(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第5286264号
(P5286264)

(45)発行日　平成25年9月11日(2013.9.11)　(24)登録日　平成25年6月7日(2013.6.7)

(51)Int.Cl.		F I		
H01L 51/50	(2006.01)	H05B	33/14	B
C09K 11/06	(2006.01)	H05B	33/22	B
C07C 15/30	(2006.01)	C09K	11/06	660
C07C 15/38	(2006.01)	C09K	11/06	690
		C07C	15/30	

請求項の数 12　(全 76 頁)　最終頁に続く

(21)出願番号	特願2009-522602 (P2009-522602)
(86)(22)出願日	平成20年7月4日(2008.7.4)
(86)国際出願番号	PCT/JP2008/062129
(87)国際公開番号	WO2009/008342
(87)国際公開日	平成21年1月15日(2009.1.15)
審査請求日	平成23年3月23日(2011.3.23)
(31)優先権主張番号	PCT/JP2008/057837
(32)優先日	平成20年4月23日(2008.4.23)
(33)優先権主張国	日本国(JP)
(31)優先権主張番号	61/053,908
(32)優先日	平成20年5月16日(2008.5.16)
(33)優先権主張国	米国(US)
(31)優先権主張番号	特願2007-179109 (P2007-179109)
(32)優先日	平成19年7月7日(2007.7.7)
(33)優先権主張国	日本国(JP)

(73)特許権者　000183646
出光興産株式会社
東京都千代田区丸の内３丁目１番１号
(74)代理人　110000637
特許業務法人樹之下知的財産事務所
(72)発明者　西村　和樹
千葉県袖ケ浦市上泉１２８０番地
(72)発明者　岩隈　俊裕
千葉県袖ケ浦市上泉１２８０番地
(72)発明者　福岡　賢一
千葉県袖ケ浦市上泉１２８０番地
(72)発明者　細川　地潮
千葉県袖ケ浦市上泉１２８０番地
(72)発明者　河村　昌宏
千葉県袖ケ浦市上泉１２８０番地

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および有機エレクトロルミネッセンス素子用材料

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

陰極と陽極との間に、１層または複数層からなる有機薄膜層を備え、

前記有機薄膜層は、少なくとも１つの発光層を有し、

前記発光層の少なくとも１つは、

燐光発光を示す燐光発光材料を少なくとも１種と、

下記式（１）で表されるホスト材料と、を含み、

前記燐光発光材料は、金属錯体を含有し、

前記金属錯体は、Ｉｒ，Ｐｔ，Ｏｓ，Ａｕ，Ｃｕ，ＲｅおよびＲｕから選択される金属原子と、配位子と、を有し、

前記燐光発光材料のうち少なくとも１種は、発光波長の極大値が５００ｎｍ以上７２０ｎｍ以下である

ことを特徴とした有機エレクトロルミネッセンス素子。

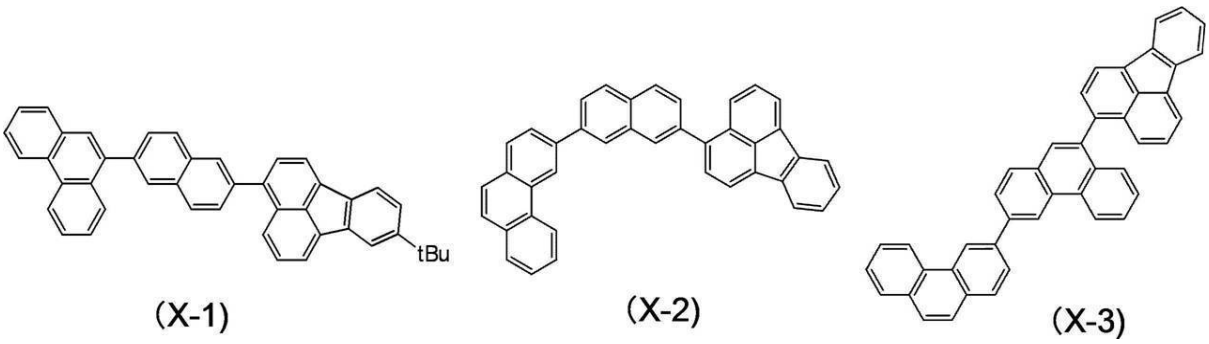
$Ra-Ar^1-Rb$　…（１）

（式中、Ar^1は、無置換のベンゼン環、または、無置換のナフタレン環、置換もしくは無置換のクリセン環、置換もしくは無置換のフルオランテン環、置換もしくは無置換のフェナントレン環、置換もしくは無置換のベンゾフェナントレン環、置換もしくは無置換のジベンゾフェナントレン環、置換もしくは無置換のトリフェニレン環、置換もしくは無置換のベンゾ［a］トリフェニレン環、置換もしくは無置換のベンゾクリセン環、置換もしくは無置換のベンゾ［b］フルオランテン環、および、置換もしくは無置換のピセン環か

ら選択される縮合芳香族炭化水素環を表す。
Ｒａ，Ｒｂは、置換もしくは無置換のベンゼン環、または、置換もしくは無置換のナフタレン環、置換もしくは無置換のクリセン環、置換もしくは無置換のフルオランテン環、置換もしくは無置換のフェナントレン環、置換もしくは無置換のベンゾフェナントレン環、置換もしくは無置換のジベンゾフェナントレン環、置換もしくは無置換のトリフェニレン環、置換もしくは無置換のベンゾ［a］トリフェニレン環、置換もしくは無置換のベンゾクリセン環、置換もしくは無置換のベンゾ［b］フルオランテン環、および、置換もしくは無置換のピセン環から選択される縮合芳香族炭化水素環を表す。Ｒａ，Ｒｂの置換基はアリール基でない。
ただし、Ａｒ^{1}，Ｒａ，Ｒｂのうち少なくとも１つは、置換もしくは無置換のクリセン環、置換もしくは無置換のフルオランテン環、置換もしくは無置換のフェナントレン環、置換もしくは無置換のベンゾフェナントレン環、置換もしくは無置換のジベンゾフェナントレン環、置換もしくは無置換のトリフェニレン環、置換もしくは無置換のベンゾ［a］トリフェニレン環、置換もしくは無置換のベンゾクリセン環、置換もしくは無置換のベンゾ［b］フルオランテン環、および、置換もしくは無置換のピセン環から選択される縮合芳香族炭化水素環を表す。
ＲａとＲｂは同時に置換または無置換のトリフェニレン環である場合はない。Ａｒ^{1}が置換または無置換のトリフェニレン環の場合、ＲａとＲｂは置換または無置換の互いに異なる縮合芳香族炭化水素基である。
Ｒａ、Ｒｂ、Ａｒ^{1}が１つまたは複数の置換基を有する場合、
前記置換基は、炭素数１～２０のアルキル基、炭素数１～２０のハロアルキル基、炭素数５～１８のシクロアルキル基、炭素数３～２０のシリル基、シアノ基またはハロゲン原子であり、Ａｒ^{1}の置換基はさらに炭素数６～２２のアリール基でもよい。）
【請求項２】
請求項１に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子であって、
Ａｒ^{1}が無置換のベンゼン環、または、置換もしくは無置換の２，７－フェナントレンジイル基の場合、ＲａとＲｂは置換または無置換の互いに異なる縮合芳香族炭化水素基である
ことを特徴とした有機エレクトロルミネッセンス素子。
【請求項３】
請求項１に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子であって、
Ａｒ^{1}が、無置換のベンゼン環、または、無置換のナフタレン環の場合、
Ｒａ，Ｒｂのうち少なくとも１つは、置換もしくは無置換のクリセン環、置換もしくは無置換のフルオランテン環、置換もしくは無置換のフェナントレン環、置換もしくは無置換のベンゾフェナントレン環、置換もしくは無置換のジベンゾフェナントレン環、置換もしくは無置換のトリフェニレン環、置換もしくは無置換のベンゾ［a］トリフェニレン環、置換もしくは無置換のベンゾクリセン環、置換もしくは無置換のベンゾ［b］フルオランテン環、および、置換もしくは無置換のピセン環から選択される縮合芳香族炭化水素環である
ことを特徴とした有機エレクトロルミネッセンス素子。
【請求項４】
請求項１ないし請求項３のいずれか一項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子であって、
前記ホスト材料の励起３重項エネルギーは、２．０ｅＶ以上２．８ｅＶ以下である
ことを特徴とした有機エレクトロルミネッセンス素子。
【請求項５】
請求項１ないし請求項４のいずれか一項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子であって、
前記配位子は、オルトメタル結合を有する
ことを特徴とした有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項６】
請求項１ないし請求項５のいずれか一項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子であって、
前記有機薄膜層は、前記陰極と前記発光層との間に電子輸送層または電子注入層を有し、
前記電子輸送層または前記電子注入層は、含窒素６員環もしくは５員環骨格を有する芳香族環または含窒素６員環もしくは５員環骨格を有する縮合芳香族環化合物を含む　ことを特徴とした有機エレクトロルミネッセンス素子。
【請求項７】
請求項１ないし請求項６のいずれか一項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子であって、
前記陰極と前記有機薄膜層との界面領域に還元性ドーパントが添加されている
ことを特徴とした有機エレクトロルミネッセンス素子。
【請求項８】
下記式（２）で表されるホスト材料を含む
ことを特徴とした有機エレクトロルミネッセンス素子用材料。
Ｒａ－Ａｒ^{1}－Ｒｂ　　…（２）
（式中、Ａｒ^{1}は、無置換のベンゼン環、または、２つの隣接基と２，７位で結合する２価のナフタレン環、２つの隣接基と２，６位で結合する２価のナフタレン環、置換もしくは無置換のフェナントレン環、置換もしくは無置換のベンゾ［ｃ］フェナントレン環、置換もしくは無置換のジベンゾフェナントレン環、置換もしくは無置換のトリフェニレン環、置換もしくは無置換のベンゾ［a］トリフェニレン環、置換もしくは無置換のベンゾクリセン環、置換もしくは無置換のベンゾ［b］フルオランテン環、および、置換もしくは無置換のピセン環から選択される縮合芳香族炭化水素環を表す。
Ｒａ，Ｒｂは、置換もしくは無置換のベンゼン環、または、置換もしくは無置換のナフタレン環、置換もしくは無置換のフルオランテン環、置換もしくは無置換のフェナントレン環、置換もしくは無置換のベンゾ［ｃ］フェナントレン環、置換もしくは無置換のジベンゾフェナントレン環、置換もしくは無置換のトリフェニレン環、置換もしくは無置換のベンゾ［a］トリフェニレン環、置換もしくは無置換のベンゾクリセン環、置換もしくは無置換のベンゾ［b］フルオランテン環、および、置換もしくは無置換のピセン環から選択される縮合芳香族炭化水素環を表す。Ｒａ，Ｒｂの置換基はアリール基でない。
ただし、Ａｒ^{1}，Ｒａ，Ｒｂのうち少なくとも１つは、置換もしくは無置換のフェナントレン環、置換もしくは無置換のベンゾ［ｃ］フェナントレン環、置換もしくは無置換のジベンゾフェナントレン環、置換もしくは無置換のトリフェニレン環、置換もしくは無置換のベンゾ［a］トリフェニレン環、置換もしくは無置換のベンゾクリセン環、置換もしくは無置換のベンゾ［b］フルオランテン環、および、置換もしくは無置換のピセン環から選択される縮合芳香族炭化水素環を表すか、
または、
Ｒａ，Ｒｂのうち少なくとも１つは、置換または無置換のフルオランテン環を表す。
ＲａとＲｂは同時にトリフェニレン環である場合はない。Ａｒ^{1}が無置換のベンゼン環、２つの隣接基と２，７位で結合する２価のナフタレン環、２つの隣接基と２，６位で結合する２価のナフタレン環、置換または無置換のフェナントレン環、置換または無置換の２，７－フェナントレンジイル基、置換または無置換のトリフェニレン環の場合、ＲａとＲｂは置換または無置換の互いに異なる縮合芳香族炭化水素基である。
ただし、下記化合物（ｘ－１）～（ｘ－３）を除く。）

【化１】



(X-1)　(X-2)　(X-3)

【請求項９】

請求項８に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子用材料であって、

Ａｒ^{1}が、無置換のベンゼン環、２つの隣接基と２，７位で結合する２価のナフタレン環、または２つの隣接基と２，６位で結合する２価のナフタレン環の場合、

Ｒａ，Ｒｂのうち少なくとも１つは、置換もしくは無置換のフルオランテン環、置換もしくは無置換のフェナントレン環、置換もしくは無置換のベンゾ［ｃ］フェナントレン環、置換もしくは無置換のジベンゾフェナントレン環、置換もしくは無置換のトリフェニレン環、置換もしくは無置換のベンゾ［a］トリフェニレン環、置換もしくは無置換のベンゾクリセン環、置換もしくは無置換のベンゾ［b］フルオランテン環、および、置換もしくは無置換のピセン環から選択される縮合芳香族炭化水素環である

ことを特徴とした有機エレクトロルミネッセンス素子用材料。

【請求項１０】

請求項８ないし請求項９に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子用材料であって、

前記式（２）中、Ｒａ、Ｒｂ、Ａｒ^{1}が１つまたは複数の置換基を有する場合、

前記置換基は、炭素数１～２０のアルキル基、炭素数１～２０のハロアルキル基、炭素数５～１８のシクロアルキル基、炭素数３～２０のシリル基、シアノ基またはハロゲン原子であり、Ａｒ^{1}の置換基はさらに炭素数６～２２のアリール基でもよい

ことを特徴とした有機エレクトロルミネッセンス素子用材料。

【請求項１１】

下記式（３）で表されるホスト材料を含む

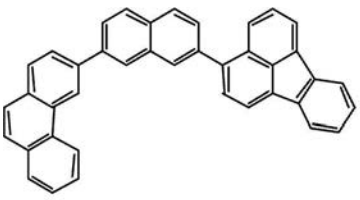
ことを特徴とした有機エレクトロルミネッセンス素子用材料。

Ｒａ－Ａｒ^{1}－Ｒｂ　…（３）

（式中、Ａｒ^{1}は２つの隣接基とメタ位で結合する２価のベンゼン環、または２つの隣接基と２，７位で結合する２価のナフタレン環であり、Ｒａ、Ｒｂは、置換または無置換のフルオランテン環、置換または無置換のフェナントレン環、置換または無置換のベンゾ［ｃ］フェナントレン環、置換または無置換のジベンゾフェナントレン環、置換または無置換のトリフェニレン環、置換または無置換のベンゾ［a］トリフェニレン環、置換または無置換のベンゾクリセン環、置換または無置換のベンゾ［b］フルオランテン環および置換または無置換のピセン環から選択される縮合芳香族炭化水素環を表す。Ｒａ，Ｒｂの置換基はアリール基でない。ＲａとＲｂは同時にトリフェニレン環である場合はない。

ただし、下記化合物（ｘ－２）を除く。）

【化２】



(x-2)

【請求項１２】

請求項１１に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子用材料であって、

前記式（３）中、Ｒａ、Ｒｂ、Ａｒ[1]が１つまたは複数の置換基を有する場合、
前記置換基は、炭素数１～２０のアルキル基、炭素数１～２０のハロアルキル基、炭素数５～１８のシクロアルキル基、炭素数３～２０のシリル基、シアノ基またはハロゲン原子であり、Ａｒ[1]の置換基はさらに炭素数６～２２のアリール基でもよい
ことを特徴とした有機エレクトロルミネッセンス素子用材料。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、有機エレクトロルミネッセンス素子（以下、有機ＥＬ素子と略記する場合がある。）および有機エレクトロルミネッセンス素子用材料に関する。特に、赤色に発光する発光層を備えた有機エレクトロルミネッセンス素子およびこれに用いる有機エレクトロルミネッセンス素子用材料に関する。

【背景技術】

【０００２】

陽極と陰極との間に発光層を含む有機薄膜層を備え、発光層に注入された正孔と電子との再結合によって生じる励起子（エキシトン）エネルギーから発光を得る有機エレクトロルミネッセンス素子が知られている。
このような有機エレクトロルミネッセンス素子は、自発光型素子としての利点を活かし、発光効率、画質、消費電力さらには薄型のデザイン性に優れた発光素子として期待されている。

【０００３】

有機エレクトロルミネッセンス素子の更なる改善点としては、例えば、発光効率が挙げられる。
この点、内部量子効率を高めるため、３重項励起子からの発光が得られる発光材料（燐光発光材料）の開発が進められ、最近では燐光発光を示す有機エレクトロルミネッセンス素子が報告されている。
このような燐光発光材料を用いて発光層（燐光発光層）を構成することにより７５％以上、理論上１００％近い値の内部量子効率を実現でき、高効率、低消費電力の有機エレクトロルミネッセンス素子が得られる。

【０００４】

また、発光層を形成するにあたっては、ホスト材料に、ドーパントとして発光材料をドーピングするドーピング法が知られている。
ドーピング法で形成した発光層では、ホスト材料に注入された電荷から効率よく励起子を生成することができる。そして、生成された励起子の励起子エネルギーをドーパントに移動させ、ドーパントから高効率の発光を得ることができる。
ここで、ホスト材料から燐光発光性の燐光ドーパントに分子間エネルギー移動を行うためには、ホスト材料の励起３重項エネルギーEg_Hが、燐光ドーパントの励起３重項エネルギーEg_Dよりも大きいことが必要である。

【０００５】

励起３重項エネルギーが有効に大きい材料としては、ＣＢＰ（4,4’-bis(N-carbazolyl)biphenyl）が代表的に知られている（例えば、特許文献１参照）。
このＣＢＰをホスト材料とすれば、所定の発光波長（例えば、緑、赤）を示す燐光ドーパントへのエネルギー移動が可能であり、高効率の有機エレクトロルミネッセンス素子を得ることができる。
しかしながら、ＣＢＰをホスト材料として使用すると、燐光発光により発光効率は格段に向上する一方、寿命は非常に短く、実用に適さないという問題があった。
これは、ＣＢＰの分子構造上の酸化安定性が高くないため、正孔による分子の劣化が激しいためと考えられる。
また、特許文献２には、カルバゾール等の含窒素環を含有する縮合環誘導体を、赤色燐光を示す燐光発光層のホスト材料として用いた技術が開示されている。この技術により、

発光効率および寿命について改善されているが、実用化には十分でない場合もあった。

【０００６】

その一方、蛍光発光を示す蛍光ドーパント用のホスト材料（蛍光ホスト）は種々知られており、蛍光ドーパントとの組み合わせで発光効率、寿命に優れた蛍光発光層を形成できるホスト材料が種々提案されている。

しかし、蛍光ホストでは、励起１重項エネルギーＥｇ（Ｓ）は蛍光ドーパントよりも大きいが、励起３重項エネルギーＥｇ（Ｔ）は必ずしも大きくないため、単純には燐光発光層のホスト材料（燐光ホスト）として転用できない。

【０００７】

例えば、蛍光ホストとしてはアントラセン誘導体が良く知られている。

しかし、アントラセン誘導体は、励起３重項エネルギーＥｇ（Ｔ）が１．９ｅＶ程度と比較的小さい。このため、５００ｎｍから７２０ｎｍの可視光領域の発光波長を有する燐光ドーパントに対するエネルギー移動が確保できない。また、励起された３重項エネルギーを発光層内に閉じ込めることができない。

したがって、アントラセン誘導体は燐光ホストとして不適切である。

また、ペリレン誘導体、ピレン誘導体およびナフタセン誘導体等も同様の理由で燐光ホストとして好ましくない。

【０００８】

また、燐光ホストとして芳香族炭化水素化合物を用いた例が知られている（特許文献３）。ここでは、ベンゼン骨格を中心とし、置換基として２つの芳香族基がメタ位に結合した化合物を、燐光ホストとして用いている。

ただし、特許文献３の芳香族炭化水素化合物は、中心のベンゼン骨格に対し、左右対称に分子を伸張した５つの芳香族環を有する対称性の良い剛直な分子構造になっており、発光層が結晶化しやすいという懸念がある。

一方、特許文献４～９には、種々の芳香族炭化水素化合物を用いた有機エレクトロルミネッセンス素子が開示されている。しかしながら、燐光ホストとしての有効性についてはなんら言及されていない。

また、特許文献１０にはトリフェニレン環を同一分子に２つ以上含む燐光ホスト材料を用いる素子が記載されている。しかしながら中心骨格に対し、左右または三方、四方にトリフェニレン環を有する平板剛直な分子構造になっており、発光層が結晶化しやすいという懸念がある。トリフェニレン骨格を分子内に組み込む場合は、その平板状の構造故、分子間の相互作用を減じるため、非対称構造にする必要がある。

【０００９】

【特許文献１】ＵＳ２００２／１８２４４１号公報
【特許文献２】ＷＯ２００５／１１２５１９号公報
【特許文献３】特開２００３－１４２２６７号公報
【特許文献４】ＷＯ２００７／０４６６５８号公報
【特許文献５】特開２００６－１５１９６６号公報
【特許文献６】特開２００５－８５８８号公報
【特許文献７】特開２００５－１９２１９号公報
【特許文献８】特開２００５－１９７２６２号公報
【特許文献９】特開２００４－７５５６７号公報
【特許文献１０】特開２００５－７１９８３号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【００１０】

上記のように、効率よく燐光発光材料にエネルギー移動を行うことができ、かつ、寿命が実用的に長いホスト材料が知られておらず、燐光発光材料を用いた素子の実用化が妨げられていた。

そこで、本発明の目的は、高効率かつ長寿命な燐光発光性の有機エレクトロルミネッセ

ンス素子、および高効率かつ長寿命な燐光発光性の有機エレクトロルミネッセンス素子を与える有機エレクトロルミネッセンス素子用材料を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【００１１】

本発明者らは、上記目的を達成するために鋭意研究を重ねた結果、下記式（１）で表されるホスト材料や、または下記式（３）、式（４）のホスト材料を含む有機エレクトロルミネッセンス素子用材料を燐光ホストとして用いることにより、高効率かつ長寿命な燐光発光性の有機エレクトロルミネッセンス素子が得られることを見出し、本発明を完成するに至った。

【図面の簡単な説明】

【００１２】

【図１】本発明に係る有機ＥＬ素子の一例の概略構成を示す図である。

【符号の説明】

【００１３】

１　有機ＥＬ素子
２　基板
３　陽極
４　陰極
５　燐光発光層
６　正孔注入・輸送層
７　電子注入・輸送層
１０　有機薄膜層

【発明を実施するための最良の形態】

【００１４】

以下、本発明の実施形態について説明する。

（有機エレクトロルミネッセンス素子の構成）

まず、有機エレクトロルミネッセンス素子の素子構成について説明する。

有機エレクトロルミネッセンス素子の代表的な素子構成としては、

（１）陽極／発光層／陰極
（２）陽極／正孔注入層／発光層／陰極
（３）陽極／発光層／電子注入・輸送層／陰極
（４）陽極／正孔注入層／発光層／電子注入・輸送層／陰極
（５）陽極／有機半導体層／発光層／陰極
（６）陽極／有機半導体層／電子障壁層／発光層／陰極
（７）陽極／有機半導体層／発光層／付着改善層／陰極
（８）陽極／正孔注入・輸送層／発光層／電子注入・輸送層／陰極
（９）陽極／絶縁層／発光層／絶縁層／陰極
（１０）陽極／無機半導体層／絶縁層／発光層／絶縁層／陰極
（１１）陽極／有機半導体層／絶縁層／発光層／絶縁層／陰極
（１２）陽極／絶縁層／正孔注入・輸送層／発光層／絶縁層／陰極
（１３）陽極／絶縁層／正孔注入・輸送層／発光層／電子注入・輸送層／陰極

などの構造を挙げることができる。

上記の中で（８）の構成が好ましく用いられるが、もちろんこれらに限定されるものではない。

【００１５】

図１に、本発明の実施形態における有機エレクトロルミネッセンス素子の一例の概略構成を示す。

有機エレクトロルミネッセンス素子１は、透明な基板２と、陽極３と、陰極４と、陽極３と陰極４との間に配置された有機薄膜層１０と、を有する。

有機薄膜層１０は、燐光ホストおよび燐光ドーパントを含む燐光発光層５を有するが、

燐光発光層５と陽極３との間に正孔注入・輸送層６等、燐光発光層５と陰極４との間に電子注入・輸送層７等を備えていてもよい。

また、燐光発光層５の陽極３側に電子障壁層を、燐光発光層５の陰極４側に正孔障壁層を、それぞれ設けてもよい。

これにより、電子や正孔を燐光発光層５に閉じ込めて、燐光発光層５における励起子の生成確率を高めることができる。

【００１６】

なお、本明細書において、蛍光ホストおよび燐光ホストの用語は、蛍光ドーパントと組み合わされたときには蛍光ホストと称し、燐光ドーパントと組み合わされたときには燐光ホストと称するものであり、分子構造のみから一義的に蛍光ホストや燐光ホストに限定的に区分されるものではない。

言い換えると、本明細書において、蛍光ホストとは、蛍光ドーパントを含有する蛍光発光層を構成する材料を意味し、蛍光材料のホストにしか利用できないものを意味しているわけではない。

同様に燐光ホストとは、燐光ドーパントを含有する燐光発光層を構成する材料を意味し、燐光発光材料のホストにしか利用できないものを意味しているわけではない。

【００１７】

また、本明細書中で「正孔注入・輸送層」は「正孔注入層と正孔輸送層とのうちの少なくともいずれか一方」を意味し、「電子注入・輸送層」は「電子注入層と電子輸送層とのうちの少なくともいずれか一方」を意味する。

【００１８】

（透光性基板）

有機エレクトロルミネッセンス素子は、透光性の基板上に作製する。ここでいう透光性基板は有機エレクトロルミネッセンス素子を支持する基板であり、４００～７００ｎｍの可視領域の光の透過率が５０％以上で平滑な基板が好ましい。

具体的には、ガラス板、ポリマー板等が挙げられる。

ガラス板としては、特にソーダ石灰ガラス、バリウム・ストロンチウム含有ガラス、鉛ガラス、アルミノケイ酸ガラス、ホウケイ酸ガラス、バリウムホウケイ酸ガラス、石英等が挙げられる。

またポリマー板としては、ポリカーボネート、アクリル、ポリエチレンテレフタレート、ポリエーテルサルファイド、ポリサルフォン等を挙げることができる。

【００１９】

（陽極及び陰極）

有機エレクトロルミネッセンス素子の陽極は、正孔を正孔注入層、正孔輸送層又は発光層に注入する役割を担うものであり、４．５ｅＶ以上の仕事関数を有することが効果的である。

陽極材料の具体例としては、酸化インジウム錫合金（ＩＴＯ）、酸化錫（ＮＥＳＡ）、酸化インジウム亜鉛酸化物、金、銀、白金、銅等が挙げられる。

陽極はこれらの電極物質を蒸着法やスパッタリング法等の方法で薄膜を形成させることにより作製することができる。

本実施形態のように、発光層からの発光を陽極から取り出す場合、陽極の可視領域の光の透過率を１０％より大きくすることが好ましい。また、陽極のシート抵抗は、数百Ω／□以下が好ましい。陽極の膜厚は、材料にもよるが、通常１０ｎｍ～１μｍ、好ましくは１０～２００ｎｍの範囲で選択される。

【００２０】

陰極としては、電子注入層、電子輸送層又は発光層に電子を注入する目的で、仕事関数の小さい材料が好ましい。

陰極材料は特に限定されないが、具体的にはインジウム、アルミニウム、マグネシウム、マグネシウム－インジウム合金、マグネシウム－アルミニウム合金、アルミニウム－リチウム合金、アルミニウム－スカンジウム－リチウム合金、マグネシウム－銀合金等が使

用できる。
陰極も、陽極と同様に、蒸着法やスパッタリング法等の方法で薄膜を形成させることにより作製することができる。また、陰極側から、発光を取り出す態様を採用することもできる。
【００２１】
（発光層）
有機エレクトロルミネッセンス素子の発光層は以下の機能を併せ持つものである。
すなわち、
（１）注入機能；電界印加時に陽極又は正孔注入層より正孔を注入することができ、陰極又は電子注入層より電子を注入することができる機能、
（２）輸送機能；注入した電荷（電子と正孔）を電界の力で移動させる機能、
（３）発光機能；電子と正孔の再結合の場を提供し、これを発光につなげる機能、
がある。
【００２２】
ただし、正孔の注入されやすさと電子の注入されやすさに違いがあってもよく、また、正孔と電子の移動度で表される輸送能に大小があってもよい。
【００２３】
この発光層を形成する方法としては、例えば蒸着法、スピンコート法、ＬＢ法等の公知の方法を適用することができる。
発光層は、分子堆積膜であることが好ましい。
ここで分子堆積膜とは、気相状態の材料化合物から沈着され形成された薄膜や、溶液状態又は液相状態の材料化合物から固体化され形成された膜のことであり、通常この分子堆積膜は、ＬＢ法により形成された薄膜（分子累積膜）とは凝集構造、高次構造の相違や、それに起因する機能的な相違により区分することができる。
前記式（１）のホスト材料は、３重項エネルギーギャップ（励起３重項エネルギー）が大きいことから、燐光ドーパントに対してエネルギー移動させて燐光発光させることができる。
また、蛍光ホストとしてよく知られたアントラセン誘導体では赤色発光の燐光ドーパントにもホストとして不適であるが、本発明のホストでは３重項エネルギーギャップが大きいことから、有効に赤色の発光を示す燐光ドーパントを発光させることができる。
ただし、従来よく知られた燐光ホストであるＣＢＰでは緑よりもさらに短波長の燐光ドーパントに対してもホストとして機能するが、本発明のホスト材料では、緑色の発光を示す燐光ドーパントまでしか発光させることができない。
また、本発明では、ホスト材料の骨格を窒素原子を含まない多環式縮合環を部分構造に持つことにより、分子の安定性を高くし素子寿命を長くすることができる。
このとき、骨格部の核原子数が少なすぎると分子の安定性が十分に高くならない。一方、ホスト材料を構成する多環式縮合環の縮合する環数が多くなりすぎるとＨＯＭＯ－ＬＵＭＯギャップが狭くなって３重項エネルギーギャップが有用な発光波長に満たなくなる。この点、前記式（１）のホスト材料は、適度な核原子数を有するので、有用な発光波長を示し安定性も高い燐光発光層の燐光ホストとして好適に利用することができる。
【００２４】
従来は、緑から赤色までの幅広い波長領域において燐光ドーパントに広く適用できる燐光ドーパントに対応するホスト材料を選定していたため、３重項エネルギーギャップが広いＣＢＰ等をホスト材料としていた。
しかし、ＣＢＰでは確かに３重項エネルギーギャップＥｇ（Ｔ）は広いが、寿命が短いという問題があった。
【００２５】
この点、本発明では、青ほどワイドギャップな燐光ドーパントのホストには適用できないが、赤または緑の燐光ドーパントに対してはホストとして機能する。さらには、ＣＢＰのように３重項エネルギーギャップが広すぎると、赤色燐光ドーパントに対してはエネル

ギーギャップの差が大きすぎて分子間エネルギー移動が効率的に行われないという問題があるが、本発明のホストによれば、赤色または緑色燐光ドーパントに対してはエネルギーギャップが適合しているため、効率的にホストの励起子から燐光ドーパントにエネルギー移動させること、または直接励起された燐光ドーパントのエネルギーを閉じ込めることができ、非常に高効率の燐光発光層を構成することができる。

このように、本発明によれば、高効率かつ長寿命の燐光発光層を構成することができる。

【００２６】

ここで、有機エレクトロルミネッセンス素子を構成する材料の３重項エネルギーギャップＥｇ（Ｔ）は、燐光発光スペクトルに基づいて規定することが例として挙げられ、例えば、本発明にあっては以下のように規定することが例として挙げられる。

すなわち、各材料をＥＰＡ溶媒（容積比でジエチルエーテル：イソペンタン：エタノール＝５：５：２）に１０μｍｏｌ／Ｌで溶解し、燐光測定用試料とする。

そして、燐光測定用試料を石英セルに入れ、７７Ｋに冷却し、励起光を照射し、放射される燐光の波長を測定する。

得られた燐光スペクトルの短波長側の立ちあがりに対して接線を引き、この接線とベースラインとの交点の波長値をエネルギーに換算した値を３重項エネルギーギャップＥｇ（Ｔ）とする。

なお、測定には、例えば、市販の測定装置Ｆ－４５００（日立製）を用いることができる。

ただし、このような規定によらず、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で３重項エネルギーギャップとして定義できる値であればよい。

【００２７】

本発明の有機ＥＬ素子の発光層に含まれるホスト材料は、下式（１）で表される。

Ｒａ－Ａｒ^{1}－Ｒｂ　…（１）

（式中、Ａｒ^{1}，Ｒａ，Ｒｂは、置換または無置換のベンゼン環、または、置換または無置換のナフタレン環、置換または無置換のクリセン環、置換または無置換のフルオランテン環、置換または無置換のフェナントレン環、置換または無置換のベンゾフェナントレン環、置換または無置換のジベンゾフェナントレン環、置換または無置換のトリフェニレン環、置換または無置換のベンゾ［a］トリフェニレン環、置換または無置換のベンゾクリセン環、置換または無置換のベンゾ[b]フルオランテン環、および、置換または無置換のピセン環から選択される縮合芳香族炭化水素環を表す。Ｒａ，Ｒｂの置換基はアリール基でない。ＲａとＲｂは同時に置換または無置換のトリフェ二レン環である場合はない。Ａｒ^{1}が置換または無置換のトリフェニレン環の場合、ＲａとＲｂは置換または無置換の互いに異なる縮合芳香族炭化水素基である。）

【００２８】

また、本発明の有機ＥＬ素子用材料に含まれるホスト材料は、下式（２）で表される。

Ｒａ－Ａｒ^{1}－Ｒｂ　…（２）

（式中、Ａｒ^{1}，Ｒａ，Ｒｂは、置換または無置換のベンゼン環、または、置換または無置換のナフタレン環、置換または無置換のクリセン環、置換または無置換のフルオランテン環、置換または無置換のフェナントレン環、置換または無置換のベンゾフェナントレン環、置換または無置換のジベンゾフェナントレン環、置換または無置換のトリフェニレン環、置換または無置換のベンゾ［a］トリフェニレン環、置換または無置換のベンゾクリセン環、置換または無置換のベンゾ[b]フルオランテン環、および、置換または無置換のピセン環から選択される縮合芳香族炭化水素環を表す。Ｒａ，Ｒｂの置換基はアリール基でない。ＲａとＲｂは同時にトリフェ二レン環である場合はない。Ａｒ^{1}が置換または無置換のベンゼン環、無置換のナフタレン環、置換または無置換の２，７－フェナントレンジイル基、置換または無置換のトリフェニレン環の場合、ＲａとＲｂは置換または無置換の互いに異なる縮合芳香族炭化水素基である。）

【００２９】

また、本発明の有機ＥＬ素子用材料に含まれるホスト材料は、下式（３）で表される。

Ｒａ－Ａｒ^{1}－Ｒｂ　…（３）

（式中、Ａｒ^{1}は２つの隣接基とメタ位で結合する２価のベンゼン環、または２つの隣接基と２，７位で結合するナフタレン環であり、Ｒａ、Ｒｂは、置換または無置換のクリセン環、置換または無置換のフルオランテン環、置換または無置換のフェナントレン環、置換または無置換のベンゾフェナントレン環、置換または無置換のジベンゾフェナントレン環、置換または無置換のトリフェニレン環、置換または無置換のベンゾ［a］トリフェニレン環、置換または無置換のベンゾクリセン環、置換または無置換のベンゾ[b]フルオランテン環および置換または無置換のピセン環から選択される縮合芳香族炭化水素環を表す。Ｒａ，Ｒｂの置換基はアリール基でない。ＲａとＲｂは同時にトリフェ二レン環である場合はない。）

【００３０】

前記式（１），（２），（３）中、Ｒａ、Ｒｂ、Ａｒ^{1}が１つまたは複数の置換基を有する場合、前記置換基は、炭素数１～２０のアルキル基、炭素数１～２０のハロアルキル基、炭素数５～１８のシクロアルキル基、炭素数３～２０のシリル基、シアノ基またはハロゲン原子であることが好ましい。Ａｒ^{1}の置換基はさらに炭素数６～２２のアリール基でもよい。

置換基が窒素原子を有さないので、より一層、ホスト材料の安定性を高くし素子寿命を長くすることができる。

なお、Ａｒ^{1}の複数のアリール置換基の数は好ましくは２つ以下であり、１つ以下がより好ましい。

【００３１】

炭素数１～２０のアルキル基としては、例えば、メチル基、エチル基、プロピル基、イソプロピル基、ｎ－ブチル基、ｓ－ブチル基、イソブチル基、ｔ－ブチル基、ｎ－ペンチル基、ｎ－ヘキシル基、ｎ－ヘプチル基、ｎ－オクチル基、ｎ－ノニル基、ｎ－デシル基、ｎ－ウンデシル基、ｎ－ドデシル基、ｎ－トリデシル基、ｎ－テトラデシル基、ｎ－ペンタデシル基、ｎ－ヘキサデシル基、ｎ－ヘプタデシル基、ｎ－オクタデシル基、ネオペンチル基、１－メチルペンチル基、２－メチルペンチル基、１－ペンチルヘキシル基、１－ブチルペンチル基、１－ヘプチルオクチル基、３－メチルペンチル基等が挙げられる。

【００３２】

炭素数１～２０のハロアルキル基としては、例えば、クロロメチル基、１－クロロエチル基、２－クロロエチル基、２－クロロイソブチル基、１，２－ジクロロエチル基、１，３－ジクロロイソプロピル基、２，３－ジクロロ－ｔ－ブチル基、１，２，３－トリクロロプロピル基、ブロモメチル基、１－ブロモエチル基、２－ブロモエチル基、２－ブロモイソブチル基、１，２－ジブロモエチル基、１，３－ジブロモイソプロピル基、２，３－ジブロモ－ｔ－ブチル基、１，２，３－トリブロモプロピル基、ヨードメチル基、１－ヨードエチル基、２－ヨードエチル基、２－ヨードイソブチル基、１，２－ジヨードエチル基、１，３－ジヨードイソプロピル基、２，３－ジヨード－ｔ－ブチル基、１，２，３－トリヨードプロピル基等が挙げられる。

【００３３】

炭素数５～１８のシクロアルキル基としては、例えば、シクロペンチル基、シクロヘキシル基、シクロオクチル基、３，５－テトラメチルシクロヘキシル基等が挙げられ、シクロヘキシル基、シクロオクチル基、３，５－テトラメチルシクロヘキシル基等が挙げられる。

【００３４】

炭素数３～２０のシリル基としては、例えば、アルキルシリル基、アリールシリル基、又は、アラルキルシリル基が好ましく、例としては、トリメチルシリル基、トリエチルシリル基、トリブチルシリル基、トリオクチルシリル基、トリイソブチルシリル基、ジメチルエチルシリル基、ジメチルイソプロイルシリル基、ジメチルプロピルシリル基、ジメチルブチルシリル基、ジメチルターシャリーブチルシリル基、ジエチルイソプロピルシリル

基、フェニルジメチルシリル基、ジフェニルメチルシリル基、ジフェニルターシャリーブチルシリル基、トリフェニルシリル基等があげられる。

ハロゲン原子としては、フッ素原子、塩素原子、臭素原子、ヨウ素原子が挙げられる。

【００３５】

炭素数６～２２のアリール置換基の例としては、フェニル基、ビフェニル基、ターフェニル基、ナフチル基、クリセニル基、フルオランテニル基、９，１０－ジアルキルフルオレニル基、９，１０－ジアリールフルオレニル基、トリフェニレニル基、フェナントレニル基、ベンゾフェナントレニル基、ジベンゾフェナントレニル基、ベンゾトリフェニレニル基、ベンゾクリセニル基、ジベンゾフラニル基が好ましく、より好ましくは炭素数６～１８のフェニル基、ビフェニル基、ターフェニル基、ナフチル基、クリセニル基、フルオランテニル基、９，１０－ジメチルフルオレニル基、トリフェニレニル基、フェナントレニル基、ベンゾフェナントレニル基、ジベンゾフラニル基であり、さらにより好ましくは炭素数６～１４のフェニル基、ビフェニル基、ナフチル基、フェナントレニル基、ジベンゾフラニル基である。

【００３６】

本発明において、前記ホスト材料の励起３重項エネルギーは、２．０ｅＶ以上２．８ｅＶ以下であることが好ましい。

励起３重項エネルギーが２．０ｅＶ以上であれば、５００ｎｍ以上７２０ｎｍ以下で発光する燐光発光材料へのエネルギー移動が可能である。２．８ｅＶ以下であれば、赤色燐光ドーパントに対してエネルギーギャップの差が大きすぎて発光が効率的に行われないという問題を回避できる。

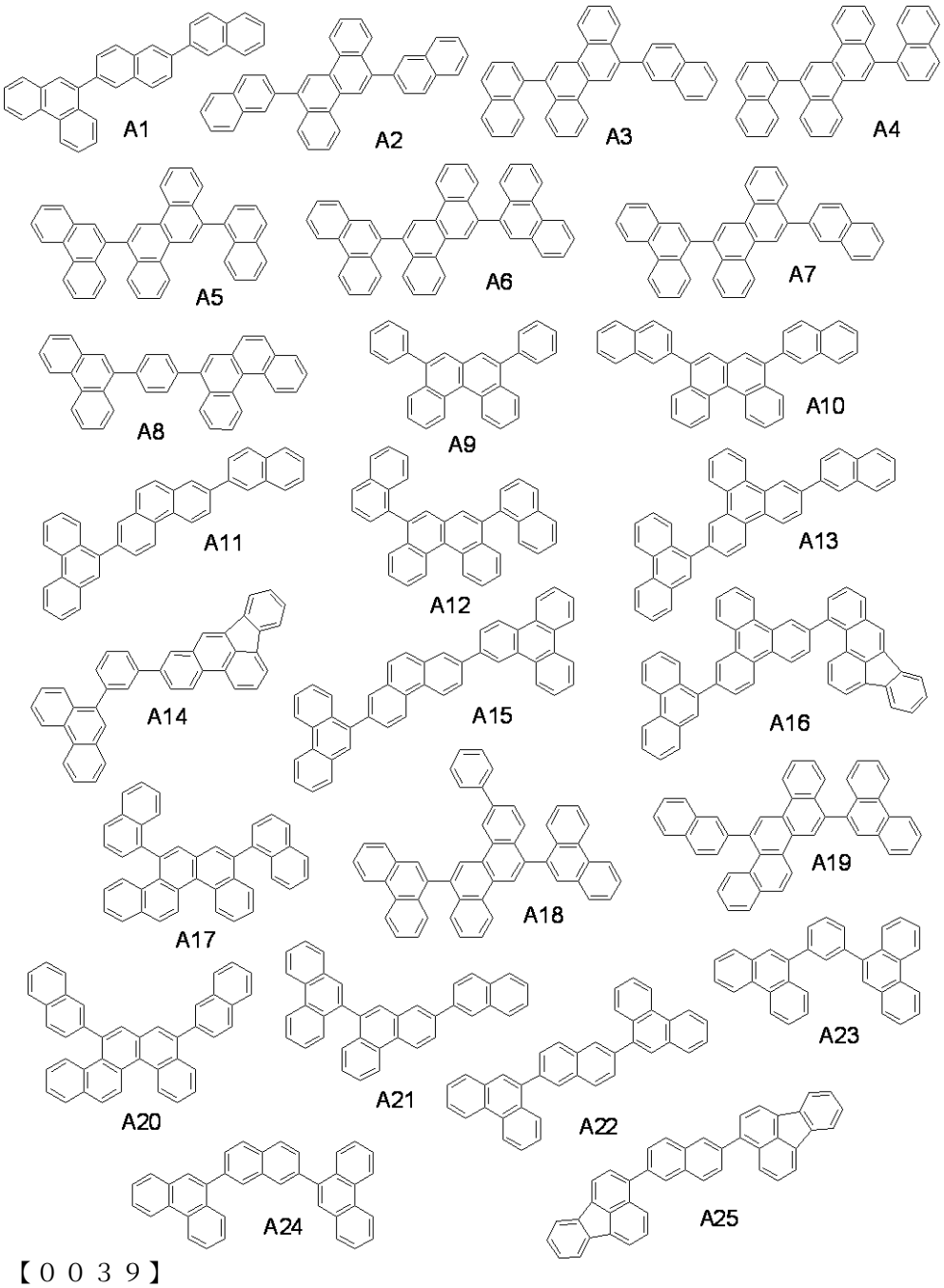
なお、ホスト材料の励起３重項エネルギーは、２．０ｅＶ以上２．７ｅＶ以下であることがより好ましく、２．１ｅＶ以上２．７ｅＶ以下であることがさらに好ましい。

【００３７】

このような本発明のホスト材料用化合物としては、例えば、次の化合物が具体例として挙げられる。

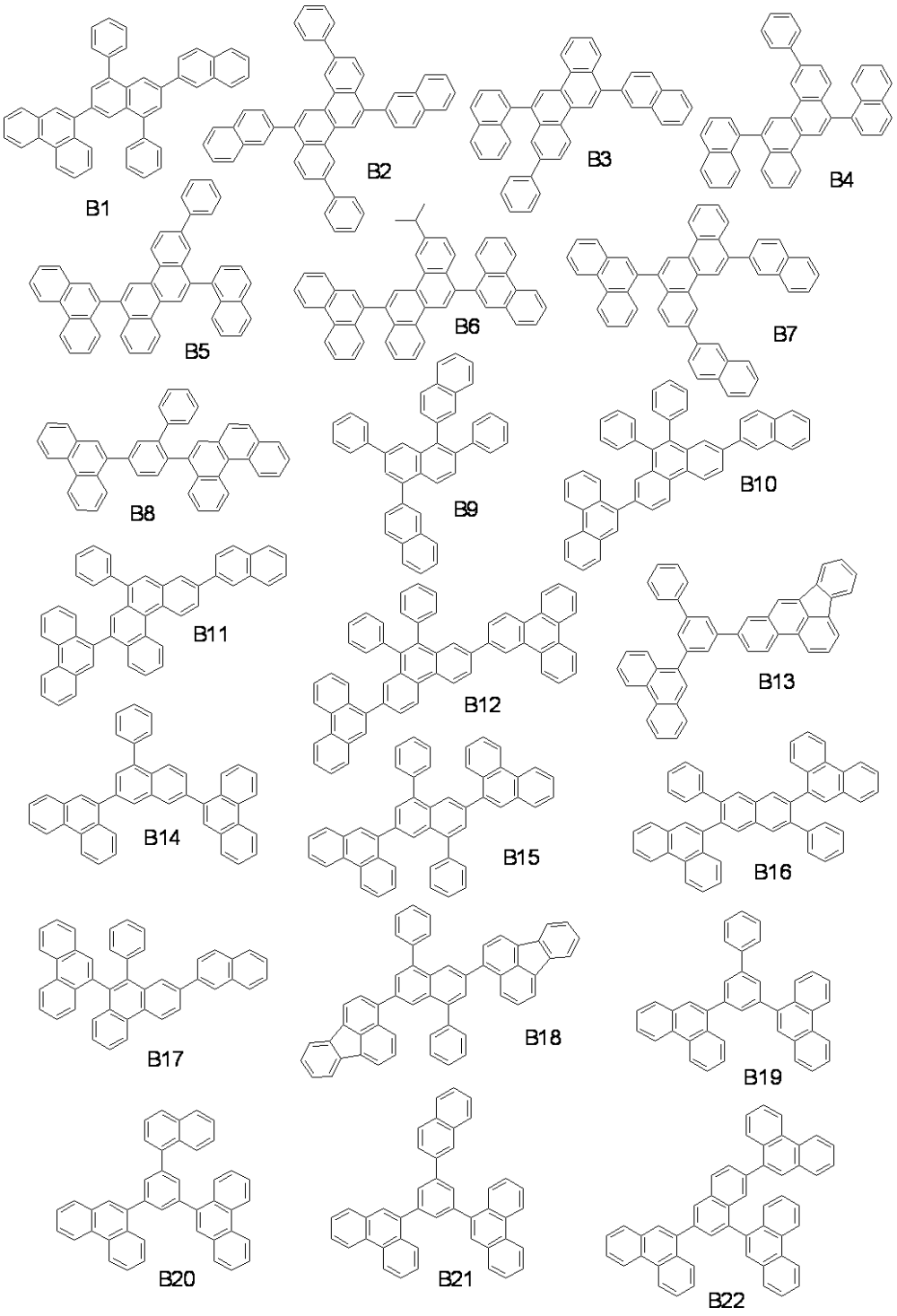
【００３８】

【化１】


A1
A2
A3
A4
A5
A6
A7
A8
A9
A10
A11
A12
A13
A14
A15
A16
A17
A18
A19
A20
A21
A22
A23
A24
A25

【００３９】

【化２】



【００４０】

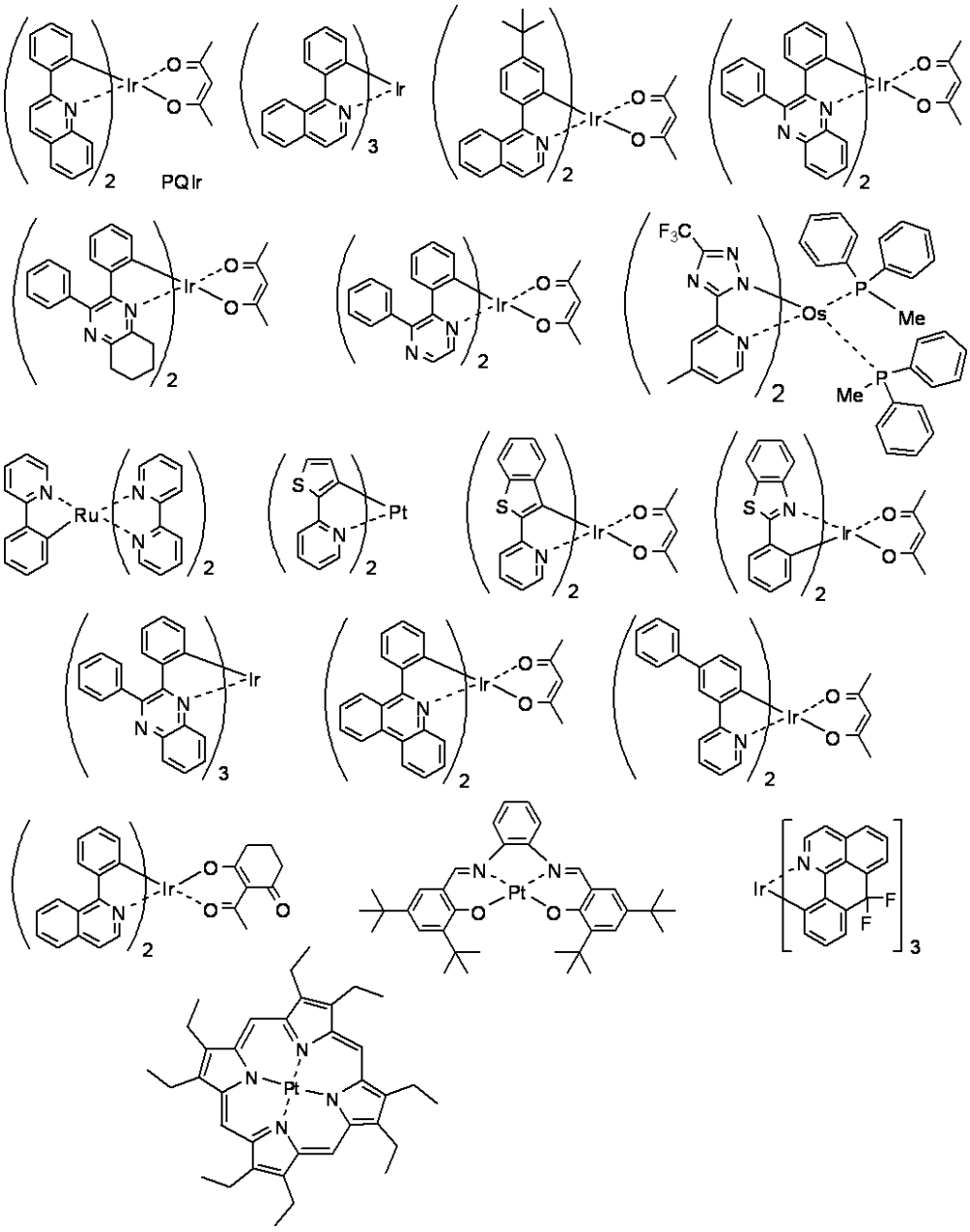
本発明において、前記燐光発光材料は、金属錯体を含有し、前記金属錯体は、Ｉｒ，Ｐｔ，Ｏｓ，Ａｕ，Ｃｕ，ＲｅおよびＲｕから選択される金属原子と、配位子と、を有することが好ましい。特に、前記配位子は、オルトメタル結合を有することが好ましい。

燐光量子収率が高く、発光素子の外部量子効率をより向上させることができるという点で、イリジウム（Ｉｒ），オスミウム（Ｏｓ）および白金（Ｐｔ）から選ばれる金属を含有する化合物であると好ましく、イリジウム錯体、オスミウム錯体、白金錯体等の金属錯体であるとさらに好ましく、中でもイリジウム錯体及び白金錯体がより好ましく、オルトメタル化イリジウム錯体が最も好ましい。

好ましい金属錯体の具体例を、以下に示すが、この中で緑～赤に発光する金属錯体が特に好ましい。

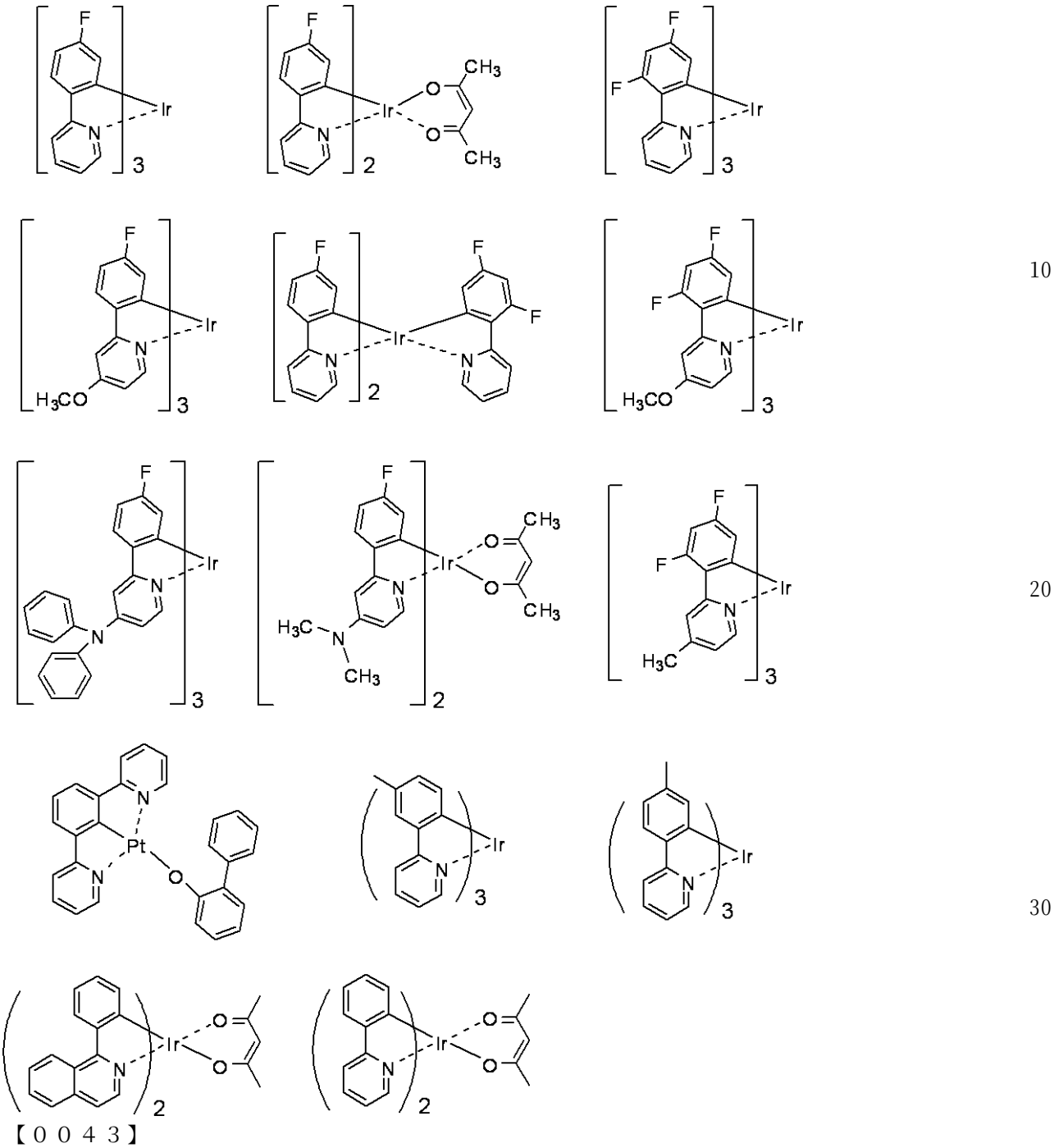
【００４１】

【化３】



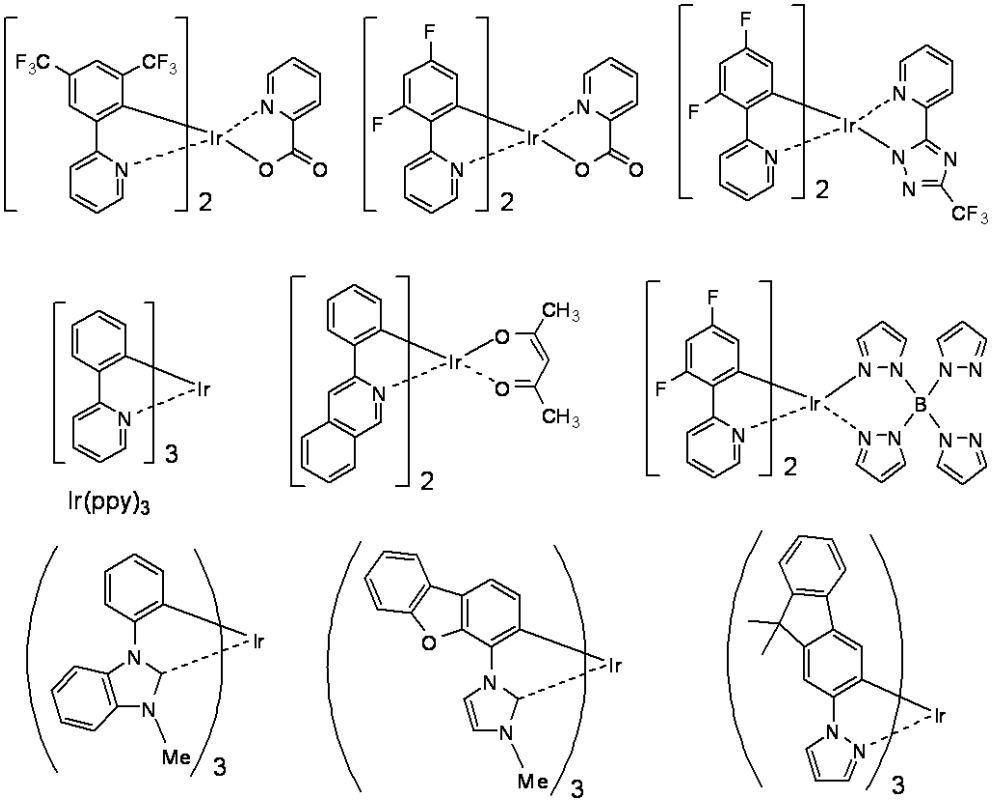
【００４２】

【化４】



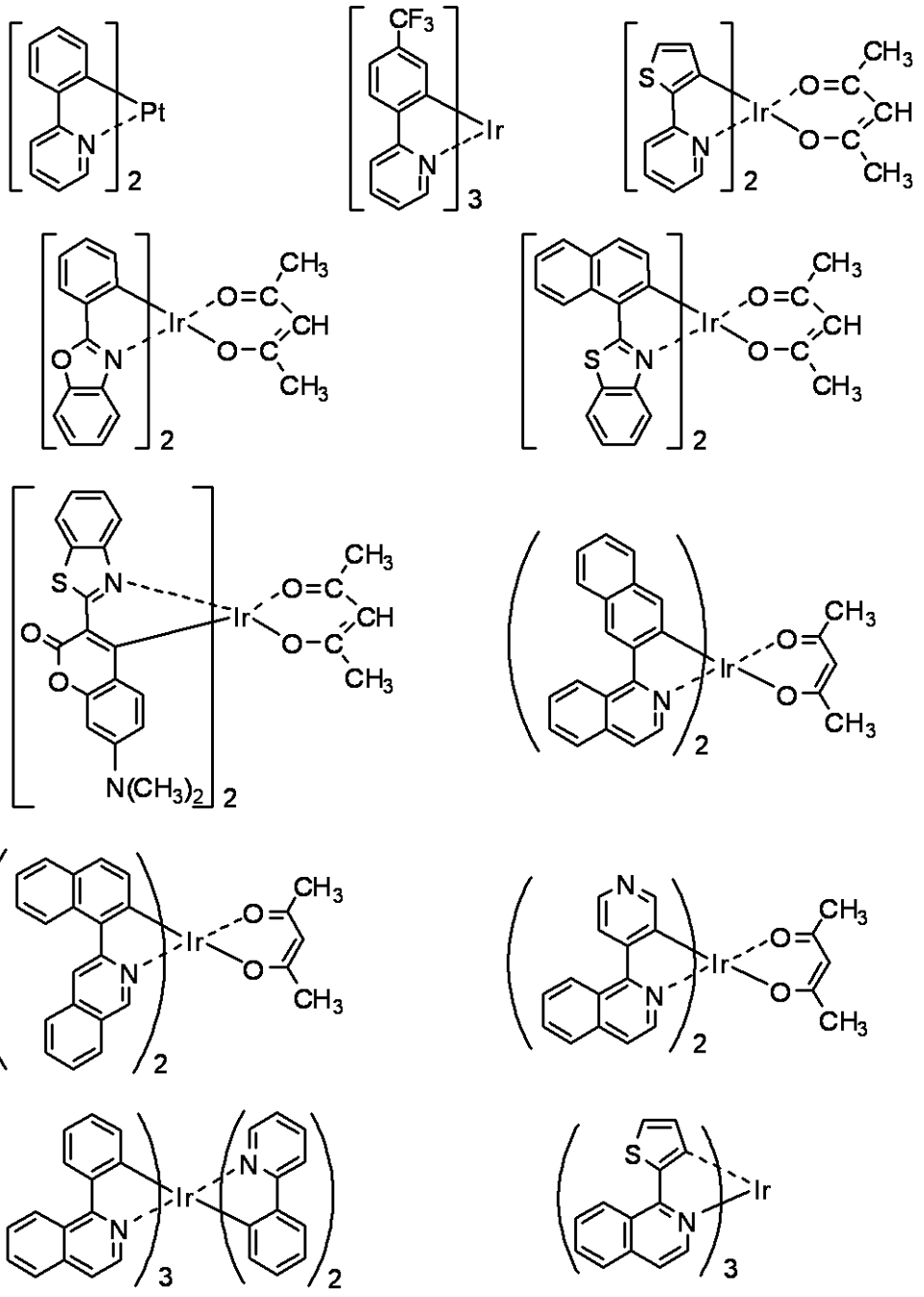
【００４３】

【化５】



【００４４】

【化６】



【００４５】

本発明では、前記発光層に含まれる前記燐光発光材料のうち少なくとも１種は、発光波長の極大値が５００ｎｍ以上７２０ｎｍ以下であることが好ましい。

発光波長の極大値は、５２０ｎｍ以上７００ｎｍ以下であることがより好ましい。

このような発光波長の燐光発光材料（燐光ドーパント）を、本発明で用いる特定のホスト材料にドープして発光層を構成することにより、高効率な有機エレクトロルミネッセンス素子とできる。

【００４６】

本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子は、正孔輸送層（正孔注入層）を有し、該正孔輸送層（正孔注入層）が本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子用材料を含有しても好ましく、本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子が電子輸送層及び／又は正孔障壁層を有し、該電子輸送層及び／又は正孔障壁層が、本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子用材料を含有しても好ましい。

【００４７】

本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子は、陰極と有機薄膜層との界面領域に還元性ドーパントを有することも好ましい。

このような構成によれば、有機エレクトロルミネッセンス素子における発光輝度の向上や長寿命化が図られる。

還元性ドーパントとしては、アルカリ金属、アルカリ金属錯体、アルカリ金属化合物、アルカリ土類金属、アルカリ土類金属錯体、アルカリ土類金属化合物、希土類金属、希土類金属錯体、及び希土類金属化合物等から選ばれた少なくとも一種類が挙げられる。

【００４８】

アルカリ金属としては、Ｎａ（仕事関数：２．３６ｅＶ）、Ｋ（仕事関数：２．２８ｅＶ）、Ｒｂ（仕事関数：２．１６ｅＶ）、Ｃｓ（仕事関数：１．９５ｅＶ）等が挙げられ、仕事関数が２．９ｅＶ以下のものが特に好ましい。これらのうち好ましくはＫ、Ｒｂ、Ｃｓ、さらに好ましくはＲｂ又はＣｓであり、最も好ましくはＣｓである。

アルカリ土類金属としては、Ｃａ（仕事関数：２．９ｅＶ）、Ｓｒ（仕事関数：２．０～２．５ｅＶ）、Ｂａ（仕事関数：２．５２ｅＶ）等が挙げられ、仕事関数が２．９ｅＶ以下のものが特に好ましい。

希土類金属としては、Ｓｃ、Ｙ、Ｃｅ、Ｔｂ、Ｙｂ等が挙げられ、仕事関数が２．９ｅＶ以下のものが特に好ましい。

以上の金属のうち好ましい金属は、特に還元能力が高く、電子注入域への比較的少量の添加により、有機エレクトロルミネッセンス素子における発光輝度の向上や長寿命化が可能である。

【００４９】

アルカリ金属化合物としては、Li_2O、Cs_2O、K_2O等のアルカリ酸化物、ＬｉＦ、ＮａＦ、ＣｓＦ、ＫＦ等のアルカリハロゲン化物等が挙げられ、ＬｉＦ、Li_2O、ＮａＦが好ましい。

アルカリ土類金属化合物としては、ＢａＯ、ＳｒＯ、ＣａＯ及びこれらを混合した$Ba_xSr_{1-x}O$（０＜ｘ＜１）、$Ba_xCa_{1-x}O$（０＜ｘ＜１）等が挙げられ、ＢａＯ、ＳｒＯ、ＣａＯが好ましい。

希土類金属化合物としては、YbF_3、ScF_3、ScO_3、Y_2O_3、Ce_2O_3、GdF_3、TbF_3等が挙げられ、YbF_3、ScF_3、TbF_3が好ましい。

【００５０】

アルカリ金属錯体、アルカリ土類金属錯体、希土類金属錯体としては、それぞれ金属イオンとしてアルカリ金属イオン、アルカリ土類金属イオン、希土類金属イオンの少なくとも一つ含有するものであれば特に限定はない。また、配位子にはキノリノール、ベンゾキノリノール、アクリジノール、フェナントリジノール、ヒドロキシフェニルオキサゾール、ヒドロキシフェニルチアゾール、ヒドロキシジアリールオキサジアゾール、ヒドロキシジアリールチアジアゾール、ヒドロキシフェニルピリジン、ヒドロキシフェニルベンゾイミダゾール、ヒドロキシベンゾトリアゾール、ヒドロキシフルボラン、ビピリジル、フェナントロリン、フタロシアニン、ポルフィリン、シクロペンタジエン、βージケトン類、アゾメチン類、及びそれらの誘導体などが好ましいが、これらに限定されるものではない。

【００５１】

還元性ドーパントの添加形態としては、界面領域に層状又は島状に形成すると好ましい。形成方法としては、抵抗加熱蒸着法により還元性ドーパントを蒸着しながら、界面領域を形成する発光材料や電子注入材料である有機物を同時に蒸着させ、有機物中に還元ドーパントを分散する方法が好ましい。分散濃度はモル比で有機物：還元性ドーパント＝１００：１～１：１００、好ましくは５：１～１：５である。

還元性ドーパントを層状に形成する場合は、界面の有機層である発光材料や電子注入材料を層状に形成した後に、還元ドーパントを単独で抵抗加熱蒸着法により蒸着し、好ましくは層の厚み０．１～１５ｎｍで形成する。

還元性ドーパントを島状に形成する場合は、界面の有機層である発光材料や電子注入材

料を島状に形成した後に、還元ドーパントを単独で抵抗加熱蒸着法により蒸着し、好ましくは島の厚み０．０５～１ｎｍで形成する。

また、本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子における、主成分と還元性ドーパントの割合としては、モル比で主成分：還元性ドーパント＝５：１～１：５であると好ましく、２：１～１：２であるとさらに好ましい。

【００５２】

本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子は、発光層と陰極との間に電子注入層を有し、前記電子注入層は、含窒素環誘導体を主成分として含有することが好ましい。ここで、電子注入層は電子輸送層として機能する層であってもよい。

なお、「主成分として」とは、電子注入層が５０質量％以上の含窒素環誘導体を含有していることを意味する。

電子注入層又は電子輸送層は、発光層への電子の注入を助ける層であって、電子移動度が大きい。電子注入層はエネルギーレベルの急な変化を緩和する等、エネルギーレベルを調整するために設ける。

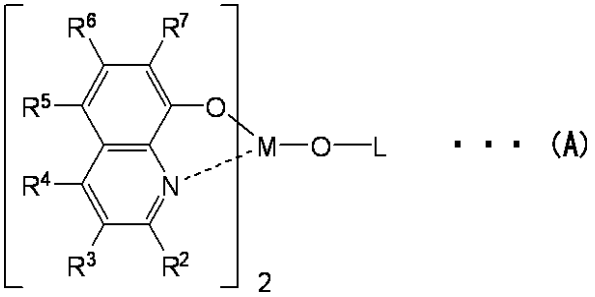
電子注入層に用いる電子輸送性材料としては、分子内にヘテロ原子を１個以上含有する芳香族ヘテロ環化合物が好ましく用いられ、特に含窒素環誘導体が好ましい。また、含窒素環誘導体としては、含窒素６員環もしくは５員環骨格を有する芳香族環、または含窒素６員環もしくは５員環骨格を有する縮合芳香族環化合物が好ましい。

【００５３】

この含窒素環誘導体としては、例えば、下記式（Ａ）で表される含窒素環金属キレート錯体が好ましい。

【００５４】

【化７】



・・・（Ａ）

【００５５】

Ｒ^{2}～Ｒ^{7}は、それぞれ独立に、水素原子、ハロゲン原子、オキシ基、アミノ基、炭素数１～４０の炭化水素基、アルコキシ基、アリールオキシ基、アルコキシカルボニル基、または、複素環基であり、これらは置換されていてもよい。

ハロゲン原子としては、例えば、フッ素、塩素、臭素、ヨウ素等が挙げられる。また、置換されていてもよいアミノ基の例としては、アルキルアミノ基、アリールアミノ基、アラルキルアミノ基が挙げられる。

炭素数１～４０の炭化水素基としては、置換もしくは無置換のアルキル基、アルケニル基、シクロアルキル基、アリール基、アラルキル基等が挙げられる。

【００５６】

アルキル基としては、例えば、メチル基、エチル基、プロピル基、イソプロピル基、ｎ－ブチル基、ｓ－ブチル基、イソブチル基、ｔ－ブチル基、ｎ－ペンチル基、ｎ－ヘキシル基、ｎ－ヘプチル基、ｎ－オクチル基、ｎ－ノニル基、ｎ－デシル基、ｎ－ウンデシル基、ｎ－ドデシル基、ｎ－トリデシル基、ｎ－テトラデシル基、ｎ－ペンタデシル基、ｎ－ヘキサデシル基、ｎ－ヘプタデシル基、ｎ－オクタデシル基、ネオペンチル基、１－メチルペンチル基、２－メチルペンチル基、１－ペンチルヘキシル基、１－ブチルペンチル基、１－ヘプチルオクチル基、３－メチルペンチル基、ヒドロキシメチル基、１－ヒドロキシエチル基、２－ヒドロキシエチル基、２－ヒドロキシイソブチル基、１，２－ジヒドロキシエチル基、１，３－ジヒドロキシイソプロピル基、２，３－ジヒドロキシ－ｔ－ブ

チル基、１，２，３－トリヒドロキシプロピル基、クロロメチル基、１－クロロエチル基、２－クロロエチル基、２－クロロイソブチル基、１，２－ジクロロエチル基、１，３－ジクロロイソプロピル基、２，３－ジクロロ－ｔ－ブチル基、１，２，３－トリクロロプロピル基、ブロモメチル基、１－ブロモエチル基、２－ブロモエチル基、２－ブロモイソブチル基、１，２－ジブロモエチル基、１，３－ジブロモイソプロピル基、２，３－ジブロモ－ｔ－ブチル基、１，２，３－トリブロモプロピル基、ヨードメチル基、１－ヨードエチル基、２－ヨードエチル基、２－ヨードイソブチル基、１，２－ジヨードエチル基、１，３－ジヨードイソプロピル基、２，３－ジヨード－ｔ－ブチル基、１，２，３－トリヨードプロピル基、アミノメチル基、１－アミノエチル基、２－アミノエチル基、２－アミノイソブチル基、１，２－ジアミノエチル基、１，３－ジアミノイソプロピル基、２，３－ジアミノ－ｔ－ブチル基、１，２，３－トリアミノプロピル基、シアノメチル基、１－シアノエチル基、２－シアノエチル基、２－シアノイソブチル基、１，２－ジシアノエチル基、１，３－ジシアノイソプロピル基、２，３－ジシアノ－ｔ－ブチル基、１，２，３－トリシアノプロピル基、ニトロメチル基、１－ニトロエチル基、２－ニトロエチル基、１，２－ジニトロエチル基、２，３－ジニトロ－ｔ－ブチル基、１，２，３－トリニトロプロピル基等が挙げられる。

【００５７】

これらの中でも好ましくは、メチル基、エチル基、プロピル基、イソプロピル基、ｎ－ブチル基、ｓ－ブチル基、イソブチル基、ｔ－ブチル基、ｎ－ペンチル基、ｎ－ヘキシル基、ｎ－ヘプチル基、ｎ－オクチル基、ｎ－ノニル基、ｎ－デシル基、ｎ－ウンデシル基、ｎ－ドデシル基、ｎ－トリデシル基、ｎ－テトラデシル基、ｎ－ペンタデシル基、ｎ－ヘキサデシル基、ｎ－ヘプタデシル基、ｎ－オクタデシル基、ネオペンチル基、１－メチルペンチル基、１－ペンチルヘキシル基、または、１－ブチルペンチル基、１－ヘプチルオクチル基である。

【００５８】

アルケニル基としては、例えば、ビニル基、アリル基、１－ブテニル基、２－ブテニル基、３－ブテニル基、１，３－ブタンジエニル基、１－メチルビニル基、スチリル基、２，２－ジフェニルビニル基、１，２－ジフェニルビニル基、１－メチルアリル基、１，１－ジメチルアリル基、２－メチルアリル基、１－フェニルアリル基、２－フェニルアリル基、３－フェニルアリル基、３，３－ジフェニルアリル基、１，２－ジメチルアリル基、１－フェニル－１－ブテニル基、３－フェニル－１－ブテニル基等が挙げられ、好ましくは、スチリル基、２，２－ジフェニルビニル基、１，２－ジフェニルビニル基等が挙げられる。

【００５９】

シクロアルキル基としては、例えば、シクロペンチル基、シクロヘキシル基、シクロオクチル基、３，５－テトラメチルシクロヘキシル基等が挙げられ、シクロヘキシル基、シクロオクチル基、および、３，５－テトラメチルシクロヘキシル基が好ましい。

アルコキシ基は－ＯＹと表される基である。Ｙの具体例としては、前記アルキル基で説明したものと同様のものが挙げられ、好ましい例も同様である。

【００６０】

非縮合アリール基としては、例えば、フェニル基、ビフェニル－２－イル基、ビフェニル－３－イル基、ビフェニル－４－イル基、ｐ－ターフェニル－４－イル基、ｐ－ターフェニル－３－イル基、ｐ－ターフェニル－２－イル基、ｍ－ターフェニル－４－イル基、ｍ－ターフェニル－３－イル基、ｍ－ターフェニル－２－イル基、ｏ－トリル基、ｍ－トリル基、ｐ－トリル基、ｐ－ｔ－ブチルフェニル基、ｐ－（２－フェニルプロピル）フェニル基、４’－メチルビフェニルイル基、４”－ｔ－ブチル－ｐ－ターフェニル－４－イル基、ｏ－クメニル基、ｍ－クメニル基、ｐ－クメニル基、２，３－キシリル基、３，４－キシリル基、２，５－キシリル基、メシチル基、および、ｍ－クウォーターフェニル基等が挙げられる。

【００６１】

これらの中でも好ましくは、フェニル基、ビフェニル－２－イル基、ビフェニル－３－イル基、ビフェニル－４－イル基、ｍ－ターフェニル－４－イル基、ｍ－ターフェニル－３－イル基、ｍ－ターフェニル－２－イル基、ｐ－トリル基、３，４－キシリル基、ｍ－クウォーターフェニル－２－イル基である。

縮合アリール基としては、例えば、１－ナフチル基、２－ナフチル基が挙げられる。

【００６２】

複素環基は、単環又は縮合環であり、好ましくは核炭素数１～２０、より好ましくは核炭素数１～１２、さらに好ましくは核炭素数２～１０の複素環基であり、窒素原子、酸素原子、硫黄原子、セレン原子の少なくとも一つのヘテロ原子を含む芳香族複素環基である。この複素環基の例としては、例えば、ピロリジン、ピペリジン、ピペラジン、モルフォリン、チオフェン、セレノフェン、フラン、ピロール、イミダゾール、ピラゾール、ピリジン、ピラジン、ピリダジン、ピリミジン、トリアゾール、トリアジン、インドール、インダゾール、プリン、チアゾリン、チアゾール、チアジアゾール、オキサゾリン、オキサゾール、オキサジアゾール、キノリン、イソキノリン、フタラジン、ナフチリジン、キノキサリン、キナゾリン、シンノリン、プテリジン、アクリジン、フェナントロリン、フェナジン、テトラゾール、ベンゾイミダゾール、ベンゾオキサゾール、ベンゾチアゾール、ベンゾトリアゾール、テトラザインデン、カルバゾール、アゼピン等から誘導される基が挙げられ、好ましくは、フラン、チオフェン、ピリジン、ピラジン、ピリミジン、ピリダジン、トリアジン、キノリン、フタラジン、ナフチリジン、キノキサリン、キナゾリンであり、より好ましくはフラン、チオフェン、ピリジン、および、キノリンから誘導される基であり、さらに好ましくはキノリニル基である。

【００６３】

アラルキル基としては、例えば、ベンジル基、１－フェニルエチル基、２－フェニルエチル基、１－フェニルイソプロピル基、２－フェニルイソプロピル基、フェニル－ｔ－ブチル基、α－ナフチルメチル基、１－α－ナフチルエチル基、２－α－ナフチルエチル基、１－α－ナフチルイソプロピル基、２－α－ナフチルイソプロピル基、β－ナフチルメチル基、１－β－ナフチルエチル基、２－β－ナフチルエチル基、１－β－ナフチルイソプロピル基、２－β－ナフチルイソプロピル基、ｐ－メチルベンジル基、ｍ－メチルベンジル基、ｏ－メチルベンジル基、ｐ－クロロベンジル基、ｍ－クロロベンジル基、ｏ－クロロベンジル基、ｐ－ブロモベンジル基、ｍ－ブロモベンジル基、ｏ－ブロモベンジル基、ｐ－ヨードベンジル基、ｍ－ヨードベンジル基、ｏ－ヨードベンジル基、ｐ－ヒドロキシベンジル基、ｍ－ヒドロキシベンジル基、ｏ－ヒドロキシベンジル基、ｐ－アミノベンジル基、ｍ－アミノベンジル基、ｏ－アミノベンジル基、ｐ－ニトロベンジル基、ｍ－ニトロベンジル基、ｏ－ニトロベンジル基、ｐ－シアノベンジル基、ｍ－シアノベンジル基、ｏ－シアノベンジル基、１－ヒドロキシ－２－フェニルイソプロピル基、１－クロロ－２－フェニルイソプロピル基等が挙げられる。

【００６４】

これらの中でも好ましくは、ベンジル基、ｐ－シアノベンジル基、ｍ－シアノベンジル基、ｏ－シアノベンジル基、１－フェニルエチル基、２－フェニルエチル基、１－フェニルイソプロピル基、２－フェニルイソプロピル基である。

【００６５】

アリールオキシ基は、－ＯＹ’と表され、Ｙ’の例としてはフェニル基、１－ナフチル基、２－ナフチル基、１－アントリル基、２－アントリル基、９－アントリル基、１－フェナントリル基、２－フェナントリル基、３－フェナントリル基、４－フェナントリル基、９－フェナントリル基、１－ナフタセニル基、２－ナフタセニル基、９－ナフタセニル基、１－ピレニル基、２－ピレニル基、４－ピレニル基、２－ビフェニルイル基、３－ビフェニルイル基、４－ビフェニルイル基、ｐ－ターフェニル－４－イル基、ｐ－ターフェニル－３－イル基、ｐ－ターフェニル－２－イル基、ｍ－ターフェニル－４－イル基、ｍ－ターフェニル－３－イル基、ｍ－ターフェニル－２－イル基、ｏ－トリル基、ｍ－トリル基、ｐ－トリル基、ｐ－ｔ－ブチルフェニル基、ｐ－（２－フェニルプロピル）フェニ

ル基、３－メチル－２－ナフチル基、４－メチル－１－ナフチル基、４－メチル－１－アントリル基、４’－メチルビフェニルイル基、４”－ｔ－ブチル－ｐ－ターフェニル－４－イル基等が挙げられる。

【００６６】

アリールオキシ基のうちヘテロアリールオキシ基は、－ＯＺ’と表され、Ｚ’の例としては２－ピロリル基、３－ピロリル基、ピラジニル基、２－ピリジニル基、３－ピリジニル基、４－ピリジニル基、２－インドリル基、３－インドリル基、４－インドリル基、５－インドリル基、６－インドリル基、７－インドリル基、１－イソインドリル基、３－イソインドリル基、４－イソインドリル基、５－イソインドリル基、６－イソインドリル基、７－イソインドリル基、２－フリル基、３－フリル基、２－ベンゾフラニル基、３－ベンゾフラニル基、４－ベンゾフラニル基、５－ベンゾフラニル基、６－ベンゾフラニル基、７－ベンゾフラニル基、１－イソベンゾフラニル基、３－イソベンゾフラニル基、４－イソベンゾフラニル基、５－イソベンゾフラニル基、６－イソベンゾフラニル基、７－イソベンゾフラニル基、２－キノリル基、３－キノリル基、４－キノリル基、５－キノリル基、６－キノリル基、７－キノリル基、８－キノリル基、１－イソキノリル基、３－イソキノリル基、４－イソキノリル基、５－イソキノリル基、６－イソキノリル基、７－イソキノリル基、８－イソキノリル基、２－キノキサリニル基、５－キノキサリニル基、６－キノキサリニル基、１－カルバゾリル基、２－カルバゾリル基、３－カルバゾリル基、４－カルバゾリル基、１－フェナンスリジニル基、２－フェナンスリジニル基、３－フェナンスリジニル基、４－フェナンスリジニル基、６－フェナンスリジニル基、７－フェナンスリジニル基、８－フェナンスリジニル基、９－フェナンスリジニル基、１０－フェナンスリジニル基、１－アクリジニル基、２－アクリジニル基、３－アクリジニル基、４－アクリジニル基、９－アクリジニル基、１，７－フェナンスロリン－２－イル基、１，７－フェナンスロリン－３－イル基、１，７－フェナンスロリン－４－イル基、１，７－フェナンスロリン－５－イル基、１，７－フェナンスロリン－６－イル基、１，７－フェナンスロリン－８－イル基、１，７－フェナンスロリン－９－イル基、１，７－フェナンスロリン－１０－イル基、１，８－フェナンスロリン－２－イル基、１，８－フェナンスロリン－３－イル基、１，８－フェナンスロリン－４－イル基、１，８－フェナンスロリン－５－イル基、１，８－フェナンスロリン－６－イル基、１，８－フェナンスロリン－７－イル基、１，８－フェナンスロリン－９－イル基、１，８－フェナンスロリン－１０－イル基、１，９－フェナンスロリン－２－イル基、１，９－フェナンスロリン－３－イル基、１，９－フェナンスロリン－４－イル基、１，９－フェナンスロリン－５－イル基、１，９－フェナンスロリン－６－イル基、１，９－フェナンスロリン－７－イル基、１，９－フェナンスロリン－８－イル基、１，９－フェナンスロリン－１０－イル基、１，１０－フェナンスロリン－２－イル基、１，１０－フェナンスロリン－３－イル基、１，１０－フェナンスロリン－４－イル基、１，１０－フェナンスロリン－５－イル基、２，９－フェナンスロリン－１－イル基、２，９－フェナンスロリン－３－イル基、２，９－フェナンスロリン－４－イル基、２，９－フェナンスロリン－５－イル基、２，９－フェナンスロリン－６－イル基、２，９－フェナンスロリン－７－イル基、２，９－フェナンスロリン－８－イル基、２，９－フェナンスロリン－１０－イル基、２，８－フェナンスロリン－１－イル基、２，８－フェナンスロリン－３－イル基、２，８－フェナンスロリン－４－イル基、２，８－フェナンスロリン－５－イル基、２，８－フェナンスロリン－６－イル基、２，８－フェナンスロリン－７－イル基、２，８－フェナンスロリン－９－イル基、２，８－フェナンスロリン－１０－イル基、２，７－フェナンスロリン－１－イル基、２，７－フェナンスロリン－３－イル基、２，７－フェナンスロリン－４－イル基、２，７－フェナンスロリン－５－イル基、２，７－フェナンスロリン－６－イル基、２，７－フェナンスロリン－８－イル基、２，７－フェナンスロリン－９－イル基、２，７－フェナンスロリン－１０－イル基、１－フェナジニル基、２－フェナジニル基、１－フェノチアジニル基、２－フェノチアジニル基、３－フェノチアジニル基、４－フェノチアジニル基、１－フェノキサジニル基、２－フェノキサジニル基、３－フェノキサジニル基、４

－フェノキサジニル基、２－オキサゾリル基、４－オキサゾリル基、５－オキサゾリル基、２－オキサジアゾリル基、５－オキサジアゾリル基、３－フラザニル基、２－チエニル基、３－チエニル基、２－メチルピロール－１－イル基、２－メチルピロール－３－イル基、２－メチルピロール－４－イル基、２－メチルピロール－５－イル基、３－メチルピロール－１－イル基、３－メチルピロール－２－イル基、３－メチルピロール－４－イル基、３－メチルピロール－５－イル基、２－ｔ－ブチルピロール－４－イル基、３－（２－フェニルプロピル）ピロール－１－イル基、２－メチル－１－インドリル基、４－メチル－１－インドリル基、２－メチル－３－インドリル基、４－メチル－３－インドリル基、２－ｔ－ブチル１－インドリル基、４－ｔ－ブチル１－インドリル基、２－ｔ－ブチル３－インドリル基、４－ｔ－ブチル３－インドリル基等が挙げられる。

【００６７】

アルコキシカルボニル基は－ＣＯＯＹ’と表され、Ｙ’の例としては前記アルキル基と同様のものが挙げられる。

【００６８】

アルキルアミノ基およびアラルキルアミノ基は－ＮＱ^{1}Ｑ^{2}と表される。Ｑ^{1}及びＱ^{2}の具体例としては、それぞれ独立に、前記アルキル基、前記アラルキル基で説明したものと同様のものが挙げられ、好ましい例も同様である。Ｑ^{1}およびＱ^{2}の一方は水素原子であってもよい。

アリールアミノ基は－ＮＡｒ^{1}Ａｒ^{2}と表され、Ａｒ^{1}およびＡｒ^{2}の具体例としては、それぞれ独立に前記非縮合アリール基および縮合アリールで説明した基と同様である。Ａｒ^{1}およびＡｒ^{2}の一方は水素原子であってもよい。

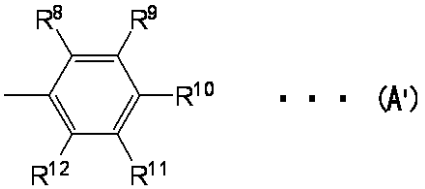
【００６９】

Ｍは、アルミニウム（Ａｌ）、ガリウム（Ｇａ）又はインジウム（Ｉｎ）であり、Ｉｎであると好ましい。

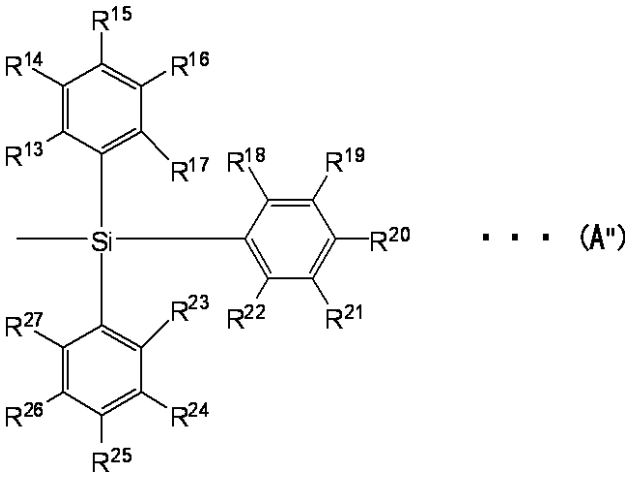
上記式（Ａ）のＬは、下記式（Ａ’）又は（Ａ’’）で表される基である。

【００７０】

【化８】



・・・ (A')



・・・ (A")

【００７１】

前記式中、Ｒ^{8}～Ｒ^{12}は、それぞれ独立に、水素原子又は置換もしくは無置換の炭素数１～４０の炭化水素基であり、互いに隣接する基が環状構造を形成していてもよい。また、Ｒ^{13}～Ｒ^{27}は、それぞれ独立に、水素原子又は置換もしくは無置換の炭素数１～４０の

炭化水素基であり、互いに隣接する基が環状構造を形成していてもよい。

【００７２】

前記式（Ａ’）及び式（Ａ’’）のＲ[8]～Ｒ[12]及びＲ[13]～Ｒ[27]が示す炭素数１～４０の炭化水素基としては、Ｒ[2]～Ｒ[7]の具体例と同様のものが挙げられる。

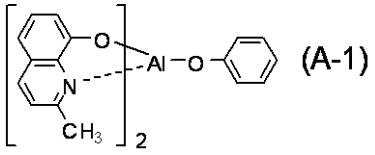
また、Ｒ[8]～Ｒ[12]及びＲ[13]～Ｒ[27]の互いに隣接する基が環状構造を形成した場合の２価の基としては、テトラメチレン基、ペンタメチレン基、ヘキサメチレン基、ジフェニルメタン－２，２’－ジイル基、ジフェニルエタン－３，３’－ジイル基、ジフェニルプロパン－４，４’－ジイル基等が挙げられる。

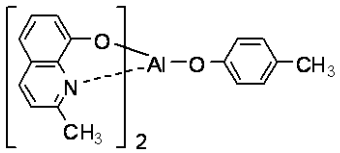
【００７３】

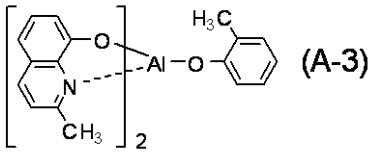
前記式（Ａ）で表される含窒素環金属キレート錯体の具体例を以下に示すが、これら例示化合物に限定されるものではない。

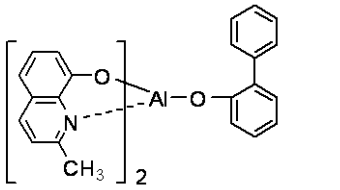
【００７４】

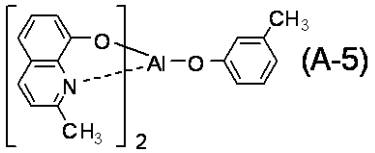
【化９】

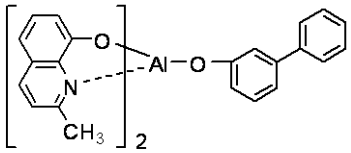

(A-1)

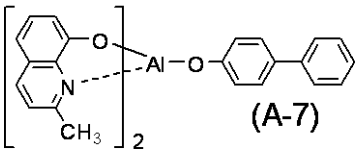

(A-2)

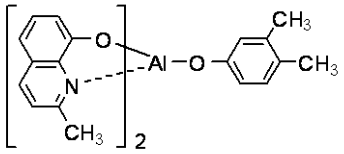

(A-3)

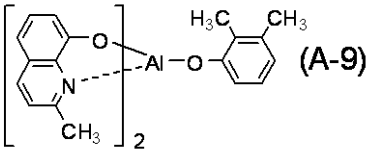

(A-4)

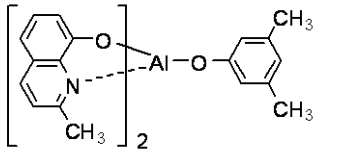

(A-5)

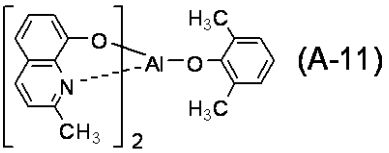

(A-6)

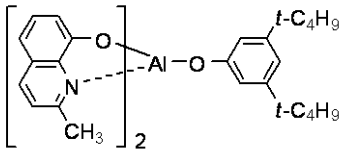

(A-7)

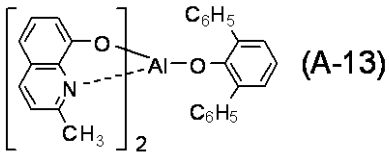

(A-8)

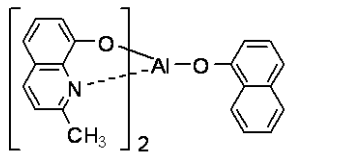

(A-9)

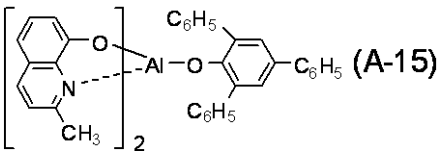

(A-10)

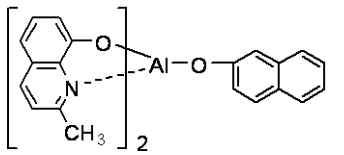

(A-11)


(A-12)

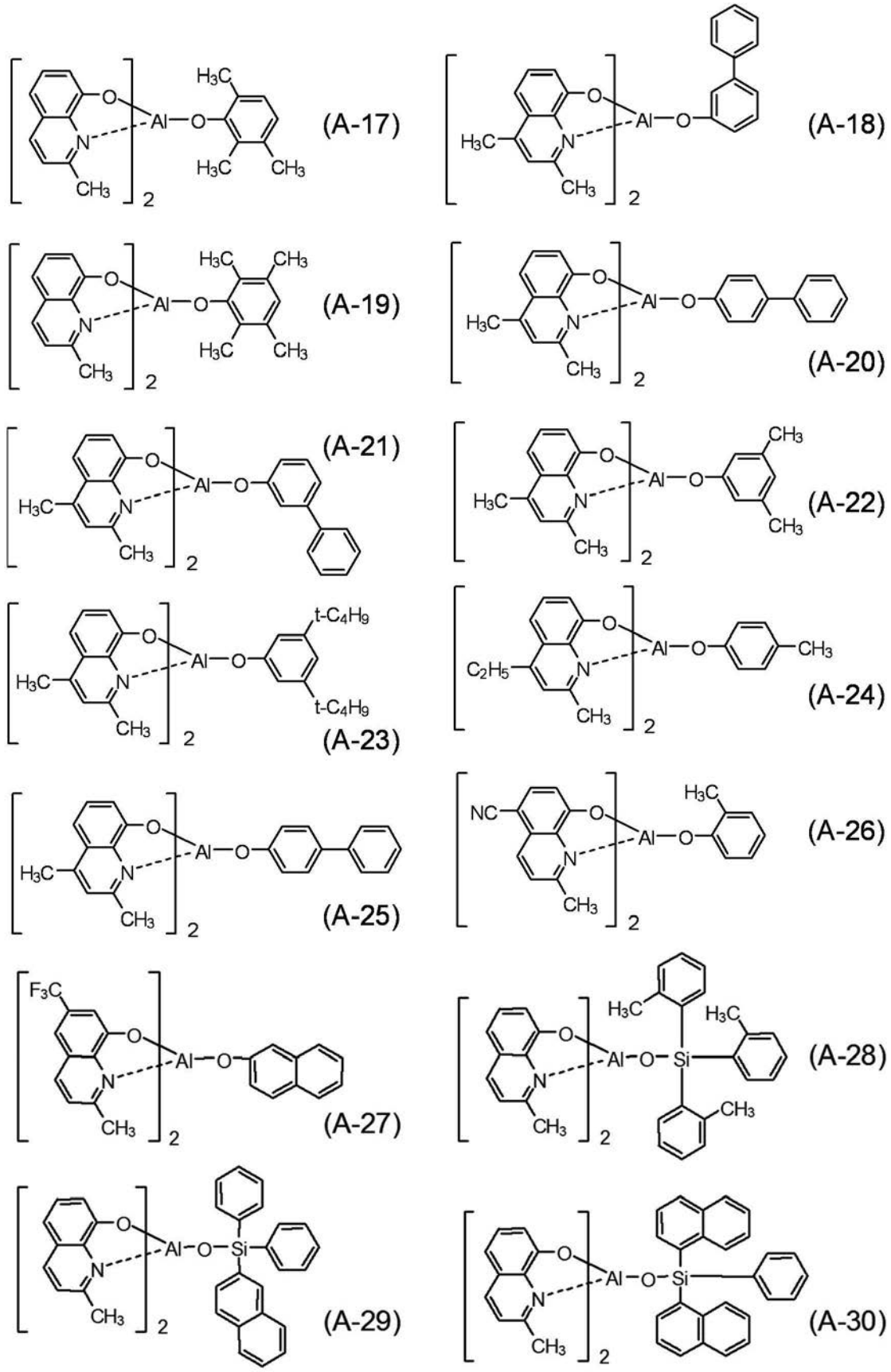

(A-13)


(A-14)


(A-15)

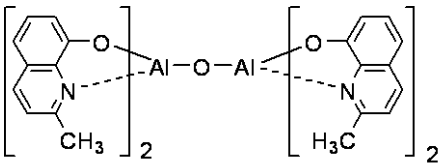

(A-16)

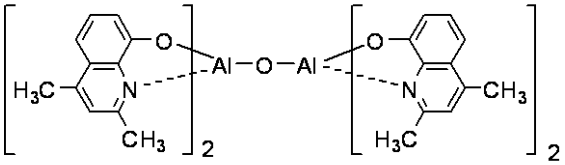
【００７５】
【化１０】

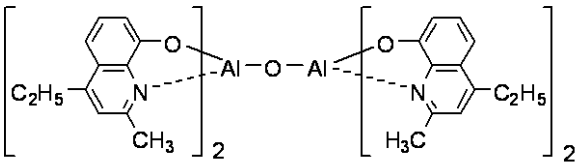


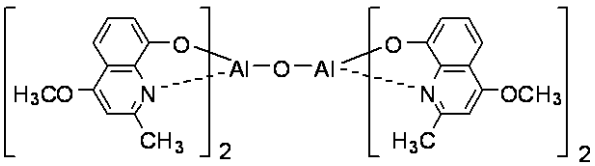
【００７６】

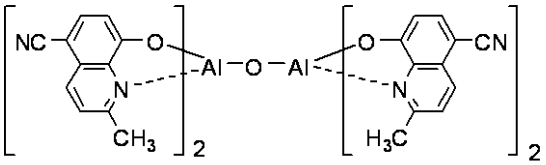
【化１１】

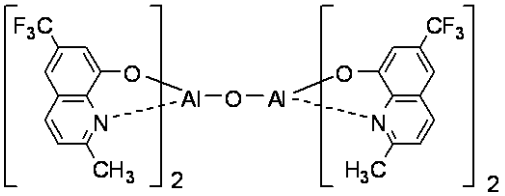

(A-31)


(A-32)


(A-33)


(A-34)


(A-35)


(A-36)

【００７７】

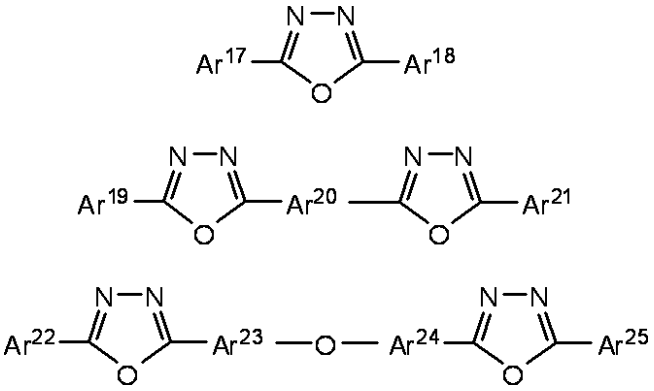
本発明では、電子注入層や電子輸送層は、含窒素複素環誘導体を含むことが好ましい。

【００７８】

電子注入層又は電子輸送層は、発光層への電子の注入を助ける層であって、電子移動度が大きい。電子注入層はエネルギーレベルの急な変化を緩和する等、エネルギーレベルを調整するために設ける。電子注入層又は電子輸送層に用いられる材料としては、８－ヒドロキシキノリン又はその誘導体の金属錯体、オキサジアゾール誘導体、含窒素複素環誘導体が好適である。上記８－ヒドロキシキノリン又はその誘導体の金属錯体の具体例としては、オキシン（一般に８－キノリノール又は８－ヒドロキシキノリン）のキレートを含む金属キレートオキシノイド化合物、例えばトリス（８－キノリノール）アルミニウムを用いることができる。そして、オキサジアゾール誘導体としては、下記のものを挙げることができる。

【００７９】

【化１２】



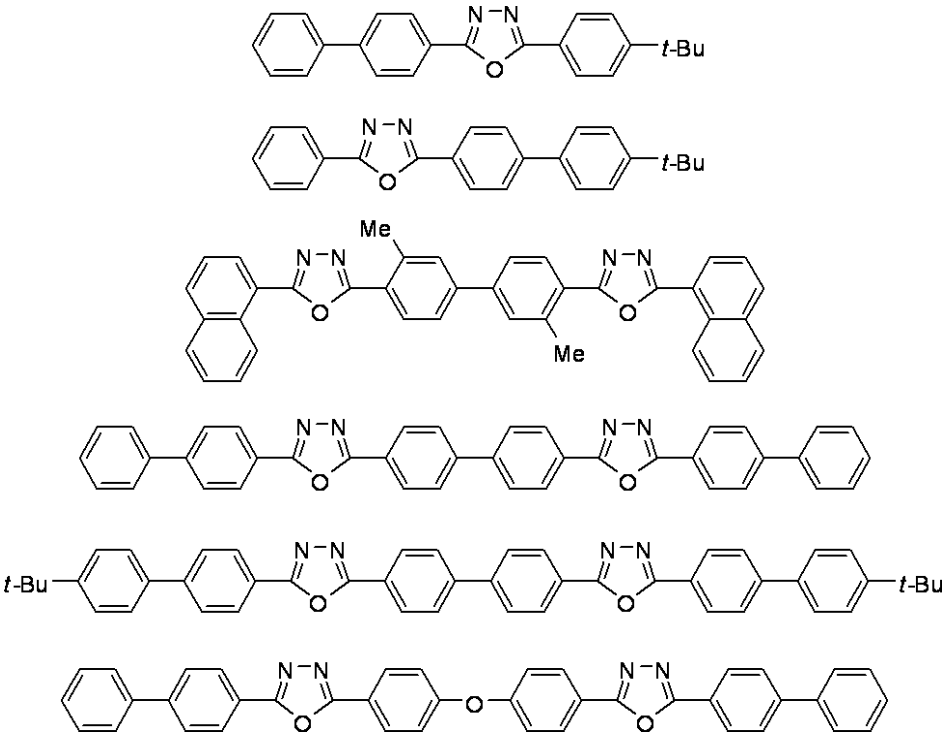
【００８０】

前記式中、Ａｒ^{17}、Ａｒ^{18}、Ａｒ^{19}、Ａｒ^{21}、Ａｒ^{22}及びＡｒ^{25}は、それぞれ置換基を有する若しくは有しないアリール基を示し、Ａｒ^{17}とＡｒ^{18}、Ａｒ^{19}とＡｒ^{21}、Ａｒ^{22}とＡｒ^{25}は、たがいに同一でも異なっていてもよい。Ａｒ^{20}、Ａｒ^{23}及びＡｒ^{24}は、それぞれ置換基を有する若しくは有しないアリーレン基を示し、Ａｒ^{23}とＡｒ^{24}は、たがいに同一でも異なっていてもよい。

また、アリーレン基としては、フェニレン基、ナフチレン基、ビフェニレン基、アントラニレン基、ペリレニレン基、ピレニレン基などが挙げられる。そして、これらへの置換基としては炭素数１～１０のアルキル基、炭素数１～１０のアルコキシ基またはシアノ基等が挙げられる。この電子伝達化合物は、薄膜形成性の良好なものが好ましく用いられる。そして、これら電子伝達性化合物の具体例としては、下記のものを挙げることができる。

【００８１】

【化１３】

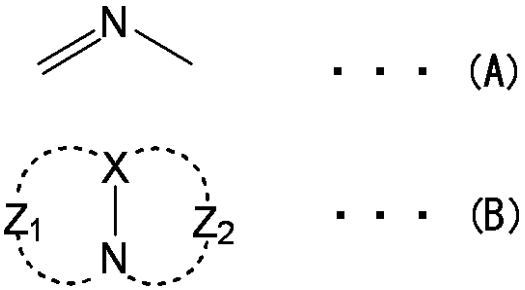


【００８２】

含窒素複素環誘導体としては、以下の一般式を有する有機化合物からなる含窒素複素環誘導体であって、金属錯体でない含窒素化合物が挙げられる。例えば、（Ａ）に示す骨格を含有する５員環もしくは６員環や、（Ｂ）に示す構造のものが挙げられる。

【００８３】

【化１４】



【００８４】

前記（Ｂ）中、Ｘは炭素原子もしくは窒素原子を表す。Z_1ならびにZ_2は、それぞれ独立に含窒素ヘテロ環を形成可能な原子群を表す。

【００８５】

【化１５】

【００８６】

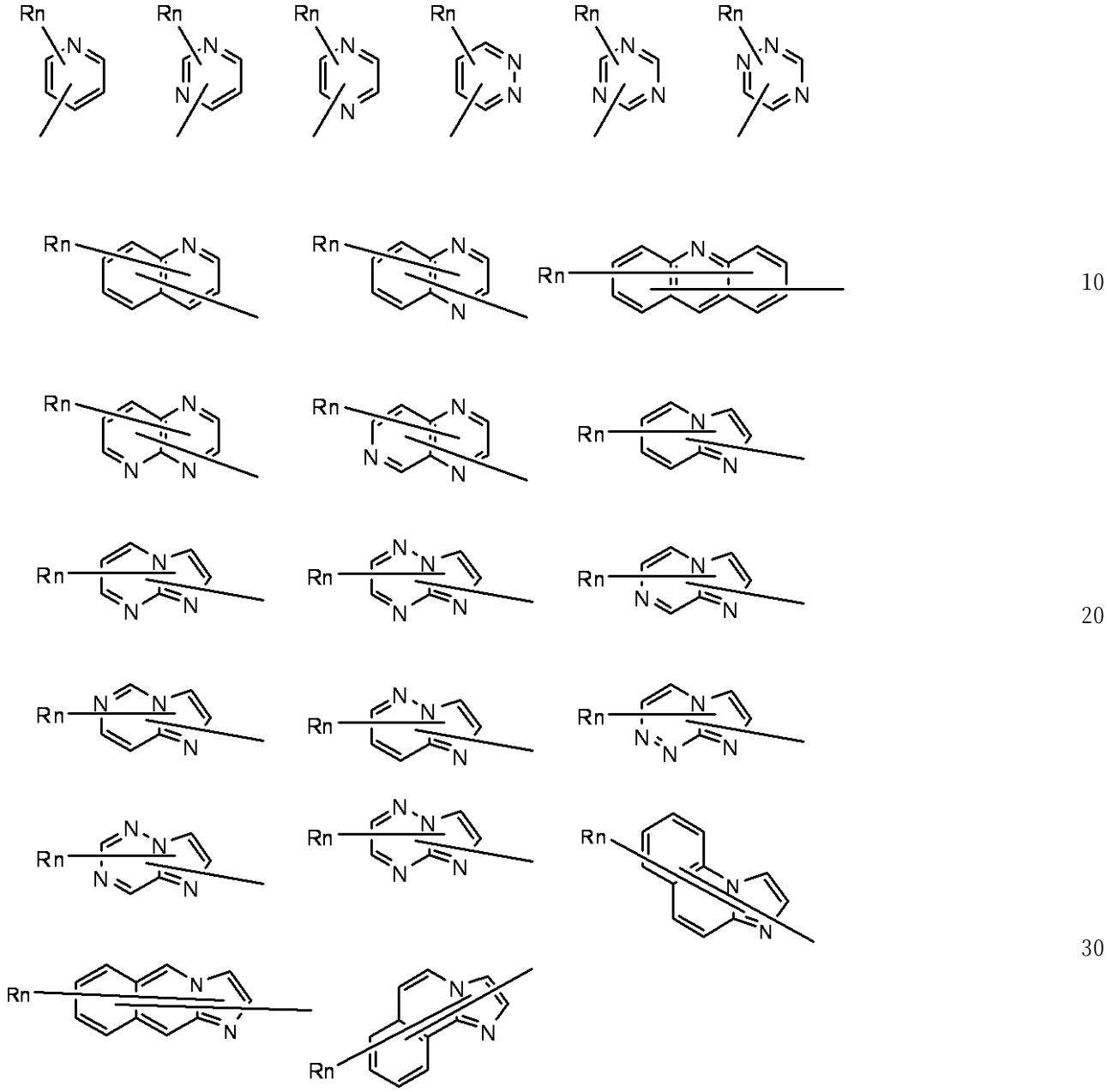
好ましくは、５員環もしくは６員環からなる含窒素芳香多環族を有する有機化合物。さらには、このような複数窒素原子を有する含窒素芳香多環族の場合は、上記（Ａ）と（Ｂ）もしくは（Ａ）と（Ｃ）を組み合わせた骨格を有する含窒素芳香多環有機化合物。

【００８７】

含窒素有機化合物の含窒素基は、例えば、以下の一般式で表される含窒素複素環基から選択される。

【００８８】

【化１６】



【００８９】

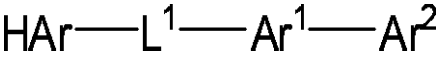
前記各式中、Ｒは、炭素数６～４０のアリール基、炭素数３～４０のヘテロアリール基、炭素数１～２０のアルキル基又は炭素数１～２０のアルコキシ基であり、ｎは０～５の整数であり、ｎが２以上の整数であるとき、複数のＲは互いに同一又は異なっていてもよい。

【００９０】

さらに、好ましい具体的な化合物として、下記式で表される含窒素複素環誘導体が挙げられる。

【００９１】

【化１７】



【００９２】

前記式中、ＨＡｒは、置換基を有していても良い炭素数３～４０の含窒素複素環であり、Ｌ^{1}は単結合、置換基を有していてもよい炭素数６～４０のアリーレン基又は置換基を有していてもよい炭素数３～４０のヘテロアリーレン基であり、Ａｒ^{1}は置換基を有して

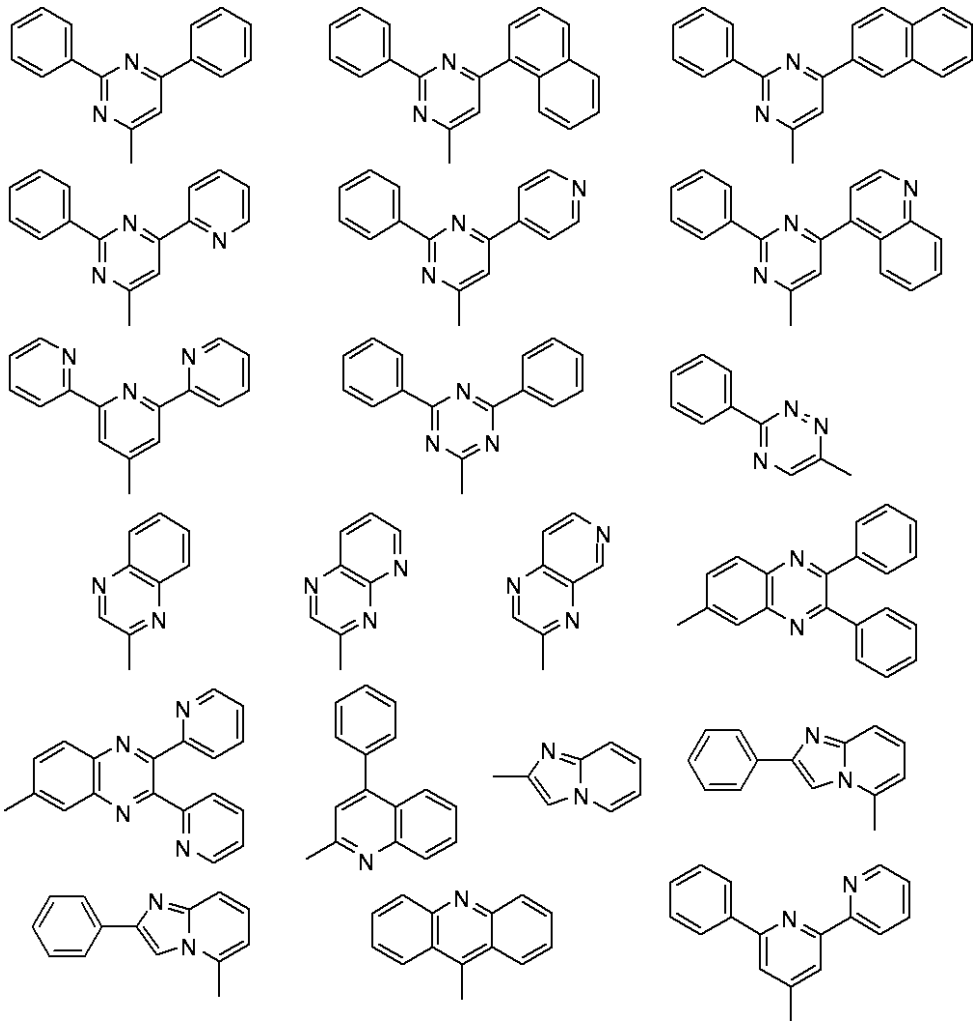
いても良い炭素数６～４０の２価の芳香族炭化水素基であり、Ａｒ^{2}は置換基を有していても良い炭素数６～４０のアリール基又は置換基を有していてもよい炭素数３～４０のヘテロアリール基である。

【００９３】

ＨＡｒは、例えば、下記の群から選択される。

【００９４】

【化１８】



【００９５】

Ｌ^{1}は、例えば、下記の群から選択される。

【００９６】

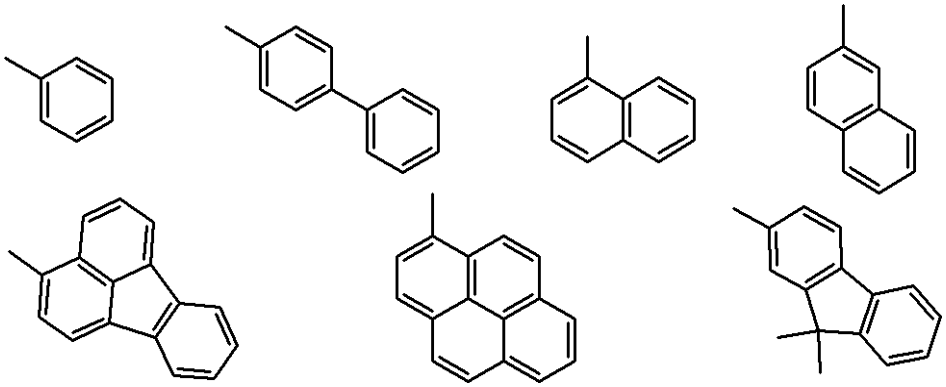
【化１９】

【００９７】

Ａｒ^{2}は、例えば、下記の群から選択される。

【００９８】

【化２０】

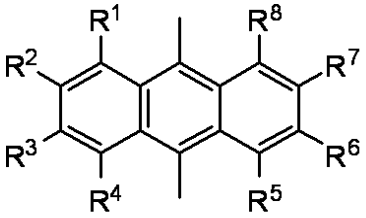


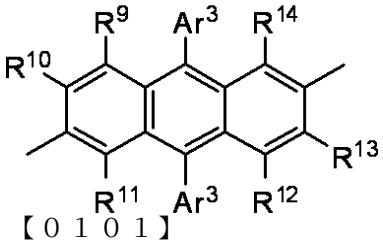
【００９９】

Ａｒ[1]は、例えば、下記のアリールアントラニル基から選択される。

【０１００】

【化２１】





【０１０１】

前記式中、Ｒ[1]～Ｒ[14]は、それぞれ独立して、水素原子、ハロゲン原子、炭素数１～２０のアルキル基、炭素数１～２０のアルコキシ基、炭素数６～４０のアリールオキシ基、置換基を有していてもよい炭素数６～４０のアリール基又は炭素数３～４０のヘテロアリール基であり、Ａｒ[3]は、置換基を有していてもよい炭素数６～４０のアリール基又は炭素数３～４０のヘテロアリール基である。

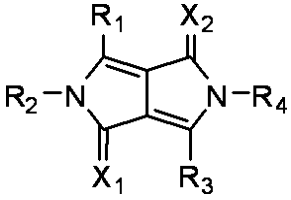
また、上記式で表されるＡｒ[1]において、Ｒ[1]～Ｒ[8]は、いずれも水素原子である含窒素複素環誘導体。

【０１０２】

この他、下記の化合物（特開平９－３４４８号公報参照）も好適に用いられる。

【０１０３】

【化２２】



【０１０４】

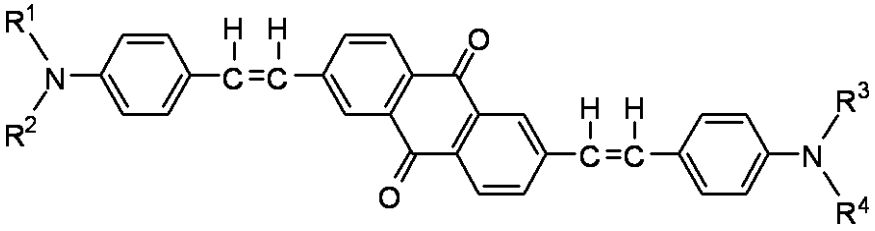
前記式中、Ｒ[1]～Ｒ[4]は、それぞれ独立に、水素原子、置換もしくは未置換の脂肪族基、置換もしくは未置換の脂肪族式環基、置換もしくは未置換の炭素環式芳香族環基、置換もしくは未置換の複素環基を表し、Ｘ[1]、Ｘ[2]は、それぞれ独立に、酸素原子、硫黄原子もしくはジシアノメチレン基を表す。

【０１０５】

また、下記の化合物（特開２０００－１７３７７４号公報参照）も好適に用いられる。

【０１０６】

【化２３】

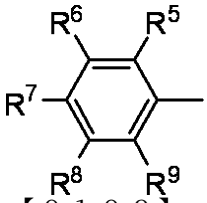


【０１０７】

前記式中、Ｒ[1]、Ｒ[2]、Ｒ[3]及びＲ[4]は互いに同一の又は異なる基であって、下記式で表わされるアリール基である。

【０１０８】

【化２４】



【０１０９】

前記式中、Ｒ[5]、Ｒ[6]、Ｒ[7]、Ｒ[8]及びＲ[9]は互いに同一の又は異なる基であって、水素原子、或いはそれらの少なくとも１つが飽和または不飽和アルコキシル基、アルキル基、アミノ基又はアルキルアミノ基である。

【０１１０】

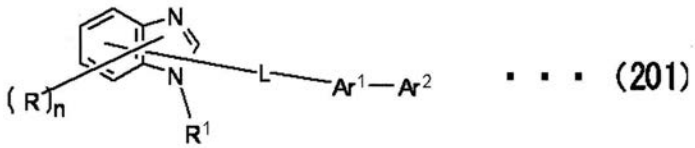
さらに、該含窒素複素環基もしくは含窒素複素環誘導体を含む高分子化合物であってもよい。

【０１１１】

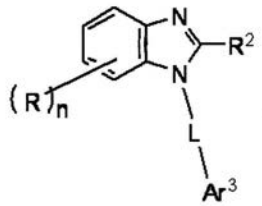
また、電子輸送層は、下記式（２０１）～（２０３）で表される含窒素複素環誘導体の少なくともいずれか１つを含有することが好ましい。

【０１１２】

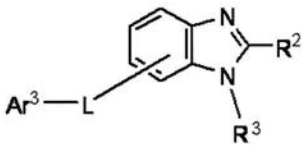
【化２５】



・・・（201）



・・・（202）



・・・（203）

【０１１３】

前記式（２０１）～（２０３）中、Ｒは、水素原子、置換基を有していてもよい炭素数

６～６０のアリール基、置換基を有していてもよいピリジル基、置換基を有していてもよいキノリル基、置換基を有していてもよい炭素数１～２０のアルキル基又は置換基を有していてもよい炭素数１～２０のアルコキシ基で、ｎは０～４の整数であり、R^1は、置換基を有していてもよい炭素数６～６０のアリール基、置換基を有していてもよいピリジル基、置換基を有していてもよいキノリル基、置換基を有していてもよい炭素数１～２０のアルキル基又は炭素数１～２０のアルコキシ基であり、R^2及びR^3は、それぞれ独立に、水素原子、置換基を有していてもよい炭素数６～６０のアリール基、置換基を有していてもよいピリジル基、置換基を有していてもよいキノリル基、置換基を有していてもよい炭素数１～２０のアルキル基又は置換基を有していてもよい炭素数１～２０のアルコキシ基であり、Ｌは、置換基を有していてもよい炭素数６～６０のアリーレン基、置換基を有していてもよいピリジニレン基、置換基を有していてもよいキノリニレン基又は置換基を有していてもよいフルオレニレン基であり、Ar^1は、置換基を有していてもよい炭素数６～６０のアリーレン基、置換基を有していてもよいピリジニレン基又は置換基を有していてもよいキノリニレン基であり、Ar^2は、置換基を有していてもよい炭素数６～６０のアリール基、置換基を有していてもよいピリジル基、置換基を有していてもよいキノリル基、置換基を有していてもよい炭素数１～２０のアルキル基又は置換基を有していてもよい炭素数１～２０のアルコキシ基である。

Ar^3は、置換基を有していてもよい炭素数６～６０のアリール基、置換基を有していてもよいピリジル基、置換基を有していてもよいキノリル基、置換基を有していてもよい炭素数１～２０のアルキル基、置換基を有していてもよい炭素数１～２０のアルコキシ基、又は－Ar^1－Ar^2で表される基（Ar^1及びAr^2は、それぞれ前記と同じ）である。

【０１１４】

なお、前記式（２０１）～（２０３）において、Ｒは、水素原子、置換基を有していてもよい炭素数６～６０のアリール基、置換基を有していてもよいピリジル基、置換基を有していてもよいキノリル基、置換基を有していてもよい炭素数１～２０のアルキル基又は置換基を有していてもよい炭素数１～２０のアルコキシ基である。

【０１１５】

前記炭素数６～６０のアリール基としては、炭素数６～４０のアリール基が好ましく、炭素数６～２０のアリール基がさらに好ましく、具体的には、フェニル基、ナフチル基、アントリル基、フェナントリル基、ナフタセニル基、クリセニル基、ピレニル基、ビフェニル基、ターフェニル基、トリル基、ｔ－ブチルフェニル基、（２－フェニルプロピル）フェニル基、フルオランテニル基、フルオレニル基、スピロビフルオレンからなる１価の基、パーフルオロフェニル基、パーフルオロナフチル基、パーフルオロアントリル基、パーフルオロビフェニル基、９ － フェニルアントラセンからなる１価の基、９－ （１’－ナフチル） アントラセンからなる１価の基、９－（２’－ナフチル）アントラセンからなる１価の基、６－フェニルクリセンからなる１価の基、９－［４－（ジフェニルアミノ）フェニル］アントラセンからなる１価の基等が挙げられ、フェニル基、ナフチル基、ビフェニル基、ターフェニル基、９－（１０－フェニル）アントリル基、９－［１０－（１’－ナフチル）］アントリル基、９－［１０－（２’－ナフチル）］アントリル基等が好ましい。

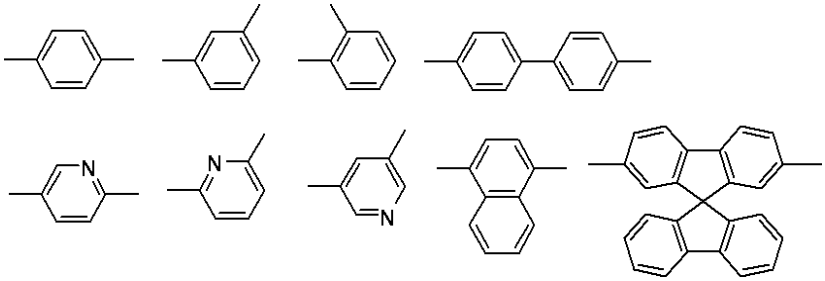
【０１１６】

炭素数１～２０のアルキル基としては、炭素数１～６のアルキル基が好ましく、具体的には、メチル基、エチル基、プロピル基、ブチル基、ペンチル基、ヘキシル基等の他、トリフルオロメチル基等のハロアルキル基が挙げられ、炭素数が３以上のものは直鎖状、環状又は分岐を有するものでもよい。

炭素数１～２０のアルコキシ基としては、炭素数１～６のアルコキシ基が好ましく、具体的には、メトキシ基、エトキシ基、プロポキシ基、ブトキシ基、ペンチルオキシ基、ヘキシルオキシ基等が挙げられ、炭素数が３以上のものは直鎖状、環状又は分岐を有するものでもよい。

【０１１７】
Ｒの示す各基の置換基としては、ハロゲン原子、置換基を有していてもよい炭素数１～２０のアルキル基、置換基を有していてもよい炭素数１～２０のアルコキシ基、置換基を有していてもよい炭素数６～４０のアリールオキシ基、置換基を有していてもよい炭素数６～４０のアリール基又は置換基を有していてもよい炭素数３～４０のヘテロアリール基等が挙げられる。
ハロゲン原子としては、フッ素、塩素、臭素、ヨウ素等が挙げられる。
炭素数１～２０のアルキル基、炭素数１～２０のアルコキシ基、炭素数６～４０のアリール基としては、前記と同様のものが挙げられる。
【０１１８】
炭素数６～４０のアリールオキシ基としては、例えば、フェノキシ基、ビフェニルオキシ基等が挙げられる。
炭素数３～４０のヘテロアリール基としては、例えば、ピローリル基、フリル基、チエニル基、シローリル基、ピリジル基、キノリル基、イソキノリル基、ベンゾフリル基、イミダゾリル基、ピリミジル基、カルバゾリル基、セレノフェニル基、オキサジアゾリル基、トリアゾーリル基等が挙げられる。
ｎは０～４の整数であり、０～２であると好ましい。
【０１１９】
前記式（２０１）において、R^1は、置換基を有していてもよい炭素数６～６０のアリール基、置換基を有していてもよいピリジル基、置換基を有していてもよいキノリル基、置換基を有していてもよい炭素数１～２０のアルキル基又は炭素数１～２０のアルコキシ基である。
これら各基の具体例、好ましい炭素数及び置換基としては、前記Ｒについて説明したものと同様である。
【０１２０】
前記式（２０２） 及び（２０３）において、R^2及びR^3は、それぞれ独立に、水素原子、置換基を有していてもよい炭素数６～６０のアリール基、置換基を有していてもよいピリジル基、置換基を有していてもよいキノリル基、置換基を有していてもよい炭素数１～２０のアルキル基又は置換基を有していてもよい炭素数１～２０のアルコキシ基である。
これら各基の具体例、好ましい炭素数及び置換基としては、前記Ｒについて説明したものと同様である。
【０１２１】
前記式（２０１）～（２０３）において、Ｌは、置換基を有していてもよい炭素数６～６０のアリーレン基、置換基を有していてもよいピリジニレン基、置換基を有していてもよいキノリニレン基又は置換基を有していてもよいフルオレニレン基である。
炭素数６～６０のアリーレン基としては、炭素数６～４０のアリーレン基が好ましく、炭素数６～２０のアリーレン基がさらに好ましく、具体的には、前記Ｒについて説明したアリール基から水素原子１個を除去して形成される２価の基が挙げられる。Ｌの示す各基の置換基としては、前記Ｒについて説明したものと同様である。
【０１２２】
また、Ｌは、下記からなる群から選択される基であると好ましい。
【０１２３】

【化２６】



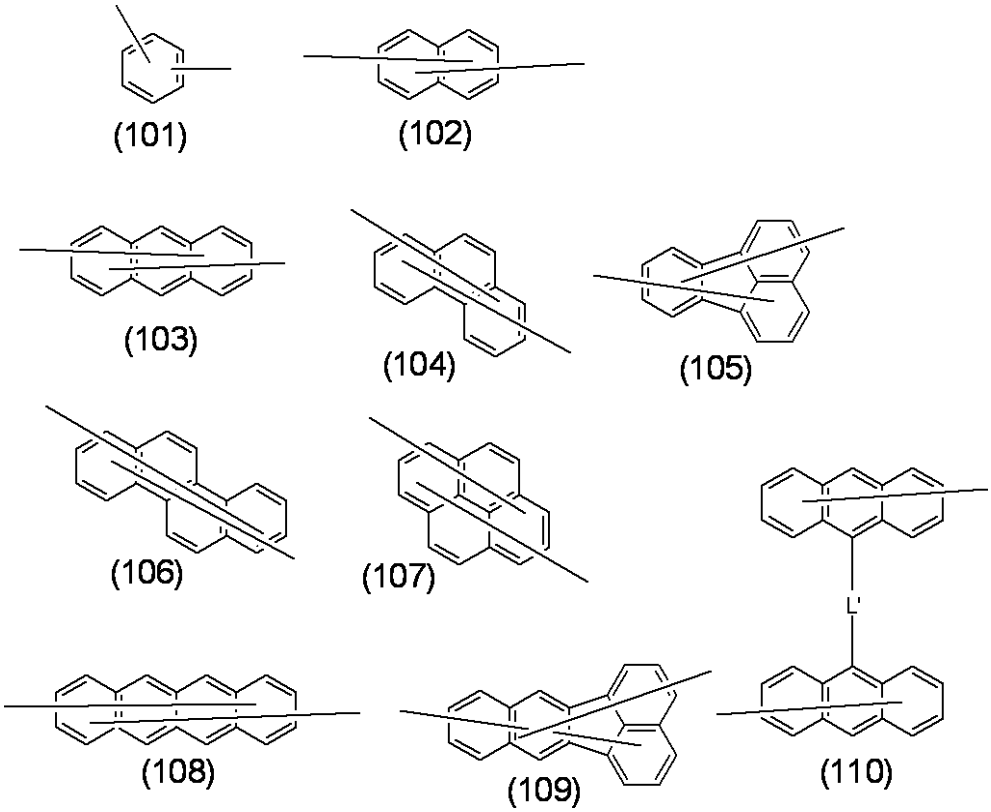
【０１２４】

前記式（２０１）において、Ａｒ[1]は、置換基を有していてもよい炭素数６～６０のアリーレン基、置換基を有していてもよいピリジニレン基又は置換基を有していてもよいキノリニレン基である。Ａｒ[1]及びＡｒ[3]の示す各基の置換基としては、それぞれ前記Ｒについて説明したものと同様である。

また、Ａｒ[1]は、下記式（１０１）～（１１０）で表される縮合環基から選択されるいずれかの基であると好ましい。

【０１２５】

【化２７】



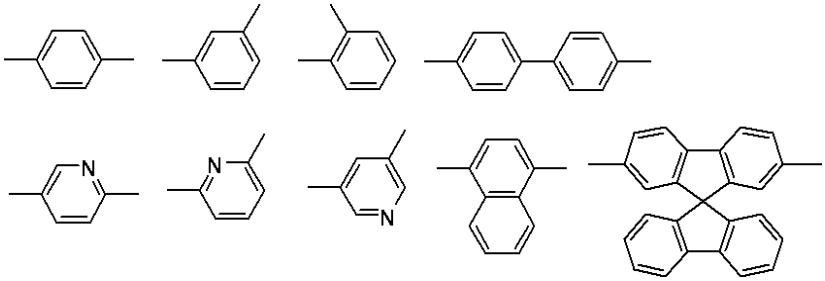
【０１２６】

前記式（１０１）～（１１０）中、それぞれの縮合環は、ハロゲン原子、置換基を有していてもよい炭素数１～２０のアルキル基、置換基を有していてもよい炭素数１～２０のアルコキシ基、置換基を有していてもよい炭素数６～４０のアリールオキシ基、置換基を有していてもよい炭素数６～４０のアリール基又は置換基を有していてもよい炭素数３～４０のヘテロアリール基からなる結合基が結合していてもよく、該結合基が複数ある場合は、該結合基は互いに同一でも異なっていてもよい。これら各基の具体例としては、前記と同様のものが挙げられる。

前記式（１１０）において、Ｌ’は、単結合、又は下記からなる群から選択される基である。

【０１２７】

【化２８】

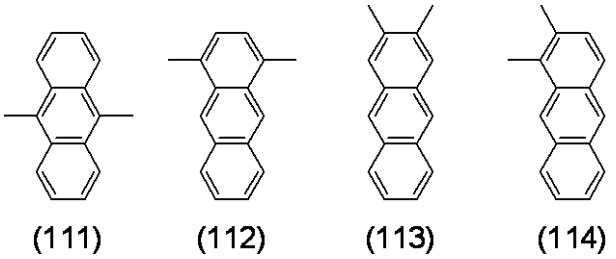


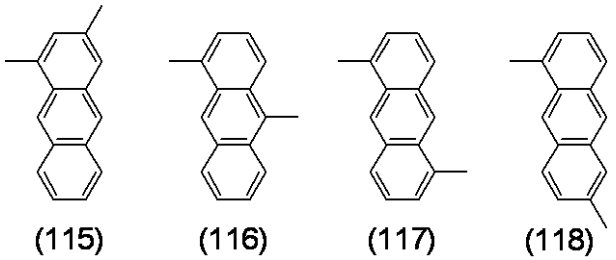
【０１２８】

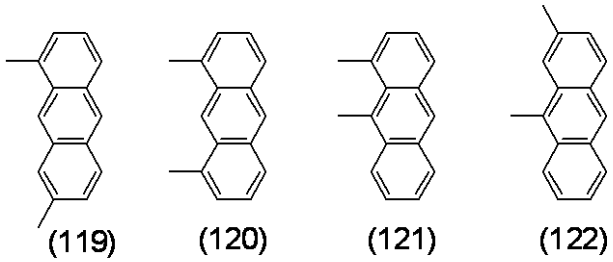
Ａｒ[1]の示す前記式（１０３）が、下記式（１１１）～（１２５）で表される縮合環基であると好ましい。

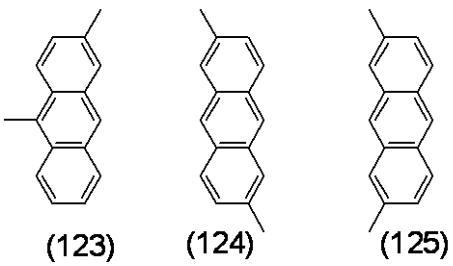
【０１２９】

【化２９】









【０１３０】

前記式（１１１）～（１２５）中、それぞれの縮合環は、ハロゲン原子、置換基を有していてもよい炭素数１～２０のアルキル基、置換基を有していてもよい炭素数１～２０のアルコキシ基、置換基を有していてもよい炭素数６～４０のアリールオキシ基、置換基を有していてもよい炭素数６～４０のアリール基又は置換基を有していてもよい炭素数３～４０のヘテロアリール基からなる結合基が結合していてもよく、該結合基が複数ある場合は、該結合基は互いに同一でも異なっていてもよい。これら各基の具体例としては、前記

と同様のものが挙げられる。

【０１３１】

前記式（２０１）において、Ａｒ^{2}は、置換基を有していてもよい炭素数６～６０のアリール基、置換基を有していてもよいピリジル基、置換基を有していてもよいキノリル基、置換基を有していてもよい炭素数１～２０のアルキル基又は置換基を有していてもよい炭素数１～２０のアルコキシ基である。

これら各基の具体例、好ましい炭素数及び置換基としては、前記Ｒ について説明したものと同様である。

【０１３２】

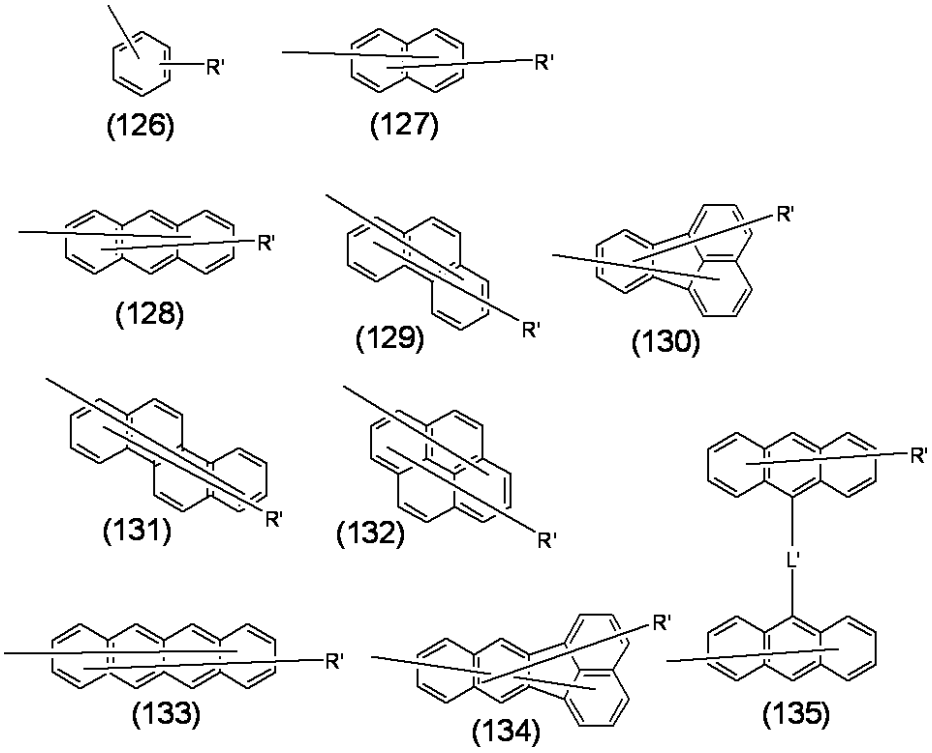
前記式（２０２）及び（２０３）において、Ａｒ^{3}は、置換基を有していてもよい炭素数６～６０のアリール基、置換基を有していてもよいピリジル基、置換基を有していてもよいキノリル基、置換基を有していてもよい炭素数１～２０のアルキル基、置換基を有していてもよい炭素数１～２０のアルコキシ基、又は－Ａｒ^{1}－Ａｒ^{2}で表される基（Ａｒ^{1}及びＡｒ^{2}は、それぞれ前記と同じ）である。

これら各基の具体例、好ましい炭素数及び置換基としては、前記Ｒについて説明したものと同様である。

また、Ａｒ^{3}は、下記式（１２６）～（１３５）で表される縮合環基から選択されるいずれかの基であると好ましい。

【０１３３】

【化３０】



【０１３４】

前記式（１２６）～（１３５）中、それぞれの縮合環は、ハロゲン原子、置換基を有していてもよい炭素数１～２０のアルキル基、置換基を有していてもよい炭素数１～２０のアルコキシ基、置換基を有していてもよい炭素数６～４０のアリールオキシ基、置換基を有していてもよい炭素数６～４０のアリール基又は置換基を有していてもよい炭素数３～４０のヘテロアリール基からなる結合基が結合していてもよく、該結合基が複数ある場合は、該結合基は互いに同一でも異なっていてもよい。これら各基の具体例としては、前記と同様のものが挙げられる。

前記式（１３５）において、Ｌ’は、前記と同じである。

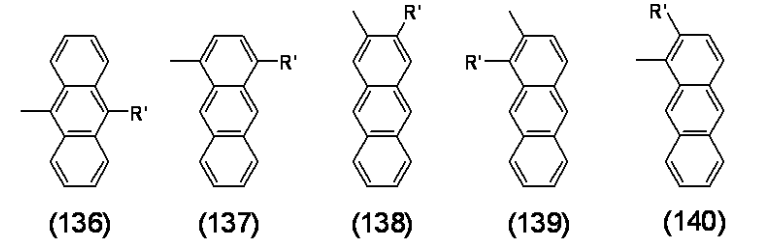
前記式（１２６）～（１３５）において、Ｒ’は、水素原子、置換基を有していてもよ

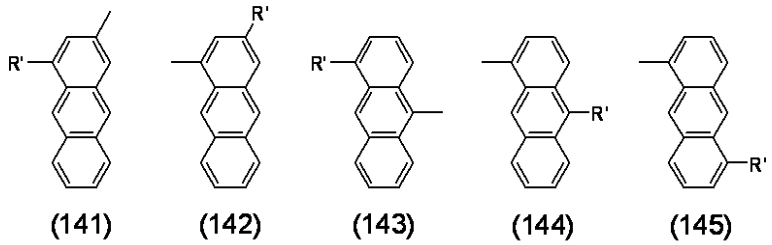
い炭素数１～２０のアルキル基、置換基を有していてもよい炭素数６～４０のアリール基又は置換基を有していてもよい炭素数３～４０のヘテロアリール基である。これら各基の具体例としては、前記と同様のものが挙げられる。

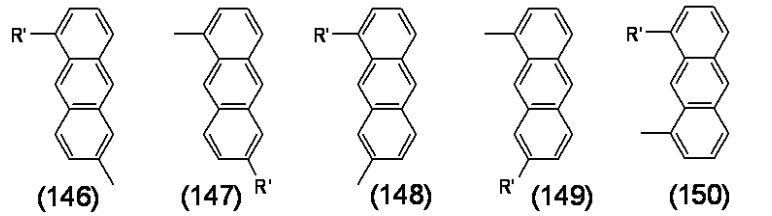
Ａｒ^{3}の示す一般式（１２８）が、下記式（１３６）～（１５８）で表される縮合環基であると好ましい。

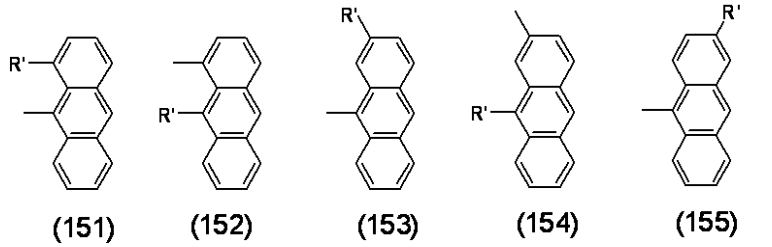
【０１３５】

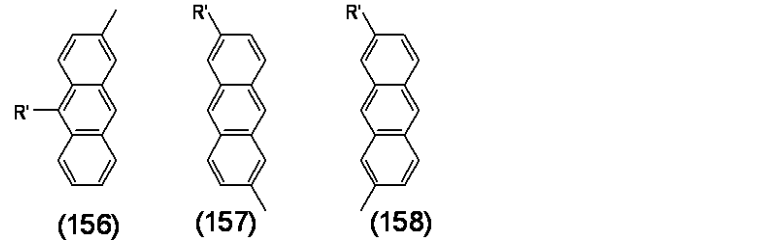
【化３１】











【０１３６】

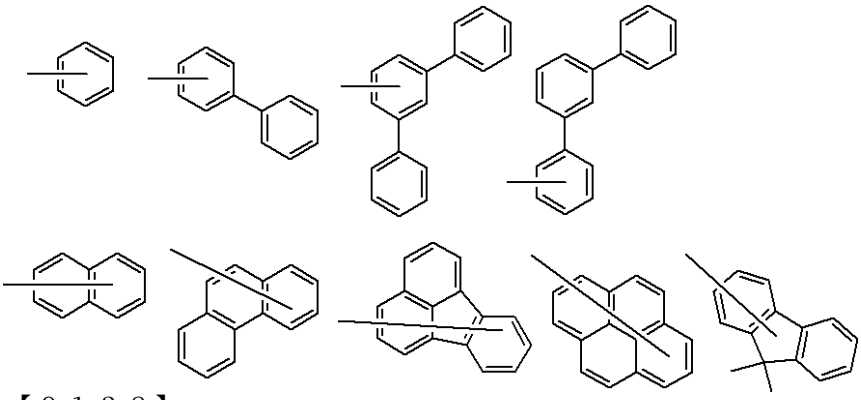
前記式（１３６）～（１５８）中、それぞれの縮合環は、ハロゲン原子、置換基を有していてもよい炭素数１～２０のアルキル基、置換基を有していてもよい炭素数１～２０のアルコキシ基、置換基を有していてもよい炭素数６～４０のアリールオキシ基、置換基を有していてもよい炭素数６～４０のアリール基又は置換基を有していてもよい炭素数３～４０のヘテロアリール基からなる結合基が結合していてもよく、該結合基が複数ある場合は、該結合基は互いに同一でも異なっていてもよい。これら各基の具体例としては、前記と同様のものが挙げられる。Ｒ’は、前記と同じである。

また、Ａｒ^{2}及びＡｒ^{3}は、それぞれ独立に、下記からなる群から選択される基である

と好ましい。

【０１３７】

【化３２】



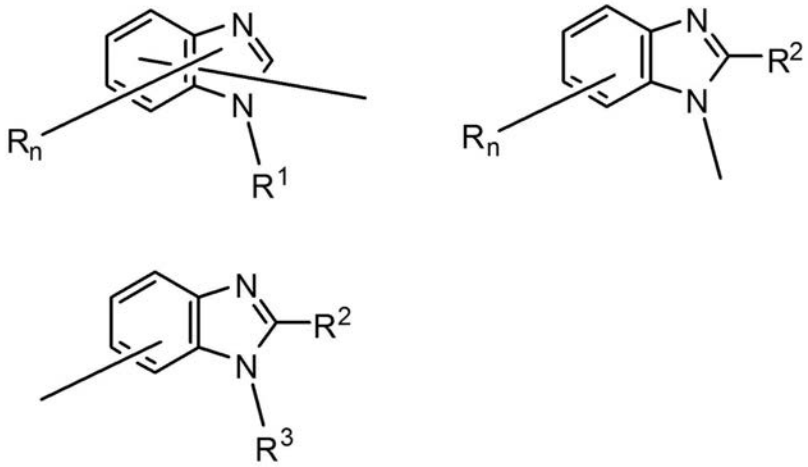
【０１３８】

本発明の前記式（２０１）～（２０３）で示される含窒素複素環誘導体の具体例を下記に示すが、本発明はこれらの例示化合物に限定されるものではない。

なお、下記表において、ＨＡｒは、前記式（２０１）～（２０３）における、下記構造を示す。

【０１３９】

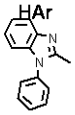
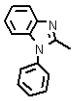
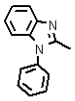
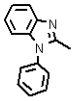
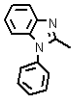
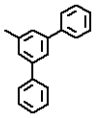
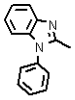
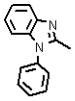
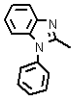
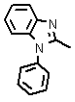
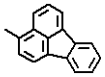
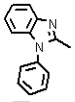
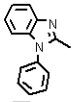
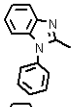
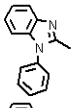
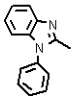
【化３３】



【０１４０】

【化３４】

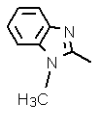
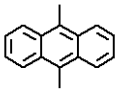
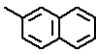
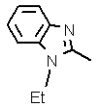
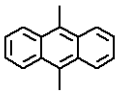
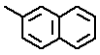
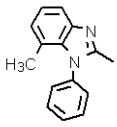
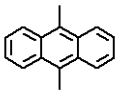
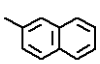
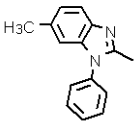
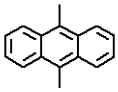
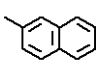
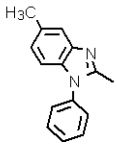
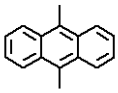
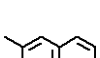
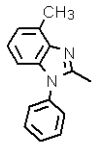
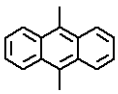
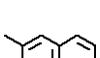
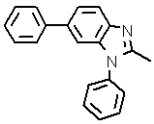
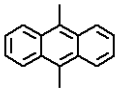
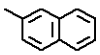
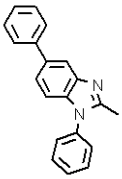
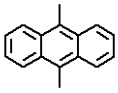
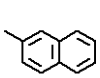
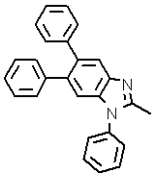
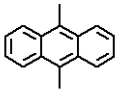
HAr—L—Ar^1—Ar^2

	HAr	L	Ar^1	Ar^2
1-1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				

【０１４１】

【化３５】

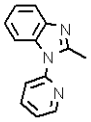
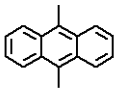
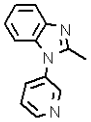
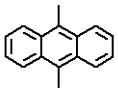
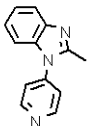
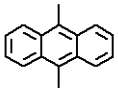
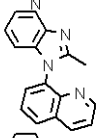
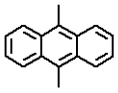
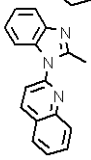
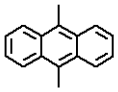
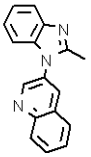
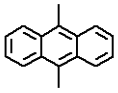
HAr—L—Ar^1—Ar^2

	HAr	L	Ar^1	Ar^2
2-1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				

【０１４２】

【化３６】

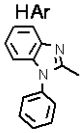
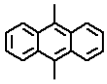
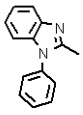
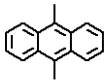
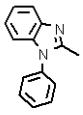
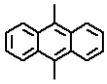
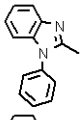
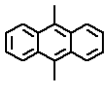
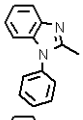
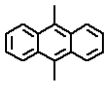
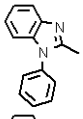
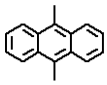
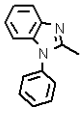
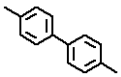
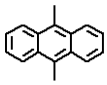
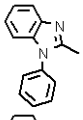
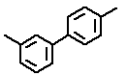
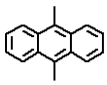
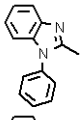
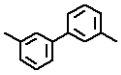
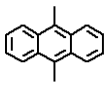
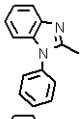
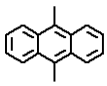
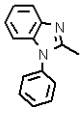
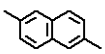
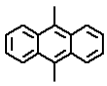
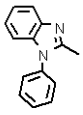
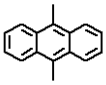
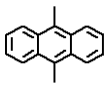
$HAr—L—Ar^1—Ar^2$

	HAr	L	Ar^1	Ar^2
3-1				
2				
3				
4				
5				
6				

【０１４３】

【化３７】

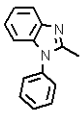
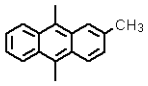
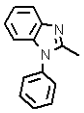
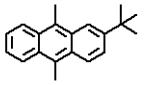
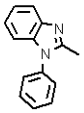
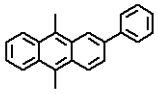
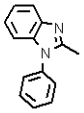
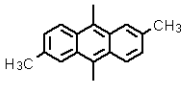
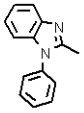
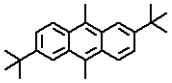
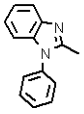
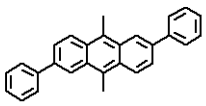
HAr—L—Ar^1—Ar^2

	HAr	L	Ar^1	Ar^2
4-1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				

【０１４４】

【化３８】

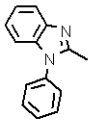
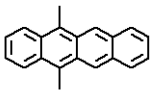
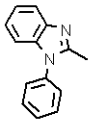
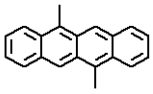
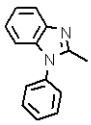
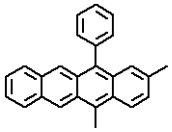
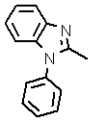
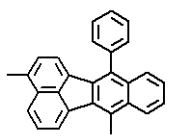
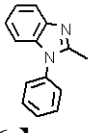
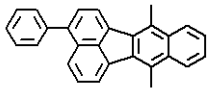
$HAr—L—Ar^1—Ar^2$

	HAr	L	Ar^1	Ar^2
5-1				
2				
3				
4				
5				
6				

【０１４５】

【化３９】

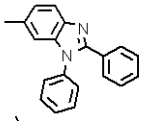
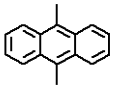
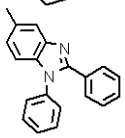
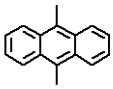
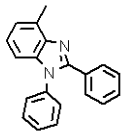
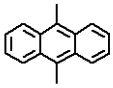
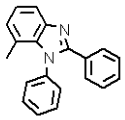
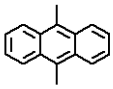
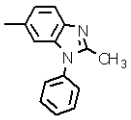
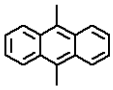
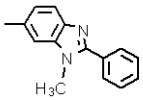
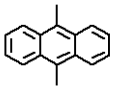
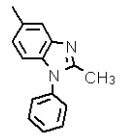
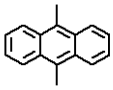
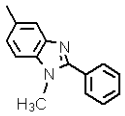
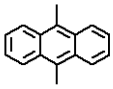
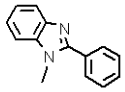
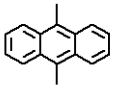
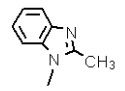
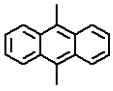
$HAr—L—Ar^1—Ar^2$

	HAr	L	Ar^1	Ar^2
6-1				
2				
3				
4				
5				

【０１４６】

【化４０】

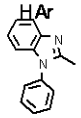
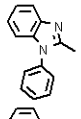
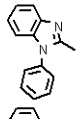
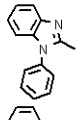
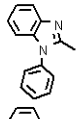
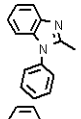
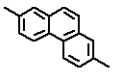
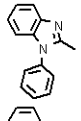
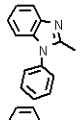
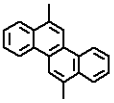
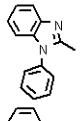
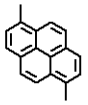
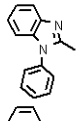
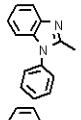
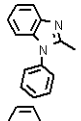
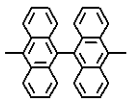
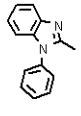
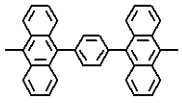
HAr—L—Ar^1—Ar^2

	HAr	L	Ar^1	Ar^2
7-1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

【０１４７】

【化４１】

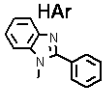
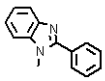
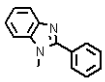
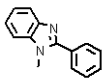
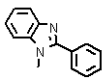
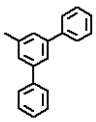
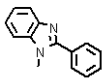
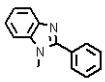
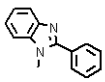
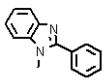
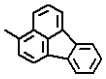
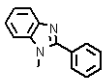
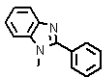
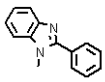
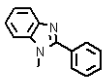
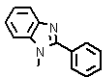
HAr—L—Ar^1—Ar^2

	HAr	L	Ar^1	Ar^2
8-1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				

【０１４８】

【化４２】

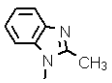
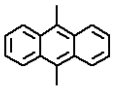
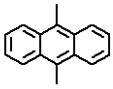
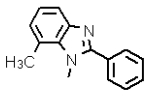
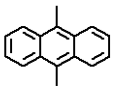
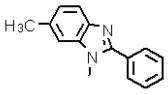
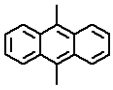
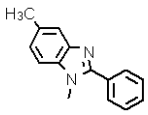
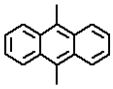
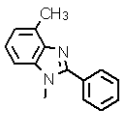
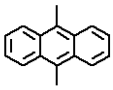
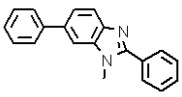
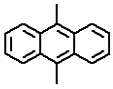
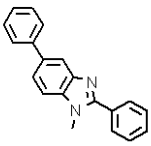
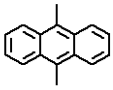
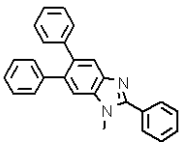
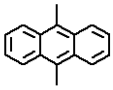
HAr—L—Ar^1—Ar^2

	HAr	L	Ar^1	Ar^2
9-1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				

【０１４９】

【化４３】

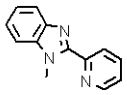
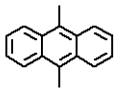
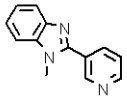
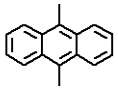
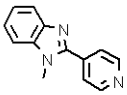
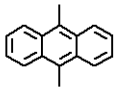
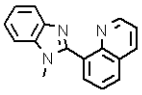
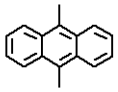
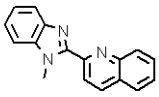
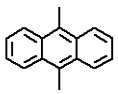
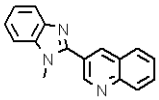
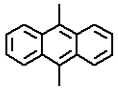
HAr—L—Ar^1—Ar^2

	HAr	L	Ar^1	Ar^2
10-1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				

【０１５０】

【化４４】

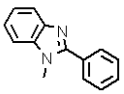
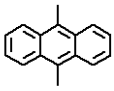
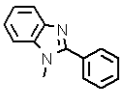
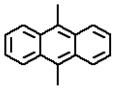
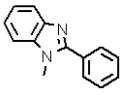
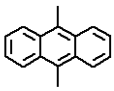
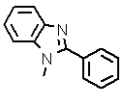
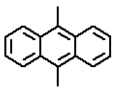
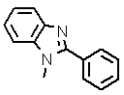
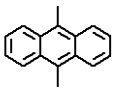
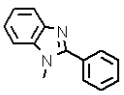
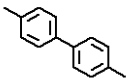
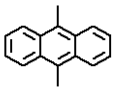
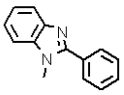
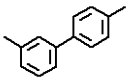
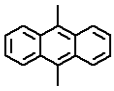
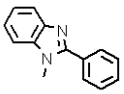
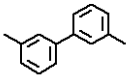
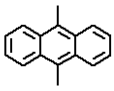
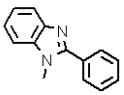
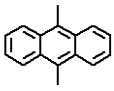
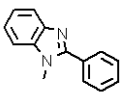
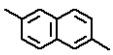
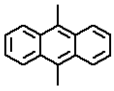
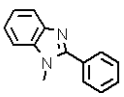
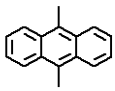
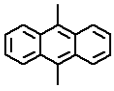
$HAr—L—Ar^1—Ar^2$

	HAr	L	Ar^1	Ar^2
11-1				
2				
3				
4				
5				
6				

【０１５１】

【化４５】

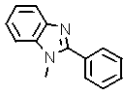
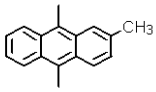
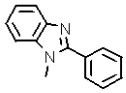
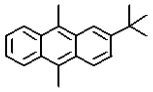
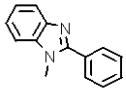
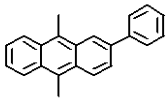
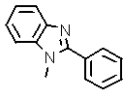
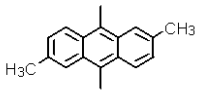
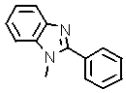
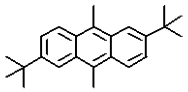
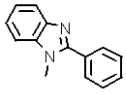
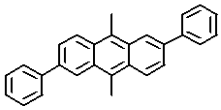
HAr—L—Ar^1—Ar^2

	HAr	L	Ar^1	Ar^2
12-1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				

【０１５２】

【化４６】

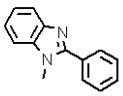
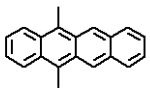
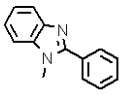
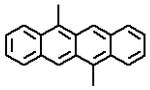
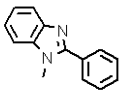
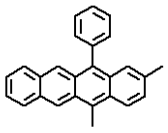
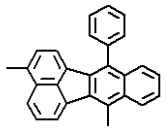
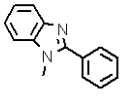
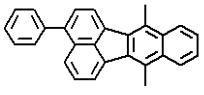
HAr—L—Ar^1—Ar^2

	HAr	L	Ar^1	Ar^2
13-1				
2				
3				
4				
5				
6				

【０１５３】

【化４７】

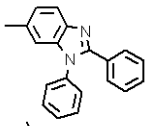
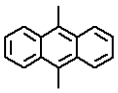
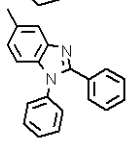
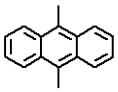
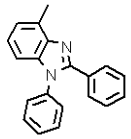
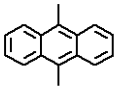
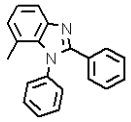
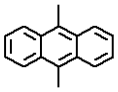
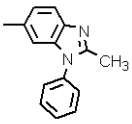
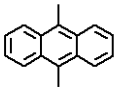
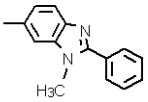
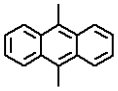
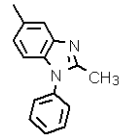
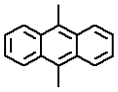
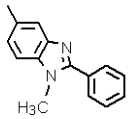
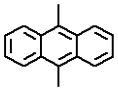
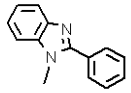
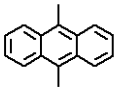
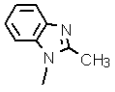
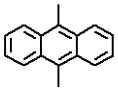
HAr—L—Ar^1—Ar^2

	HAr	L	Ar^1	Ar^2
14-1				
2				
3				
4				
5				

【０１５４】

【化４８】

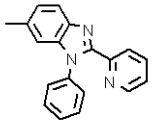
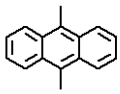
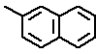
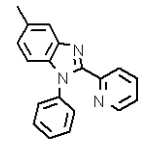
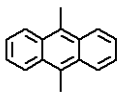
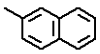
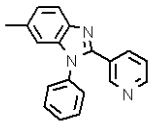
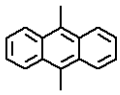
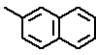
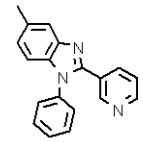
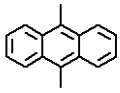
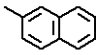
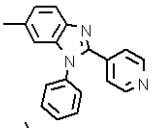
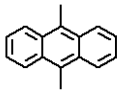
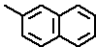
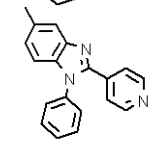
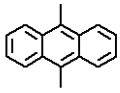
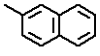
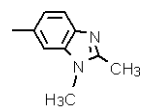
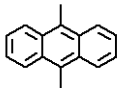
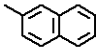
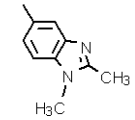
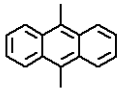
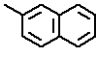
$HAr—L—Ar^1—Ar^2$

	HAr	L	Ar^1	Ar^2
15-1		―		
2		―		
3		―		
4		―		
5		―		
6		―		
7		―		
8		―		
9		―		
10		―		

【０１５５】

【化４９】

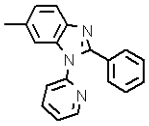
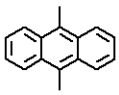
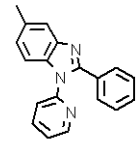
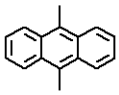
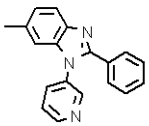
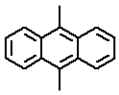
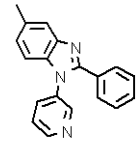
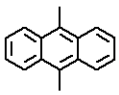
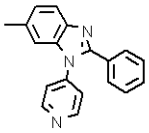
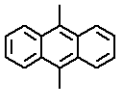
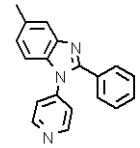
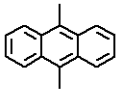
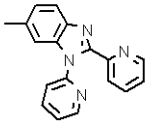
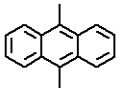
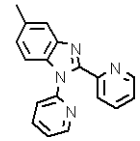
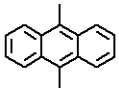
$HAr—L—Ar^1—Ar^2$

	HAr	L	Ar^1	Ar^2
16-1		／		
2		／		
3		／		
4		／		
5		／		
6		／		
7		／		
8		／		

【０１５６】

【化５０】

$HAr—L—Ar^1—Ar^2$

	HAr	L	Ar^1	Ar^2
17-1		単結合		
2		単結合		
3		単結合		
4		単結合		
5		単結合		
6		単結合		
7		単結合		
8		単結合		

【０１５７】

以上の具体例のうち、特に、（１－１）、（１－５）、（１－７）、（２－１）、（３－１）、（４－２）、（４－６）、（７－２）、（７－７）、（７－８）、（７－９）、（９－１）、（９－７）が好ましい。

【０１５８】

なお、電子注入層又は電子輸送層の膜厚は、特に限定されないが、好ましくは、１～１００ｎｍである。

【０１５９】

また、電子注入層の構成成分として、含窒素環誘導体の他に無機化合物として、絶縁体又は半導体を使用することが好ましい。電子注入層が絶縁体や半導体で構成されていれば、電流のリークを有効に防止して、電子注入性を向上させることができる。

このような絶縁体としては、アルカリ金属カルコゲニド、アルカリ土類金属カルコゲニド、アルカリ金属のハロゲン化物及びアルカリ土類金属のハロゲン化物からなる群から選択される少なくとも一つの金属化合物を使用するのが好ましい。電子注入層がこれらのアルカリ金属カルコゲニド等で構成されていれば、電子注入性をさらに向上させることができる点で好ましい。具体的に、好ましいアルカリ金属カルコゲニドとしては、例えば、Li_2O、K_2O、Na_2S、Na_2Se及びNa_2Oが挙げられ、好ましいアルカリ土類金属カルコゲニドとしては、例えば、ＣａＯ、ＢａＯ、ＳｒＯ、ＢｅＯ、ＢａＳ及びＣａＳｅ

が挙げられる。また、好ましいアルカリ金属のハロゲン化物としては、例えば、ＬｉＦ、ＮａＦ、ＫＦ、ＬｉＣｌ、ＫＣｌ及びＮａＣｌ等が挙げられる。また、好ましいアルカリ土類金属のハロゲン化物としては、例えば、CaF_2、BaF_2、SrF_2、MgF_2及びBeF_2等のフッ化物や、フッ化物以外のハロゲン化物が挙げられる。

また、半導体としては、Ｂａ、Ｃａ、Ｓｒ、Ｙｂ、Ａｌ、Ｇａ、Ｉｎ、Ｌｉ、Ｎａ、Ｃｄ、Ｍｇ、Ｓｉ、Ｔａ、Ｓｂ及びＺｎの少なくとも一つの元素を含む酸化物、窒化物又は酸化窒化物等の一種単独又は二種以上の組み合わせが挙げられる。また、電子注入層を構成する無機化合物が、微結晶又は非晶質の絶縁性薄膜であることが好ましい。電子注入層がこれらの絶縁性薄膜で構成されていれば、より均質な薄膜が形成されるために、ダークスポット等の画素欠陥を減少させることができる。なお、このような無機化合物としては、アルカリ金属カルコゲニド、アルカリ土類金属カルコゲニド、アルカリ金属のハロゲン化物及びアルカリ土類金属のハロゲン化物等が挙げられる。

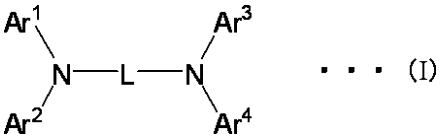
このような絶縁体又は半導体を使用する場合、その層の好ましい厚みは、０．１ｎｍ～１５ｎｍ程度である。また、本発明における電子注入層は、前述の還元性ドーパントを含有していても好ましい。

【０１６０】

正孔注入層又は正孔輸送層（正孔注入輸送層も含む）には芳香族アミン化合物、例えば、下記一般式（Ｉ）で表わされる芳香族アミン誘導体が好適に用いられる。

【０１６１】

【化５１】



・・・（I）

【０１６２】

前記一般式（Ｉ）において、Ar^1～Ar^4は置換もしくは無置換の核炭素数６～５０のアリール基または置換もしくは無置換の核原子数５～５０のヘテロアリール基を表す。

【０１６３】

置換もしくは無置換の核炭素数６～５０のアリール基としては、例えば、フェニル基、１－ナフチル基、２－ナフチル基、１－アントリル基、２－アントリル基、９－アントリル基、１－フェナントリル基、２－フェナントリル基、３－フェナントリル基、４－フェナントリル基、９－フェナントリル基、１－ナフタセニル基、２－ナフタセニル基、９－ナフタセニル基、１－ピレニル基、２－ピレニル基、４－ピレニル基、２－ビフェニルイル基、３－ビフェニルイル基、４－ビフェニルイル基、ｐ－ターフェニル－４－イル基、ｐ－ターフェニル－３－イル基、ｐ－ターフェニル－２－イル基、ｍ－ターフェニル－４－イル基、ｍ－ターフェニル－３－イル基、ｍ－ターフェニル－２－イル基、ｏ－トリル基、ｍ－トリル基、ｐ－トリル基、ｐ－ｔ－ブチルフェニル基、ｐ－（２－フェニルプロピル）フェニル基、３－メチル－２－ナフチル基、４－メチル－１－ナフチル基、４－メチル－１－アントリル基、４’－メチルビフェニルイル基、４”－ｔ－ブチル－ｐ－ターフェニル－４－イル基、フルオランテニル基、フルオレニル基などが挙げられる。

【０１６４】

置換もしくは無置換の核原子数５～５０のヘテロアリール基としては、例えば、１－ピロリル基、２－ピロリル基、３－ピロリル基、ピラジニル基、２－ピリジニル基、３－ピリジニル基、４－ピリジニル基、１－インドリル基、２－インドリル基、３－インドリル基、４－インドリル基、５－インドリル基、６－インドリル基、７－インドリル基、１－イソインドリル基、２－イソインドリル基、３－イソインドリル基、４－イソインドリル基、５－イソインドリル基、６－イソインドリル基、７－イソインドリル基、２－フリル基、３－フリル基、２－ベンゾフラニル基、３－ベンゾフラニル基、４－ベンゾフラニル基、５－ベンゾフラニル基、６－ベンゾフラニル基、７－ベンゾフラニル基、１－イソベンゾフラニル基、３－イソベンゾフラニル基、４－イソベンゾフラニル基、５－イソベン

ゾフラニル基、６－イソベンゾフラニル基、７－イソベンゾフラニル基、キノリル基、３－キノリル基、４－キノリル基、５－キノリル基、６－キノリル基、７－キノリル基、８－キノリル基、１－イソキノリル基、３－イソキノリル基、４－イソキノリル基、５－イソキノリル基、６－イソキノリル基、７－イソキノリル基、８－イソキノリル基、２－キノキサリニル基、５－キノキサリニル基、６－キノキサリニル基、１－カルバゾリル基、２－カルバゾリル基、３－カルバゾリル基、４－カルバゾリル基、９－カルバゾリル基、１－フェナンスリジニル基、２－フェナンスリジニル基、３－フェナンスリジニル基、４－フェナンスリジニル基、６－フェナンスリジニル基、７－フェナンスリジニル基、８－フェナンスリジニル基、９－フェナンスリジニル基、１０－フェナンスリジニル基、１－アクリジニル基、２－アクリジニル基、３－アクリジニル基、４－アクリジニル基、９－アクリジニル基、１，７－フェナンスロリン－２－イル基、１，７－フェナンスロリン－３－イル基、１，７－フェナンスロリン－４－イル基、１，７－フェナンスロリン－５－イル基、１，７－フェナンスロリン－６－イル基、１，７－フェナンスロリン－８－イル基、１，７－フェナンスロリン－９－イル基、１，７－フェナンスロリン－１０－イル基、１，８－フェナンスロリン－２－イル基、１，８－フェナンスロリン－３－イル基、１，８－フェナンスロリン－４－イル基、１，８－フェナンスロリン－５－イル基、１，８－フェナンスロリン－６－イル基、１，８－フェナンスロリン－７－イル基、１，８－フェナンスロリン－９－イル基、１，８－フェナンスロリン－１０－イル基、１，９－フェナンスロリン－２－イル基、１，９－フェナンスロリン－３－イル基、１，９－フェナンスロリン－４－イル基、１，９－フェナンスロリン－５－イル基、１，９－フェナンスロリン－６－イル基、１，９－フェナンスロリン－７－イル基、１，９－フェナンスロリン－８－イル基、１，９－フェナンスロリン－１０－イル基、１，１０－フェナンスロリン－２－イル基、１，１０－フェナンスロリン－３－イル基、１，１０－フェナンスロリン－４－イル基、１，１０－フェナンスロリン－５－イル基、２，９－フェナンスロリン－１－イル基、２，９－フェナンスロリン－３－イル基、２，９－フェナンスロリン－４－イル基、２，９－フェナンスロリン－５－イル基、２，９－フェナンスロリン－６－イル基、２，９－フェナンスロリン－７－イル基、２，９－フェナンスロリン－８－イル基、２，９－フェナンスロリン－１０－イル基、２，８－フェナンスロリン－１－イル基、２，８－フェナンスロリン－３－イル基、２，８－フェナンスロリン－４－イル基、２，８－フェナンスロリン－５－イル基、２，８－フェナンスロリン－６－イル基、２，８－フェナンスロリン－７－イル基、２，８－フェナンスロリン－９－イル基、２，８－フェナンスロリン－１０－イル基、２，７－フェナンスロリン－１－イル基、２，７－フェナンスロリン－３－イル基、２，７－フェナンスロリン－４－イル基、２，７－フェナンスロリン－５－イル基、２，７－フェナンスロリン－６－イル基、２，７－フェナンスロリン－８－イル基、２，７－フェナンスロリン－９－イル基、２，７－フェナンスロリン－１０－イル基、１－フェナジニル基、２－フェナジニル基、１－フェノチアジニル基、２－フェノチアジニル基、３－フェノチアジニル基、４－フェノチアジニル基、１０－フェノチアジニル基、１－フェノキサジニル基、２－フェノキサジニル基、３－フェノキサジニル基、４－フェノキサジニル基、１０－フェノキサジニル基、２－オキサゾリル基、４－オキサゾリル基、５－オキサゾリル基、２－オキサジアゾリル基、５－オキサジアゾリル基、３－フラザニル基、２－チエニル基、３－チエニル基、２－メチルピロール－１－イル基、２－メチルピロール－３－イル基、２－メチルピロール－４－イル基、２－メチルピロール－５－イル基、３－メチルピロール－１－イル基、３－メチルピロール－２－イル基、３－メチルピロール－４－イル基、３－メチルピロール－５－イル基、２－ｔ－ブチルピロール－４－イル基、３－（２－フェニルプロピル）ピロール－１－イル基、２－メチル－１－インドリル基、４－メチル－１－インドリル基、２－メチル－３－インドリル基、４－メチル－３－インドリル基、２－ｔ－ブチル１－インドリル基、４－ｔ－ブチル１－インドリル基、２－ｔ－ブチル３－インドリル基、４－ｔ－ブチル３－インドリル基等が挙げられる。好ましくはフェニル基、ナフチル基、ビフェニル基、アントラニル基、フェナンスリル基、ピレニル基、クリセニル基、フルオランテニル基、フルオレニル基

などが挙げられる。

【０１６５】

Ｌは連結基である。具体的には置換もしくは無置換の核炭素数６～５０のアリーレン基、置換もしくは無置換の核原子数５～５０のヘテロアリーレン基、または、２個以上のアリーレン基もしくはヘテロアリーレン基を単結合、エーテル結合、チオエーテル結合、炭素数１～２０のアルキレン基、炭素数２～２０のアルケニレン基、アミノ基で結合して得られる２価の基である。核炭素数６～５０のアリーレン基としては、例えば、１，４－フェニレン基、１，２－フェニレン基、１，３－フェニレン基、１，４－ナフチレン基、２，６－ナフチレン基、１，５－ナフチレン基、９，１０－アントラニレン基、９，１０－フェナントレニレン基、３，６－フェナントレニレン基、１，６－ピレニレン基、２，７－ピレニレン基、６，１２－クリセニレン基、４，４’－ビフェニレン基、３，３’－ビフェニレン基、２，２’－ビフェニレン基、２，７－フルオレニレン基等が挙げられる。核原子数５～５０のアリーレン基としては、例えば、２，５－チオフェニレン基、２，５－シローリレン基、２，５－オキサジアゾーリレン基等が挙げられる。好ましくは１，４－フェニレン基、１，２－フェニレン基、１，３－フェニレン基、１，４－ナフチレン基、９，１０－アントラニレン基、６，１２－クリセニレン基、４，４’－ビフェニレン基、３，３’－ビフェニレン基、２，２’－ビフェニレン基、２，７－フルオレニレン基である。

【０１６６】

Ｌが２個以上のアリーレン基またはヘテロアリーレン基からなる連結基である場合、隣り合うアリーレン基またはヘテロアリーレン基は２価の基を介して互いに結合して新たな環を形成してもよい。環を形成する２価基の例としては、テトラメチレン基、ペンタメチレン基、ヘキサメチレン基、ジフェニルメタン－２，２’－ジイル基、ジフェニルエタン－３，３’－ジイル基、ジフェニルプロパン－４，４’－ジイル基等が挙げられる。

【０１６７】

Ar^1～Ar^4およびＬの置換基としては、置換もしくは無置換の核炭素数６～５０のアリール基、置換もしくは無置換の核原子数５～５０のヘテロアリール基、置換もしくは無置換の炭素数１～５０のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数３～５０のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数１～５０のアルコキシ基、置換もしくは無置換の炭素数７～５０のアラルキル基、置換もしくは無置換の核炭素数６～５０のアリールオキシ基、置換もしくは無置換の核原子数５～５０のヘテロアリールオキシ基、置換もしくは無置換の核炭素数６～５０のアリールチオ基、置換もしくは無置換の核原子数５～５０のヘテロアリールチオ基、置換もしくは無置換の炭素数２～５０のアルコキシカルボニル基、置換もしくは無置換の核炭素数６～５０のアリール基または置換もしくは無置換の核原子数５～５０のヘテロアリール基で置換されたアミノ基、ハロゲン基、シアノ基、ニトロ基、ヒドロキシル基等である。

【０１６８】

置換もしくは無置換の核炭素数６～５０のアリール基の例としては、フェニル基、１－ナフチル基、２－ナフチル基、１－アントリル基、２－アントリル基、９－アントリル基、１－フェナントリル基、２－フェナントリル基、３－フェナントリル基、４－フェナントリル基、９－フェナントリル基、１－ナフタセニル基、２－ナフタセニル基、９－ナフタセニル基、１－ピレニル基、２－ピレニル基、４－ピレニル基、２－ビフェニルイル基、３－ビフェニルイル基、４－ビフェニルイル基、ｐ－ターフェニル－４－イル基、ｐ－ターフェニル－３－イル基、ｐ－ターフェニル－２－イル基、ｍ－ターフェニル－４－イル基、ｍ－ターフェニル－３－イル基、ｍ－ターフェニル－２－イル基、ｏ－トリル基、ｍ－トリル基、ｐ－トリル基、ｐ－ｔ－ブチルフェニル基、ｐ－（２－フェニルプロピル）フェニル基、３－メチル－２－ナフチル基、４－メチル－１－ナフチル基、４－メチル－１－アントリル基、４’－メチルビフェニルイル基、４”－ｔ－ブチル－ｐ－ターフェニル－４－イル基、フルオランテニル基、フルオレニル基等が挙げられる。

【０１６９】

置換もしくは無置換の核原子数５～５０のヘテロアリール基の例としては、１－ピロリル基、２－ピロリル基、３－ピロリル基、ピラジニル基、２－ピリジニル基、３－ピリジニル基、４－ピリジニル基、１－インドリル基、２－インドリル基、３－インドリル基、４－インドリル基、５－インドリル基、６－インドリル基、７－インドリル基、１－イソインドリル基、２－イソインドリル基、３－イソインドリル基、４－イソインドリル基、５－イソインドリル基、６－イソインドリル基、７－イソインドリル基、２－フリル基、３－フリル基、２－ベンゾフラニル基、３－ベンゾフラニル基、４－ベンゾフラニル基、５－ベンゾフラニル基、６－ベンゾフラニル基、７－ベンゾフラニル基、１－イソベンゾフラニル基、３－イソベンゾフラニル基、４－イソベンゾフラニル基、５－イソベンゾフラニル基、６－イソベンゾフラニル基、７－イソベンゾフラニル基、キノリル基、３－キノリル基、４－キノリル基、５－キノリル基、６－キノリル基、７－キノリル基、８－キノリル基、１－イソキノリル基、３－イソキノリル基、４－イソキノリル基、５－イソキノリル基、６－イソキノリル基、７－イソキノリル基、８－イソキノリル基、２－キノキサリニル基、５－キノキサリニル基、６－キノキサリニル基、１－カルバゾリル基、２－カルバゾリル基、３－カルバゾリル基、４－カルバゾリル基、９－カルバゾリル基、１－フェナンスリジニル基、２－フェナンスリジニル基、３－フェナンスリジニル基、４－フェナンスリジニル基、６－フェナンスリジニル基、７－フェナンスリジニル基、８－フェナンスリジニル基、９－フェナンスリジニル基、１０－フェナンスリジニル基、１－アクリジニル基、２－アクリジニル基、３－アクリジニル基、４－アクリジニル基、９－アクリジニル基、１，７－フェナンスロリン－２－イル基、１，７－フェナンスロリン－３－イル基、１，７－フェナンスロリン－４－イル基、１，７－フェナンスロリン－５－イル基、１，７－フェナンスロリン－６－イル基、１，７－フェナンスロリン－８－イル基、１，７－フェナンスロリン－９－イル基、１，７－フェナンスロリン－１０－イル基、１，８－フェナンスロリン－２－イル基、１，８－フェナンスロリン－３－イル基、１，８－フェナンスロリン－４－イル基、１，８－フェナンスロリン－５－イル基、１，８－フェナンスロリン－６－イル基、１，８－フェナンスロリン－７－イル基、１，８－フェナンスロリン－９－イル基、１，８－フェナンスロリン－１０－イル基、１，９－フェナンスロリン－２－イル基、１，９－フェナンスロリン－３－イル基、１，９－フェナンスロリン－４－イル基、１，９－フェナンスロリン－５－イル基、１，９－フェナンスロリン－６－イル基、１，９－フェナンスロリン－７－イル基、１，９－フェナンスロリン－８－イル基、１，９－フェナンスロリン－１０－イル基、１，１０－フェナンスロリン－２－イル基、１，１０－フェナンスロリン－３－イル基、１，１０－フェナンスロリン－４－イル基、１，１０－フェナンスロリン－５－イル基、２，９－フェナンスロリン－１－イル基、２，９－フェナンスロリン－３－イル基、２，９－フェナンスロリン－４－イル基、２，９－フェナンスロリン－５－イル基、２，９－フェナンスロリン－６－イル基、２，９－フェナンスロリン－７－イル基、２，９－フェナンスロリン－８－イル基、２，９－フェナンスロリン－１０－イル基、２，８－フェナンスロリン－１－イル基、２，８－フェナンスロリン－３－イル基、２，８－フェナンスロリン－４－イル基、２，８－フェナンスロリン－５－イル基、２，８－フェナンスロリン－６－イル基、２，８－フェナンスロリン－７－イル基、２，８－フェナンスロリン－９－イル基、２，８－フェナンスロリン－１０－イル基、２，７－フェナンスロリン－１－イル基、２，７－フェナンスロリン－３－イル基、２，７－フェナンスロリン－４－イル基、２，７－フェナンスロリン－５－イル基、２，７－フェナンスロリン－６－イル基、２，７－フェナンスロリン－８－イル基、２，７－フェナンスロリン－９－イル基、２，７－フェナンスロリン－１０－イル基、１－フェナジニル基、２－フェナジニル基、１－フェノチアジニル基、２－フェノチアジニル基、３－フェノチアジニル基、４－フェノチアジニル基、１０－フェノチアジニル基、１－フェノキサジニル基、２－フェノキサジニル基、３－フェノキサジニル基、４－フェノキサジニル基、１０－フェノキサジニル基、２－オキサゾリル基、４－オキサゾリル基、５－オキサゾリル基、２－オキサジアゾリル基、５－オキサジアゾリル基、３－フラザニル基、２－チエニル基、３－チエニル基、２－メチルピロール－１－イル基

、２－メチルピロール－３－イル基、２－メチルピロール－４－イル基、２－メチルピロール－５－イル基、３－メチルピロール－１－イル基、３－メチルピロール－２－イル基、３－メチルピロール－４－イル基、３－メチルピロール－５－イル基、２－ｔ－ブチルピロール－４－イル基、３－（２－フェニルプロピル）ピロール－１－イル基、２－メチル－１－インドリル基、４－メチル－１－インドリル基、２－メチル－３－インドリル基、４－メチル－３－インドリル基、２－ｔ－ブチル１－インドリル基、４－ｔ－ブチル１－インドリル基、２－ｔ－ブチル３－インドリル基、４－ｔ－ブチル３－インドリル基等が挙げられる。

【０１７０】

置換又は無置換の炭素数１～５０のアルキル基の例としては、メチル基、エチル基、プロピル基、イソプロピル基、ｎ－ブチル基、ｓ－ブチル基、イソブチル基、ｔ－ブチル基、ｎ－ペンチル基、ｎ－ヘキシル基、ｎ－ヘプチル基、ｎ－オクチル基、ヒドロキシメチル基、１－ヒドロキシエチル基、２－ヒドロキシエチル基、２－ヒドロキシイソブチル基、１，２－ジヒドロキシエチル基、１，３－ジヒドロキシイソプロピル基、２，３－ジヒドロキシ－ｔ－ブチル基、１，２，３－トリヒドロキシプロピル基、クロロメチル基、１－クロロエチル基、２－クロロエチル基、２－クロロイソブチル基、１，２－ジクロロエチル基、１，３－ジクロロイソプロピル基、２，３－ジクロロ－ｔ－ブチル基、１，２，３－トリクロロプロピル基、ブロモメチル基、１－ブロモエチル基、２－ブロモエチル基、２－ブロモイソブチル基、１，２－ジブロモエチル基、１，３－ジブロモイソプロピル基、２，３－ジブロモ－ｔ－ブチル基、１，２，３－トリブロモプロピル基、ヨードメチル基、１－ヨードエチル基、２－ヨードエチル基、２－ヨードイソブチル基、１，２－ジヨードエチル基、１，３－ジヨードイソプロピル基、２，３－ジヨード－ｔ－ブチル基、１，２，３－トリヨードプロピル基、アミノメチル基、１－アミノエチル基、２－アミノエチル基、２－アミノイソブチル基、１，２－ジアミノエチル基、１，３－ジアミノイソプロピル基、２，３－ジアミノ－ｔ－ブチル基、１，２，３－トリアミノプロピル基、シアノメチル基、１－シアノエチル基、２－シアノエチル基、２－シアノイソブチル基、１，２－ジシアノエチル基、１，３－ジシアノイソプロピル基、２，３－ジシアノ－ｔ－ブチル基、１，２，３－トリシアノプロピル基、ニトロメチル基、１－ニトロエチル基、２－ニトロエチル基、２－ニトロイソブチル基、１，２－ジニトロエチル基、１，３－ジニトロイソプロピル基、２，３－ジニトロ－ｔ－ブチル基、１，２，３－トリニトロプロピル基等が挙げられる。

【０１７１】

置換もしくは無置換の炭素数３～５０のシクロアルキル基の例としては、シクロプロピル基、シクロブチル基、シクロペンチル基、シクロヘキシル基、４－メチルシクロヘキシル基、１－アダマンチル基、２－アダマンチル基、１－ノルボルニル基、２－ノルボルニル基等が挙げられる。

【０１７２】

置換又は無置換の炭素数１～５０のアルコキシ基は、－ＯＹで表される基である。Ｙの例としては、メチル基、エチル基、プロピル基、イソプロピル基、ｎ－ブチル基、ｓ－ブチル基、イソブチル基、ｔ－ブチル基、ｎ－ペンチル基、ｎ－ヘキシル基、ｎ－ヘプチル基、ｎ－オクチル基、ヒドロキシメチル基、１－ヒドロキシエチル基、２－ヒドロキシエチル基、２－ヒドロキシイソブチル基、１，２－ジヒドロキシエチル基、１，３－ジヒドロキシイソプロピル基、２，３－ジヒドロキシ－ｔ－ブチル基、１，２，３－トリヒドロキシプロピル基、クロロメチル基、１－クロロエチル基、２－クロロエチル基、２－クロロイソブチル基、１，２－ジクロロエチル基、１，３－ジクロロイソプロピル基、２，３－ジクロロ－ｔ－ブチル基、１，２，３－トリクロロプロピル基、ブロモメチル基、１－ブロモエチル基、２－ブロモエチル基、２－ブロモイソブチル基、１，２－ジブロモエチル基、１，３－ジブロモイソプロピル基、２，３－ジブロモ－ｔ－ブチル基、１，２，３－トリブロモプロピル基、ヨードメチル基、１－ヨードエチル基、２－ヨードエチル基、２－ヨードイソブチル基、１，２－ジヨードエチル基、１，３－ジヨードイソプロピル基

、２，３－ジヨード－ｔ－ブチル基、１，２，３－トリヨードプロピル基、アミノメチル基、１－アミノエチル基、２－アミノエチル基、２－アミノイソブチル基、１，２－ジアミノエチル基、１，３－ジアミノイソプロピル基、２，３－ジアミノ－ｔ－ブチル基、１，２，３－トリアミノプロピル基、シアノメチル基、１－シアノエチル基、２－シアノエチル基、２－シアノイソブチル基、１，２－ジシアノエチル基、１，３－ジシアノイソプロピル基、２，３－ジシアノ－ｔ－ブチル基、１，２，３－トリシアノプロピル基、ニトロメチル基、１－ニトロエチル基、２－ニトロエチル基、２－ニトロイソブチル基、１，２－ジニトロエチル基、１，３－ジニトロイソプロピル基、２，３－ジニトロ－ｔ－ブチル基、１，２，３－トリニトロプロピル基等が挙げられる。

【０１７３】

置換又は無置換の炭素数７～５０のアラルキル基の例としては、ベンジル基、１－フェニルエチル基、２－フェニルエチル基、１－フェニルイソプロピル基、２－フェニルイソプロピル基、フェニル－ｔ－ブチル基、α－ナフチルメチル基、１－α－ナフチルエチル基、２－α－ナフチルエチル基、１－α－ナフチルイソプロピル基、２－α－ナフチルイソプロピル基、β－ナフチルメチル基、１－β－ナフチルエチル基、２－β－ナフチルエチル基、１－β－ナフチルイソプロピル基、２－β－ナフチルイソプロピル基、１－ピロリルメチル基、２－（１－ピロリル）エチル基、ｐ－メチルベンジル基、ｍ－メチルベンジル基、ｏ－メチルベンジル基、ｐ－クロロベンジル基、ｍ－クロロベンジル基、ｏ－クロロベンジル基、ｐ－ブロモベンジル基、ｍ－ブロモベンジル基、ｏ－ブロモベンジル基、ｐ－ヨードベンジル基、ｍ－ヨードベンジル基、ｏ－ヨードベンジル基、ｐ－ヒドロキシベンジル基、ｍ－ヒドロキシベンジル基、ｏ－ヒドロキシベンジル基、 ｐ－アミノベンジル基、ｍ－アミノベンジル基、ｏ－アミノベンジル基、ｐ－ニトロベンジル基、ｍ－ニトロベンジル基、ｏ－ニトロベンジル基、ｐ－シアノベンジル基、ｍ－シアノベンジル基、ｏ－シアノベンジル基、１－ヒドロキシ－２－フェニルイソプロピル基、１－クロロ－２－フェニルイソプロピル基等が挙げられる。

【０１７４】

置換又は無置換の核炭素数６～５０のアリールオキシ基は、－ＯＹ’と表され、Ｙ’の例としてはフェニル基、１－ナフチル基、２－ナフチル基、１－アントリル基、２－アントリル基、９－アントリル基、１－フェナントリル基、２－フェナントリル基、３－フェナントリル基、４－フェナントリル基、９－フェナントリル基、１－ナフタセニル基、２－ナフタセニル基、９－ナフタセニル基、１－ピレニル基、２－ピレニル基、４－ピレニル基、２－ビフェニルイル基、３－ビフェニルイル基、４－ビフェニルイル基、ｐ－ターフェニル－４－イル基、ｐ－ターフェニル－３－イル基、ｐ－ターフェニル－２－イル基、ｍ－ターフェニル－４－イル基、ｍ－ターフェニル－３－イル基、ｍ－ターフェニル－２－イル基、ｏ－トリル基、ｍ－トリル基、ｐ－トリル基、ｐ－ｔ－ブチルフェニル基、ｐ－（２－フェニルプロピル）フェニル基、３－メチル－２－ナフチル基、４－メチル－１－ナフチル基、４－メチル－１－アントリル基、４’－メチルビフェニルイル基、４”－ｔ－ブチル－ｐ－ターフェニル－４－イル基等が挙げられる。

【０１７５】

置換もしくは無置換の核原子数５～５０のヘテロアリールオキシ基は、－ＯＺ’と表され、Ｚ’の例としては２－ピロリル基、３－ピロリル基、ピラジニル基、２－ピリジニル基、３－ピリジニル基、４－ピリジニル基、２－インドリル基、３－インドリル基、４－インドリル基、５－インドリル基、６－インドリル基、７－インドリル基、１－イソインドリル基、３－イソインドリル基、４－イソインドリル基、５－イソインドリル基、６－イソインドリル基、７－イソインドリル基、２－フリル基、３－フリル基、２－ベンゾフラニル基、３－ベンゾフラニル基、４－ベンゾフラニル基、５－ベンゾフラニル基、６－ベンゾフラニル基、７－ベンゾフラニル基、１－イソベンゾフラニル基、３－イソベンゾフラニル基、４－イソベンゾフラニル基、５－イソベンゾフラニル基、６－イソベンゾフラニル基、７－イソベンゾフラニル基、２－キノリル基、３－キノリル基、４－キノリル基、５－キノリル基、６－キノリル基、７－キノリル基、８－キノリル基、１－イソキノ

リル基、３－イソキノリル基、４－イソキノリル基、５－イソキノリル基、６－イソキノリル基、７－イソキノリル基、８－イソキノリル基、２－キノキサリニル基、５－キノキサリニル基、６－キノキサリニル基、１－カルバゾリル基、２－カルバゾリル基、３－カルバゾリル基、４－カルバゾリル基、１－フェナンスリジニル基、２－フェナンスリジニル基、３－フェナンスリジニル基、４－フェナンスリジニル基、６－フェナンスリジニル基、７－フェナンスリジニル基、８－フェナンスリジニル基、９－フェナンスリジニル基、１０－フェナンスリジニル基、１－アクリジニル基、２－アクリジニル基、３－アクリジニル基、４－アクリジニル基、９－アクリジニル基、１，７－フェナンスロリン－２－イル基、１，７－フェナンスロリン－３－イル基、１，７－フェナンスロリン－４－イル基、１，７－フェナンスロリン－５－イル基、１，７－フェナンスロリン－６－イル基、１，７－フェナンスロリン－８－イル基、１，７－フェナンスロリン－９－イル基、１，７－フェナンスロリン－１０－イル基、１，８－フェナンスロリン－２－イル基、１，８－フェナンスロリン－３－イル基、１，８－フェナンスロリン－４－イル基、１，８－フェナンスロリン－５－イル基、１，８－フェナンスロリン－６－イル基、１，８－フェナンスロリン－７－イル基、１，８－フェナンスロリン－９－イル基、１，８－フェナンスロリン－１０－イル基、１，９－フェナンスロリン－２－イル基、１，９－フェナンスロリン－３－イル基、１，９－フェナンスロリン－４－イル基、１，９－フェナンスロリン－５－イル基、１，９－フェナンスロリン－６－イル基、１，９－フェナンスロリン－７－イル基、１，９－フェナンスロリン－８－イル基、１，９－フェナンスロリン－１０－イル基、１，１０－フェナンスロリン－２－イル基、１，１０－フェナンスロリン－３－イル基、１，１０－フェナンスロリン－４－イル基、１，１０－フェナンスロリン－５－イル基、２，９－フェナンスロリン－１－イル基、２，９－フェナンスロリン－３－イル基、２，９－フェナンスロリン－４－イル基、２，９－フェナンスロリン－５－イル基、２，９－フェナンスロリン－６－イル基、２，９－フェナンスロリン－７－イル基、２，９－フェナンスロリン－８－イル基、２，９－フェナンスロリン－１０－イル基、２，８－フェナンスロリン－１－イル基、２，８－フェナンスロリン－３－イル基、２，８－フェナンスロリン－４－イル基、２，８－フェナンスロリン－５－イル基、２，８－フェナンスロリン－６－イル基、２，８－フェナンスロリン－７－イル基、２，８－フェナンスロリン－９－イル基、２，８－フェナンスロリン－１０－イル基、２，７－フェナンスロリン－１－イル基、２，７－フェナンスロリン－３－イル基、２，７－フェナンスロリン－４－イル基、２，７－フェナンスロリン－５－イル基、２，７－フェナンスロリン－６－イル基、２，７－フェナンスロリン－８－イル基、２，７－フェナンスロリン－９－イル基、２，７－フェナンスロリン－１０－イル基、１－フェナジニル基、２－フェナジニル基、１－フェノチアジニル基、２－フェノチアジニル基、３－フェノチアジニル基、４－フェノチアジニル基、１－フェノキサジニル基、２－フェノキサジニル基、３－フェノキサジニル基、４－フェノキサジニル基、２－オキサゾリル基、４－オキサゾリル基、５－オキサゾリル基、２－オキサジアゾリル基、５－オキサジアゾリル基、３－フラザニル基、２－チエニル基、３－チエニル基、２－メチルピロール－１－イル基、２－メチルピロール－３－イル基、２－メチルピロール－４－イル基、２－メチルピロール－５－イル基、３－メチルピロール－１－イル基、３－メチルピロール－２－イル基、３－メチルピロール－４－イル基、３－メチルピロール－５－イル基、２－ｔ－ブチルピロール－４－イル基、３－（２－フェニルプロピル）ピロール－１－イル基、２－メチル－１－インドリル基、４－メチル－１－インドリル基、２－メチル－３－インドリル基、４－メチル－３－インドリル基、２－ｔ－ブチル１－インドリル基、４－ｔ－ブチル１－インドリル基、２－ｔ－ブチル３－インドリル基、４－ｔ－ブチル３－インドリル基等が挙げられる。

【０１７６】

置換又は無置換の核炭素数６～５０のアリールチオ基は、－ＳＹ”と表され、Ｙ”の例としてはフェニル基、１－ナフチル基、２－ナフチル基、１－アントリル基、２－アントリル基、９－アントリル基、１－フェナントリル基、２－フェナントリル基、３－フェナントリル基、４－フェナントリル基、９－フェナントリル基、１－ナフタセニル基、２－

ナフタセニル基、９－ナフタセニル基、１－ピレニル基、２－ピレニル基、４－ピレニル基、２－ビフェニルイル基、３－ビフェニルイル基、４－ビフェニルイル基、ｐ－ターフェニル－４－イル基、ｐ－ターフェニル－３－イル基、ｐ－ターフェニル－２－イル基、ｍ－ターフェニル－４－イル基、ｍ－ターフェニル－３－イル基、ｍ－ターフェニル－２－イル基、ｏ－トリル基、ｍ－トリル基、ｐ－トリル基、ｐ－ｔ－ブチルフェニル基、ｐ－（２－フェニルプロピル）フェニル基、３－メチル－２－ナフチル基、４－メチル－１－ナフチル基、４－メチル－１－アントリル基、４’－メチルビフェニルイル基、４”－ｔ－ブチル－ｐ－ターフェニル－４－イル基等が挙げられる。

【０１７７】

置換もしくは無置換の核原子数５～５０のヘテロアリールチオ基は、－ＳＺ”と表され、Ｚ”の例としては２－ピロリル基、３－ピロリル基、ピラジニル基、２－ピリジニル基、３－ピリジニル基、４－ピリジニル基、２－インドリル基、３－インドリル基、４－インドリル基、５－インドリル基、６－インドリル基、７－インドリル基、１－イソインドリル基、３－イソインドリル基、４－イソインドリル基、５－イソインドリル基、６－イソインドリル基、７－イソインドリル基、２－フリル基、３－フリル基、２－ベンゾフラニル基、３－ベンゾフラニル基、４－ベンゾフラニル基、５－ベンゾフラニル基、６－ベンゾフラニル基、７－ベンゾフラニル基、１－イソベンゾフラニル基、３－イソベンゾフラニル基、４－イソベンゾフラニル基、５－イソベンゾフラニル基、６－イソベンゾフラニル基、７－イソベンゾフラニル基、２－キノリル基、３－キノリル基、４－キノリル基、５－キノリル基、６－キノリル基、７－キノリル基、８－キノリル基、１－イソキノリル基、３－イソキノリル基、４－イソキノリル基、５－イソキノリル基、６－イソキノリル基、７－イソキノリル基、８－イソキノリル基、２－キノキサリニル基、５－キノキサリニル基、６－キノキサリニル基、１－カルバゾリル基、２－カルバゾリル基、３－カルバゾリル基、４－カルバゾリル基、１－フェナンスリジニル基、２－フェナンスリジニル基、３－フェナンスリジニル基、４－フェナンスリジニル基、６－フェナンスリジニル基、７－フェナンスリジニル基、８－フェナンスリジニル基、９－フェナンスリジニル基、１０－フェナンスリジニル基、１－アクリジニル基、２－アクリジニル基、３－アクリジニル基、４－アクリジニル基、９－アクリジニル基、１，７－フェナンスロリン－２－イル基、１，７－フェナンスロリン－３－イル基、１，７－フェナンスロリン－４－イル基、１，７－フェナンスロリン－５－イル基、１，７－フェナンスロリン－６－イル基、１，７－フェナンスロリン－８－イル基、１，７－フェナンスロリン－９－イル基、１，７－フェナンスロリン－１０－イル基、１，８－フェナンスロリン－２－イル基、１，８－フェナンスロリン－３－イル基、１，８－フェナンスロリン－４－イル基、１，８－フェナンスロリン－５－イル基、１，８－フェナンスロリン－６－イル基、１，８－フェナンスロリン－７－イル基、１，８－フェナンスロリン－９－イル基、１，８－フェナンスロリン－１０－イル基、１，９－フェナンスロリン－２－イル基、１，９－フェナンスロリン－３－イル基、１，９－フェナンスロリン－４－イル基、１，９－フェナンスロリン－５－イル基、１，９－フェナンスロリン－６－イル基、１，９－フェナンスロリン－７－イル基、１，９－フェナンスロリン－８－イル基、１，９－フェナンスロリン－１０－イル基、１，１０－フェナンスロリン－２－イル基、１，１０－フェナンスロリン－３－イル基、１，１０－フェナンスロリン－４－イル基、１，１０－フェナンスロリン－５－イル基、２，９－フェナンスロリン－１－イル基、２，９－フェナンスロリン－３－イル基、２，９－フェナンスロリン－４－イル基、２，９－フェナンスロリン－５－イル基、２，９－フェナンスロリン－６－イル基、２，９－フェナンスロリン－７－イル基、２，９－フェナンスロリン－８－イル基、２，９－フェナンスロリン－１０－イル基、２，８－フェナンスロリン－１－イル基、２，８－フェナンスロリン－３－イル基、２，８－フェナンスロリン－４－イル基、２，８－フェナンスロリン－５－イル基、２，８－フェナンスロリン－６－イル基、２，８－フェナンスロリン－７－イル基、２，８－フェナンスロリン－９－イル基、２，８－フェナンスロリン－１０－イル基、２，７－フェナンスロリン－１－イル基、２，７－フェナンスロリン－３－イル基、２，７－フェナンスロリン－

４－イル基、２，７－フェナンスロリン－５－イル基、２，７－フェナンスロリン－６－イル基、２，７－フェナンスロリン－８－イル基、２，７－フェナンスロリン－９－イル基、２，７－フェナンスロリン－１０－イル基、１－フェナジニル基、２－フェナジニル基、１－フェノチアジニル基、２－フェノチアジニル基、３－フェノチアジニル基、４－フェノチアジニル基、１－フェノキサジニル基、２－フェノキサジニル基、３－フェノキサジニル基、４－フェノキサジニル基、２－オキサゾリル基、４－オキサゾリル基、５－オキサゾリル基、２－オキサジアゾリル基、５－オキサジアゾリル基、３－フラザニル基、２－チエニル基、３－チエニル基、２－メチルピロール－１－イル基、２－メチルピロール－３－イル基、２－メチルピロール－４－イル基、２－メチルピロール－５－イル基、３－メチルピロール－１－イル基、３－メチルピロール－２－イル基、３－メチルピロール－４－イル基、３－メチルピロール－５－イル基、２－ｔ－ブチルピロール－４－イル基、３－（２－フェニルプロピル）ピロール－１－イル基、２－メチル－１－インドリル基、４－メチル－１－インドリル基、２－メチル－３－インドリル基、４－メチル－３－インドリル基、２－ｔ－ブチル１－インドリル基、４－ｔ－ブチル１－インドリル基、２－ｔ－ブチル３－インドリル基、４－ｔ－ブチル３－インドリル基等が挙げられる。

【０１７８】

置換又は無置換の炭素数２～５０のアルコキシカルボニル基は－ＣＯＯＺと表され、Ｚの例としてはメチル基、エチル基、プロピル基、イソプロピル基、ｎ－ブチル基、ｓ－ブチル基、イソブチル基、ｔ－ブチル基、ｎ－ペンチル基、ｎ－ヘキシル基、ｎ－ヘプチル基、ｎ－オクチル基、ヒドロキシメチル基、１－ヒドロキシエチル基、２－ヒドロキシエチル基、２－ヒドロキシイソブチル基、１，２－ジヒドロキシエチル基、１，３－ジヒドロキシイソプロピル基、２，３－ジヒドロキシ－ｔ－ブチル基、１，２，３－トリヒドロキシプロピル基、クロロメチル基、１－クロロエチル基、２－クロロエチル基、２－クロロイソブチル基、１，２－ジクロロエチル基、１，３－ジクロロイソプロピル基、２，３－ジクロロ－ｔ－ブチル基、１，２，３－トリクロロプロピル基、ブロモメチル基、１－ブロモエチル基、２－ブロモエチル基、２－ブロモイソブチル基、１，２－ジブロモエチル基、１，３－ジブロモイソプロピル基、２，３－ジブロモ－ｔ－ブチル基、１，２，３－トリブロモプロピル基、ヨードメチル基、１－ヨードエチル基、２－ヨードエチル基、２－ヨードイソブチル基、１，２－ジヨードエチル基、１，３－ジヨードイソプロピル基、２，３－ジヨード－ｔ－ブチル基、１，２，３－トリヨードプロピル基、アミノメチル基、１－アミノエチル基、２－アミノエチル基、２－アミノイソブチル基、１，２－ジアミノエチル基、１，３－ジアミノイソプロピル基、２，３－ジアミノ－ｔ－ブチル基、１，２，３－トリアミノプロピル基、シアノメチル基、１－シアノエチル基、２－シアノエチル基、２－シアノイソブチル基、１，２－ジシアノエチル基、１，３－ジシアノイソプロピル基、２，３－ジシアノ－ｔ－ブチル基、１，２，３－トリシアノプロピル基、ニトロメチル基、１－ニトロエチル基、２－ニトロエチル基、２－ニトロイソブチル基、１，２－ジニトロエチル基、１，３－ジニトロイソプロピル基、２，３－ジニトロ－ｔ－ブチル基、１，２，３－トリニトロプロピル基等が挙げられる。

【０１７９】

前記置換もしくは無置換の核炭素数６～５０のアリール基または置換もしくは無置換の核原子数５～５０のヘテロアリール基で置換されたアミノ基は－ＮＰＱと表わされ、Ｐ、Ｑの例としては、フェニル基、１－ナフチル基、２－ナフチル基、１－アントリル基、２－アントリル基、９－アントリル基、１－フェナントリル基、２－フェナントリル基、３－フェナントリル基、４－フェナントリル基、９－フェナントリル基、１－ナフタセニル基、２－ナフタセニル基、９－ナフタセニル基、１－ピレニル基、２－ピレニル基、４－ピレニル基、２－ビフェニルイル基、３－ビフェニルイル基、４－ビフェニルイル基、ｐ－ターフェニル－４－イル基、ｐ－ターフェニル－３－イル基、ｐ－ターフェニル－２－イル基、ｍ－ターフェニル－４－イル基、ｍ－ターフェニル－３－イル基、ｍ－ターフェニル－２－イル基、ｏ－トリル基、ｍ－トリル基、ｐ－トリル基、ｐ－ｔ－ブチルフェニル基、ｐ－（２－フェニルプロピル）フェニル基、３－メチル－２－ナフチル基、４－メ

チル－１－ナフチル基、４－メチル－１－アントリル基、４’－メチルビフェニルイル基、４”－ｔ－ブチル－ｐ－ターフェニル－４－イル基、２－ピロリル基、３－ピロリル基、ピラジニル基、２－ピリジニル基、３－ピリジニル基、４－ピリジニル基、２－インドリル基、３－インドリル基、４－インドリル基、５－インドリル基、６－インドリル基、７－インドリル基、１－イソインドリル基、３－イソインドリル基、４－イソインドリル基、５－イソインドリル基、６－イソインドリル基、７－イソインドリル基、２－フリル基、３－フリル基、２－ベンゾフラニル基、３－ベンゾフラニル基、４－ベンゾフラニル基、５－ベンゾフラニル基、６－ベンゾフラニル基、７－ベンゾフラニル基、１－イソベンゾフラニル基、３－イソベンゾフラニル基、４－イソベンゾフラニル基、５－イソベンゾフラニル基、６－イソベンゾフラニル基、７－イソベンゾフラニル基、２－キノリル基、３－キノリル基、４－キノリル基、５－キノリル基、６－キノリル基、７－キノリル基、８－キノリル基、１－イソキノリル基、３－イソキノリル基、４－イソキノリル基、５－イソキノリル基、６－イソキノリル基、７－イソキノリル基、８－イソキノリル基、２－キノキサリニル基、５－キノキサリニル基、６－キノキサリニル基、１－カルバゾリル基、２－カルバゾリル基、３－カルバゾリル基、４－カルバゾリル基、１－フェナンスリジニル基、２－フェナンスリジニル基、３－フェナンスリジニル基、４－フェナンスリジニル基、６－フェナンスリジニル基、７－フェナンスリジニル基、８－フェナンスリジニル基、９－フェナンスリジニル基、１０－フェナンスリジニル基、１－アクリジニル基、２－アクリジニル基、３－アクリジニル基、４－アクリジニル基、９－アクリジニル基、１，７－フェナンスロリン－２－イル基、１，７－フェナンスロリン－３－イル基、１，７－フェナンスロリン－４－イル基、１，７－フェナンスロリン－５－イル基、１，７－フェナンスロリン－６－イル基、１，７－フェナンスロリン－８－イル基、１，７－フェナンスロリン－９－イル基、１，７－フェナンスロリン－１０－イル基、１，８－フェナンスロリン－２－イル基、１，８－フェナンスロリン－３－イル基、１，８－フェナンスロリン－４－イル基、１，８－フェナンスロリン－５－イル基、１，８－フェナンスロリン－６－イル基、１，８－フェナンスロリン－７－イル基、１，８－フェナンスロリン－９－イル基、１，８－フェナンスロリン－１０－イル基、１，９－フェナンスロリン－２－イル基、１，９－フェナンスロリン－３－イル基、１，９－フェナンスロリン－４－イル基、１，９－フェナンスロリン－５－イル基、１，９－フェナンスロリン－６－イル基、１，９－フェナンスロリン－７－イル基、１，９－フェナンスロリン－８－イル基、１，９－フェナンスロリン－１０－イル基、１，１０－フェナンスロリン－２－イル基、１，１０－フェナンスロリン－３－イル基、１，１０－フェナンスロリン－４－イル基、１，１０－フェナンスロリン－５－イル基、２，９－フェナンスロリン－１－イル基、２，９－フェナンスロリン－３－イル基、２，９－フェナンスロリン－４－イル基、２，９－フェナンスロリン－５－イル基、２，９－フェナンスロリン－６－イル基、２，９－フェナンスロリン－７－イル基、２，９－フェナンスロリン－８－イル基、２，９－フェナンスロリン－１０－イル基、２，８－フェナンスロリン－１－イル基、２，８－フェナンスロリン－３－イル基、２，８－フェナンスロリン－４－イル基、２，８－フェナンスロリン－５－イル基、２，８－フェナンスロリン－６－イル基、２，８－フェナンスロリン－７－イル基、２，８－フェナンスロリン－９－イル基、２，８－フェナンスロリン－１０－イル基、２，７－フェナンスロリン－１－イル基、２，７－フェナンスロリン－３－イル基、２，７－フェナンスロリン－４－イル基、２，７－フェナンスロリン－５－イル基、２，７－フェナンスロリン－６－イル基、２，７－フェナンスロリン－８－イル基、２，７－フェナンスロリン－９－イル基、２，７－フェナンスロリン－１０－イル基、１－フェナジニル基、２－フェナジニル基、１－フェノチアジニル基、２－フェノチアジニル基、３－フェノチアジニル基、４－フェノチアジニル基、１－フェノキサジニル基、２－フェノキサジニル基、３－フェノキサジニル基、４－フェノキサジニル基、２－オキサゾリル基、４－オキサゾリル基、５－オキサゾリル基、２－オキサジアゾリル基、５－オキサジアゾリル基、３－フラザニル基、２－チエニル基、３－チエニル基、２－メチルピロール－１－イル基、２－メチルピロール－３－イル基、２－メチルピロール－４－イル基

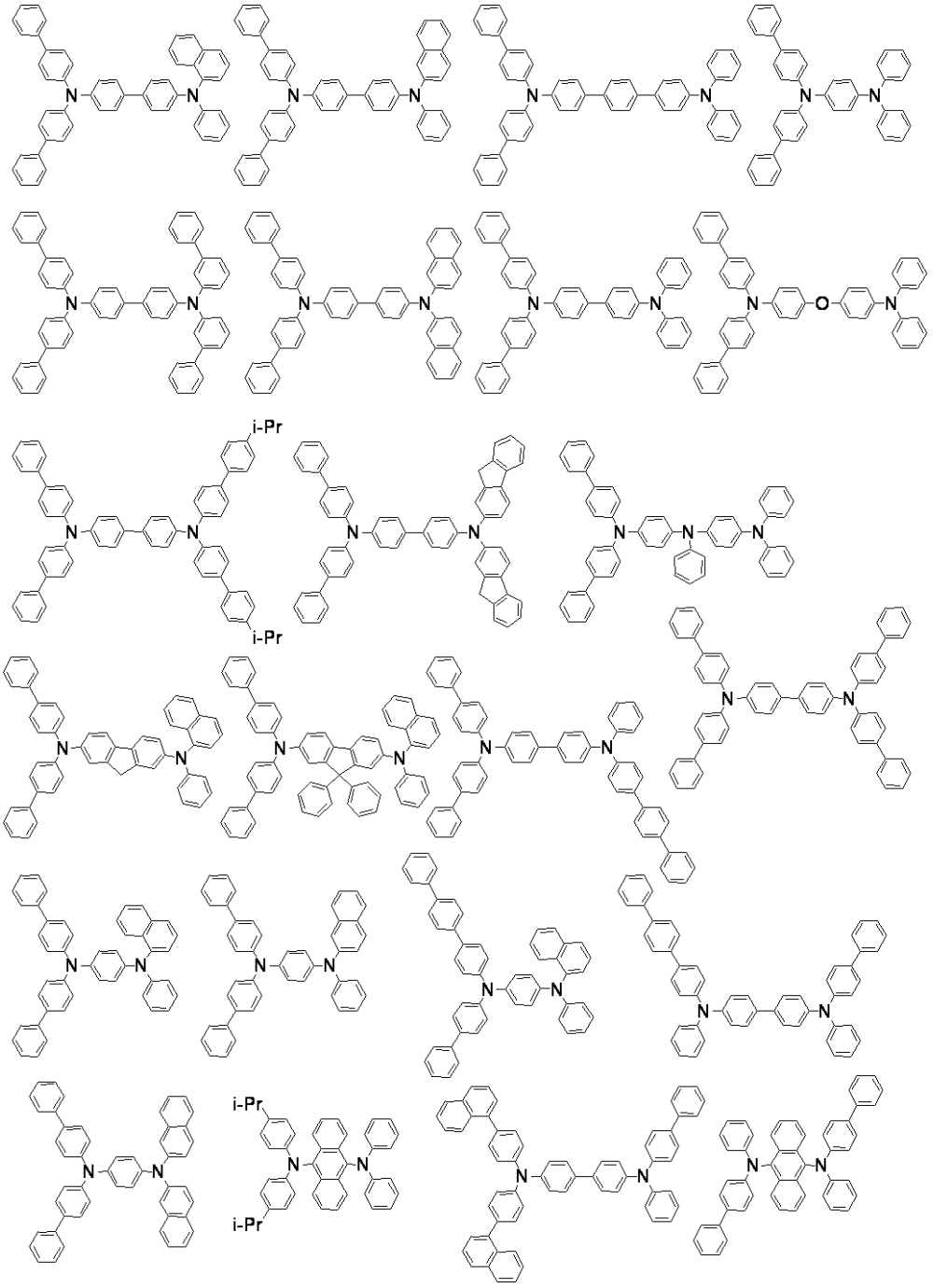
、２－メチルピロール－５－イル基、３－メチルピロール－１－イル基、３－メチルピロール－２－イル基、３－メチルピロール－４－イル基、３－メチルピロール－５－イル基、２－ｔ－ブチルピロール－４－イル基、３－（２－フェニルプロピル）ピロール－１－イル基、２－メチル－１－インドリル基、４－メチル－１－インドリル基、２－メチル－３－インドリル基、４－メチル－３－インドリル基、２－ｔ－ブチル１－インドリル基、４－ｔ－ブチル１－インドリル基、２－ｔ－ブチル３－インドリル基、４－ｔ－ブチル３－インドリル基等が挙げられる。

【０１８０】

前記一般式（Ｉ）の化合物の具体例を以下に記すが、これらに限定されるものではない。

【０１８１】

【化５２】



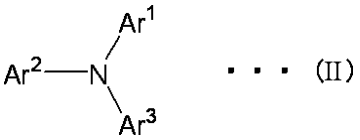
【０１８２】

また、下記一般式（II）の芳香族アミンも正孔注入層または正孔輸送層の形成に好適に

用いられる。

【０１８３】

【化５３】



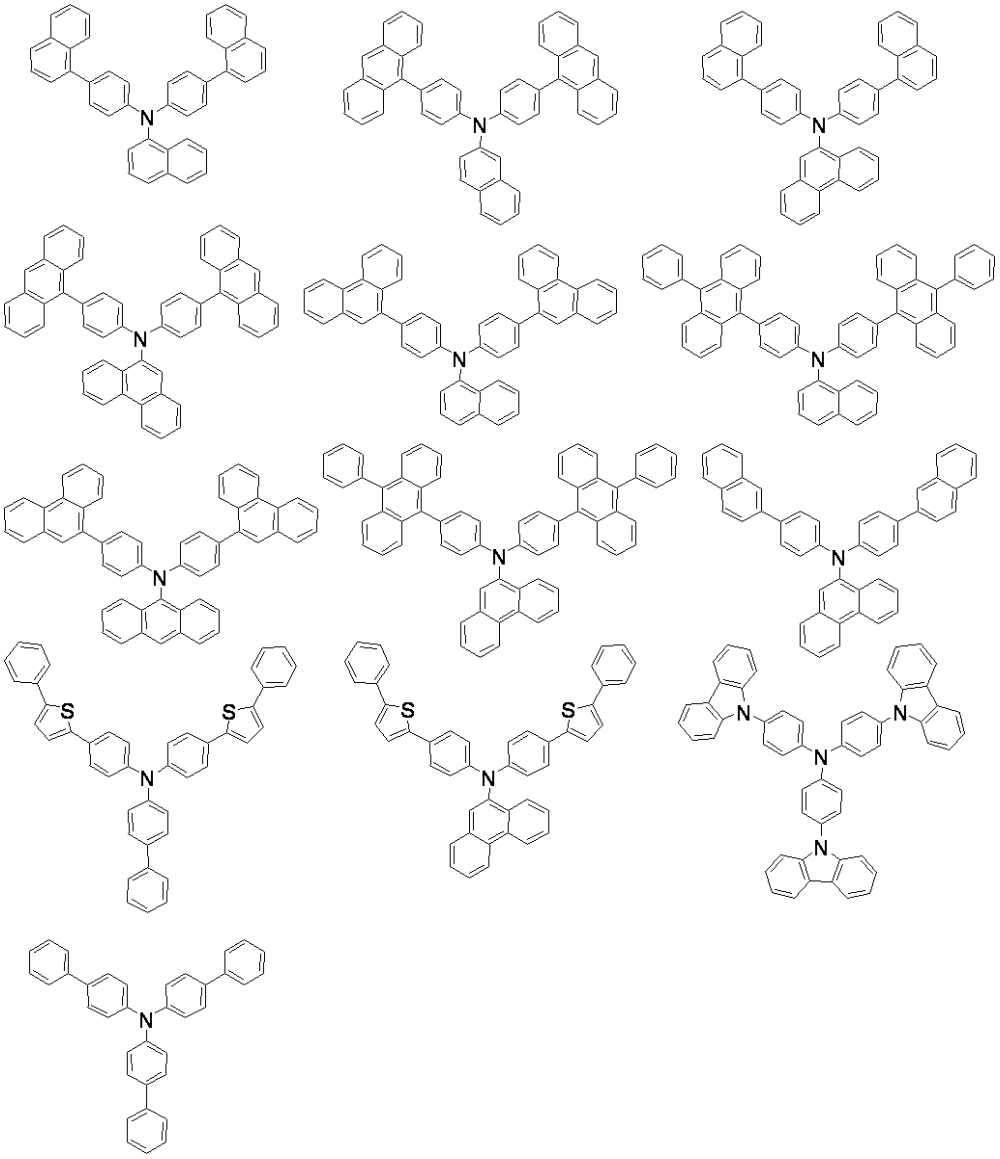
・・・（II）

【０１８４】

前記一般式（II）において、Ａｒ[1]～Ａｒ[3]の定義は前記一般式（Ｉ）のＡｒ[1]～Ａｒ[4]の定義と同様である。以下に一般式（II）の化合物の具体例を記すがこれらに限定されるものではない。

【０１８５】

【化５４】



【０１８６】

なお、本発明は、上記の説明に限られるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲での変更は本発明に含まれる。

例えば次のような変更も本発明の好適な変形例である。

本発明では、前記発光層が電荷注入補助材を含有していることも好ましい。

エネルギーギャップが広いホスト材料を用いて発光層を形成した場合、ホスト材料のイオン化ポテンシャル（Ｉｐ）と正孔注入・輸送層等のＩｐとの差が大きくなり、発光層へ

の正孔の注入が困難となり、十分な輝度を得るための駆動電圧が上昇するおそれがある。

【０１８７】

このような場合、発光層に、正孔注入・輸送性の電荷注入補助剤を含有させることで、発光層への正孔注入を容易にし、駆動電圧を低下させることができる。

電荷注入補助剤としては、例えば、一般的な正孔注入・輸送材料等が利用できる。

具体例としては、トリアゾール誘導体（米国特許３，１１２，１９７号明細書等参照）、オキサジアゾール誘導体（米国特許３，１８９，４４７号明細書等参照）、イミダゾール誘導体（特公昭３７－１６０９６号公報等参照）、ポリアリールアルカン誘導体（米国特許３，６１５，４０２号明細書、同第３，８２０，９８９号明細書、同第３，５４２，５４４号明細書、特公昭４５－５５５号公報、同５１－１０９８３号公報、特開昭５１－９３２２４号公報、同５５－１７１０５号公報、同５６－４１４８号公報、同５５－１０８６６７号公報、同５５－１５６９５３号公報、同 ５６－３６６５６号公報等参照）、ピラゾリン誘導体及びピラゾロン誘導体（米国特許第３，１８０，７２９号明細書、同第４，２７８，７４６号明細書、特開昭５５－８８０６４号公報、同５５－８８０６５号公報、同４９－１０５５３７号公報、同５５－５１０８６号公報、同５６－８００５１号公報、同５６－８８１４１号公報、同５７－４５５４５号公報、同５４－１１２６３７号公報、同５５－７４５４６号公報等参照）、フェニレンジアミン誘導体（米国特許第３，６１５，４０４号明細書、特公昭５１－１０１０５号公報、同４６－３７１２号公報、同４７－２５３３６号公報、特開昭５４－５３４３５号公報、同５４－１１０５３６号公報、同５４－１１９９２５号公報等参照）、アリールアミン誘導体（米国特許第３，５６７，４５０号明細書、同第３，１８０，７０３号明細書、同第３，２４０，５９７号明細書、同第３，６５８，５２０号明細書、同第４，２３２，１０３号明細書、同第４，１７５，９６１号明細書、同第４，０１２，３７６号明細書、特公昭４９－３５７０２号公報、同３９－２７５７７号公報、特開昭５５－１４４２５０号公報、同５６－１１９１３２号公報、同５６－２２４３７号公報、西独特許第１，１１０，５１８号明細書等参照）、アミノ置換カルコン誘導体（米国特許第３，５２６，５０１号明細書等参照）、オキサゾール誘導体（米国特許第３，２５７，２０３号明細書等に開示のもの）、スチリルアントラセン誘導体（特開昭５６－４６２３４号公報等参照）、フルオレノン誘導体（特開昭５４－１１０８３７号公報等参照）、ヒドラゾン誘導体（米国特許第３，７１７，４６２号明細書、特開昭５４－５９１４３号公報、同５５－５２０６３号公報、同５５－５２０６４号公報、同５５－４６７６０号公報、同５５－８５４９５号公報、同５７－１１３５０号公報、同５７－１４８７４９号公報、特開平２－３１１５９１号公報等参照）、スチルベン誘導体（特開昭６１－２１０３６３号公報、同第６１－２２８４５１号公報、同６１－１４６４２号公報、同６１－７２２５５号公報、同６２－４７６４６号公報、同６２－３６６７４号公報、同６２－１０６５２号公報、同６２－３０２５５号公報、同６０－９３４５５号公報、同６０－９４４６２号公報、同６０－１７４７４９号公報、同６０－１７５０５２号公報等参照）、シラザン誘導体（米国特許第４，９５０，９５０号明細書）、ポリシラン系（特開平２－２０４９９６号公報）、アニリン系共重合体（特開平２－２８２２６３号公報）、特開平１－２１１３９９号公報に開示されている導電性高分子オリゴマー（特にチオフェンオリゴマー）等を挙げることができる。

【０１８８】

正孔注入性の材料としては上記のものを挙げることができるが、ポルフィリン化合物（特開昭６３－２９５６９５号公報等に開示のもの）、芳香族第三級アミン化合物及びスチリルアミン化合物（米国特許第４，１２７，４１２号明細書、特開昭５３－２７０３３号公報、同５４－５８４４５号公報、同５４－１４９６３４号公報、同５４－６４２９９号公報、同５５－７９４５０号公報、同５５－１４４２５０号公報、同５６－１１９１３２号公報、同６１－２９５５５８号公報、同６１－９８３５３号公報、同６３－２９５６９５号公報等参照）、特に芳香族第三級アミン化合物が好ましい。

【０１８９】

また、米国特許第５，０６１，５６９号に記載されている２個の縮合芳香族環を分子内

に有する、例えば、４，４’－ビス（Ｎ－（１－ナフチル）－Ｎ－フェニルアミノ）ビフェニル（以下ＮＰＤと略記する）、また特開平４－３０８６８８号公報に記載されているトリフェニルアミンユニットが３つスターバースト型に連結された４，４’，４”－トリス（Ｎ－（３－メチルフェニル）－Ｎ－フェニルアミノ）トリフェニルアミン（以下ＭＴＤＡＴＡと略記する）等を挙げることができる。

また、特許公報第３６１４４０５号、３５７１９７７号または米国特許４，７８０，５３６に記載されているヘキサアザトリフェニレン誘導体等も正孔注入性の材料として好適に用いることができる。

【０１９０】

また、ｐ型Ｓｉ、ｐ型ＳｉＣ等の無機化合物も正孔注入材料として使用することができる。

【０１９１】

本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子の各層の形成方法は特に限定されない。従来公知の真空蒸着法、スピンコーティング法等による形成方法を用いることができる。本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子に用いる、前記式（１）で表される化合物を含有する有機薄膜層は、真空蒸着法、分子線蒸着法（ＭＢＥ法）あるいは溶媒に解かした溶液のディッピング法、スピンコーティング法、キャスティング法、バーコート法、ロールコート法等の塗布法による公知の方法で形成することができる。

本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子の各有機層の膜厚は特に制限されないが、一般に膜厚が薄すぎるとピンホール等の欠陥が生じやすく、逆に厚すぎると高い印加電圧が必要となり効率が悪くなるため、通常は数ｎｍから１μｍの範囲が好ましい。

【０１９２】

［合成例］

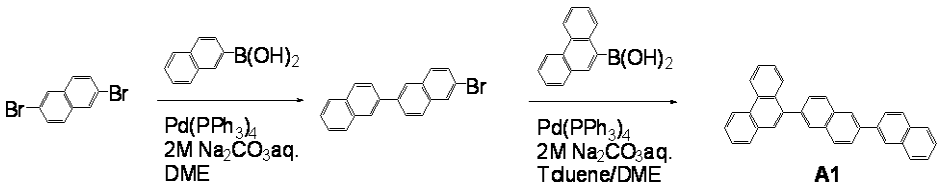
本発明の化合物群においては、鈴木－宮浦クロスカップリング反応等を用いて合成することができる。

【０１９３】

次に、合成実施例を用いて本発明のホスト材料の製造方法を説明するが、本発明はこれらの記載内容に何ら制限されるものではない。

【０１９４】

【化５５】



【０１９５】

（合成実施例１）化合物Ａ１の合成

2-ブロモ-6-（2-ナフチル）ナフタレンの合成

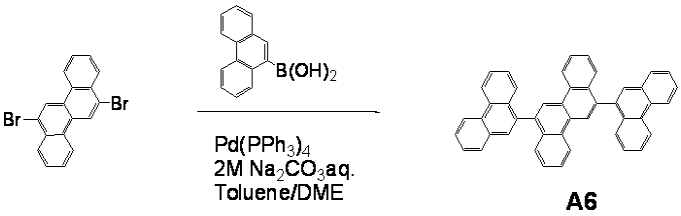
アルゴン雰囲気下、2,6-ジブロモナフタレン246ｇ（860mmol）、2-ナフタレンボロン酸163ｇ（950mmol）、テトラキス（トリフェニルホスフィン）パラジウム（0）20ｇ（17.0mmol）に、ジメトキシエタン（DME） 3L、2M炭酸ナトリウム水溶液1.5Lを加え、16時間加熱還流下、攪拌した。反応終了後、析出晶を濾取し、得られた固体を、水、メタノール、ヘキサンで洗浄した。減圧下乾燥させ、2-ブロモ-6-（2-ナフチル）ナフタレン197ｇ（収率69%）を得た。

アルゴン雰囲気下、2-ブロモ-6-（2-ナフチル）ナフタレン5.00g（15.0mmol）、9-フェナントレンボロン酸3.50g（15.8mmol）、テトラキス（トリフェニルホスフィン）パラジウム（0）0.87g（0.750mmol）、トルエン50mL、ジメトキシエタン50mL、2M炭酸ナトリウム水溶液 22.5mLを加え、加熱還流下、16時間攪拌を行った。反応終了後、析出晶を濾取し、得られた固体を、水、メタノール、ヘキサンで洗浄した。得られた固体をトルエンで数回再結晶化し、4.50ｇ（収率70%）の白色固体を得た。このものは、マススペクトル分

析の結果、目的物であり、分子量430.17に対し、m/e=430であった。

【０１９６】

【化５６】



A6

【０１９７】

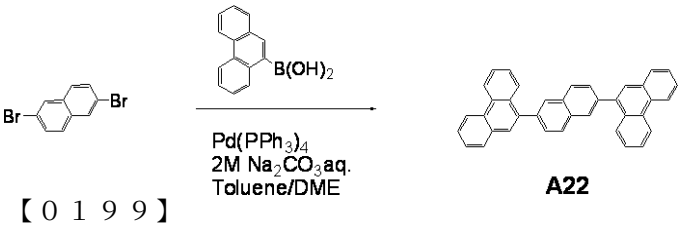
（合成実施例２）化合物Ａ６の合成

アルゴン雰囲気下、6,12-ジブロモクリセン5.00ｇ（13.0mmol）、9-フェナントレンボロン酸6.04ｇ（27.2mmol）、テトラキス（トリフェニルホスフィン）パラジウム（０）0.75g（0.65mmol）、トルエン50ml、ジメトキシエタン50ml、2M炭酸ナトリウム水溶液 40mlを加え、９０℃にて、１０時間攪拌した。反応混合物を室温に戻し、水を加え、１時間攪拌した。反応中析出した固体を濾取し、水、メタノール、ジメトキシエタン、トルエンの順で洗浄した。得られた固体をトルエンに溶解し、シリカゲルカラムクロマトグラフィーにより精製し、化合物Ａ６を4.6ｇ（収率61％）得た。

マススペクトラム分析の結果、分子量580.22に対し、m/e=580であった。

【０１９８】

【化５７】



A22

【０１９９】

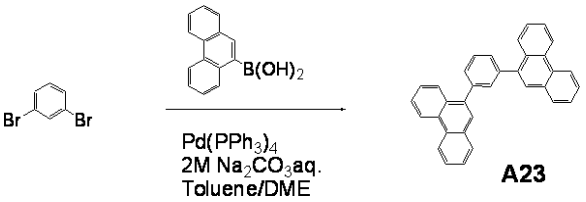
（合成実施例３）化合物Ａ２２の合成

化合物Ａ６の合成において、6,12-ジブロモクリセンの代わりに2,6-ジブロモナフタレンを用いて同様の方法で合成した。

マススペクトラム分析の結果、分子量480.19に対し、m/e=480であった。

【０２００】

【化５８】



A23

【０２０１】

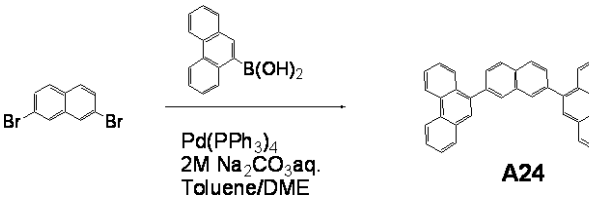
（合成実施例４）化合物Ａ２３の合成

化合物Ａ６の合成において、6,12-ジブロモクリセンの代わりに1,3-ジブロモベンゼンを用いて同様の方法で合成した。

マススペクトラム分析の結果、分子量430.17に対し、m/e=430であった。

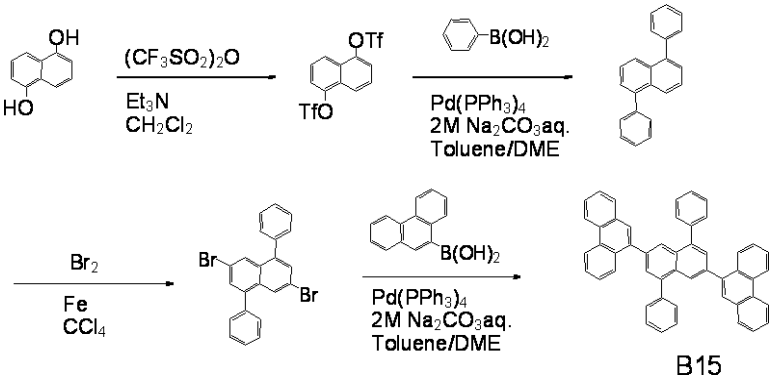
【０２０２】

【化５９】



A24

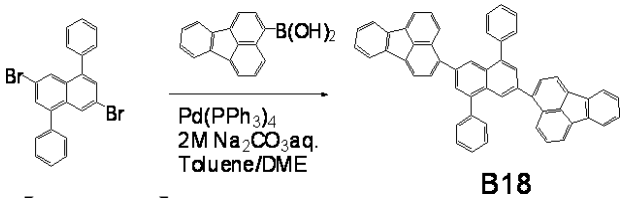
【０２０３】
（合成実施例５）化合物Ａ２４の合成
化合物Ａ６の合成において、6,12-ジブロモクリセンの代わりに2,7-ジブロモナフタレンを用いて同様の方法で合成した。
マススペクトラム分析の結果、分子量480.19に対し、m/e=480であった。
【０２０４】
【化６０】



B15

【０２０５】
（合成実施例６）化合物Ｂ１５の合成
アルゴン雰囲気下、1,5-ナフタレンジオール25.00ｇ(156.1mmol）、ジイソプロピルアミン 60.52g(468.3mmol)、脱水ジクロロメタン250mlの混合液を０℃に冷却し、攪拌しながら、トリフルオロメタンスルホン酸無水物 132.11g(468.3mmol)を滴下し、室温に昇温し、１８時間攪拌した。反応混合物に、水を加え、有機相を水洗し、硫酸マグネシウムで乾燥した。溶媒を留去し、残渣をカラムクロマトグラフィーにより精製し、5-｛[（トリフルオロメチル）スルフォニル]オキシ｝ナフチルトリフルオロメタンスルホネート49.0ｇ(収率74%)を得た。
アルゴン雰囲気下、5-｛[（トリフルオロメチル）スルフォニル]オキシ｝ナフチルトリフルオロメタンスルホネート49.0ｇ（106.1mmol）、フェニルボロン酸 28.5g（233.3mmol）、テトラキス（トリフェニルホスフィン）パラジウム（０）4.90g（4.24mmol）、トルエン200ml、ジメトキシエタン100ml、2M炭酸ナトリウム水溶液320mlを加え、９０℃にて、２４時間攪拌した。反応終了後、濾過し、水相を除去した。有機相を水で洗浄し、硫酸マグネシウムで乾燥させた後、溶媒を減圧下留去した。残渣をシリカゲルカラムクロマトグラフィーにて精製し、1,5-ジフェニルナフタレン18.0g（収率60％）を得た。
1,5-ジフェニルナフタレン15.5g(55.3mmol)、鉄粉0.93ｇ(16.6mmol)、四塩化炭素3000mlに、臭素17.7ｇ(11.06mmol)の四塩化炭素40mlの溶液を敵下し、室温にて６日間攪拌した。反応混合物に、水を[加え、分液後、有機相を炭酸水素ナトリウム水溶液で洗浄し、次いで、飽和食塩水で洗浄した。有機相を硫酸マグネシウムで乾燥し、溶媒を留去し、残渣にアセトンを加え、析出した固体を濾取し、酢酸エチルで再結晶し、3,7-ジブロモ-1,5-ジフェニルナフタレン8.4g（収率35％）を得た。
アルゴン雰囲気下、3,7-ジブロモ-1,5-ジフェニルナフタレン5.00ｇ（11.4mmol）、9-フェナントレンボロン酸5.32ｇ（24.0mmol）、テトラキス（トリフェニルホスフィン）パラジウム（０）0.66g（0.57mmol）、トルエン200ml、ジメトキシエタン50ml、2M炭酸ナトリウム水溶液 35mlを加え、９０℃にて、１０時間攪拌した。反応混合物を室温に戻し、水を加え、１時間攪拌した。反応中析出した固体を濾取し、水、メタノール、ジメトキシエタン、トルエンの順で洗浄した。得られた固体トルエンに溶解し、シリカゲルカラムクロマトグラフィーにより精製し、化合物Ｂ15を3.4ｇ（収率47％）得た。
マススペクトラム分析の結果、分子量632.25に対し、m/e=632であった。
【０２０６】

【化６１】



B18

【０２０７】

（合成実施例７）化合物Ｂ１８の合成

アルゴン雰囲気下、3,7-ジブロモ-1,5-ジフェニルナフタレン5.00ｇ（11.4mmol）、フルオランテン-3-イルボロン酸5.90ｇ（24.0mmol）、テトラキス（トリフェニルホスフィン）パラジウム（０）0.66g（0.57mmol）、トルエン200ml、ジメトキシエタン50ml、2M炭酸ナトリウム水溶液 35mlを加え、９０℃にて、１０時間攪拌した。反応混合物を室温に戻し、水を加え、１時間攪拌した。反応中析出した固体を濾取し、水、メタノール、ジメトキシエタン、トルエンの順で洗浄した。得られた固体トルエンに溶解し、シリカゲルカラムクロマトグラフィーにより精製し、化合物Ｂ15を3.1ｇ（収率40％）得た。

マススペクトラム分析の結果、分子量680.25に対し、m/e=680であった。

【０２０８】

なお、上記合成例においてマススペクトラム分析の測定に用いた装置及び測定条件を以下に示す。

装置：ＪＳＭ－７００（日本電子社製）

条件：加速電圧　８ｋＶ

スキャンレンジ　ｍ／ｚ＝５０～３０００

エミッタ種：カーボン

エミッタ電流：０ｍＡ→２ｍＡ／分→４０ｍＡ（１０分保持）

【実施例】

【０２０９】

次に、実施例および比較例を挙げて本発明をさらに詳しく説明するが、本発明はこれらの実施例の記載内容に何ら制限されるものではない。

なお、下の表には、各材料の物性値を記載したところ、これら物性値は次のように測定した。

三重項エネルギーギャップＥｇは、燐光発光スペクトルに基づいて規定した。

すなわち、各材料をＥＰＡ溶媒（容積比でジエチルエーテル：イソペンタン：エタノール＝５：５：２）に１０μｍｏｌ／Ｌで溶解し、燐光測定用試料とする。

そして、燐光測定用試料を石英セルに入れ、７７Ｋに冷却し、励起光を照射し、放射される燐光を波長に対して測定する。

得られた燐光スペクトルの短波長側の立ちあがりに対して接線を引き、該波長値をエネルギーに換算した値を三重項エネルギーギャップＥｇ（Ｔ）とする。

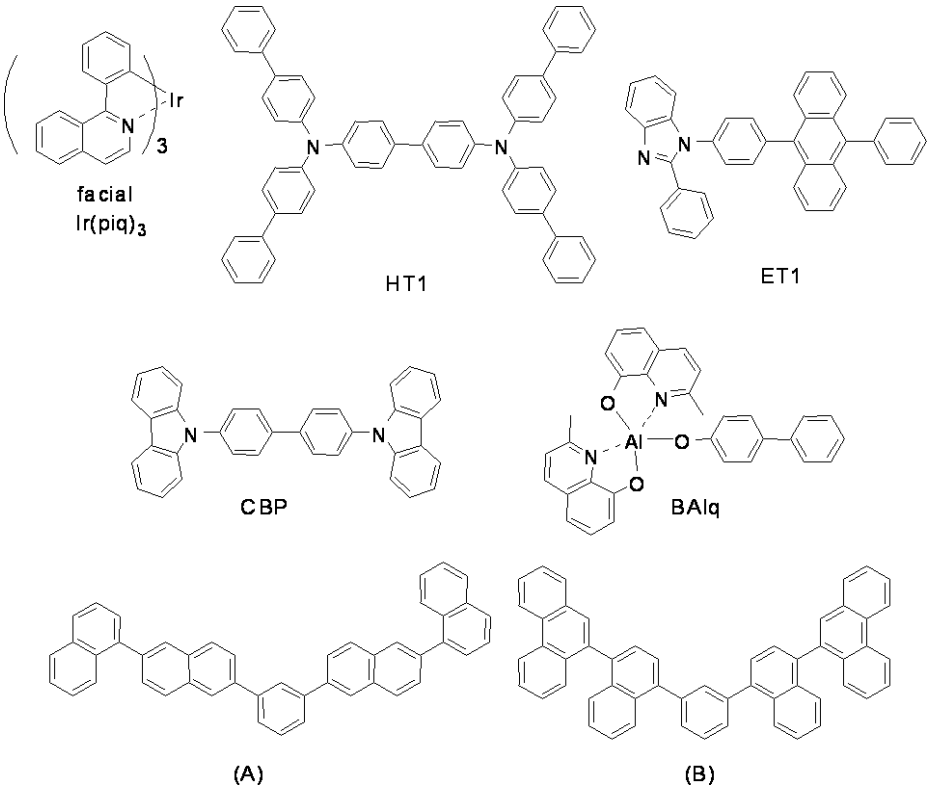
なお、測定には市販の測定装置Ｆ－４５００（日立製）を用いた。

【０２１０】

実施例及び比較例で使用した化合物の構造を以下に示す。

【０２１１】

【化６２】



【０２１２】

［実施例１］

（有機エレクトロルミネッセンス素子の作製）

２５ｍｍ×７５ｍｍ×０．７ｍｍ厚のＩＴＯ透明電極付きガラス基板（旭硝子製）をイソプロピルアルコール中で超音波洗浄を５分間行なった後、ＵＶオゾン洗浄を３０分間行なった。洗浄後の透明電極ライン付きガラス基板を真空蒸着装置の基板ホルダーに装着し、まず透明電極ラインが形成されている側の面上に、前記透明電極を覆うようにして膜厚５０ｎｍのＨＴ１を成膜した。該ＨＴ１膜は正孔注入輸送層として機能する。さらに、該正孔注入輸送層の成膜に続けて、この膜上に膜厚４０ｎｍの化合物（Ａ１）、および燐光発光性のドーパントとしてＩｒ（ｐｉｑ）$_3$を１０質量％になるよう抵抗加熱により共蒸着膜成膜した。該膜は、発光層（燐光発光層）として機能する。該発光層成膜に続けて、膜厚４０ｎｍでＥＴ１を成膜した。該膜は電子輸送層として機能する。この後、ＬｉＦを電子注入性電極（陰極）として成膜速度０．１ｎｍ／ｍｉｎで膜厚０．５ｎｍ形成した。このＬｉＦ層上に金属Ａｌを蒸着させ、金属陰極を膜厚１５０ｎｍ形成し有機エレクトロルミネッセンス素子を形成した。

【０２１３】

［実施例２～７、比較例１～５］

化合物（Ａ１）に代えて下記の表１に示した化合物をホスト材料として用いた以外は、実施例１と同様にして有機エレクトロルミネッセンス素子を作製した。

【０２１４】

［有機エレクトロルミネッセンス素子の発光性能評価］

上記の実施例１～７、比較例１～５で作製した有機エレクトロルミネッセンス素子を、直流電流駆動により発光させ、電流密度１０ｍＡ/ｃｍ^{2}における電圧、発光効率および輝度半減寿命（初期輝度３０００ｃｄ/ｍ^2）を測定した。これらの評価の結果を表１に示す。

【０２１５】

【表１】

	ホスト材料	ホスト材料のEg(T)（eV）	電圧（V）	発光効率（cd／A）	輝度半減寿命（時間）
実施例1	化合物(A1)	2.52	4.4	11.3	6500
実施例2	化合物(A6)	2.40	4.7	9.6	6000
実施例3	化合物(A22)	2.51	4.3	10.8	9500
実施例4	化合物(A23)	2.58	4.8	10.0	8500
実施例5	化合物(A24)	2.54	4.2	11.0	10000
実施例6	化合物(B15)	2.55	4.5	11.4	7500
実施例7	化合物(B18)	2.30	4.7	9.4	6000
比較例1	CBP	2.81	5.7	6.3	1200
比較例2	BAlq	2.28	5.3	7.0	2300
比較例3	化合物(A)	2.51	5.2	7.5	3800
比較例4	化合物(B)	2.65	5.1	8.7	3400
比較例5	化合物(C)	2.55	5.5	6.6	700

【０２１６】

表１から明らかなように、発光効率について、本発明のホスト材料を用いて構成した実施例１から実施例７の有機エレクトロルミネッセンス素子は、外部量子効率が高く、寿命が格段に長いことが示された。

比較例１では、電圧が高く、寿命が非常に短い。

比較例２では、電圧は低めであるが寿命が短い。

比較例３および比較例４では、電圧は低めであるが、寿命が実施例１から実施例７と比較して短い。

比較例５は効率が低く、寿命が実施例１から実施例７と比較して短い。

【０２１７】

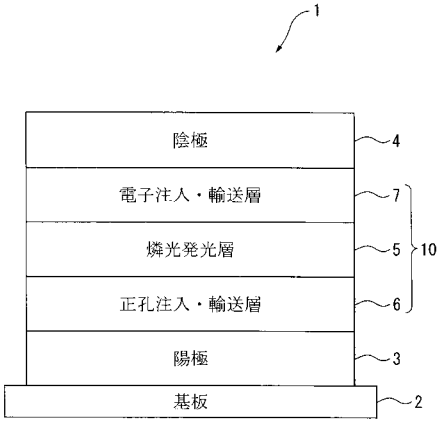
本発明の組合せの特徴は、ホスト材料の３重項エネルギーギャップとドーパントの３重項エネルギーギャップが適切であるため発光効率が向上することと、ホスト材料に含窒素環、窒素原子等が置換されていないため、発光材料が正孔、電子に対し高い耐性を持っており、これにより、従来知られていた組合せよりも長寿命化することである。

【産業上の利用可能性】

【０２１８】

本発明は、高効率かつ長寿命な燐光発光性の有機エレクトロルミネッセンス素子、および高効率かつ長寿命な燐光発光性の有機エレクトロルミネッセンス素子を与える有機エレクトロルミネッセンス素子用材料として利用できる。

【図１】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. FI
C07C 15/38

(31)優先権主張番号 特願2007-179120(P2007-179120)
(32)優先日 平成19年7月7日(2007.7.7)
(33)優先権主張国 日本国(JP)
(31)優先権主張番号 特願2007-179121(P2007-179121)
(32)優先日 平成19年7月7日(2007.7.7)
(33)優先権主張国 日本国(JP)

(72)発明者 伊藤 光則
千葉県袖ケ浦市上泉１２８０番地
(72)発明者 高嶋 頼由
千葉県袖ケ浦市上泉１２８０番地
(72)発明者 荻原 俊成
千葉県袖ケ浦市上泉１２８０番地

審査官 本田 博幸

(56)参考文献 特開２００３－０２７０４８（ＪＰ，Ａ）
特開２００４－０１４３３４（ＪＰ，Ａ）
特開２００４－０７５５６７（ＪＰ，Ａ）
特開２００４－１１１２２８（ＪＰ，Ａ）
国際公開第２００４／０１８５８８（WO，Ａ１）
特開２００５－０６３９３８（ＪＰ，Ａ）
国際公開第２００５／０８４０８３（WO，Ａ１）
特開２００６－０５２３２４（ＪＰ，Ａ）
特開２００６－１５１９６６（ＪＰ，Ａ）
国際公開第２００６／０６２０７８（WO，Ａ１）
米国特許出願公開第２００６／０２８０９６５（ＵＳ，Ａ１）
特開２００７－２９１０１３（ＪＰ，Ａ）
特開２００７－３０８４７７（ＪＰ，Ａ）
特開２００７－３１４５１０（ＪＰ，Ａ）
特表２００７－５０７４４９（ＪＰ，Ａ）
国際公開第２００７／０６９５６９（WO，Ａ１）

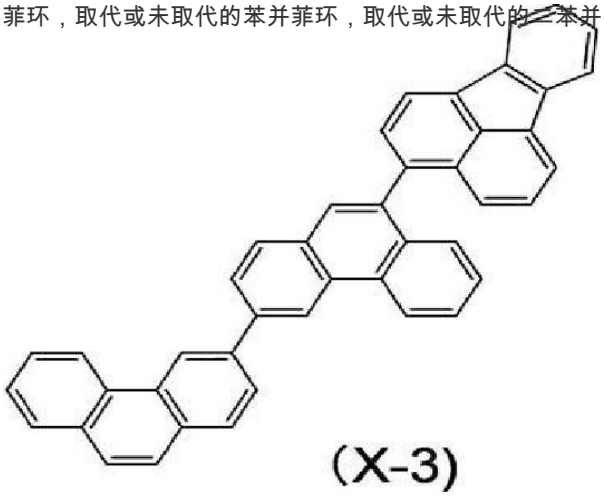
(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｈ０１Ｌ ５１／５０
Ｃ０９Ｋ １１／０６
Ｃ０７Ｃ １５／３０
Ｃ０７Ｃ １５／３８
ＣＡｐｌｕｓ／ＲＥＧＩＳＴＲＹ（ＳＴＮ）

专利名称(译)	用于有机电致发光器件和有机电致发光器件的材料		
公开(公告)号	JP5286264B2	公开(公告)日	2013-09-11
申请号	JP2009522602	申请日	2008-07-04
[标]申请(专利权)人(译)	出光兴产株式会社		
申请(专利权)人(译)	出光兴产株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	出光兴产株式会社		
[标]发明人	西村和樹 岩隈俊裕 福岡賢一 細川地潮 河村昌宏 伊藤光則 高嶋頼由 荻原俊成		
发明人	西村 和樹 岩隈 俊裕 福岡 賢一 細川 地潮 河村 昌宏 伊藤 光則 高嶋 頼由 荻原 俊成		
IPC分类号	H01L51/50 C09K11/06 C07C15/30 C07C15/38		
CPC分类号	H01L51/0052 C09K11/06 C09K2211/1011 H01L51/0054 H01L51/0058 H01L51/0071 H01L51/0072 H01L51/0084 H01L51/0085 H01L51/5016 H01L51/5048 H01L51/5092 H01L2251/308 H05B33/14 H05B33/20		
FI分类号	H05B33/14.B H05B33/22.B C09K11/06.660 C09K11/06.690 C07C15/30 C07C15/38		
审查员(译)	本田博之		
优先权	PCT/JP2008/057837 2008-04-23 WO 61/053908 2008-05-16 US 2007179109 2007-07-07 JP 2007179120 2007-07-07 JP 2007179121 2007-07-07 JP		
其他公开文献	JPWO2009008342A1		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

一种有机电致发光器件，包括：阴极;阳极;在阴极和阳极之间提供单层或多层有机薄膜层。有机薄膜层包括发光层。发光层含有磷光材料和由下式（1）表示的主体材料。 formula R R R R R R R R R R R R R R R R R R R a a R R (((((((((((((((((a (a a a a a a a a a a a a a a a a a a a a a a a a a a a a a苯环或稠合芳烃环，选自取代或未取

代的萘环，取代或未取代的环，取代或未取代的荧蒽环，取代或未取代的菲环，取代或未取代的苯并菲环，取代或未取代的二苯并菲环，取代或未取代的三亚苯环，取代或未取代的苯并[a]三亚苯环，取代或未取代的苯并噻吩环，取代或未取代的苯并[b]荧蒽环和取代或未取代的炔环。 Ra和Rb的取代基不是芳基。



(X-3)