色～橙色発光し、ガラス基板

50

1の裏面から光が出射される。

【0151】

【実施例】

以下、実施例および比較例の有機EL素子を作製し、この素子の発光特性を測定した。

【0152】

【実施例A】

実施例Aにおいては、ガラス基板上にホール注入電極（陽極）、ホール輸送層、発光層、ホール阻止層、電子輸送層および電子注入電極（陰極）が順に積層されてなる有機EL素子を用いた。

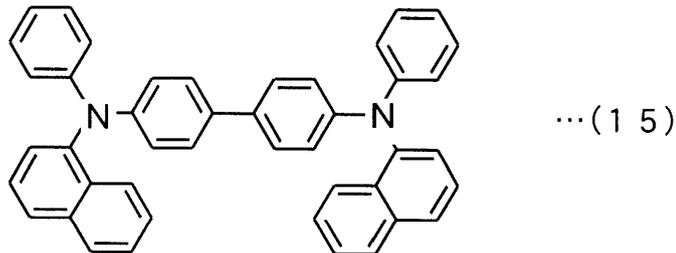
【0153】

この場合、有機EL素子のホール注入電極は、厚み1000のインジウム・スズ酸化物（ITO）からなる。また、ホール輸送層は、厚み500を有し、下記式（15）で表される分子構造を有するN,N'-ジ（ナフタレン-1-イル）-N,N'-ジフェニル-ベンジジン（N,N'-Di（naphthalen-1-yl）-N,N'-diphenyl-benzidine：以下、NPBと称する）からなる。

10

【0154】

【化93】



20

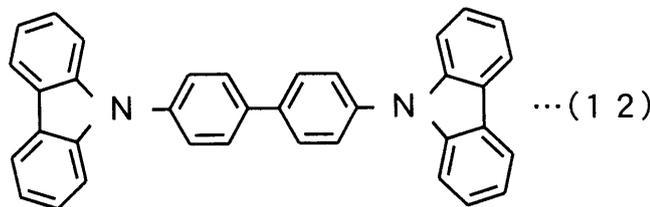
【0155】

発光層4は、厚み200を有し、ホスト材料として下記式（12）で表される分子構造を有するCBPを含みかつ赤色～橙色発光ドーパントとして下記式（13）で表される分子構造を有するイリジウムとフェニルフェナントリジン誘導体とからなる有機イリジウム化合物（以下、Ir（Ph-Phen）₃と呼ぶ）を含む。このIr（Ph-Phen）₃は三重項励起状態を経由して赤色～橙色発光することが可能である。

30

【0156】

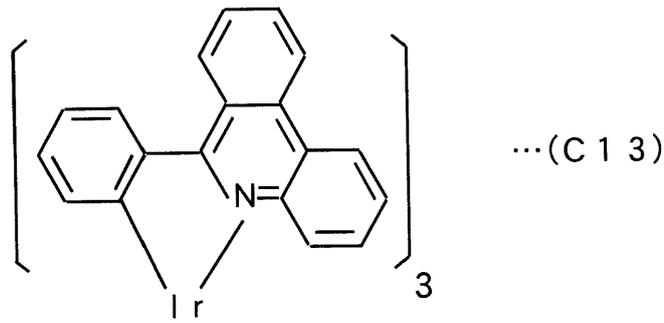
【化94】



40

【0157】

【化95】



10

【 0 1 5 8 】

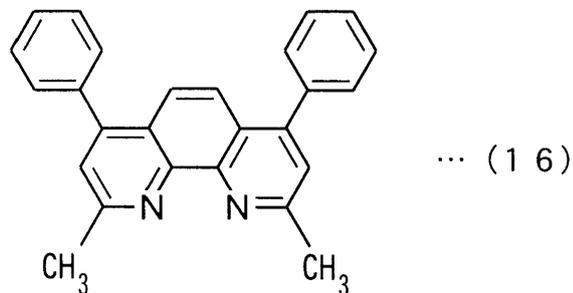
なお、この場合、発光層 4 は、 $\text{Ir}(\text{Ph}-\text{Phen})_3$ をホスト材料である C B P に対して 6 . 5 重量% 含む。また、この場合においては、ホスト材料である C B P のイオン化ポテンシャルは 5 . 9 e V である。

【 0 1 5 9 】

ホール阻止層は、厚み 1 0 0 を有し、下記式 (1 6) で表される分子構造を有するバソクプロイン (Bathocuproine: 以下、B C P と称する) から構成される。このような B C P から構成されるホール阻止層のイオン化ポテンシャルは 6 . 2 e V であり、発光層のホスト材料である C B P に比べて大きなイオン化ポテンシャルを有する。

【 0 1 6 0 】

【 化 9 6 】



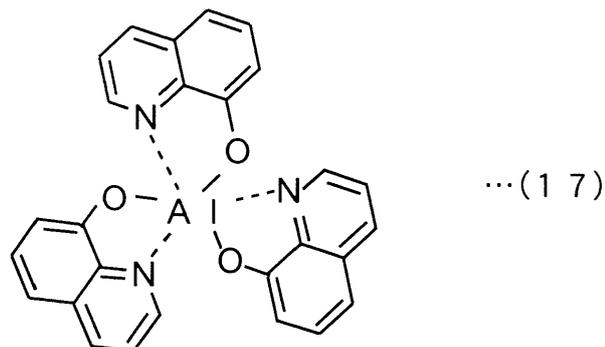
30

【 0 1 6 1 】

また、電子輸送層は、厚み 1 5 0 を有し、下記式 (1 7) で表される分子構造を有するトリス (8 - ヒドロキシキノリナト) アルミニウム (以下、A l q と称する) から構成される。このような A l q から構成される電子輸送層のイオン化ポテンシャルは 5 . 5 e V である。

【 0 1 6 2 】

【 化 9 7 】



40

【 0 1 6 3 】

ここで、上記のようにイオン化ポテンシャルの大きなホール阻止層が発光層と電子輸送層との間に形成された本例の有機 E L 素子においては、発光層とホール阻止層との間のエネ

50

ルギー障壁が大きくなる。このため、正孔（ホール）が発光層から電子輸送層に注入されるのを防止することが可能となる。それにより、発光層において効率よく正孔と電子との再結合を行うことが可能となる。その結果、有機EL素子において、発光効率の向上を図ることが可能となる。

【0164】

また、電子注入電極は、厚み2000 のMgIn合金（比率10：1）からなる。

【0165】

上記のような構造を有する有機EL素子は、以下のようにして作製した。

まず、ガラス基板上にインジウム - スズ酸化物（ITO）からなるホール注入電極を形成した。次に、ホール注入電極が形成されたガラス基板を、中性洗剤により洗浄した後、アセトン中で10分間およびエタノール中で10分間超音波洗浄した。さらに、オゾンクリーナにてガラス基板の表面の洗浄を行った。

【0166】

この後、上記ITOからなるホール注入電極上に、真空蒸着法によりホール輸送層、発光層、ホール阻止層、電子輸送層および電子注入電極を順に積層した。これらの蒸着は、いずれも真空度 1×10^{-6} Torrで基板温度の制御を行わずに常温の条件下で行った。

【0167】

上記の方法により作製した有機EL素子のホール注入電極に正のバイアス電圧を印加するとともに電子注入電極に負のバイアス電圧を印加し、この素子の発光特性の測定を行った。また、図2はIr(Ph-Phen)₃のフォトルミネッセンス（PL）スペクトルを示す図である。

【0168】

図2に示すように、Ir(Ph-Phen)₃のフォトルミネッセンススペクトルは、波長650nmにピークを有する。

【0169】

この場合、有機EL素子の最高輝度は10,200 cd/m²であり、この時の発光効率は6 cd/Aであった。また、この有機EL素子においては、赤色発光が得られた。

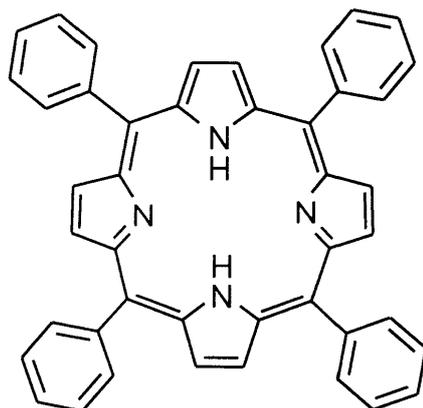
【0170】

[比較例]

比較例においては、発光層の赤色～橙色発光ドーパントとして、Ir(Ph-Phen)₃の代わりに下記式(18)で表される構造を有する5,10,15,20-テトラフェニル-21H,23H-ポルフィン(5,10,15,20-Tetraphenyl-21H,23H-porphine:以下、TPPと称する)を用いた点を除いて、実施例Aと同様の構造を有する有機EL素子を用いた。このような比較例の有機EL素子は、実施例Aの有機ELと同様の方法により作製した。なお、発光層中に赤色～橙色発光ドーパントとして含まれるTPPは、一重項励起状態を經由して赤色～橙色発光する物質である。

【0171】

【化98】



…(18)

10

20

30

40

50

【 0 1 7 2 】

上記の有機 E L 素子について、実施例 A の場合と同様の方法により、発光特性の測定を行った。その結果、この有機 E L 素子においては、波長 6 4 5 n m にピークを有する赤色発光が得られた。なお、この場合の最高輝度は 1 0 0 c d / m² であり、この時の発光効率は 0 . 1 c d / A であった。

【 0 1 7 3 】

以上のように、上記の実施例 A および比較例から、発光層の赤色～橙色発光ドーパントとして三重項励起材料である I r (P h - P h e n)₃ を用いることにより、有機 E L 素子において高輝度な赤色を良好な発光効率で実現することが可能であることが分かった。

【 0 1 7 4 】

[実施例 1 ~ 1 3]

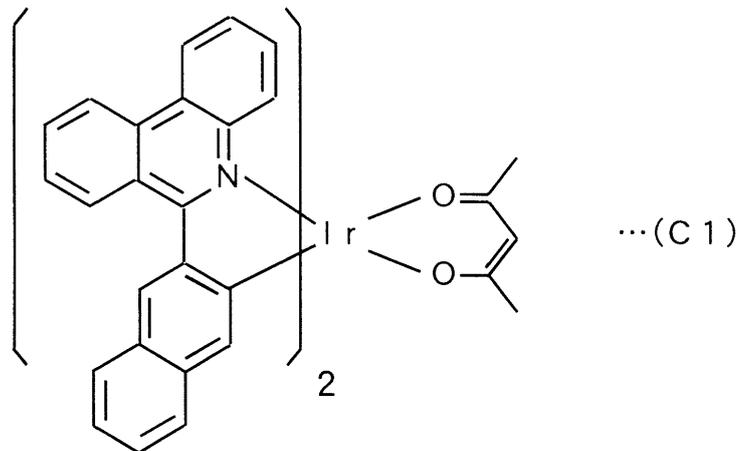
実施例 1 ~ 1 3 においては、発光層のドーパントを除いて、実施例 A の有機 E L 素子と同様の構造を有する有機 E L 素子を用いた。なお、実施例 1 ~ 1 3 の有機 E L 素子は、実施例 A の有機 E L 素子の製造方法と同様の方法により作製した。なお、実施例 1 3 の有機 E L 素子は、実施例 A の有機 E L 素子と同様の構造を有するが、実施例 1 3 の有機 E L 素子は、実施例 A の有機 E L 素子とは異なる時期に作製した。

【 0 1 7 5 】

実施例 1 ~ 1 3 の有機 E L 素子の発光層のドーパントとしては、それぞれ下記式 (C 1) ~ (C 1 3) で表される分子構造を有する化合物 1 ~ 1 3 を用いた。

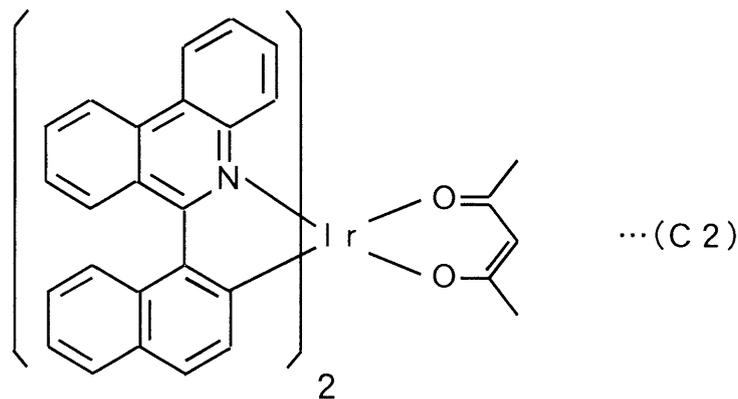
【 0 1 7 6 】

【 化 9 9 】



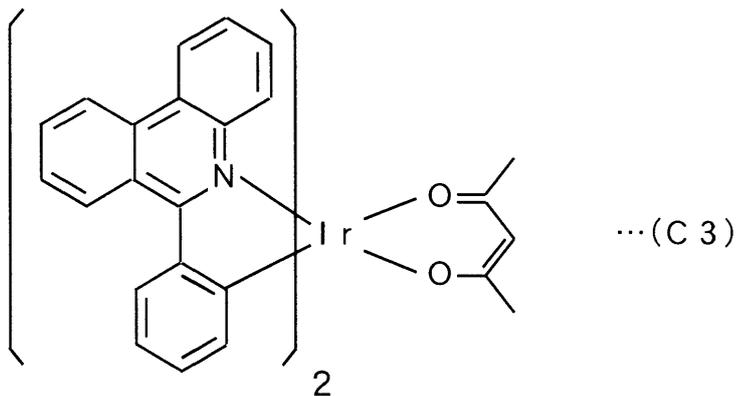
【 0 1 7 7 】

【 化 1 0 0 】



【 0 1 7 8 】

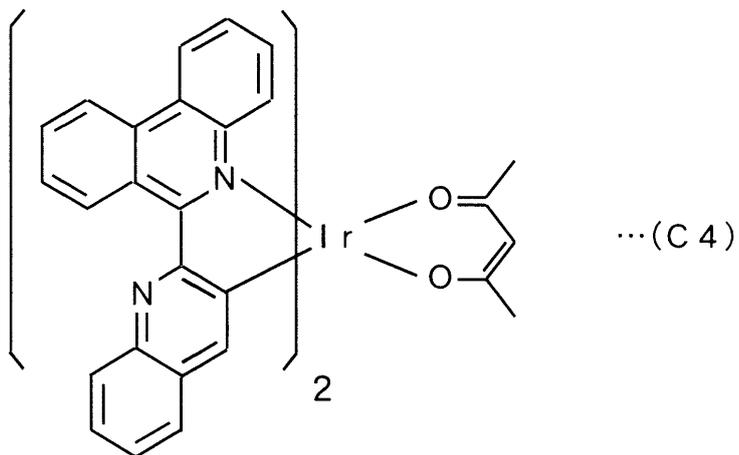
【化101】



10

【0179】

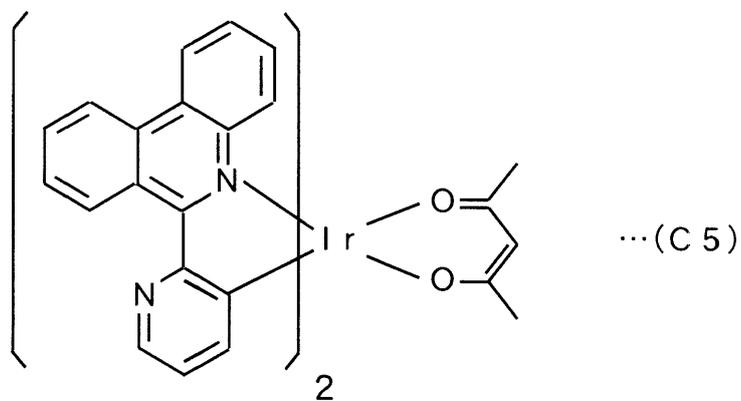
【化102】



20

【0180】

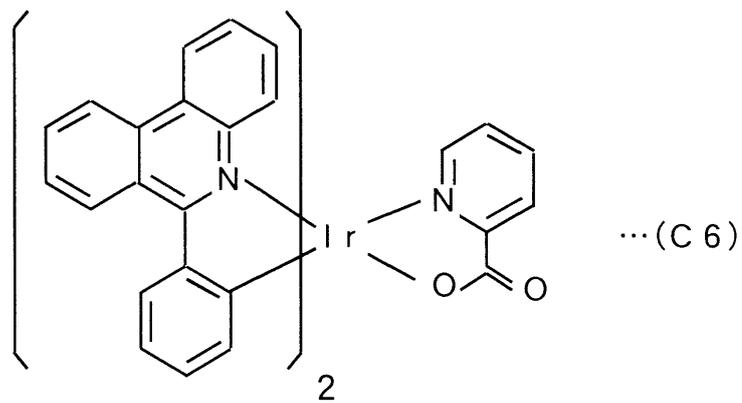
【化103】



40

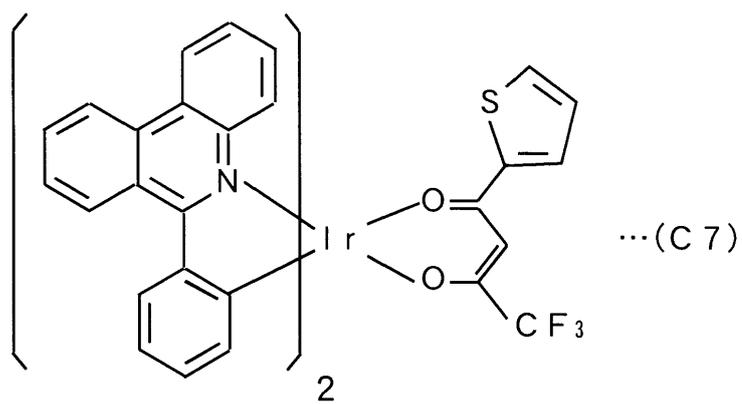
【0181】

【化104】



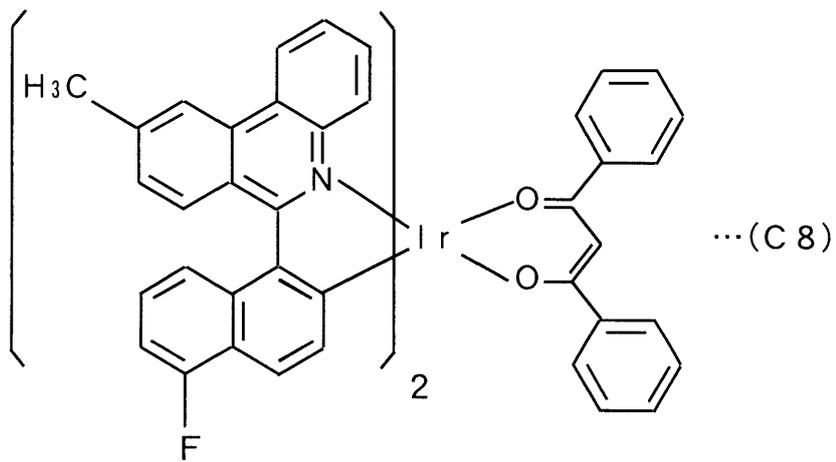
10

【 0 1 8 2 】
【 化 1 0 5 】



20

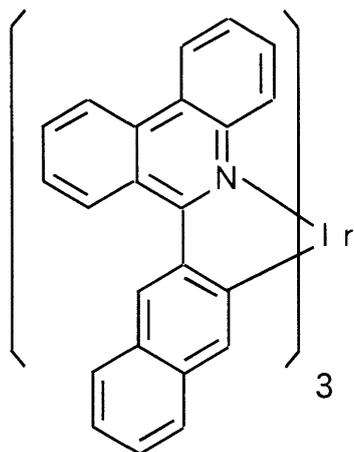
【 0 1 8 3 】
【 化 1 0 6 】



30

【 0 1 8 4 】
【 化 1 0 7 】

40

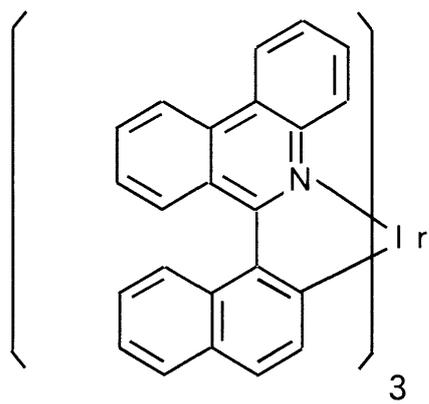


...(C 9)

10

【 0 1 8 5 】

【 化 1 0 8 】

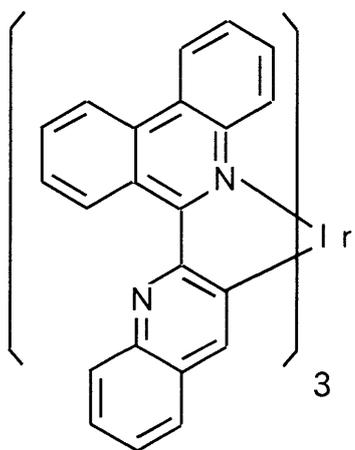


...(C 1 0)

20

【 0 1 8 6 】

【 化 1 0 9 】



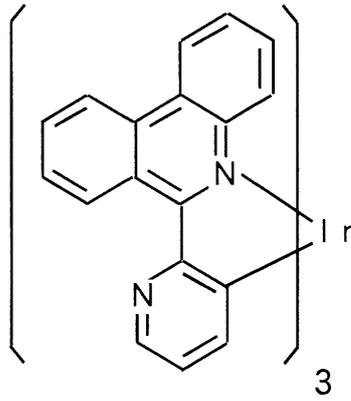
...(C 1 1)

30

40

【 0 1 8 7 】

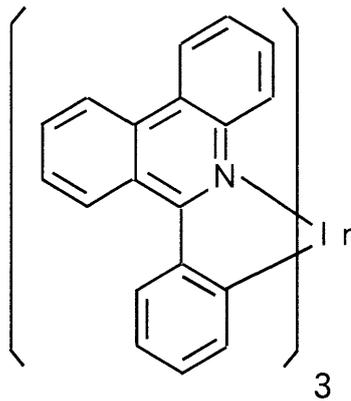
【 化 1 1 0 】



...(C 1 2)

10

【 0 1 8 8 】
【 化 1 1 1 】



...(C 1 3)

20

【 0 1 8 9 】
実施例 1 ~ 1 3 の有機 E L 素子の材料および発光特性の測定結果を表 1 に示す。

【 0 1 9 0 】
【 表 1 】

30

	陽極	ホール 輸送層	発光層	ホール 阻止層	電子 輸送層	陰極	最高輝度 (cd/m ²)	発光効率 (cd/A)	発光 波長 (nm)	色度座標 (x,y)
実施例1	ITO	NPB	CBP(ホスト)+6.5%化合物1(ト-ハント)	BCP	Alq	MgIn	11,500	6.7	652	0.66,0.33
実施例2	ITO	NPB	CBP(ホスト)+6.5%化合物2(ト-ハント)	BCP	Alq	MgIn	9,900	5.4	660	0.67,0.32
実施例3	ITO	NPB	CBP(ホスト)+6.5%化合物3(ト-ハント)	BCP	Alq	MgIn	11,000	6.5	651	0.66,0.33
実施例4	ITO	NPB	CBP(ホスト)+6.5%化合物4(ト-ハント)	BCP	Alq	MgIn	9,800	5.8	651	0.66,0.33
実施例5	ITO	NPB	CBP(ホスト)+6.5%化合物5(ト-ハント)	BCP	Alq	MgIn	9,700	5.3	648	0.65,0.34
実施例6	ITO	NPB	CBP(ホスト)+6.5%化合物6(ト-ハント)	BCP	Alq	MgIn	10,800	6.4	650	0.66,0.33
実施例7	ITO	NPB	CBP(ホスト)+6.5%化合物7(ト-ハント)	BCP	Alq	MgIn	10,100	6.1	651	0.66,0.33
実施例8	ITO	NPB	CBP(ホスト)+6.5%化合物8(ト-ハント)	BCP	Alq	MgIn	9,700	5.6	658	0.67,0.32
実施例9	ITO	NPB	CBP(ホスト)+6.5%化合物9(ト-ハント)	BCP	Alq	MgIn	11,200	6.6	653	0.66,0.33
実施例10	ITO	NPB	CBP(ホスト)+6.5%化合物10(ト-ハント)	BCP	Alq	MgIn	9,900	5.4	660	0.67,0.32
実施例11	ITO	NPB	CBP(ホスト)+6.5%化合物11(ト-ハント)	BCP	Alq	MgIn	11,200	6.5	650	0.66,0.33
実施例12	ITO	NPB	CBP(ホスト)+6.5%化合物12(ト-ハント)	BCP	Alq	MgIn	10,200	6.3	651	0.66,0.33
実施例13	ITO	NPB	CBP(ホスト)+6.5%化合物13(ト-ハント)	BCP	Alq	MgIn	12,000	6.8	650	0.66,0.33
実施例14	ITO	NPB	CBP(ホスト)+13%化合物13(ト-ハント)	BCP	Alq	MgIn	8,500	4.8	672	0.68,0.32
実施例15	ITO	NPB	CBP(ホスト)+20%化合物13(ト-ハント)	BCP	Alq	MgIn	5,500	3.5	673	0.68,0.32
実施例16	ITO	NPB	CBP(ホスト)+3%化合物13(ト-ハント)	BCP	Alq	MgIn	13,500	7	649	0.65,0.35

【0191】

表1の結果から、発光層の赤色～橙色発光ドーパントとして三重項励起材料である化合物1～13を用いることにより、有機EL素子において高輝度な赤色～橙色発光を良好な発光効率を実現することが可能であることが分かった。

【0192】

[実施例14～16]

実施例14～16においては、発光層のドーパントの濃度を除いて、実施例13の有機E

L素子と同様の構造を有する有機EL素子を作製した。実施例14～16の有機EL素子において、ドーパントである化合物13の濃度をそれぞれ13%、20%および3%とした。なお、実施例14～16の有機EL素子は、実施例Aの有機EL素子の製造方法と同様の方法により作製した。

【0193】

上記の有機EL素子について、実施例Aの場合と同様の方法により、発光特性の測定を行った。実施例14～16の有機EL素子の材料および発光特性の測定結果を上記の表1に示す。

【0194】

実施例16によると、ドーパントである化合物13の濃度が3%の場合に最高輝度が13,500 cd/m²であり、この時の発光効率が7 cd/Aとなった。実施例13によると、ドーパントである化合物13の濃度が6.5%の場合に最高輝度が12,000 cd/m²であり、この時の発光効率が6.8 cd/Aとなった。実施例14によると、ドーパントである化合物13の濃度が13%の場合に最高輝度が8,500 cd/m²であり、この時の発光効率が4.8 cd/Aとなった。実施例15によると、ドーパントである化合物13の濃度が20%の場合に最高輝度が5,500 cd/m²であり、この時の発光効率が3.5 cd/Aとなった。実施例13～16の結果から、化合物13の濃度が3%～20%の範囲で良好な発光効率を実現することが可能であることが分かった。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施の形態における有機EL素子の構造を示す模式図である。

【図2】Ir(Ph-Phen)₃のフォトルミネッセンススペクトルを示す図である。

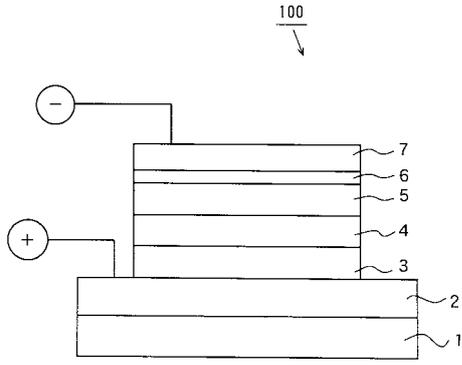
【符号の説明】

- 1 ガラス基板
- 2 ホール注入電極
- 3 ホール輸送層
- 4 発光層
- 5 ホール阻止層
- 6 電子輸送層
- 7 電子注入電極

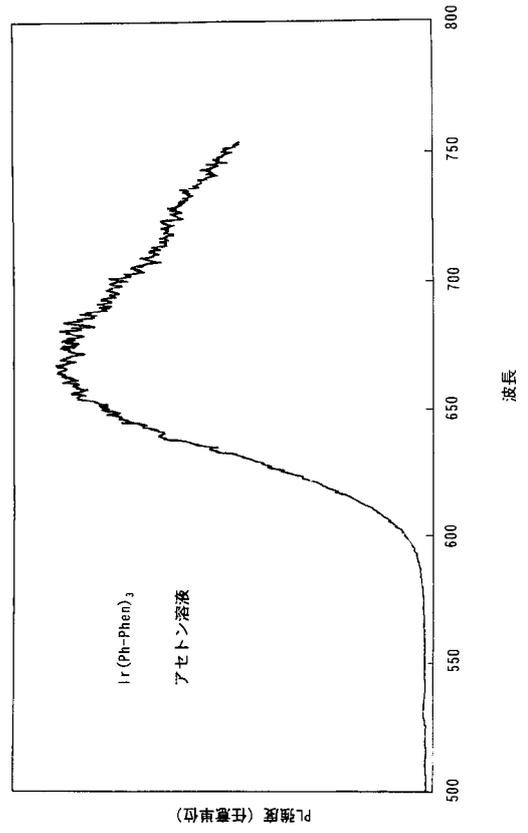
10

20

【図1】



【図2】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2000-144125(JP,A)
特開平09-316441(JP,A)
特開平11-273866(JP,A)
特開平11-339962(JP,A)
特開2001-131162(JP,A)
特開平07-263145(JP,A)
国際公開第99/007028(WO,A1)
特開平02-195683(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)

C09K 11/06
H05B 33/14
H05B 33/22
CA(STN)
REGISTRY(STN)