

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B1)

(11) 特許番号

特許第4637270号
(P4637270)

(45) 発行日 平成23年2月23日(2011.2.23)

(24) 登録日 平成22年12月3日(2010.12.3)

(51) Int.Cl.		F I		
HO 1 L 51/50	(2006.01)	HO 5 B	33/14	B
CO 9 K 11/06	(2006.01)	HO 5 B	33/22	B
		HO 5 B	33/22	D
		CO 9 K	11/06	6 9 0
		CO 9 K	11/06	6 6 0

請求項の数 12 (全 76 頁)

(21) 出願番号 特願2010-116668 (P2010-116668)
 (22) 出願日 平成22年5月20日(2010.5.20)
 審査請求日 平成22年6月17日(2010.6.17)
 (31) 優先権主張番号 特願2010-7538 (P2010-7538)
 (32) 優先日 平成22年1月15日(2010.1.15)
 (33) 優先権主張国 日本国(JP)

早期審査対象出願

(73) 特許権者 306037311
 富士フイルム株式会社
 東京都港区西麻布2丁目26番30号
 (74) 代理人 100115107
 弁理士 高松 猛
 (74) 代理人 100132986
 弁理士 矢澤 清純
 (72) 発明者 北村 哲
 神奈川県足柄上郡開成町牛島577番地
 富士フイルム株式会社内
 (72) 発明者 渡辺 徹
 神奈川県足柄上郡開成町牛島577番地
 富士フイルム株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 有機電界発光素子

(57) 【特許請求の範囲】

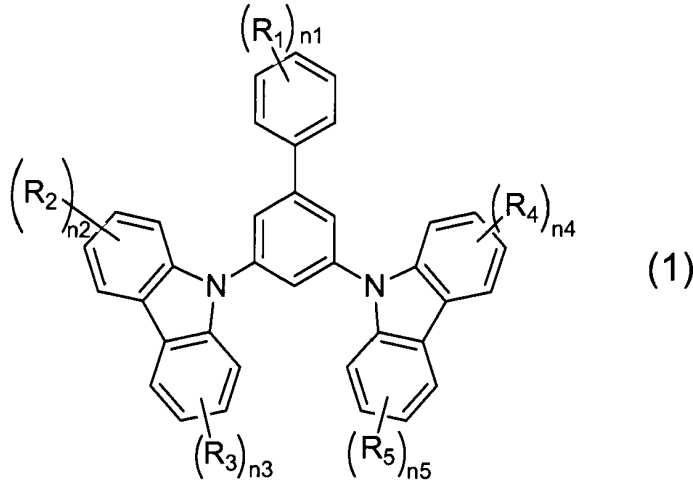
【請求項1】

基板上に、陽極及び陰極からなる一対の電極と、該電極間に発光層を有し、発光層と陰極の間に発光層に隣接する有機層を有する有機電界発光素子であって、

発光層に下記一般式(1)で表される化合物を少なくとも一つ含有し、

該発光層に隣接する有機層に、炭素原子と水素原子のみからなり、分子量が400~1200の範囲にあり、総炭素数13~22の縮合多環骨格を有する、下記一般式(A_n-1)で表される炭化水素化合物を少なくとも一つ含有する有機電界発光素子。

【化1】



10

(一般式(1)中、 R_1 はアルキル基、アリール基、又はシリル基を表し、更に置換基Zを有していてもよい。但し、 R_1 がカルボゾリル基、ペルフルオロアルキル基を表すことはない。 R_1 が複数存在する場合、複数の R_1 は、それぞれ同一でも異なってもよい。また複数の R_1 は、互いに結合して置換基Zを有していてもよいアリール環を形成してもよい。

$R_2 \sim R_5$ はそれぞれ独立に、アルキル基、アリール基、シリル基、シアノ基又はフッ素原子を表し、更に置換基Zを有していてもよい。 $R_2 \sim R_5$ がそれぞれ複数存在する場合、複数の $R_2 \sim R_5$ は、それぞれ同一でも異なってもよい。

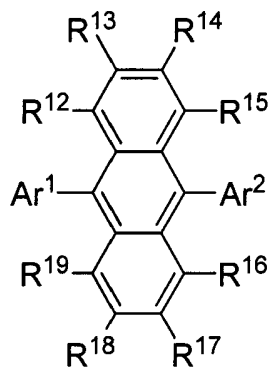
20

置換基Zはアルキル基、アルケニル基、フェニル基、芳香族ヘテロ環基、アルコキシ基、フェノキシ基、フッ素原子、シリル基、アミノ基、シアノ基又はこれらを組み合わせて成る基を表し、複数の置換基Zは互いに結合してアリール環を形成してもよい。

n_1 は0～5の整数を表す。

$n_2 \sim n_5$ はそれぞれ独立に、0～4の整数を表す。)

【化2】



(An-1)

30

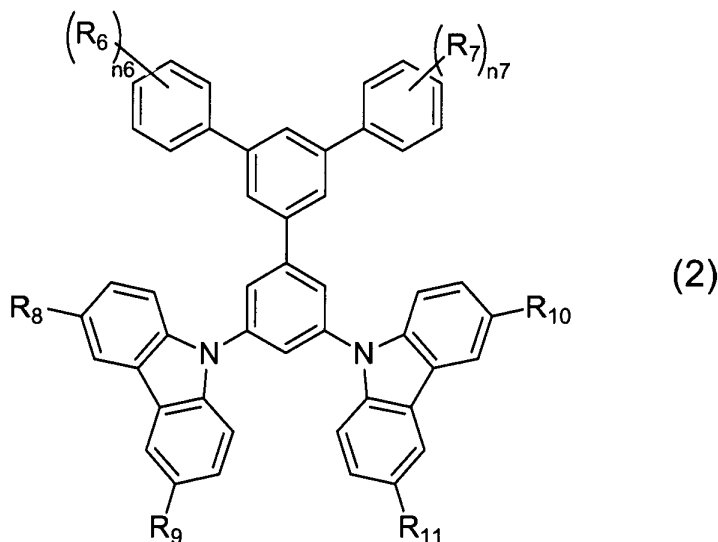
(一般式(An-1)中、 Ar^1 、 Ar^2 はそれぞれ独立にアリール基を表し、 $R^{12} \sim R^{19}$ はそれぞれ独立に水素原子、アルキル基、アリール基を表す。 R^{12} と R^{13} 、 R^{13} と R^{14} 、 R^{14} と R^{15} 、 R^{16} と R^{17} 、 R^{17} と R^{18} 及び R^{18} と R^{19} は互いに結合して環を形成してもよい。)

40

【請求項2】

一般式(1)で表される化合物が一般式(2)で表される化合物である、請求項1に記載の有機電界発光素子。

【化3】



10

(一般式(2)中、 R_6 及び R_7 はそれぞれ独立に、置換基Zを有していてもよいアルキル基、置換基Zを有していてもよいアリール基、シアノ基、又はフッ素原子を表す。 R_6 及び R_7 がそれぞれ複数存在する場合、複数の R_6 及び複数の R_7 は、それぞれ同一でも異なってもよい。また複数の R_6 及び複数の R_7 は、それぞれ互いに結合して置換基Zを有していてもよいアリール環を形成してもよい。

20

n_6 及び n_7 はそれぞれ独立に、0~5の整数を表す。

$R_8 \sim R_{11}$ はそれぞれ独立に、水素原子、置換基Zを有していてもよいアルキル基、置換基Zを有していてもよいアリール基、置換基Zを有していてもよいシリル基、シアノ基、又はフッ素原子を表す。

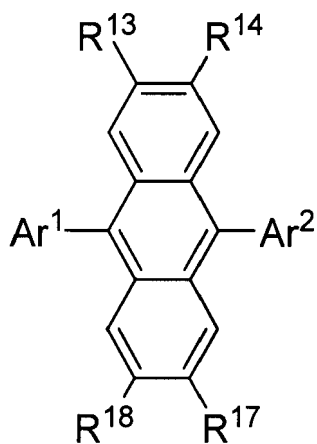
置換基Zはアルキル基、アルケニル基、フェニル基、芳香族ヘテロ環基、アルコキシ基、フェノキシ基、フッ素原子、シリル基、アミノ基、シアノ基又はこれらを組み合わせて成る基を表し、複数の置換基Zは互いに結合してアリール環を形成しても良い。)

【請求項3】

前記一般式(A n -1)で表される化合物が下記一般式(A n -2)で表される化合物

30

【化4】

(A n -2)

40

(一般式(A n -2)中、 Ar^1 、 Ar^2 はそれぞれ独立にアリール基を表し、 R^{13} 、 R^{14} 、 R^{17} 、及び R^{18} はそれぞれ独立に水素原子、アルキル基、又はアリール基を表す。 R^{13} と R^{14} 、及び R^{17} と R^{18} は互いに結合して環を形成してもよい。)

50

【請求項 4】

前記一般式(1)で表される化合物が前記一般式(2)で表される化合物である、請求項3に記載の有機電界発光素子。

【請求項 5】

一般式(A_{n-2})において、R¹³、R¹⁴、R¹⁷、及びR¹⁸が水素原子を表す、請求項3又は4に記載の有機電界発光素子。

【請求項 6】

前記発光層に少なくとも1つの燐光性発光材料を含有する、請求項1~5のいずれか1項に記載の有機電界発光素子。

【請求項 7】

前記発光層、該発光層に隣接する有機層、及び前記陽極と前記陰極の間に存在するその他の有機層のうちいずれか少なくとも1層が溶液塗布プロセスにより形成された、請求項1~6のいずれか1項に記載の有機電界発光素子。

【請求項 8】

前記電極間に、正孔注入層を有し、該正孔注入層に電子受容性ドーパントを含有する、請求項1~7のいずれか1項に記載の有機電界発光素子。

【請求項 9】

前記電極間に、電子注入層を有し、該電子注入層に電子供与性ドーパントを含有する、請求項1~8のいずれか1項に記載の有機電界発光素子。

【請求項 10】

請求項1~9のいずれか1項に記載の有機電界発光素子を用いた発光装置。

【請求項 11】

請求項1~9のいずれか1項に記載の有機電界発光素子を用いた表示装置。

【請求項 12】

請求項1~9のいずれか1項に記載の有機電界発光素子を用いた照明装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は有機電界発光素子に関する。

【背景技術】

【0002】

有機電界発光素子(以下、「素子」、「有機EL素子」ともいう)は、低電圧駆動で高輝度の発光が得られることから活発に研究開発が行われている。有機電界発光素子は、一对の電極間に有機層を有し、陰極から注入された電子と陽極から注入された正孔とが有機層において再結合し、生成した励起子のエネルギーを発光に利用するものである。

【0003】

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

例えば、特許文献1~3には、燐光発光材料としてイリジウム錯体や白金錯体などを用い、更に含窒素ヘテロ環基とカルバゾール構造を含む特定構造の化合物を宿主材料として用いて、発光効率及び耐久性を向上させた有機電界発光素子が提案されている。

また、同じく含窒素ヘテロ環基とカルバゾール構造を含む特定構造の化合物を電子輸送材料として電子輸送層に用いて、発光効率を向上させた有機電界発光素子が提案されている(特許文献4参照)。

【0004】

宿主材料の開発も盛んに行われており、特許文献5には燐光発光材料及び炭化水素系材料を発光層隣接電子輸送層に用いた有機電界発光素子が記載されている。また、特許文献6には、フェニル置換mCP誘導体、及びこれを用いた有機電界発光素子が記載されている。

しかしながら、これら特許文献に記載の素子よりも更に高いレベルで発光効率と耐久性

10

20

30

40

50

が両立された有機電界発光素子が求められている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】国際公開第05/085387号

【特許文献2】国際公開第03/080760号

【特許文献3】国際公開第03/078541号

【特許文献4】特開2007-220721号公報

【特許文献5】国際公開第00/041443号

【特許文献6】国際公開第04/074399号

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

照明用途等では1万cd/m²を超える高輝度での駆動も必要となるが、本発明者らの検討によると、高輝度駆動時には低輝度駆動時と発光層内部での発光位置（膜厚方向）が変化するために色度が変わること、高輝度駆動時には前記発光位置の変化の他、発熱、生成励起子の高密度化等のため、低輝度駆動時とは劣化のメカニズムが異なり、経時色度変化や経時電圧上昇が大きいという問題があることが分かった。

【0007】

本発明の目的は、優れた発光効率と耐久性を有する有機電界発光素子を提供することである。更に、駆動電圧が低く、高輝度駆動時の色度変化、経時色度変化及び経時電圧上昇の小さい有機電界発光素子を得ることを目的とする。

20

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

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明者らの検討によると、発光層にカルバゾール構造を含む特定化合物を含有し、該発光層より陰極側の層であって、該発光層に隣接する有機層に特定の縮合多環骨格を有する炭化水素化合物を含むことにより、優れた発光効率と耐久性を有し、駆動電圧が低く、高輝度駆動時の色度変化、経時色度変化及び経時電圧上昇の小さい有機電界発光素子を提供し得ることを見出した。

30

【0009】

すなわち、本発明は下記的手段により達成することができる。

< 1 >

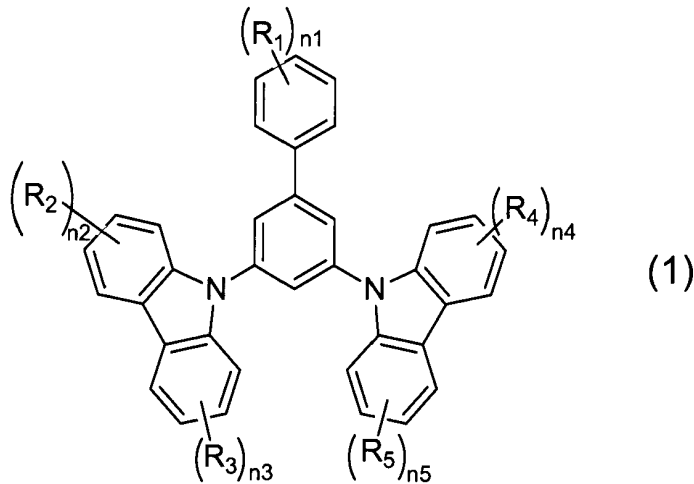
基板上に、陽極及び陰極からなる一対の電極と、該電極間に発光層を有し、発光層と陰極の間に発光層に隣接する有機層を有する有機電界発光素子であって、

発光層に下記一般式(1)で表される化合物を少なくとも一つ含有し、

該発光層に隣接する有機層に、炭素原子と水素原子のみからなり、分子量が400~1200の範囲にあり、総炭素数13~22の縮合多環骨格を有する、下記一般式(A n - 1)で表される炭化水素化合物を少なくとも一つ含有する有機電界発光素子。

40

【化51】



10

(一般式(1)中、 R_1 はアルキル基、アリール基、又はシリル基を表し、更に置換基Zを有していてもよい。但し、 R_1 がカルbazolリル基、ペルフルオロアルキル基を表すことはない。 R_1 が複数存在する場合、複数の R_1 は、それぞれ同一でも異なってもよい。また複数の R_1 は、互いに結合して置換基Zを有していてもよいアリール環を形成してもよい。

$R_2 \sim R_5$ はそれぞれ独立に、アルキル基、アリール基、シリル基、シアノ基又はフッ素原子を表し、更に置換基Zを有していてもよい。 $R_2 \sim R_5$ がそれぞれ複数存在する場合、複数の $R_2 \sim R_5$ は、それぞれ同一でも異なってもよい。

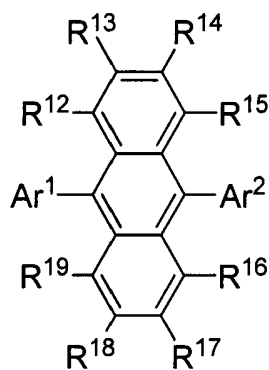
20

置換基Zはアルキル基、アルケニル基、フェニル基、芳香族ヘテロ環基、アルコキシ基、フェノキシ基、フッ素原子、シリル基、アミノ基、シアノ基又はこれらを組み合わせて成る基を表し、複数の置換基Zは互いに結合してアリール環を形成しても良い。

n_1 は0～5の整数を表す。

$n_2 \sim n_5$ はそれぞれ独立に、0～4の整数を表す。)

【化52】



(An-1)

30

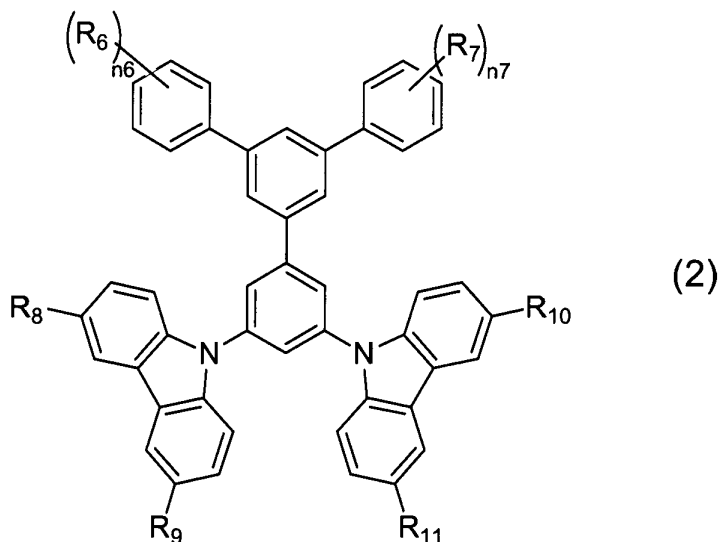
(一般式(An-1)中、 Ar^1 、 Ar^2 はそれぞれ独立にアリール基を表し、 $R^{12} \sim R^{19}$ はそれぞれ独立に水素原子、アルキル基、アリール基を表す。 R^{12} と R^{13} 、 R^{13} と R^{14} 、 R^{14} と R^{15} 、 R^{16} と R^{17} 、 R^{17} と R^{18} 及び R^{18} と R^{19} は互いに結合して環を形成してもよい。)

40

< 2 >

一般式(1)で表される化合物が一般式(2)で表される化合物である、上記<1>に記載の有機電界発光素子。

【化53】



10

(一般式(2)中、 R_6 及び R_7 はそれぞれ独立に、置換基Zを有していてもよいアルキル基、置換基Zを有していてもよいアリール基、シアノ基、又はフッ素原子を表す。 R_6 及び R_7 がそれぞれ複数存在する場合、複数の R_6 及び複数の R_7 は、それぞれ同一でも異なってもよい。また複数の R_6 及び複数の R_7 は、それぞれ互いに結合して置換基Zを有していてもよいアリール環を形成してもよい。)

20

n_6 及び n_7 はそれぞれ独立に、0~5の整数を表す。

$R_8 \sim R_{11}$ はそれぞれ独立に、水素原子、置換基Zを有していてもよいアルキル基、置換基Zを有していてもよいアリール基、置換基Zを有していてもよいシリル基、シアノ基、又はフッ素原子を表す。

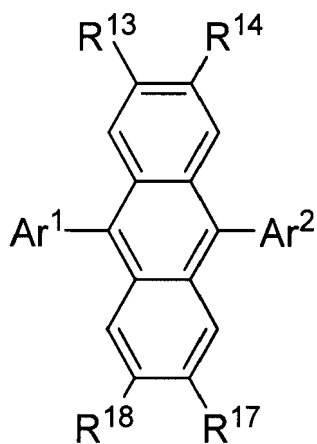
置換基Zはアルキル基、アルケニル基、フェニル基、芳香族ヘテロ環基、アルコキシ基、フェノキシ基、フッ素原子、シリル基、アミノ基、シアノ基又はこれらを組み合わせて成る基を表し、複数の置換基Zは互いに結合してアリール環を形成しても良い。)

< 3 >

前記一般式(A n -1)で表される化合物が下記一般式(A n -2)で表される化合物である、上記< 1 >又は< 2 >に記載の有機電界発光素子。

30

【化54】

(A n -2)

40

(一般式(A n -2)中、 Ar^1 、 Ar^2 はそれぞれ独立にアリール基を表し、 R^{13} 、 R^{14} 、 R^{17} 、及び R^{18} はそれぞれ独立に水素原子、アルキル基、又はアリール基を表す。 R^{13} と R^{14} 、及び R^{17} と R^{18} は互いに結合して環を形成してもよい。)

50

< 4 >

前記一般式(1)で表される化合物が前記一般式(2)で表される化合物である、上記< 3 >に記載の有機電界発光素子。

< 5 >

一般式(A_n-2)において、R¹³、R¹⁴、R¹⁷、及びR¹⁸が水素原子を表す、上記< 3 >又は< 4 >に記載の有機電界発光素子。

< 6 >

前記発光層に少なくとも1つの燐光性発光材料を含有する、上記< 1 > ~ < 5 >のいずれか1項に記載の有機電界発光素子。

< 7 >

前記発光層、該発光層に隣接する有機層、及び前記陽極と前記陰極の間に存在するその他の有機層のうちいずれか少なくとも1層が溶液塗布プロセスにより形成された、上記< 1 > ~ < 6 >のいずれか1項に記載の有機電界発光素子。

< 8 >

前記電極間に、正孔注入層を有し、該正孔注入層に電子受容性ドーパントを含有する、上記< 1 > ~ < 7 >のいずれか1項に記載の有機電界発光素子。

< 9 >

前記電極間に、電子注入層を有し、該電子注入層に電子供与性ドーパントを含有する、上記< 1 > ~ < 8 >のいずれか1項に記載の有機電界発光素子。

< 10 >

上記< 1 > ~ < 9 >のいずれか1項に記載の有機電界発光素子を用いた発光装置。

< 11 >

上記< 1 > ~ < 9 >のいずれか1項に記載の有機電界発光素子を用いた表示装置。

< 12 >

上記< 1 > ~ < 9 >のいずれか1項に記載の有機電界発光素子を用いた照明装置。

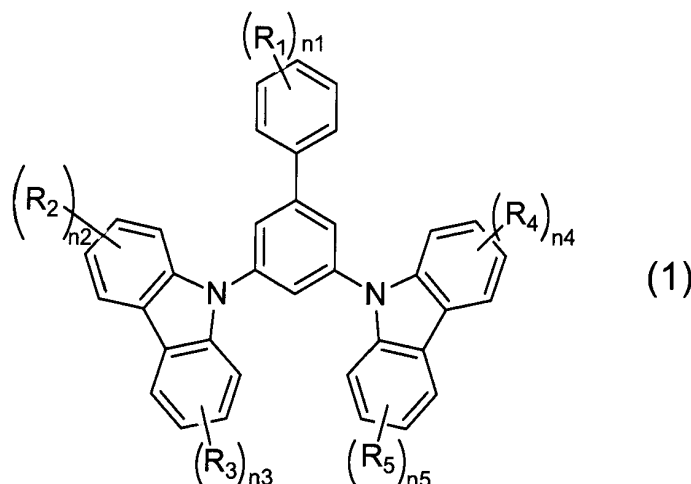
なお、本発明は上記< 1 > ~ < 12 >に関するものであるが、参考のため、例えば下記〔1〕~〔13〕に記載の事項など、その他の事項についても記載した。

〔1〕

基板上に、陽極及び陰極からなる一対の電極と、該電極間に発光層を有し、発光層と陰極の間に発光層に隣接する有機層を有する有機電界発光素子であって、発光層に下記一般式(1)で表される化合物を少なくとも一つ含有し、該発光層に隣接する有機層に、炭素原子と水素原子のみからなり、分子量が400~1200の範囲にあり、総炭素数13~22の縮合多環骨格を有する炭化水素化合物を少なくとも一つ含有する有機電界発光素子。

【0010】

【化1】



10

20

30

40

50

【 0 0 1 1 】

一般式(1)中、 R_1 はアルキル基、アリール基、又はシリル基を表し、更に置換基Zを有していてもよい。但し、 R_1 がカルバゾリル基、ペルフルオロアルキル基を表すことはない。 R_1 が複数存在する場合、複数の R_1 は、それぞれ同一でも異なってもよい。また複数の R_1 は、互いに結合して置換基Zを有していてもよいアリール環を形成してもよい。

$R_2 \sim R_5$ はそれぞれ独立に、アルキル基、アリール基、シリル基、シアノ基、又はフッ素原子を表し、更に置換基Zを有していてもよい。 $R_2 \sim R_5$ がそれぞれ複数存在する場合、複数の $R_2 \sim R_5$ は、それぞれ同一でも異なってもよい。

置換基Zはアルキル基、アルケニル基、フェニル基、芳香族ヘテロ環基、アルコキシ基、フェノキシ基、フッ素原子、シリル基、アミノ基、シアノ基又はこれらを組み合わせて成る基を表し、複数の置換基Zは互いに結合してアリール環を形成しても良い。

n_1 は0～5の整数を表す。

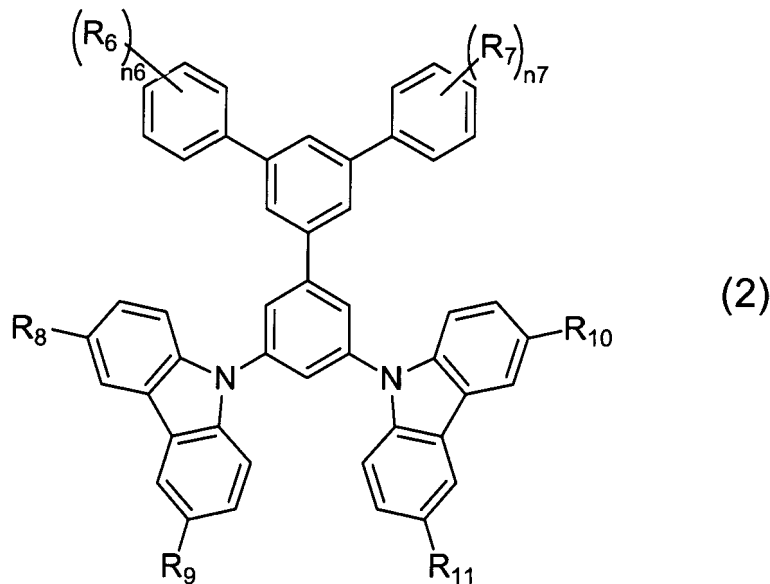
$n_2 \sim n_5$ はそれぞれ独立に、0～4の整数を表す。

〔 2 〕

一般式(1)で表される化合物が一般式(2)で表される化合物である、〔1〕に記載の有機電界発光素子。

【 0 0 1 2 】

【化2】



【 0 0 1 3 】

一般式(2)中、 R_6 及び R_7 はそれぞれ独立に、置換基Zを有していてもよいアルキル基、置換基Zを有していてもよいアリール基、シアノ基、又はフッ素原子を表す。 R_6 及び R_7 がそれぞれ複数存在する場合、複数の R_6 及び複数の R_7 は、それぞれ同一でも異なってもよい。また複数の R_6 及び複数の R_7 は、それぞれ互いに結合して置換基Zを有していてもよいアリール環を形成してもよい。

n_6 及び n_7 はそれぞれ独立に、0～5の整数を表す。

$R_8 \sim R_{11}$ はそれぞれ独立に、水素原子、置換基Zを有していてもよいアルキル基、置換基Zを有していてもよいアリール基、置換基Zを有していてもよいシリル基、シアノ基、又はフッ素原子を表す。

置換基Zはアルキル基、アルケニル基、フェニル基、芳香族ヘテロ環基、アルコキシ基、フェノキシ基、フッ素原子、シリル基、アミノ基、シアノ基又はこれらを組み合わせて成る基を表し、複数の置換基Zは互いに結合してアリール環を形成しても良い。

〔 3 〕

前記炭化水素化合物が一般式(A n - 1)で表される化合物である、〔1〕又は〔2〕

10

20

30

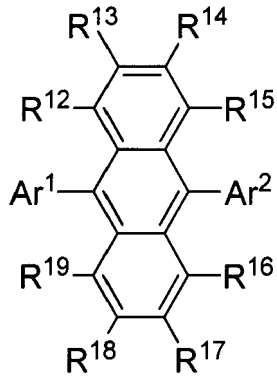
40

50

に記載の有機電界発光素子。

【 0 0 1 4 】

【 化 3 】



(A n - 1)

10

【 0 0 1 5 】

(一般式 (A n - 1) 中、Ar¹、Ar² はそれぞれ独立にアリール基を表し、R^{1 2} ~ R^{1 9} はそれぞれ独立に水素原子、アルキル基、アリール基を表す。R^{1 2} と R^{1 3}、R^{1 3} と R^{1 4}、R^{1 4} と R^{1 5}、R^{1 6} と R^{1 7}、R^{1 7} と R^{1 8} 及び R^{1 8} と R^{1 9} は互いに結合して環を形成してもよい。)

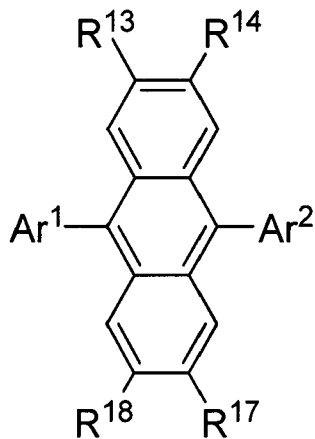
20

〔 4 〕

前記一般式 (A n - 1) で表される化合物が下記一般式 (A n - 2) で表される化合物である、〔 3 〕に記載の有機電界発光素子。

【 0 0 1 6 】

【 化 4 】



(A n - 2)

30

40

【 0 0 1 7 】

(一般式 (A n - 2) 中、Ar¹、Ar² はそれぞれ独立にアリール基を表し、R^{1 3}、R^{1 4}、R^{1 7}、及び R^{1 8} はそれぞれ独立に水素原子、アルキル基、又はアリール基を表す。R^{1 3} と R^{1 4}、及び R^{1 7} と R^{1 8} は互いに結合して環を形成してもよい。)

〔 5 〕

前記一般式 (1) で表される化合物が前記一般式 (2) で表される化合物であり、前記炭化水素化合物が前記一般式 (A n - 2) で表される化合物である、〔 1 〕 ~ 〔 4 〕 のいずれか 1 項に記載の有機電界発光素子。

〔 6 〕

50

一般式 (A_{n-2}) において、R¹³、R¹⁴、R¹⁷、及び R¹⁸ が水素原子を表す、〔5〕に記載の有機電界発光素子。

〔7〕

前記発光層に少なくとも1つの燐光性発光材料を含有する、〔1〕～〔6〕のいずれか1項に記載の有機電界発光素子。

〔8〕

前記発光層、該発光層に隣接する有機層、及び前記陽極と前記陰極の間に存在するその他の有機層のうちいずれか少なくとも1層が溶液塗布プロセスにより形成された、〔1〕～〔7〕のいずれか1項に記載の有機電界発光素子。

〔9〕

前記電極間に、正孔注入層を有し、該正孔注入層に電子受容性ドーパントを含有する、〔1〕～〔8〕のいずれか1項に記載の有機電界発光素子。

〔10〕

電子注入層に電子供与性ドーパントを含有する、〔1〕～〔9〕のいずれか1項に記載の有機電界発光素子。

〔11〕

〔1〕～〔10〕のいずれか1項に記載の有機電界発光素子を用いた発光装置。

〔12〕

〔1〕～〔10〕のいずれか1項に記載の有機電界発光素子を用いた表示装置。

〔13〕〔1〕～〔10〕のいずれか1項に記載の有機電界発光素子を用いた照明装置。

【発明の効果】

【0018】

本発明によれば、優れた発光効率と耐久性を有し、駆動電圧が低く、高輝度駆動時の色度変化、経時色度変化及び経時電圧上昇の小さい有機電界発光素子を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1】本発明に係る有機電界発光素子の構成の一例を示す概略図である。

【図2】本発明に係る発光装置の一例を示す概略図である。

【図3】本発明に係る照明装置の一例を示す概略図である。

【発明を実施するための形態】

【0020】

本発明において、置換基Zを下記のように定義する。

(置換基Z)

置換基Zは、アルキル基、アルケニル基、フェニル基、芳香族ヘテロ環基、アルコキシ基、フェノキシ基、フッ素原子、シリル基、アミノ基、シアノ基又はこれらを組み合わせて成る基を表し、複数の置換基Zは互いに結合してアリアル環を形成しても良い。

置換基Zは好ましくは、炭素数1～6のアルキル基、炭素数2～6のアルケニル基、フェニル基、炭素数5～10の芳香族ヘテロ環基、炭素数1～4のアルコキシ基、フェノキシ基、フッ素原子、シリル基、アミノ基、シアノ基又はこれらを組み合わせて成る基を表す。複数の置換基Zは互いに連結して芳香族炭化水素環を形成しても良い。

【0021】

また、本発明において、置換基群A及びBを下記のように定義する。

(置換基群A)

アルキル基(好ましくは炭素数1～30、より好ましくは炭素数1～20、特に好ましくは炭素数1～10であり、例えばメチル、エチル、イソプロピル、t-ブチル、n-オクタチル、n-デシル、n-ヘキサデシル、シクロプロピル、シクロペンチル、シクロヘキシルなどが挙げられる。)、アルケニル基(好ましくは炭素数2～30、より好ましくは炭素数2～20、特に好ましくは炭素数2～10であり、例えばビニル、アリル、2-ブテニル、3-ペンテニルなどが挙げられる。)、アルキニル基(好ましくは炭素数2～3

10

20

30

40

50

0、より好ましくは炭素数2～20、特に好ましくは炭素数2～10であり、例えばプロパルギル、3-ペンチニルなどが挙げられる。)、アリアル基(好ましくは炭素数6～30、より好ましくは炭素数6～20、特に好ましくは炭素数6～12であり、例えばフェニル、p-メチルフェニル、ナフチル、アントラニルなどが挙げられる。)、アミノ基(好ましくは炭素数0～30、より好ましくは炭素数0～20、特に好ましくは炭素数0～10であり、例えばアミノ、メチルアミノ、ジメチルアミノ、ジエチルアミノ、ジベンジルアミノ、ジフェニルアミノ、ジトリルアミノなどが挙げられる。)、アルコキシ基(好ましくは炭素数1～30、より好ましくは炭素数1～20、特に好ましくは炭素数1～10であり、例えばメトキシ、エトキシ、プトキシ、2-エチルヘキシロキシなどが挙げられる。)、アリアルオキシ基(好ましくは炭素数6～30、より好ましくは炭素数6～20、特に好ましくは炭素数6～12であり、例えばフェニルオキシ、1-ナフチルオキシ、2-ナフチルオキシなどが挙げられる。)、ヘテロ環オキシ基(好ましくは炭素数1～30、より好ましくは炭素数1～20、特に好ましくは炭素数1～12であり、例えばピリジルオキシ、ピラジリルオキシ、ピリミジリルオキシ、キノリルオキシなどが挙げられる。)、アシル基(好ましくは炭素数2～30、より好ましくは炭素数2～20、特に好ましくは炭素数2～12であり、例えばアセチル、ベンゾイル、ホルミル、ピバロイルなどが挙げられる。)、アルコキシカルボニル基(好ましくは炭素数2～30、より好ましくは炭素数2～20、特に好ましくは炭素数2～12であり、例えばメトキシカルボニル、エトキシカルボニルなどが挙げられる。)、アリアルオキシカルボニル基(好ましくは炭素数7～30、より好ましくは炭素数7～20、特に好ましくは炭素数7～12であり、例えばフェニルオキシカルボニルなどが挙げられる。)、アシルオキシ基(好ましくは炭素数2～30、より好ましくは炭素数2～20、特に好ましくは炭素数2～10であり、例えばアセトキシ、ベンゾイルオキシなどが挙げられる。)、アシルアミノ基(好ましくは炭素数2～30、より好ましくは炭素数2～20、特に好ましくは炭素数2～10であり、例えばアセチルアミノ、ベンゾイルアミノなどが挙げられる。)、アルコキシカルボニルアミノ基(好ましくは炭素数2～30、より好ましくは炭素数2～20、特に好ましくは炭素数2～12であり、例えばメトキシカルボニルアミノなどが挙げられる。)、アリアルオキシカルボニルアミノ基(好ましくは炭素数7～30、より好ましくは炭素数7～20、特に好ましくは炭素数7～12であり、例えばフェニルオキシカルボニルアミノなどが挙げられる。)、スルホニルアミノ基(好ましくは炭素数1～30、より好ましくは炭素数1～20、特に好ましくは炭素数1～12であり、例えばメタンスルホニルアミノ、ベンゼンスルホニルアミノなどが挙げられる。)、スルファモイル基(好ましくは炭素数0～30、より好ましくは炭素数0～20、特に好ましくは炭素数0～12であり、例えばスルファモイル、メチルスルファモイル、ジメチルスルファモイル、フェニルスルファモイルなどが挙げられる。)、カルバモイル基(好ましくは炭素数1～30、より好ましくは炭素数1～20、特に好ましくは炭素数1～12であり、例えばカルバモイル、メチルカルバモイル、ジエチルカルバモイル、フェニルカルバモイルなどが挙げられる。)、アルキルチオ基(好ましくは炭素数1～30、より好ましくは炭素数1～20、特に好ましくは炭素数1～12であり、例えばメチルチオ、エチルチオなどが挙げられる。)、アリアルチオ基(好ましくは炭素数6～30、より好ましくは炭素数6～20、特に好ましくは炭素数6～12であり、例えばフェニルチオなどが挙げられる。)、ヘテロ環チオ基(好ましくは炭素数1～30、より好ましくは炭素数1～20、特に好ましくは炭素数1～12であり、例えばピリジリルチオ、2-ベンズイミゾリルチオ、2-ベンズオキサゾリルチオ、2-ベンズチアゾリルチオなどが挙げられる。)、スルホニル基(好ましくは炭素数1～30、より好ましくは炭素数1～20、特に好ましくは炭素数1～12であり、例えばメシル、トシルなどが挙げられる。)、スルフィニル基(好ましくは炭素数1～30、より好ましくは炭素数1～20、特に好ましくは炭素数1～12であり、例えばメタンスルフィニル、ベンゼンスルフィニルなどが挙げられる。)、ウレイド基(好ましくは炭素数1～30、より好ましくは炭素数1～20、特に好ましくは炭素数1～12であり、例えばウレイド、メチルウレイド、フェニルウレイドなどが挙げられる。)、リン酸

10

20

30

40

50

アミド基（好ましくは炭素数 1 ~ 30、より好ましくは炭素数 1 ~ 20、特に好ましくは炭素数 1 ~ 12 であり、例えばジエチルリン酸アミド、フェニルリン酸アミドなどが挙げられる。）、ヒドロキシ基、メルカプト基、ハロゲン原子（例えばフッ素原子、塩素原子、臭素原子、ヨウ素原子）、シアノ基、スルホ基、カルボキシ基、ニトロ基、ヒドロキサム酸基、スルフィノ基、ヒドラジノ基、イミノ基、ヘテロ環基（芳香族ヘテロ環基も包含し、好ましくは炭素数 1 ~ 30、より好ましくは炭素数 1 ~ 12 であり、ヘテロ原子としては、例えば窒素原子、酸素原子、硫黄原子、リン原子、ケイ素原子、セレン原子、テルル原子であり、具体的にはピリジル、ピラジニル、ピリミジル、ピリダジニル、ピロリル、ピラゾリル、トリアゾリル、イミダゾリル、オキサゾリル、チアゾリル、イソキサゾリル、イソチアゾリル、キノリル、フリル、チエニル、セレノフェニル、テルロフェニル、ピペリジル、ピペリジノ、モルホリノ、ピロリジル、ピロリジノ、ベンゾオキサゾリル、ベンゾイミダゾリル、ベンゾチアゾリル、カルバゾリル基、アゼピニル基、シロリル基などが挙げられる。）、シリル基（好ましくは炭素数 3 ~ 40、より好ましくは炭素数 3 ~ 30、特に好ましくは炭素数 3 ~ 24 であり、例えばトリメチルシリル、トリフェニルシリルなどが挙げられる。）、シリルオキシ基（好ましくは炭素数 3 ~ 40、より好ましくは炭素数 3 ~ 30、特に好ましくは炭素数 3 ~ 24 であり、例えばトリメチルシリルオキシ、トリフェニルシリルオキシなどが挙げられる。）、ホスホリル基（例えばジフェニルホスホリル基、ジメチルホスホリル基などが挙げられる。）、が挙げられる。これらの置換基は更に置換されてもよく、更なる置換基としては、以上に説明した置換基群 A から選択される基を挙げることができる。また、置換基に置換した置換基は更に置換されてもよく、さらなる置換基としては、以上に説明した置換基群 A から選択される基を挙げることができる。

【 0 0 2 2 】

（置換基群 B）

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

【 0 0 2 3 】

本発明の有機電界発光素子は、基板上に、陽極及び陰極からなる一対の電極と、該電極間に発光層を有し、発光層と陰極の間に発光層に隣接する有機層を有する有機電界発光素子であって、発光層に下記一般式(1)で表される化合物を少なくとも一つ含有し、発光層に隣接する有機層に炭素原子と水素原子のみからなり、分子量が400~1200の範囲にあり、総炭素数13~22の縮合多環骨格を有する炭化水素化合物を少なくとも一つ含有する。

【0024】

本発明者らの検討によると、1万cd/m²を超える高輝度での駆動時に、従来の素子では低輝度駆動時との色度変化が大きい、駆動時の経時色度変化が大きい、駆動時の経時電圧上昇が大きいなどの問題があった。

10

高輝度と低輝度での色度の違いは、主に発光層内部での発光位置(膜厚方向)の違いによるもので、これは電極から発光層までの各層界面での電荷注入障壁や、各層の電荷移動度の電界強度依存性によると考えられる。本発明の素子では、陰極から発光層までの電子注入障壁が小さくなるため、また、電荷移動度の電界強度依存性が小さくなるために発光輝度による色度変化が小さいと推定される。

【0025】

また、高輝度駆動時の経時色度変化や経時電圧上昇が起こる原因としては、前述の発光位置の変化の他、発熱量が大きいこと、励起子、ラジカルカチオン、ラジカルアニオン等の反応活性な種が高密度で生成すること、それにより発光材料、ホスト材料、発光層に隣接する層の材料、のうちのいずれかの組み合わせで化学反応が起こること等が考えられる。

20

本発明の素子では前述のように一般式(1)で表される化合物と炭素原子と水素原子のみからなり、分子量が400~1200の範囲にあり、総炭素数13~22の縮合多環骨格を有する炭化水素化合物との組み合わせが、発光位置変化が起こりにくく、熱に対して膜が安定で、反応活性な種ができて化学反応が起こりにくい材料の組み合わせである等の理由により高輝度駆動に適した素子となっていると考えられる。

【0026】

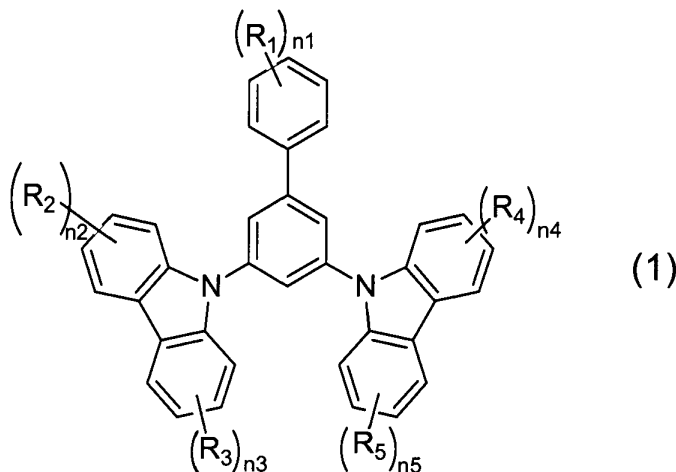
〔一般式(1)で表される化合物〕

以下、一般式(1)で表される化合物について説明する。

【0027】

30

【化5】



40

【0028】

一般式(1)中、R₁はアルキル基、アリール基、又はシリル基を表し、更に置換基Zを有していてもよい。但し、R₁がカルバゾリル基、ペルフルオロアルキル基を表すことはない。R₁が複数存在する場合、複数のR₁は、それぞれ同一でも異なっていてもよい。また複数のR₁は、互いに結合して置換基Zを有していてもよいアリール環を形成してもよい。

50

$R_2 \sim R_5$ はそれぞれ独立に、アルキル基、アリール基、シリル基、シアノ基又はフッ素原子を表し、更に置換基 Z を有していてもよい。 $R_2 \sim R_5$ がそれぞれ複数存在する場合、複数の $R_2 \sim$ 複数の R_5 は、それぞれ同一でも異なってもよい。

置換基 Z はアルキル基、アルケニル基、フェニル基、芳香族ヘテロ環基、アルコキシ基、フェノキシ基、フッ素原子、シリル基、アミノ基、シアノ基又はこれらを組み合わせて成る基を表し、複数の置換基 Z は互いに結合してアリール環を形成しても良い。

n_1 は 0 ~ 5 の整数を表す。

$n_2 \sim n_5$ はそれぞれ独立に、0 ~ 4 の整数を表す。

【0029】

R_1 で表されるアルキル基は、置換基を有していてもよく、飽和であっても不飽和であってもよい。置換基を有する場合の置換基としては、前述の置換基 Z が挙げられ、置換基 Z としては、アリール基、フッ素原子が好ましく、フッ素原子がより好ましい。但し、 R_1 がペルフルオロアルキル基を表すことはない。 R_1 で表されるアルキル基は、好ましくは炭素数 1 ~ 8 のアルキル基であり、より好ましくは炭素数 1 ~ 6 のアルキル基であり、更に好ましくは炭素数 1 ~ 4 のアルキル基である。例えばメチル基、エチル基、 n -プロピル基、イソプロピル基、 n -ブチル基、イソブチル基、*sec*-ブチル基、*t*-ブチル基、 n -ペンチル基、イソペンチル基、2-メチルペンチル基、ネオペンチル基、 n -ヘキシル基、4-メチルペンチル基、3-メチルペンチル基、2-メチルペンチル基、3,3-ジメチルブチル基、2,2-ジメチルブチル基、1,1-ジメチルブチル基、1,2-ジメチルブチル基、1,3-ジメチルブチル基、2,3-ジメチルブチル基等が挙げられ、これらのうち、メチル基、イソプロピル基、*t*-ブチル基、ネオペンチル基が好ましく、メチル基、*t*-ブチル基がより好ましく、*t*-ブチル基が更に好ましい。

【0030】

R_1 で表されるアリール基は、縮環していてもよく、置換基を有していてもよい。置換基を有する場合の置換基としては、前述の置換基 Z が挙げられ、置換基 Z としては、アルキル基、シアノ基、フッ素原子が好ましく、アルキル基がより好ましい。 R_1 で表されるアリール基は、好ましくは炭素数 6 ~ 30 のアリール基であり、より好ましくは炭素数 6 ~ 18 のアリール基である。炭素数 6 ~ 18 のアリール基は、好ましくは炭素数 1 ~ 6 のアルキル基を有していてもよい炭素数 6 ~ 18 のアリール基であり、より好ましくは炭素数 1 ~ 4 のアルキル基を有していてもよい炭素数 6 ~ 18 のアリール基である。例えば、フェニル基、ジメチルフェニル基、ピフェニル基、ターフェニル基、ナフチル基、メチルナフチル基、*t*-ブチルナフチル基、アントラニル基、フェナントリル基、クリセニル基等が挙げられ、これらのうちフェニル基、ジメチルフェニル基、ピフェニル基、ターフェニル基、ナフチル基、メチルナフチル基、*t*-ブチルナフチル基が好ましく、フェニル基、ピフェニル基、ターフェニル基がより好ましい。

【0031】

R_1 で表されるシリル基は、置換基を有していてもよい。置換基を有する場合の置換基としては、前述の置換基 Z が挙げられ、置換基 Z としては、アルキル基、アリール基が好ましく、メチル基、フェニル基がより好ましく、フェニル基が最も好ましい。 R_1 で表されるシリル基は、好ましくは炭素数 0 ~ 18 のシリル基であり、より好ましくは炭素数 3 ~ 18 のシリル基である。炭素数 3 ~ 18 のシリル基は、好ましくは炭素数 1 ~ 6 のアルキル基若しくはアリール基で置換された炭素数 3 ~ 18 のシリル基であり、シリル基の 3 つの水素原子の全てが、炭素数 1 ~ 6 のアルキル基及びアリール基のいずれかで置換されていることがより好ましく、全てがフェニル基で置換されていることが更に好ましい。例えば、トリメチルシリル基、トリエチルシリル基、*t*-ブチルジメチルシリル基、ジエチルイソプロピルシリル基、ジメチルフェニルシリル基、ジフェニルメチルシリル基、トリフェニルシリル基等が挙げられ、これらのうち、トリメチルシリル基、ジメチルフェニルシリル基、トリフェニルシリル基が好ましく、トリフェニルシリル基がより好ましい。

【0032】

R_1 が複数存在する場合、複数の R_1 は、それぞれ同一でも異なってもよい。また

複数の R_1 は、互いに結合して前述の置換基 Z を有していてもよいアリール環を形成してもよい。置換基 Z としては、アルキル基、アリール基、シリル基、シアノ基、フッ素原子が好ましく、アルキル基がより好ましい。但し、 R_1 がカルバゾリル基、ペルフルオロアルキル基を表すことはない。

複数の R_1 が互いに結合して形成するアリール環は、該複数の R_1 が置換する炭素原子を含め、好ましくは炭素数 6 ~ 30 のアリール環であり、より好ましくは炭素数 6 ~ 14 のアリール環である。形成する環としてはベンゼン環、ナフタレン環、フェナントレン環のいずれかであることが好ましく、ベンゼン環、フェナントレン環であることがより好ましく、ベンゼン環であることが更に好ましい。なお、複数の R_1 によって形成される環は複数存在してもよく、例えば、複数の R_1 がアルキル基を表し、該複数のアルキル基がそれぞれ互いに結合して 2 つのベンゼン環を形成し、該複数のアルキル基が置換するベンゼン環とともに、フェナントレン環を形成してもよい。

【0033】

R_1 は、電荷輸送能及び電荷に対する安定性の観点から、好ましくはアルキル基、アルキル基を有していてもよいアリール基、アルキル基若しくはフェニル基で置換されたシリル基のいずれかであり、より好ましくは炭素数 1 ~ 6 のアルキル基を有していてもよい炭素数 6 ~ 18 のアリール基、炭素数 1 ~ 6 のアルキル基若しくはフェニル基で置換された炭素数 3 ~ 18 のシリル基のいずれかであり、更に好ましくは炭素数 1 ~ 6 のアルキル基を有していてもよい炭素数 6 ~ 18 のアリール基であり、特に好ましくは炭素数 1 ~ 4 のアルキル基を有していてもよい炭素数 6 ~ 18 のアリール基である。

なかでも、 R_1 は、好ましくは、メチル基、*t*-ブチル基、ネオペンチル基、無置換又はシアノ基、フッ素原子、若しくはトリフルオロメチル基により置換されたフェニル基、ビフェニル基、ターフェニル基、無置換又はメチル基若しくは *t*-ブチル基により置換されたナフチル基、トリフェニルシリル基、複数のアルキル基又はアリール基がそれぞれ互いに結合して形成されたベンゼン環又はフェナントレン環であり、より好ましくはフェニル基、ビフェニル基、又はターフェニル基であり、更に好ましくはフェニル基又はビフェニル基である。

【0034】

n_1 は、0 ~ 4 の整数であることが好ましく、1 ~ 2 の整数であることがより好ましい。

【0035】

$R_2 \sim R_5$ で表されるアリール基、シリル基の具体例及び好ましい例は、前記 R_1 で表されるアリール基、シリル基の具体例及び好ましい例と同様である。

$R_2 \sim R_5$ で表されるアルキル基としては、前記 R_1 で表されるアルキル基の例示に加え、トリフルオロメチル基等のペルフルオロアルキル基が挙げられる。これらのうち、メチル基、トリフルオロメチル基、イソプロピル基、*t*-ブチル基、又はネオペンチル基が好ましく、メチル基又は *t*-ブチル基がより好ましく、*t*-ブチル基が更に好ましい。

【0036】

$R_2 \sim R_5$ はそれぞれ独立に、電荷輸送能及び電荷に対する安定性の観点から、好ましくは炭素数 1 ~ 6 のアルキル基、炭素数 6 ~ 18 のアリール基、炭素数 3 ~ 18 のシリル基、シアノ基、又はフッ素原子のいずれかであり、更に好ましくは炭素数 1 ~ 4 のアルキル基、炭素数 6 ~ 12 のアリール基、炭素数 3 ~ 18 のシリル基、シアノ基、又はフッ素原子のいずれかである。

なかでも、 $R_2 \sim R_5$ は、好ましくはメチル基、イソプロピル基、*t*-ブチル基、ネオペンチル基、トリフルオロメチル基、フェニル基、ジメチルフェニル基、トリメチルシリル基、トリフェニルシリル基、フッ素原子、又はシアノ基のいずれかであり、より好ましくは *t*-ブチル基、フェニル基、トリメチルシリル基、又はトリフェニルシリル基であり、更に好ましくは *t*-ブチル基、フェニル基、又はトリフェニルシリル基である。

【0037】

$n_2 \sim n_5$ はそれぞれ独立に、0 ~ 2 の整数であることが好ましく、0 又は 1 であるこ

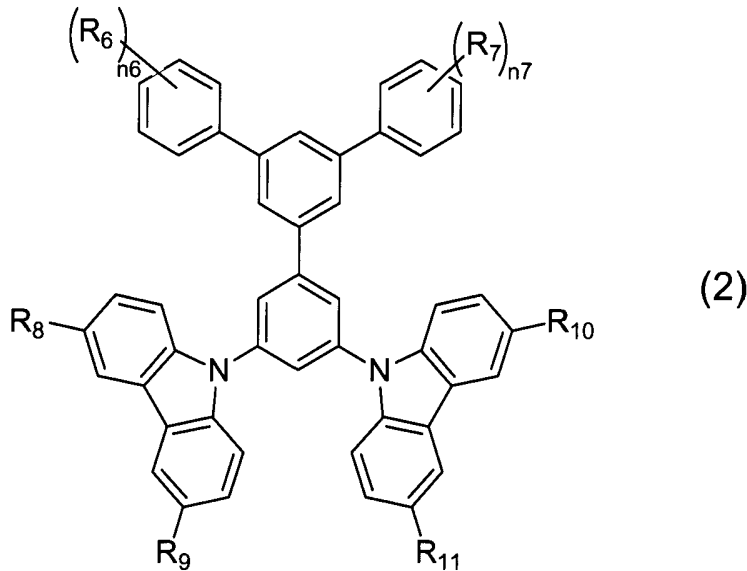
とがより好ましい。カルバゾール骨格に置換基を導入する場合、カルバゾール骨格の3位及び6位が反応活性位であり、合成の容易さ、及び化学的安定性向上の観点から、この位置に置換基を導入することが好ましい。

【0038】

一般式(1)で表される化合物は、下記一般式(2)で表されることがより好ましい。

【0039】

【化6】



10

20

【0040】

一般式(2)中、 R_6 及び R_7 はそれぞれ独立に、置換基Zを有していてもよいアルキル基、置換基Zを有していてもよいアリール基、シアノ基、又はフッ素原子を表す。 R_6 及び R_7 がそれぞれ複数存在する場合、複数の R_6 及び複数の R_7 は、それぞれ同一でも異なってもよい。また複数の R_6 及び複数の R_7 は、それぞれ互いに結合して置換基Zを有していてもよいアリール環を形成してもよい。

n_6 及び n_7 はそれぞれ独立に、0~5の整数を表す。

$R_8 \sim R_{11}$ はそれぞれ独立に、水素原子、置換基Zを有していてもよいアルキル基、置換基Zを有していてもよいアリール基、置換基Zを有していてもよいシリル基、シアノ基又はフッ素原子を表す。

置換基Zはアルキル基、アルケニル基、フェニル基、芳香族ヘテロ環基、アルコキシ基、フェノキシ基、フッ素原子、シリル基、アミノ基、シアノ基又はこれらを組み合わせて成る基を表し、複数の置換基Zは互いに結合してアリール環を形成しても良い。

【0041】

R_6 及び R_7 で表されるアルキル基は、置換基を有していてもよく、飽和であっても不飽和であってもよい。置換基を有する場合の置換基としては、前述の置換基Zが挙げられ、置換基Zとしては、アリール基、フッ素原子が好ましく、フッ素原子がより好ましい。

R_6 及び R_7 で表されるアルキル基は、好ましくは炭素数1~6のアルキル基であり、より好ましくは炭素数1~4のアルキル基である。 R_6 及び R_7 で表されるアルキル基の具体例及び好ましい例は、前記一般式(1)中の、 $R_2 \sim R_5$ で表されるアルキル基の具体例及び好ましい例と同様である。

【0042】

R_6 及び R_7 で表されるアリール基は置換基を有してもよく、該置換基としては、前述の置換基Zが挙げられ、置換基Zとしては、アルキル基、アリール基、フッ素原子が好ましく、アルキル基がより好ましい。該アルキル基は、好ましくは炭素数1~6のアルキル基であり、より好ましくは炭素数1~4のアルキル基である。該アルキル基の具体例及び好ましい例は、前記一般式(1)中の、 $R_2 \sim R_5$ で表されるアルキル基の具体例及び好

30

40

50

ましい例と同様である。該アリール基は、好ましくは炭素数 6 ~ 30 のアリール基であり、より好ましくは炭素数 6 ~ 18 のアリール基である。該アリール基の具体例及び好ましい例は、前記一般式 (1) 中の、 R_1 で表されるアリール基の具体例及び好ましい例と同様である。

R_6 及び R_7 で表されるアリール基は、無置換のアリール基であることが好ましい。

また、 R_6 及び R_7 で表されるアリール基は、好ましくは炭素数 6 ~ 18 のアリール基であり、より好ましくは炭素数 6 ~ 12 のアリール基である。例えば、フェニル基、ジメチルフェニル基、*t*-ブチルフェニル基、ピフェニル基、ターフェニル基、ナフチル基、メチルナフチル基、*t*-ブチルナフチル基、アントラニル基、フェナントリル基、クリセニル基等が挙げられ、フェニル基、*t*-ブチルフェニル基、ピフェニル基が好ましく、フェニル基がより好ましい。

10

【0043】

R_6 及び R_7 がそれぞれ複数存在する場合、複数の R_6 及び複数の R_7 は、それぞれ同一でも異なってもよい。また複数の R_6 及び複数の R_7 は、それぞれ互いに結合して前述の置換基 Z を有していてもよいアリール環を形成してもよい。置換基 Z としては、アルキル基、アリール基、シリル基、シアノ基、フッ素原子が好ましく、アルキル基がより好ましい。

複数の R_6 及び複数の R_7 が、それぞれ互いに結合して形成するアリール環は、該複数の R_6 及び該複数の R_7 のそれぞれが置換する炭素原子を含め、好ましくは炭素数 6 ~ 30 のアリール環であり、より好ましくは炭素数 6 ~ 14 のアリール環であり、更に好ましく炭素数 1 ~ 4 のアルキル基を有していてもよい炭素数 6 ~ 14 のアリール環である。形成する環としては、炭素数 1 ~ 4 のアルキル基を有していてもよい、ベンゼン環、ナフタレン環、フェナントレン環のいずれかであることが好ましく、炭素数 1 ~ 4 のアルキル基を有していてもよいベンゼン環がより好ましく、例えば、ベンゼン環、*t*-ブチル基で置換されたベンゼン環が挙げられる。なお、複数の R_6 又は複数の R_7 によって形成される環は複数存在してもよく、例えば、複数の R_6 又は複数の R_7 がそれぞれ互いに結合して 2 つのベンゼン環を形成し、該複数の R_6 又は該複数の R_7 が置換するベンゼン環とともに、フェナントレン環を形成してもよい。

20

【0044】

R_6 及び R_7 は、電荷輸送能及び電荷に対する安定性の観点から、好ましくはアルキル基、アルキル基を有していてもよいアリール基、シアノ基、又はフッ素原子であり、より好ましくは炭素数 1 ~ 6 のアルキル基、炭素数 1 ~ 6 のアルキル基を有していてもよい炭素数 6 ~ 18 のアリール基、シアノ基、又はフッ素原子であり、更に好ましくは炭素数 1 ~ 4 のアルキル基、炭素数 1 ~ 4 のアルキル基を有していてもよい炭素数 6 ~ 12 のアリール基、シアノ基、又はフッ素原子である。

30

なかでも、 R_6 及び R_7 はそれぞれ独立に、好ましくは、メチル基、トリフルオロメチル基、*t*-ブチル基、無置換のフェニル基、*t*-ブチル基により置換されたフェニル基、ピフェニル基、シアノ基、フッ素原子、及び複数のアルキル基がそれぞれ互いに結合して形成された無置換のベンゼン環又は *t*-ブチル基により置換されたベンゼン環のいずれかであり、より好ましくは *t*-ブチル基、無置換のフェニル基、*t*-ブチル基により置換されたフェニル基、及びピフェニル基のいずれかであり、特に好ましくは無置換のフェニル基である。

40

【0045】

n_6 及び n_7 はそれぞれ独立に、0 ~ 4 の整数であることが好ましく、0 ~ 2 の整数であることがより好ましく、0 又は 1 であることが更に好ましい。

【0046】

$R_8 \sim R_{11}$ で表されるアルキル基は、置換基を有していてもよく、飽和であっても不飽和であってもよい。置換基を有する場合の置換基としては、前述の置換基 Z が挙げられ、置換基 Z としては、フッ素原子がより好ましい。

$R_8 \sim R_{11}$ で表されるアルキル基は、好ましくは炭素数 1 ~ 6 のアルキル基であり、

50

より好ましくは炭素数 1 ~ 4 のアルキル基である。R₈ ~ R₁₁ で表されるアルキル基の具体例及び好ましい例は、前記一般式 (1) 中の、R₂ ~ R₅ で表されるアルキル基の具体例及び好ましい例と同様である。

【 0 0 4 7 】

R₈ ~ R₁₁ で表されるアリール基は置換基を有していてもよい。置換基を有する場合の置換基としては、前述の置換基 Z が挙げられ、置換基 Z としては、アルキル基及びアリール基が好ましく、アルキル基がより好ましい。

R₈ ~ R₁₁ で表されるアリール基は、好ましくは炭素数 1 ~ 6 のアルキル基を有していてもよい炭素数 6 ~ 18 のアリール基であり、より好ましくは炭素数 1 ~ 4 のアルキル基を有していてもよい炭素数 6 ~ 12 のアリール基である。

R₈ ~ R₁₁ で表される、置換基 Z を有していてもよいアリール基の具体例及び好ましい例は、前述の R₆ 及び R₇ で表される、置換基 Z を有していてもよいアリール基における、具体例及び好ましい例と同様である。

【 0 0 4 8 】

R₈ ~ R₁₁ で表されるシリル基は、置換基を有していてもよい。置換基を有する場合の置換基としては、前述の置換基 Z が挙げられ、置換基 Z としては、アルキル基及びアリール基が好ましく、フェニル基がより好ましい。R₈ ~ R₁₁ で表されるシリル基は、好ましくは炭素数 3 ~ 18 のシリル基であり、R₈ ~ R₁₁ で表される炭素数 3 ~ 18 のシリル基の具体例及び好ましい例は、前記一般式 (1) 中の、R₁ で表されるシリル基における、炭素数 3 ~ 18 のシリル基の具体例及び好ましい例と同様である。

【 0 0 4 9 】

R₈ ~ R₁₁ はそれぞれ独立に、電荷輸送能及び電荷に対する安定性の観点から、好ましくは水素原子、炭素数 1 ~ 6 のアルキル基、炭素数 6 ~ 18 のアリール基、炭素数 3 ~ 18 のシリル基、シアノ基、又はフッ素原子のいずれかであり、より好ましくは、水素原子、炭素数 1 ~ 4 のアルキル基、炭素数 6 ~ 12 のアリール基、炭素数 3 ~ 18 のシリル基、シアノ基、又はフッ素原子のいずれかである。

なかでも、R₈ ~ R₁₁ は、それぞれ独立に好ましくは水素原子、メチル基、イソプロピル基、*t*-ブチル基、ネオペンチル基、トリフルオロメチル基、フェニル基、ジメチルフェニル基、トリメチルシリル基、トリフェニルシリル基、フッ素原子、又はシアノ基のいずれかであり、より好ましくは水素原子、*t*-ブチル基、フェニル基、トリメチルシリル基、又はトリフェニルシリル基であり、更に好ましくは水素原子、*t*-ブチル基、フェニル基、又はトリフェニルシリル基である。

【 0 0 5 0 】

一般式 (1) 又は (2) で表される化合物は、炭素原子、水素原子及び窒素原子のみからなる場合が最も好ましい。

【 0 0 5 1 】

一般式 (1) 又は (2) で表される化合物の分子量は 400 以上 1000 以下であることが好ましく、450 以上 800 以下であることがより好ましく、500 以上 700 以下であることが更に好ましい。

【 0 0 5 2 】

一般式 (1) 又は (2) で表される化合物の膜状態での最低励起三重項 (T₁) エネルギーは 2.61 eV (62 kcal / mol) 以上 3.51 eV (80 kcal / mol) 以下であることが好ましく、2.69 eV (63.5 kcal / mol) 以上 3.51 eV (80 kcal / mol) 以下であることがより好ましく、2.76 eV (65 kcal / mol) 以上 3.51 eV (80 kcal / mol) であることが更に好ましい。

【 0 0 5 3 】

一般式 (1) 又は (2) で表される化合物のガラス転移温度 (T_g) は 80 以上 400 以下であることが好ましく、100 以上 400 以下であることがより好ましく、120 以上 400 以下であることが更に好ましい。

【 0 0 5 4 】

10

20

30

40

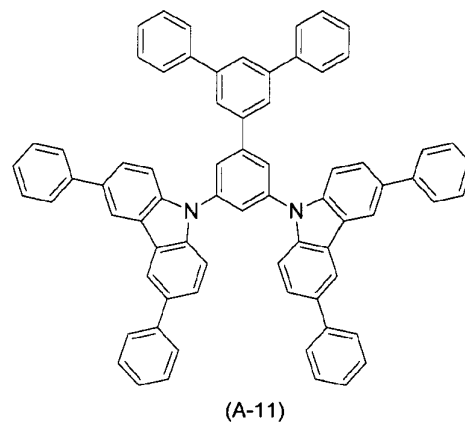
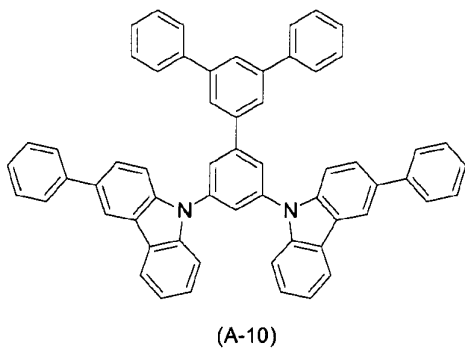
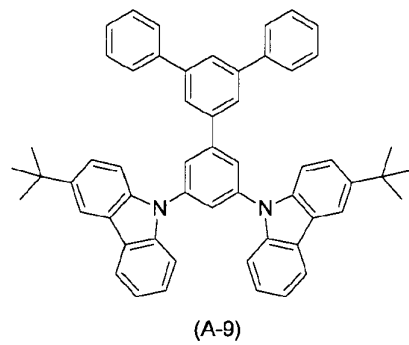
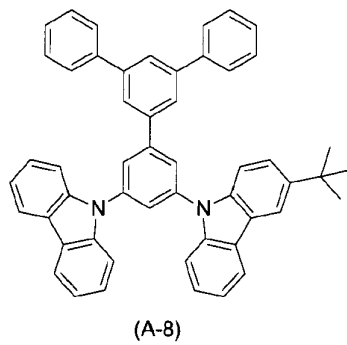
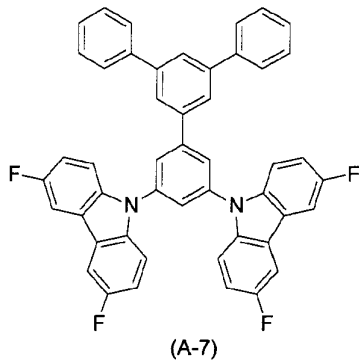
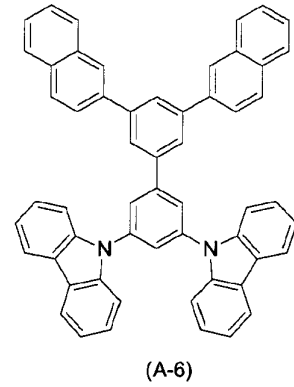
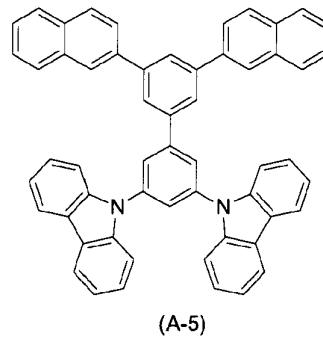
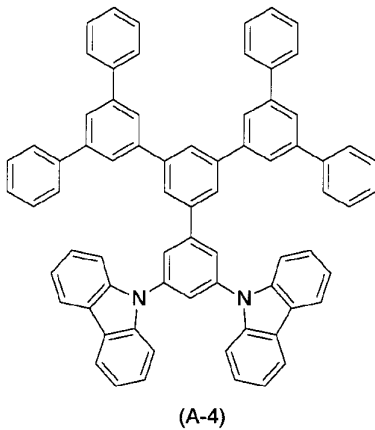
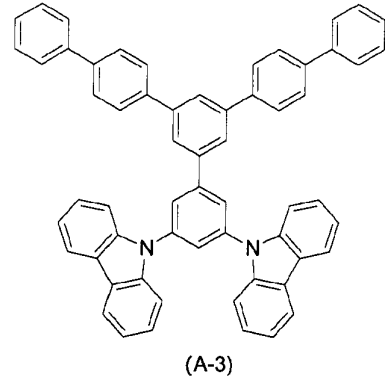
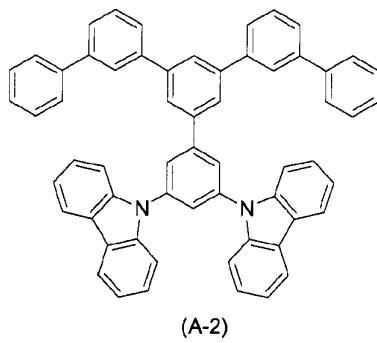
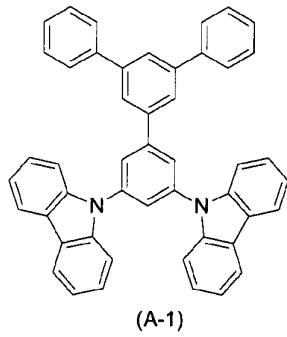
50

一般式(1)又は(2)が水素原子を有する場合、同位体(重水素原子等)も含む。この場合化合物中の全ての水素原子が同位体に置き換わっていてもよく、また一部が同位体を含む化合物である混合物でもよい。

以下に、一般式(1)又は(2)で表される化合物の具体例を例示するが、本発明はこれらに限定されるものではない。

【0055】

【化7】



10

20

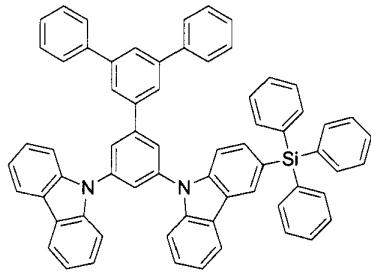
30

40

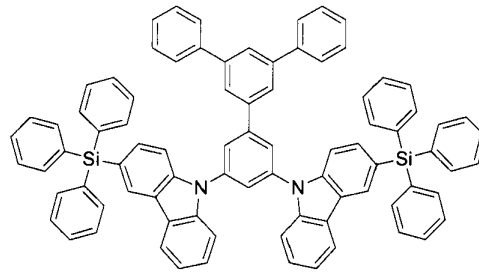
50

【 0 0 5 6 】

【 化 8 】

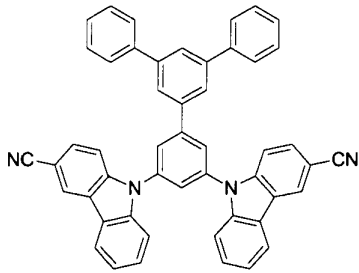


(A-12)

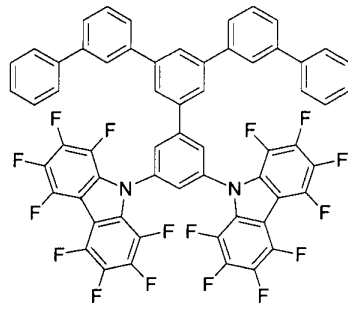


(A-13)

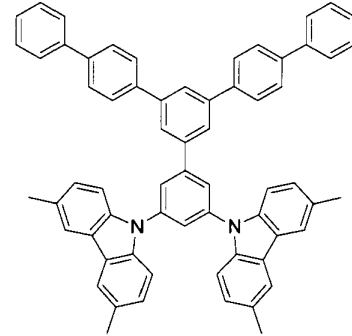
10



(A-14)

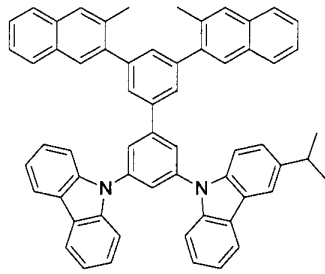


(A-15)

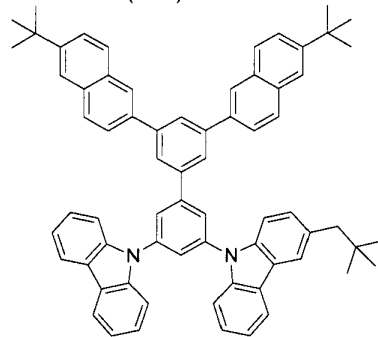


(A-16)

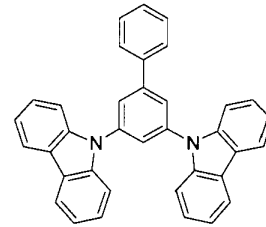
20



(A-17)

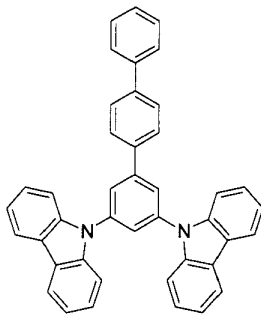


(A-18)

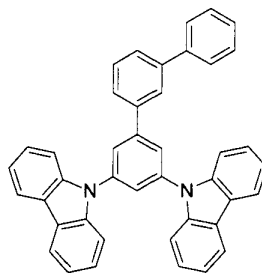


(A-19)

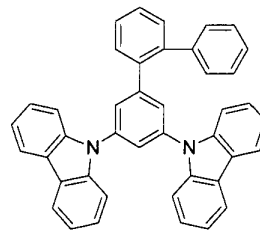
30



(A-20)

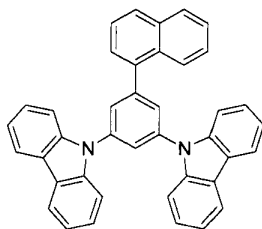


(A-21)

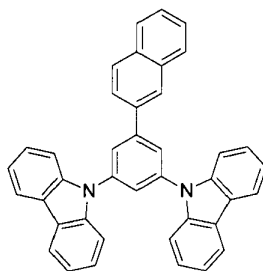


(A-22)

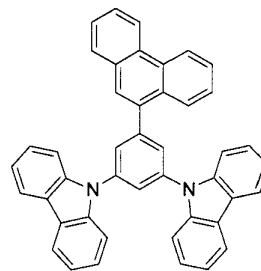
40



(A-23)



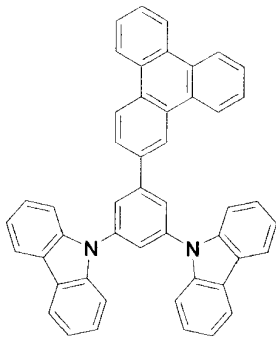
(A-24)



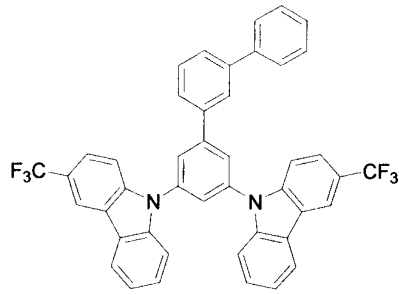
(A-25)

【 0 0 5 7 】

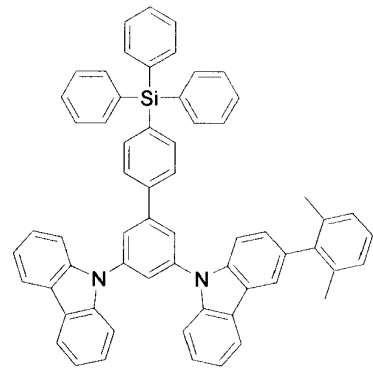
【化9】



(A-26)

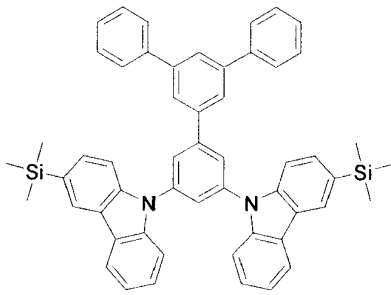


(A-27)

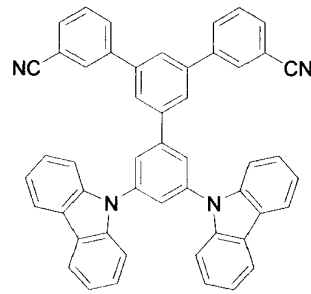


(A-28)

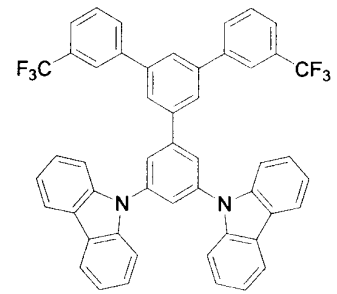
10



(A-29)

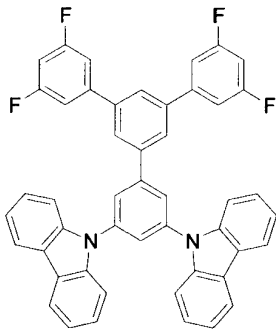


(A-30)



(A-31)

20

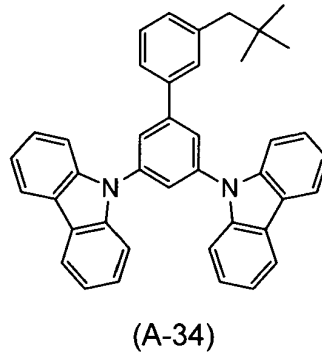
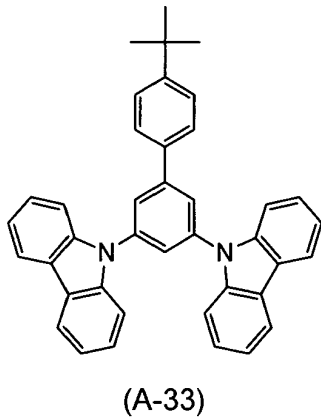


(A-32)

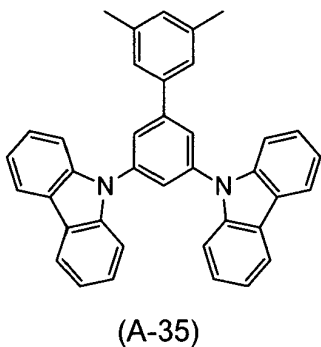
30

【0058】

【化10】



10



20

【0059】

上記一般式(1)又は(2)で表される化合物として例示した化合物は、国際公開第2004/074399号パンフレット等を参考に合成できる。例えば、化合物(A-1)は国際公開第2004/074399号52項22行~54項15行に記載の方法で合成できる。

30

【0060】

本発明において、一般式(1)又は(2)で表される化合物は、発光層に含有されるが、その用途が限定されることはなく、有機層内のいずれの層に更に含有されてもよい。一般式(1)又は(2)で表される化合物の導入層としては、発光層、正孔注入層、正孔輸送層、電子輸送層、電子注入層、励起子ブロック層、電荷ブロック層のいずれかを挙げることができる。

一般式(1)又は(2)で表される化合物は発光層の全質量に対して0.1~99質量%含ませることが好ましく、1~95質量%含ませることがより好ましく、10~95質量%含ませることがより好ましい。一般式(1)又は(2)で表される化合物を発光層以外の層に更に含有させる場合は、該層の全質量に対して70~100質量%含まれることが好ましく、85~100質量%含まれることがより好ましい。

40

【0061】

〔炭素原子と水素原子のみからなり、分子量が400~1200の範囲にあり、総炭素数13~22の縮合多環骨格を有する炭化水素化合物〕

以下、炭素原子と水素原子のみからなり、分子量が400~1200の範囲にあり、総炭素数13~22の縮合多環骨格を有する炭化水素化合物(以下単に「炭化水素化合物」と称する場合がある)について説明する。

炭化水素化合物は炭素原子と水素原子のみからなるため化学的安定性の点で優れるため

50

、駆動耐久性が高く、高輝度駆動時の各種変化がおきにくいという効果を奏する。

【0062】

炭化水素化合物は、分子量が400～1200の範囲であり、好ましくは400～1000であり、より好ましくは400～800である。分子量が400未満であると良質なアモルファス薄膜が形成できない、Tgが低くなるなどの問題があり、分子量が1200より大きいと溶媒への溶解性や昇華及び蒸着適正が下がり、化合物の純度向上や成膜が困難になるという問題がある。

また、炭化水素化合物は、総炭素数13～22の縮合多環骨格を有し、好ましくは総炭素数14～18、より好ましくは総炭素数14の縮合多環骨格を有する。総炭素数が13未満であれば電荷輸送能や電荷に対する安定性が低く、総炭素数が22より多いと溶媒への溶解性や昇華及び蒸着適正が下がり、化合物の純度向上や成膜が困難になるという問題がある

10

【0063】

炭化水素化合物はその用途が限定されることはなく、発光層に隣接する有機層だけでなく有機層内のいずれの層に更に含有されてもよいが、発光層が発光層に隣接する有機層に用いることが好ましい。

【0064】

炭化水素化合物としては例えば、フルオレン、アントラセン、フェナントレン、テトラセン、クリセン、ペンタセン、ピレン、ペリレン、トリフェニレンを挙げることができ、アントラセン、テトラセン、又はペンタセンであることがより好ましく、アントラセンであることが特に好ましい。

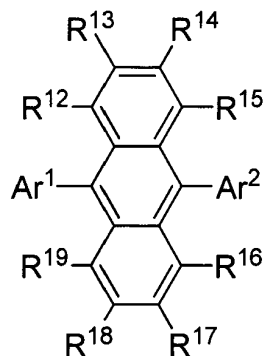
20

【0065】

炭化水素化合物として好ましくは、下記一般式(A_n-1)で表される化合物である。一般式(A_n-1)で表される化合物は化学的安定性が高く、駆動耐久性の点で好ましい。

【0066】

【化11】



(A_n-1)

30

【0067】

(一般式(A_n-1)中、Ar¹、Ar²はそれぞれ独立にアリール基を表し、R¹²～R¹⁹はそれぞれ独立に水素原子、アルキル基、又はアリール基を表す。R¹²とR¹³、R¹³とR¹⁴、R¹⁴とR¹⁵、R¹⁶とR¹⁷、R¹⁷とR¹⁸及びR¹⁸とR¹⁹は互いに結合して環を形成してもよい。)

40

【0068】

Ar¹、Ar²が表すアリール基としては、それぞれ独立に、炭素数が6～50であることが好ましく、より好ましくは炭素数6～36のアリール基であり、更に好ましくは炭素数6～18のアリール基である。Ar¹、Ar²が表すアリール基としては、例えば、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фтаセニル基、ピレニル基、フルオレニル基、トリフェニレニル基、ピレニル基、フルオレニル基、及びこれらを

50

組み合わせてなる基等を挙げることができ、フェニル基、ナフチル基、アントリル基、フルオレニル基、及びこれらを組み合わせてなる基が好ましく、フェニル基、ナフチル基、及びこれらを組み合わせてなる基がより好ましい。

Ar^1 、 Ar^2 が表すアリール基は置換基としてアルキル基を含んでもよく、その場合のアルキル基としては、それぞれ独立に、炭素数が1～4であることが好ましく、アルキル基、例えば、メチル基、エチル基、イソプロピル基、*t*-ブチル基、*n*-オクチル基、*n*-デシル基、*n*-ヘキサデシル基、シクロプロピル基、シクロペンチル基、シクロヘキシル基などが挙げられ、好ましくはメチル基、エチル基、イソプロピル基、*t*-ブチル基、シクロヘキシル基であり、より好ましくはメチル基、*t*-ブチル基であり、更に好ましくは*t*-ブチル基である。

10

【0069】

また、 Ar^1 、 Ar^2 は、それぞれ独立に総炭素原子数6～50であることが好ましく、総炭素原子数6～30であることがより好ましい。 Ar^1 、 Ar^2 としては、例えば、フェニル基、トリル基、キシリル基、ナフチル基、メチルナフチル基、*t*-ブチルナフチル基、アントリル基、フェナントリル基、クリセニル基、トリフェニレニル基、ピレニル基、フルオレニル基、及びこれらを組み合わせる基等が挙げられ、これらのうちフェニル基、トリル基、キシリル基、ナフチル基、アントリル基、フルオレニル基、及びこれらを組み合わせる基が好ましく、フェニル基、ナフチル基、アントリル基、及びこれらを組み合わせる基がより好ましい。

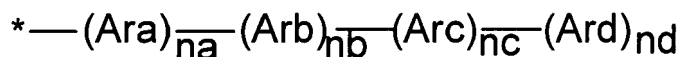
【0070】

また、 Ar^1 、 Ar^2 が表すアリール基としては、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、ピレニル基、フルオレニル基、トリフェニレニル基、ピレニル基、又はこれらを組み合わせる基が好ましく、より好ましくは、下記の基(Ar_x)を挙げることができる。

20

【0071】

【化12】



30

(Ar_x)

【0072】

(基(Ar_x)において、 $Ara \sim Ard$ はそれぞれ独立にベンゼン環、ナフタレン環、アントラセン環、フェナントレン環、ナフタセン環、ピレン環、フルオレン環、トリフェニレン環から選択される環を表す。 na 、 nb 、 nc はそれぞれ独立に0又は1を表し、 nd は1を表す。 na 、 nb 、 nc が0の場合、 $Ara \sim Arc$ は単結合を表す。 $Ara \sim Ard$ はそれぞれ独立にアルキル基で置換されていてよい。 $*$ は一般式($An-1$)のアントラセン環への結合部位を表す。)

基(Ar_x)において、 $Ara \sim Ard$ としては、ベンゼン環、ナフタレン環、アントラセン環、フェナントレン環、ナフタセン環、トリフェニレン環であることが好ましく、ベンゼン環、ナフタレン環、アントラセン環、ナフタセン環であることがより好ましく、ベンゼン環、ナフタレン環、アントラセン環であることが更に好ましい。

40

na 、 nb 、 nc のうち、1つ～3つが1であることが好ましい。

【0073】

一般式($An-1$)において、 Ar^1 又は Ar^2 が基 Ar_x であることが好ましく、 Ar^1 及び Ar^2 が基 Ar_x であることがより好ましい。電荷輸送能、電荷に対する安定性、昇華及び蒸着適正等に優れたものが得られるためである。

【0074】

一般式($An-1$)におけるアリール環の総数は2～8個であることが好ましく、3～

50

5個であることが好ましい。この範囲とすることで、良質なアモルファス薄膜が形成でき、溶媒への溶解性や昇華及び蒸着適正が良好になる。

【0075】

Ar^1 又は Ar^2 は、それぞれ独立に、総炭素数が20～50であることが好ましく、総炭素数が20～36であることがより好ましい。この範囲とすることで、良質なアモルファス薄膜が形成でき、溶媒への溶解性や昇華及び蒸着適正が良好になる。

【0076】

$R^{12} \sim R^{19}$ はそれぞれ独立に水素原子、アルキル基、又はアリール基を表す。

$R^{12} \sim R^{19}$ が表すアルキル基としては、例えば、メチル基、エチル基、イソプロピル基、*t*-ブチル基、*n*-オクチル基、*n*-デシル基、*n*-ヘキサデシル基、シクロプロピル基、シクロペンチル基、シクロヘキシル基などが挙げられ、好ましくはメチル基、エチル基、イソプロピル基、*t*-ブチル基、シクロヘキシル基であり、より好ましくはメチル基、*t*-ブチル基であり、更に好ましくは*t*-ブチル基である。

10

【0077】

$R^{12} \sim R^{19}$ が表すアリール基は、 Ar^1 、 Ar^2 で挙げたものと同じものを挙げることができ、好ましいものも同様である。

【0078】

R^{12} と R^{13} 、 R^{13} と R^{14} 、 R^{14} と R^{15} 、 R^{16} と R^{17} 、 R^{17} と R^{18} 及び R^{18} と R^{19} は互いに結合して環を形成してもよい。

R^{12} と R^{13} 、 R^{13} と R^{14} 、 R^{14} と R^{15} 、 R^{16} と R^{17} 、 R^{17} と R^{18} 及び R^{18} と R^{19} は互いに結合して形成する環としては、アリール環であることが好ましく、 Ar^1 、 Ar^2 で挙げたものと同じものを挙げることができ、好ましいものも同様であり、特に好ましくはベンゼン環である。該アリール環は置換基を有していてもよく、置換基を有する場合の置換基としては、アルキル基又はアリール基を挙げるができる。置換基としてのアルキル基及びアリール基は、 Ar^1 、 Ar^2 が有しても良いアルキル基、及び Ar^1 、 Ar^2 として挙げたアリール基と同じものを挙げるができ、好ましいものも同様である。

20

高純度化の容易さや成膜性の観点から R^{13} 、 R^{14} 、 R^{17} 、及び R^{18} は水素原子であることが好ましい。

【0079】

$R^{12} \sim R^{19}$ として好ましくは水素原子、炭素数1～4のアルキル基、炭素数6～50のアリール基を表し、より好ましくは水素原子、炭素数1～4のアルキル基、炭素数1～4のアルキル基を有してもよいフェニル基、又はピフェニル基であり、更に好ましくは水素原子、*t*-ブチル基、フェニル基、又はピフェニル基である。

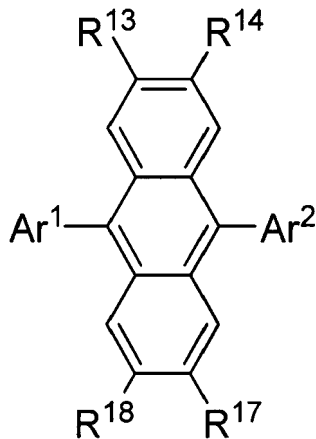
30

【0080】

前記一般式 (A_{n-1}) で表される化合物は下記一般式 (A_{n-2}) で表される化合物であることが好ましい。

【0081】

【化13】



(A n - 2)

10

【0082】

(一般式(A n - 2)中、Ar¹、Ar²はそれぞれ独立にアリール基を表し、R¹³、R¹⁴、R¹⁷、及びR¹⁸はそれぞれ独立に水素原子、アルキル基、アリール基を表す。R¹³とR¹⁴、及びR¹⁷とR¹⁸は互いに結合して環を形成してもよい。)

20

【0083】

Ar¹、Ar²、R¹³、R¹⁴、R¹⁷、及びR¹⁸は一般式(A n - 1)で挙げたものと同義であり、好ましいものも同様である。

【0084】

本発明にかかる炭化水素化合物を有機電界発光素子の発光層のホスト材料や発光層に隣接する層の電荷輸送材料として使用する場合、発光材料より薄膜状態でのエネルギーギャップ(発光材料が燐光発光材料の場合には、薄膜状態での最低励起三重項(T₁)エネルギー)が大きいと、発光がクエンチしてしまうことを防ぎ、効率向上に有利である。一方、化合物の化学的安定性の観点からは、エネルギーギャップ及びT₁エネルギーは大き過ぎない方が好ましい。一般式(1)で表される化合物の膜状態でのT₁エネルギーは、2

30

【0085】

T₁エネルギーは、材料の薄膜の燐光発光スペクトルを測定し、その短波長端から求めることができる。例えば、洗浄した石英ガラス基板上に、材料を真空蒸着法により約50 nmの膜厚に成膜し、薄膜の燐光発光スペクトルを液体窒素温度下でF-7000日立分光蛍光光度計(日立ハイテクノロジーズ)を用いて測定する。得られた発光スペクトルの短波長側の立ち上がり波長をエネルギー単位に換算することによりT₁エネルギーを求めることができる。

40

【0086】

有機電界発光素子を高温駆動時や素子駆動中の発熱に対して安定して動作させる観点から、本発明にかかる炭化水素化合物のガラス転移温度(T_g)は80 以上400 以下であることが好ましく、100 以上400 以下であることがより好ましく、120 以上400 以下であることが更に好ましい。

【0087】

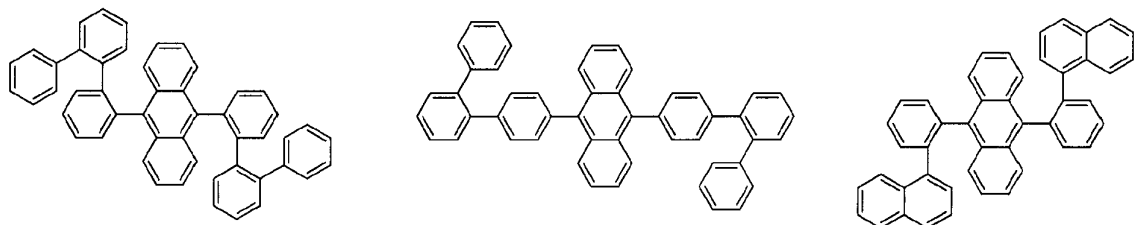
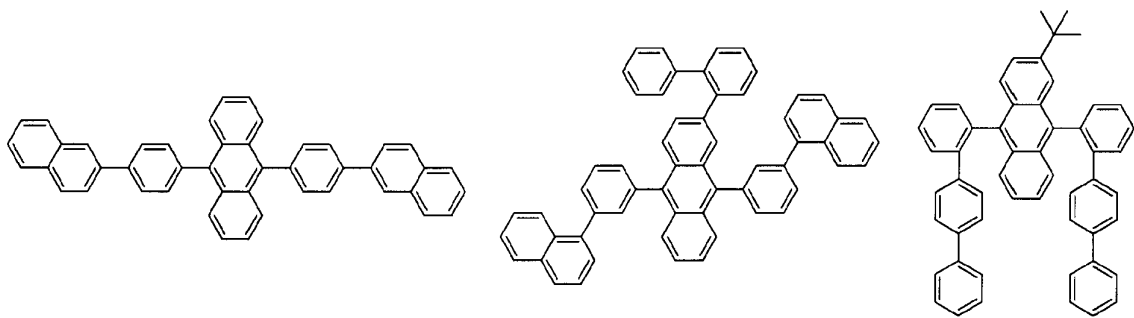
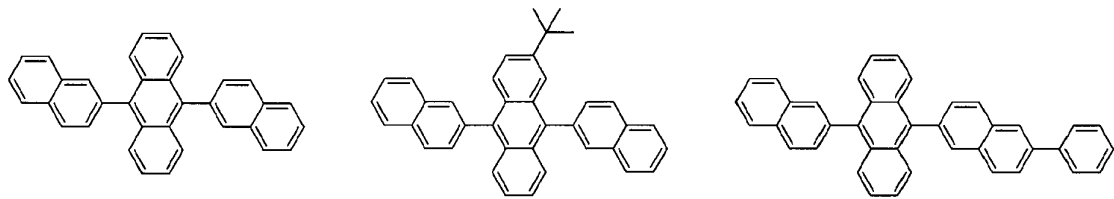
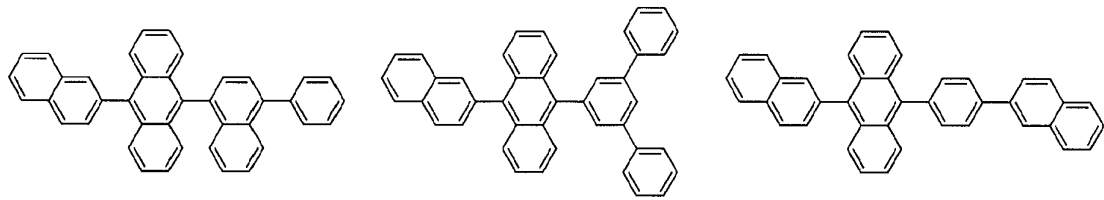
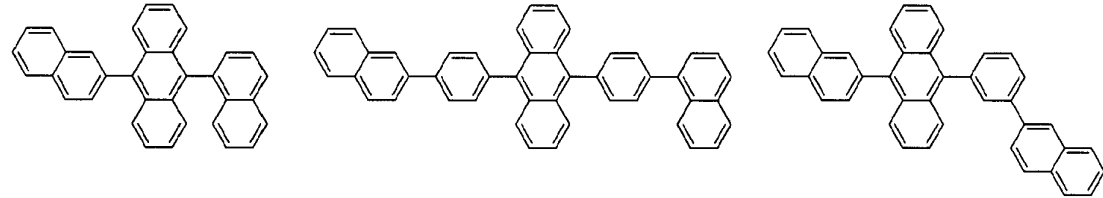
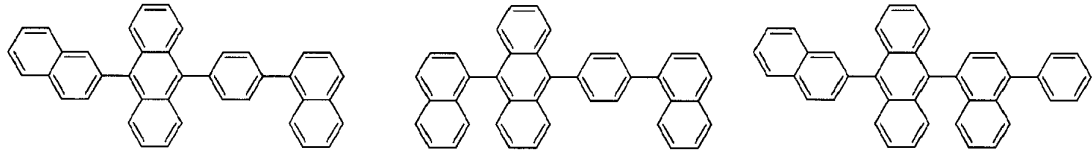
以下に、本発明にかかる炭化水素化合物の具体例を例示するが、本発明はこれらに限定

50

されるものではない。

【 0 0 8 8 】

【 化 1 4 】



【 0 0 8 9 】

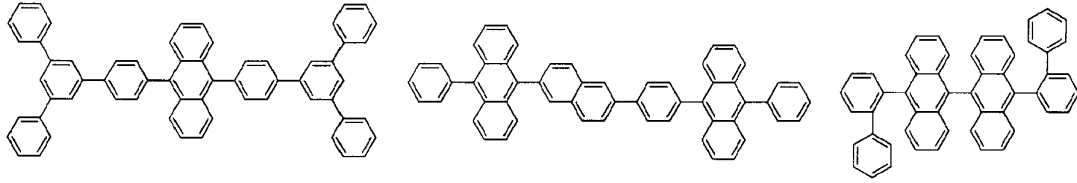
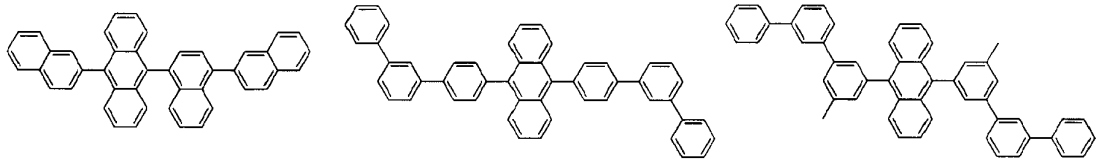
10

20

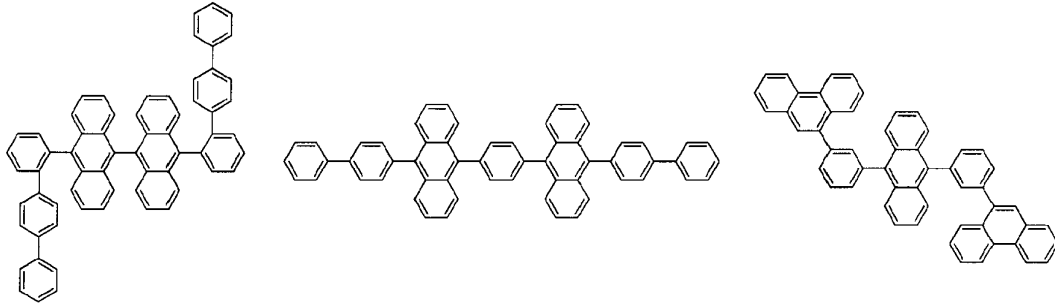
30

40

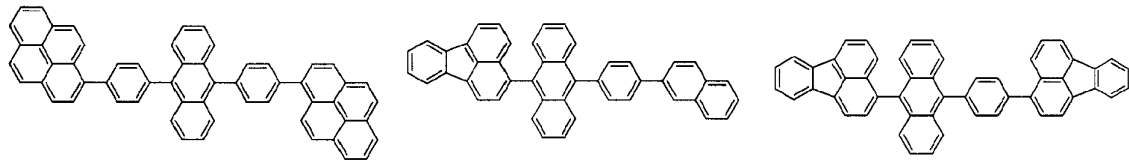
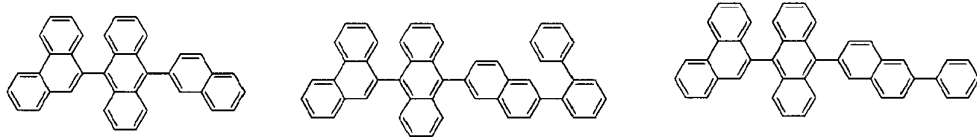
【化 1 5】



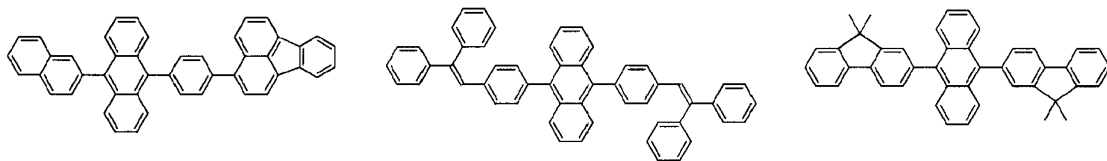
10



20

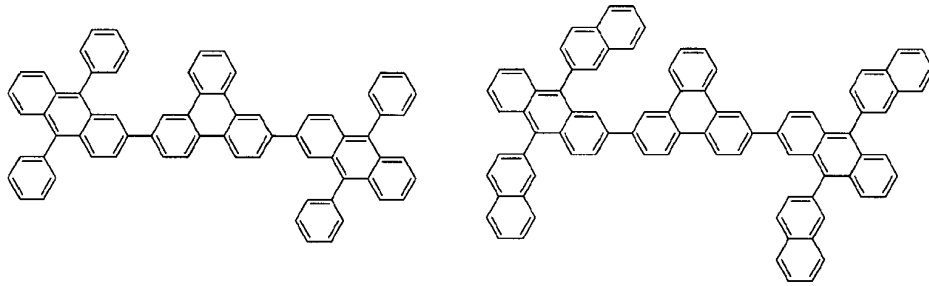
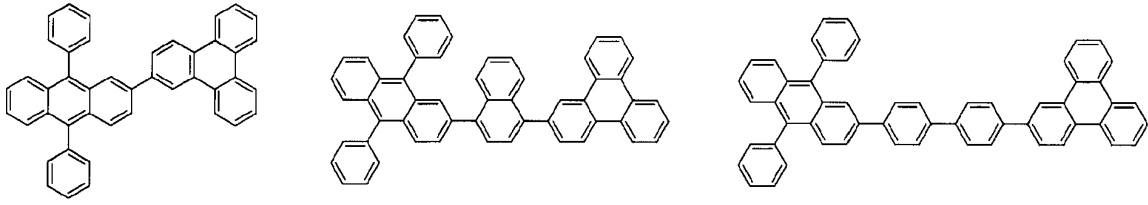


30

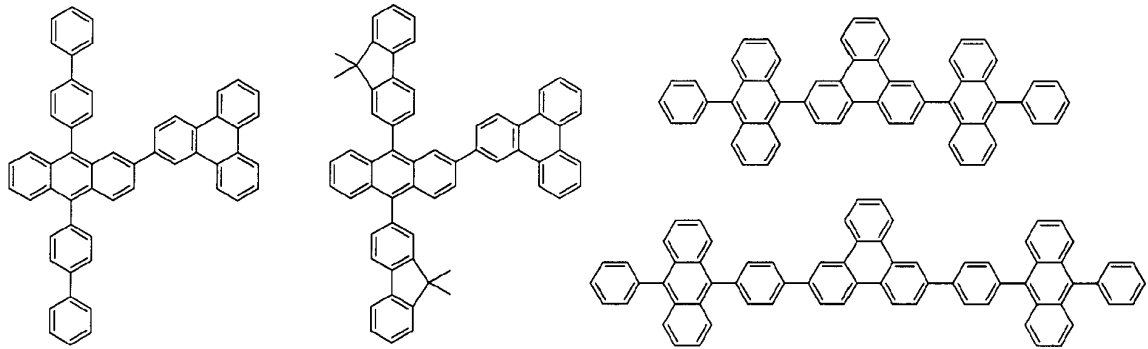


【 0 0 9 0 】

【化 1 6】



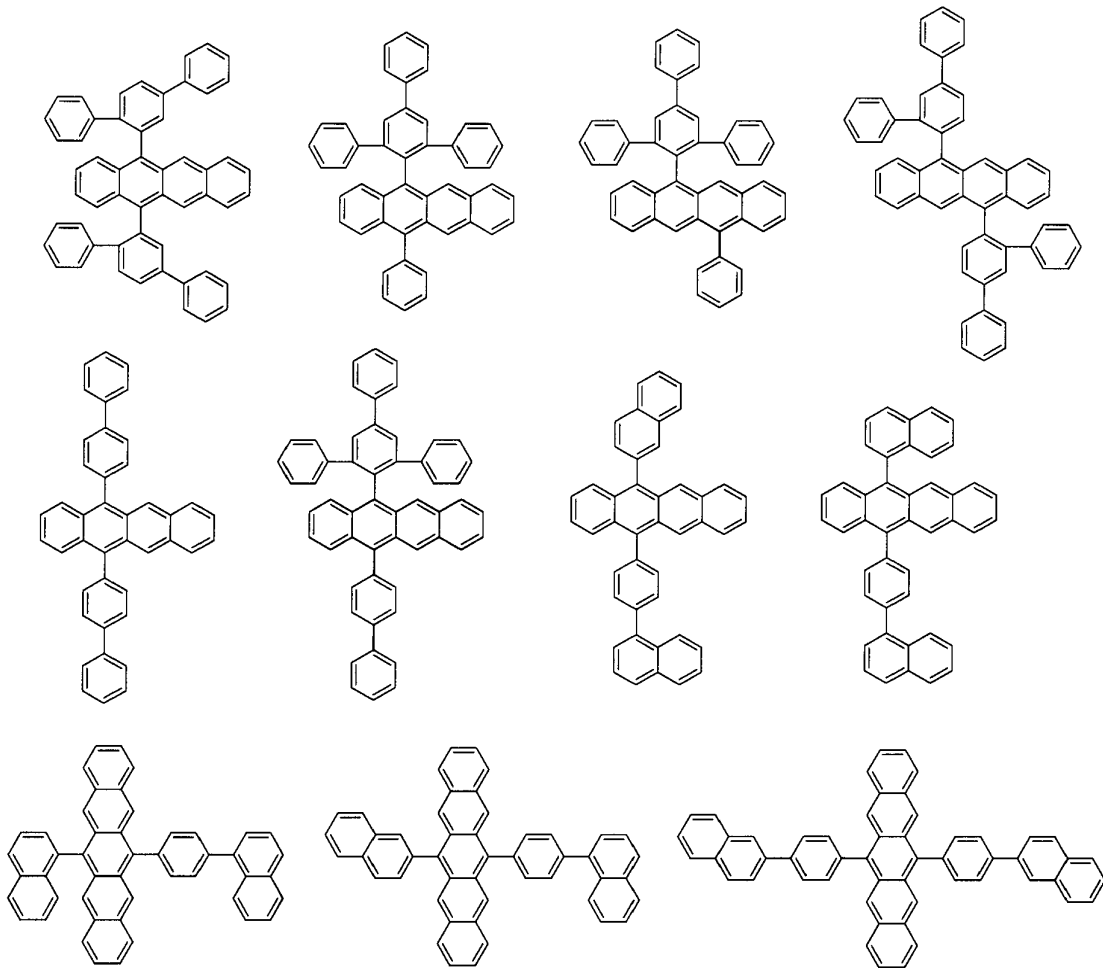
10



20

【 0 0 9 1 】

【化 1 7】



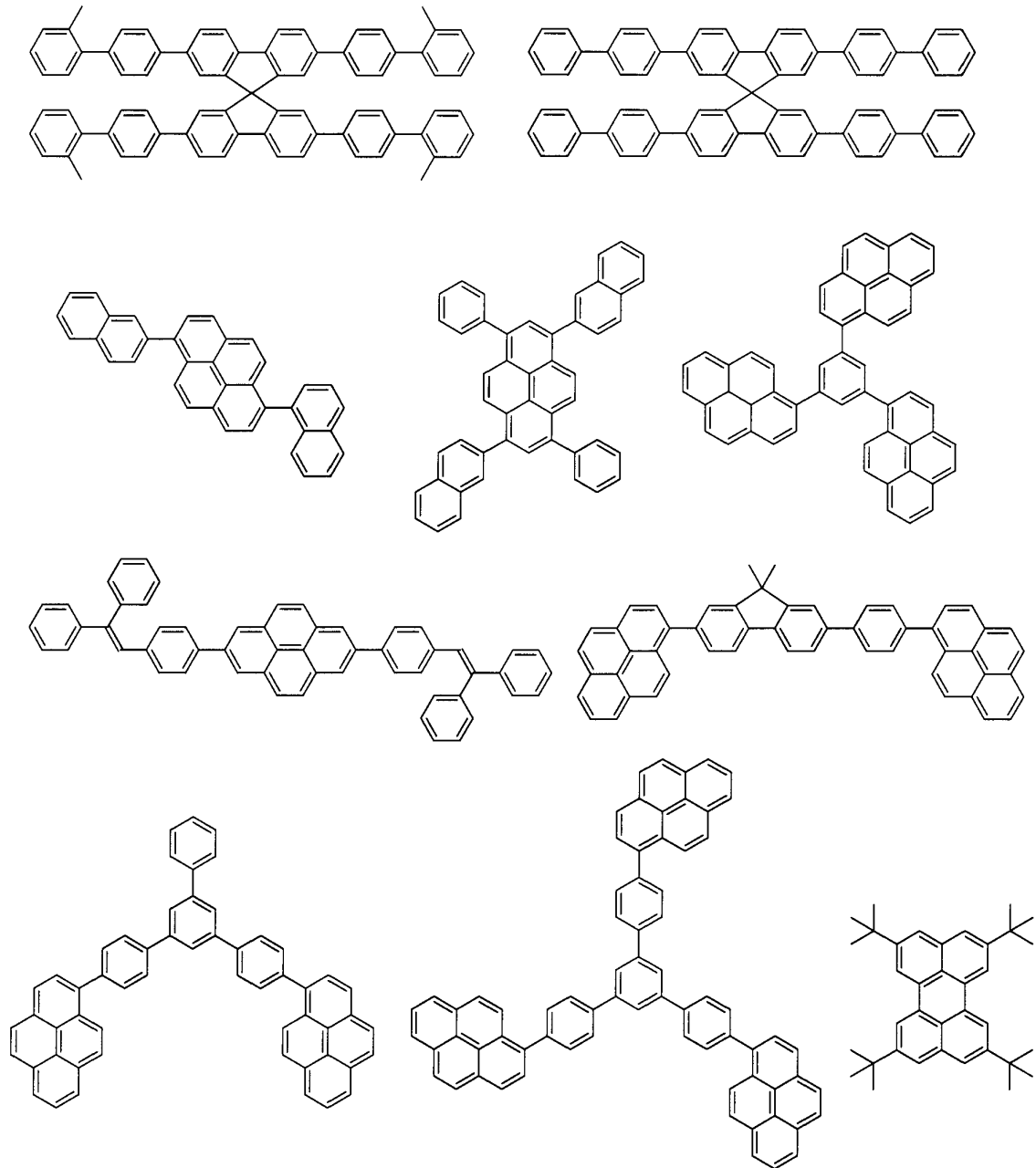
10

20

【 0 0 9 2 】

30

【化 1 8】



【0093】

上記本発明にかかる炭化水素化合物として例示した化合物は、国際公開第04/018587号パンフレット、に記載の方法で合成できる。

合成後、カラムクロマトグラフィー、再結晶等による精製を行った後、昇華精製により精製することが好ましい。昇華精製により、有機不純物を分離できるだけでなく、無機塩や残留溶媒等を効果的に取り除くことができる。

【0094】

本発明の発光素子において、炭化水素化合物は発光層と陰極の間の発光層に隣接する有機層に含有されるが、その用途が限定されることはなく、有機層内のいずれの層に更に含有されてもよい。本発明にかかる炭化水素化合物の導入層としては、発光層、正孔注入層、正孔輸送層、電子輸送層、電子注入層、励起子ブロック層、電荷ブロック層のいずれか、若しくは複数に含有することができる。本発明にかかる炭化水素化合物が発光層に含有される場合、その含有量は発光層中、1～99質量%であることが好ましく、10～97質量%であることがより好ましく、50～95質量%であることが更に好ましい。本発明

にかかる炭化水素化合物が発光層以外の層に含有される場合、その含有量は、その層中、10%～100質量%であることが好ましく、50%～100質量%であることがより好ましく、70%～100質量%であることが更に好ましい。

炭化水素化合物が含有される発光層と陰極の間の発光層に隣接する有機層は電荷ブロック層又は電子輸送層であることが好ましく、電子輸送層であることがより好ましい。

【0095】

〔有機電界発光素子〕

本発明の素子について詳細に説明する。

本発明の有機電界発光素子は、基板上に、陽極及び陰極からなる一对の電極と、該電極間に発光層を有し、発光層と陰極の間に発光層に隣接する有機層を有する有機電界発光素子であって、発光層に下記一般式(1)で表される化合物を少なくとも一つ含有し、発光層に隣接する有機層に炭素原子と水素原子のみからなり、分子量が400～1200の範囲にあり、総炭素数13～22の縮合多環骨格を有する炭化水素化合物を少なくとも一つ含有する。

10

本発明の発光素子の一態様として、前記一般式(1)で表される化合物が前記一般式(2)で表される化合物であり、化合物の電荷に対する安定性の観点から前記炭化水素化合物が前記一般式(A_n-2)で表される化合物である有機電界発光素子が好ましい。

【0096】

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

20

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

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

【0097】

<有機層の構成>

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

30

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

【0098】

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

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

40

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

【0099】

<基板>

50

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

<陽極>

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

<陰極>

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

10

【0100】

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

【0101】

<有機層>

本発明における有機層について説明する。

【0102】

〔有機層の形成〕

本発明の有機電界発光素子において、各有機層は、蒸着法やスパッタ法等の乾式成膜法、転写法、印刷法、スピコート法、バーコート法等の溶液塗布プロセスのいずれによっても好適に形成することができる。本発明の素子において、発光層、該発光層に隣接する有機層、及び前記陽極と前記陰極の間に存在するその他の有機層のうちいずれか少なくとも1層が溶液塗布プロセスにより形成されたことが好ましい。

20

【0103】

〔発光層〕

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

30

【0104】

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

【0105】

〔発光材料〕

本発明における発光材料としては、燐光性発光材料、蛍光性発光材料等いずれも用いることができる。

本発明における発光層は、色純度を向上させるためや発光波長領域を広げるために2種類以上の発光材料を含有することができる。発光材料の少なくとも一種が燐光発光材料であることが好ましい。

40

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

前記発光材料の少なくとも一種が白金錯体材料又はイリジウム錯体材料であることが好ましく、イリジウム錯体材料であることがより好ましい。

蛍光発光材料、燐光発光材料については、例えば、特開2008-270736の段落番号〔0100〕～〔0164〕、特開2007-266458の段落番号〔0088〕

50

～〔0090〕に詳述されており、これらの公報に記載の事項を本発明に適用することができる。

【0106】

発光効率等の観点からは、燐光発光材料が好ましい。本発明に使用できる燐光発光材料としては、例えば、US6303238B1、US6097147、WO00/57676、WO00/70655、WO01/08230、WO01/39234A2、WO01/41512A1、WO02/02714A2、WO02/15645A1、WO02/44189A1、WO05/19373A2、特開2001-247859、特開2002-302671、特開2002-117978、特開2003-133074、特開2002-235076、特開2003-123982、特開2002-170684、EP1211257、特開2002-226495、特開2002-234894、特開2001-247859、特開2001-298470、特開2002-173674、特開2002-203678、特開2002-203679、特開2004-357791、特開2006-256999、特開2007-19462、特開2007-84635、特開2007-96259等の特許文献に記載の燐光発光化合物などが挙げられ、中でも、更に好ましい発光性ドーパントとしては、Ir錯体、Pt錯体、Cu錯体、Re錯体、W錯体、Rh錯体、Ru錯体、Pd錯体、Os錯体、Eu錯体、Tb錯体、Gd錯体、Dy錯体、及びCe錯体が挙げられる。特に好ましくは、Ir錯体、Pt錯体、又はRe錯体であり、中でも金属-炭素結合、金属-窒素結合、金属-酸素結合、金属-硫黄結合の少なくとも一つの配位様式を含むIr錯体、Pt錯体、又はRe錯体が好ましい。更に、発光効率、駆動耐久性、色度等の観点で、Ir錯体、Pt錯体が特に好ましく、Ir錯体が最も好ましい。

10

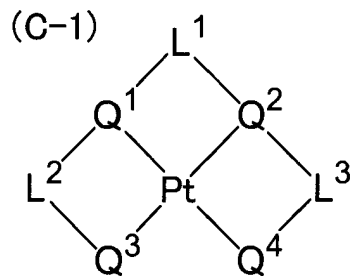
20

【0107】

白金錯体として好ましくは、下記一般式(C-1)で表される白金錯体である。

【0108】

【化19】



30

【0109】

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

【0110】

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

40

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

50

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

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

10

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

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

20

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

30

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

【0111】

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

40

【0112】

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

50

ど)、又はこれらを組み合わせたものが挙げられる。ここで、R及びR'としては各々独立してアルキル基、アリアル基等が挙げられる。これらの連結基は、更に置換基を有していてもよい。

錯体の安定性及び発光量子収率の観点から、 L^1 、 L^2 及び L^3 として好ましくは単結合、アルキレン基、アリーレン基、ヘテロアリーレン基、イミノ基、オキシ基、チオ基、シリレン基であり、より好ましくは単結合、アルキレン基、アリーレン基、イミノ基であり、更に好ましくは単結合、アルキレン基、アリーレン基であり、更に好ましくは、単結合、メチレン基、フェニレン基であり、更に好ましくは単結合、ジ置換のメチレン基であり、更に好ましくは単結合、ジメチルメチレン基、ジエチルメチレン基、ジイソブチルメチレン基、ジベンジルメチレン基、エチルメチルメチレン基、メチルプロピルメチレン基、イソブチルメチルメチレン基、ジフェニルメチレン基、メチルフェニルメチレン基、シクロヘキサンジイル基、シクロペンタンジイル基、フルオレンジイル基、フルオロメチルメチレン基である。

L^1 は特に好ましくはジメチルメチレン基、ジフェニルメチレン基、シクロヘキサンジイル基であり、最も好ましくはジメチルメチレン基である。

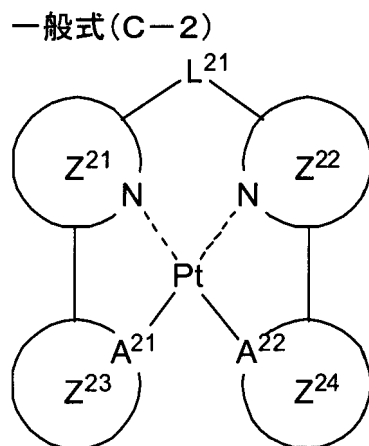
L^2 及び L^3 として最も好ましくは単結合である。

【0113】

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

【0114】

【化20】



【0115】

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

【0116】

一般式(C-2)について説明する。 L^{21} は、前記一般式(C-1)中の L^1 と同義であり、また好ましい範囲も同様である。

【0117】

A^{21} 、 A^{22} はそれぞれ独立に炭素原子又は窒素原子を表す。 A^{21} 、 A^{22} の内、少なくとも一方は炭素原子であることが好ましく、 A^{21} 、 A^{22} が共に炭素原子であることが、錯体の安定性の観点及び錯体の発光量子収率の観点から好ましい。

【0118】

Z^{21} 、 Z^{22} は、それぞれ独立に含窒素芳香族ヘテロ環を表す。 Z^{21} 、 Z^{22} で表される含窒素芳香族ヘテロ環としては、ピリジン環、ピリミジン環、ピラジン環、トリアジン環、イミダゾール環、ピラゾール環、オキサゾール環、チアゾール環、トリアゾール環、オキサジアゾール環、チアジアゾール環などが挙げられる。錯体の安定性、発光波長

10

20

30

40

50

制御及び発光量子収率の観点から、 Z^{21} 、 Z^{22} で表される環として好ましくは、ピリジン環、ピラジン環、イミダゾール環、ピラゾール環であり、より好ましくはピリジン環、イミダゾール環、ピラゾール環であり、更に好ましくはピリジン環、ピラゾール環であり、特に好ましくはピリジン環である。

【0119】

前記 Z^{21} 、 Z^{22} で表される含窒素芳香族ヘテロ環は置換基を有していてもよく、炭素原子上の置換基としては前記置換基群Aが、窒素原子上の置換基としては前記置換基群Bが適用できる。炭素原子上の置換基として好ましくはアルキル基、ペルフルオロアルキル基、アリール基、芳香族ヘテロ環基、ジアルキルアミノ基、ジアリールアミノ基、アルコキシ基、シアノ基、フッ素原子である。置換基は発光波長や電位の制御のために適宜選択されるが、短波長化させる場合には電子供与性基、フッ素原子、芳香環基が好ましく、例えばアルキル基、ジアルキルアミノ基、アルコキシ基、フッ素原子、アリール基、芳香族ヘテロ環基などが選択される。また長波長化させる場合には電子求引性基が好ましく、例えばシアノ基、ペルフルオロアルキル基などが選択される。窒素原子上の置換基として好ましくは、アルキル基、アリール基、芳香族ヘテロ環基であり、錯体の安定性の観点からアルキル基、アリール基が好ましい。前記置換基同士は連結して縮合環を形成していてもよく、形成される環としては、ベンゼン環、ピリジン環、ピラジン環、ピリダジン環、ピリミジン環、イミダゾール環、オキサゾール環、チアゾール環、ピラゾール環、チオフェン環、フラン環などが挙げられる。

10

【0120】

Z^{23} 、 Z^{24} は、それぞれ独立にベンゼン環又は芳香族ヘテロ環を表す。 Z^{23} 、 Z^{24} で表される含窒素芳香族ヘテロ環としては、ピリジン環、ピリミジン環、ピラジン環、ピリダジン環、トリアジン環、イミダゾール環、ピラゾール環、オキサゾール環、チアゾール環、トリアゾール環、オキサジアゾール環、チアジアゾール環、チオフェン環、フラン環などが挙げられる。錯体の安定性、発光波長制御及び発光量子収率の観点から Z^{23} 、 Z^{24} で表される環として好ましくは、ベンゼン環、ピリジン環、ピラジン環、イミダゾール環、ピラゾール環、チオフェン環であり、より好ましくはベンゼン環、ピリジン環、ピラゾール環であり、更に好ましくはベンゼン環、ピリジン環である。

20

【0121】

前記 Z^{23} 、 Z^{24} で表されるベンゼン環、含窒素芳香族ヘテロ環は置換基を有していてもよく、炭素原子上の置換基としては前記置換基群Aが、窒素原子上の置換基としては前記置換基群Bが適用できる。炭素上の置換基として好ましくはアルキル基、ペルフルオロアルキル基、アリール基、芳香族ヘテロ環基、ジアルキルアミノ基、ジアリールアミノ基、アルコキシ基、シアノ基、フッ素原子である。置換基は発光波長や電位の制御のために適宜選択されるが、長波長化させる場合には電子供与性基、芳香環基が好ましく、例えばアルキル基、ジアルキルアミノ基、アルコキシ基、アリール基、芳香族ヘテロ環基などが選択される。また短波長化させる場合には電子求引性基が好ましく、例えばフッ素原子、シアノ基、ペルフルオロアルキル基などが選択される。窒素原子上の置換基として好ましくは、アルキル基、アリール基、芳香族ヘテロ環基であり、錯体の安定性の観点からアルキル基、アリール基が好ましい。前記置換基同士は連結して縮合環を形成していてもよく、形成される環としては、ベンゼン環、ピリジン環、ピラジン環、ピリダジン環、ピリミジン環、イミダゾール環、オキサゾール環、チアゾール環、ピラゾール環、チオフェン環、フラン環などが挙げられる。

30

40

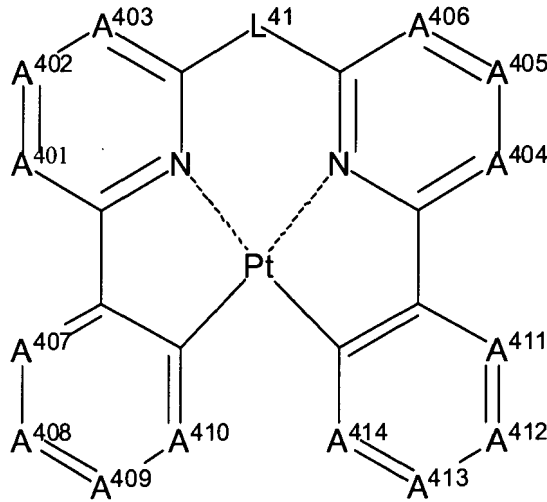
【0122】

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

【0123】

【化 2 1】

一般式 (C-4)



10

【0124】

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

20

【0125】

一般式 (C-4) について説明する。

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

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

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

30

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

【0126】

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

40

$A^{407} \sim A^{414}$ が C-R を表す場合に、 A^{408} 、 A^{412} の R として好ましくは水素原子、アルキル基、ペルフルオロアルキル基、アリール基、アミノ基、アルコキシ基、アリールオキシ基、フッ素原子、シアノ基であり、より好ましくは水素原子、ペルフルオロアルキル基、アルキル基、アリール基、フッ素原子、シアノ基であり、特に好ましくは、水素原子、フェニル基、ペルフルオロアルキル基、シアノ基である。 A^{407} 、 A^{409} 、 A^{411} 、 A^{413} の R として好ましくは水素原子、アルキル基、ペルフルオロアルキル基、アリール基、アミノ基、アルコキシ基、アリールオキシ基、フッ素原子、シアノ基であり、より好ましくは水素原子、ペルフルオロアルキル基、フッ素原子、シアノ基であり、特に好ましくは水素原子、フェニル基、フッ素原子である。 A^{410} 、 A^{414} の

50

Rとして好ましくは水素原子、フッ素原子であり、より好ましくは水素原子である。A⁴⁰⁷ ~ A⁴⁰⁹、A⁴¹¹ ~ A⁴¹³のいずれかがC - Rを表す場合に、R同士が互いに連結して環を形成していても良い。

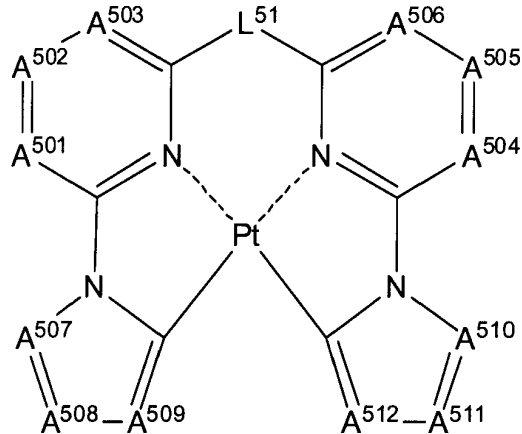
【0127】

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

【0128】

【化22】

(C-5)



10

20

【0129】

(一般式(C - 5)中、A⁵⁰¹ ~ A⁵¹²は、それぞれ独立に、C - R又は窒素原子を表す。Rは水素原子又は置換基を表す。L⁵¹は単結合又は二価の連結基を表す。)

【0130】

一般式(C - 5)について説明する。A⁵⁰¹ ~ A⁵⁰⁶及びL⁵¹は、前記一般式(C - 4)におけるA⁴⁰¹ ~ A⁴⁰⁶及びL⁴¹と同義であり、好ましい範囲も同様である。

30

【0131】

A⁵⁰⁷、A⁵⁰⁸及びA⁵⁰⁹とA⁵¹⁰、A⁵¹¹及びA⁵¹²は、及びそれぞれ独立に、C - R又は窒素原子を表す。Rは水素原子又は置換基を表す。Rで表される置換基としては、前記置換基群Aとして挙げたものが適用できる。A⁵⁰⁷、A⁵⁰⁸及びA⁵⁰⁹とA⁵¹⁰、A⁵¹¹及びA⁵¹²がC - Rである場合に、Rとして好ましくは水素原子、アルキル基、ペルフルオロアルキル基、アリール基、芳香族ヘテロ環基、ジアルキルアミノ基、ジアリールアミノ基、アルキルオキシ基、シアノ基、フッ素原子であり、より好ましくは、水素原子、アルキル基、ペルフルオロアルキル基、アリール基、ジアルキルアミノ基、シアノ基、フッ素原子、更に好ましくは、水素原子、アルキル基、トリフルオロメチル基、フッ素原子である。また可能な場合は置換基同士が連結して、縮環構造を形成してもよい。A⁵⁰⁷、A⁵⁰⁸及びA⁵⁰⁹とA⁵¹⁰、A⁵¹¹及びA⁵¹²のうち少なくとも一つは窒素原子であることが好ましく、特にA⁵¹⁰又はA⁵⁰⁷が窒素原子であることが好ましい。

40

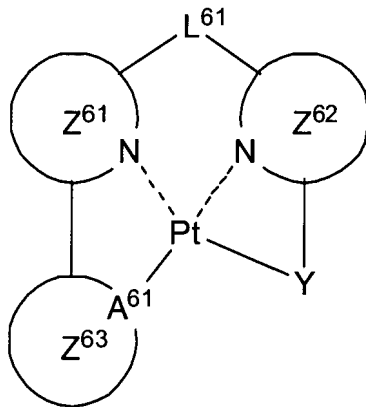
【0132】

一般式(C - 1)で表される白金錯体のうち、より好ましい別の態様は下記一般式(C - 6)で表される白金錯体である。

【0133】

【化23】

一般式(C-6)



10

【0134】

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

【0135】

一般式(C-6)について説明する。 L^{61} は、前記一般式(C-1)中の L^1 と同義であり、また好ましい範囲も同様である。

20

【0136】

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

【0137】

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

【0138】

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

30

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

40

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

【0139】

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

【0140】

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

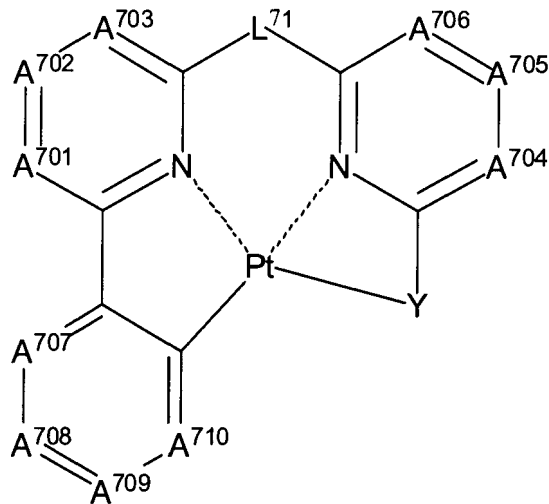
50

C - 7) で表される白金錯体である。

【 0 1 4 1 】

【 化 2 4 】

一般式(C-7)



10

【 0 1 4 2 】

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

20

【 0 1 4 3 】

一般式 (C - 7) について説明する。 L^{71} は、前記一般式 (C - 6) 中の L^{61} と同義であり、また好ましい範囲も同様である。 $A^{701} \sim A^{710}$ は一般式 (C - 4) における $A^{401} \sim A^{410}$ と同義であり、また好ましい範囲も同様である。Y は一般式 (C - 6) における Y と同義であり、また好ましい範囲も同様である。

【 0 1 4 4 】

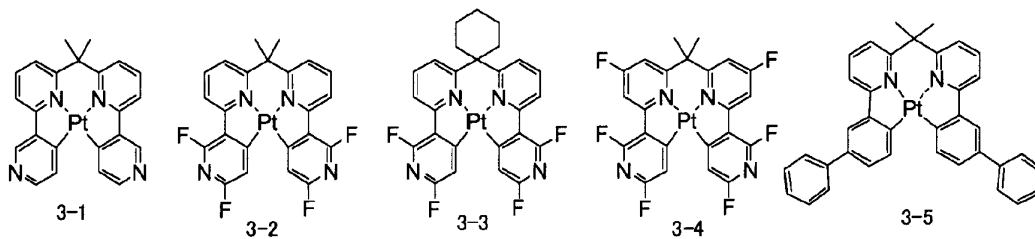
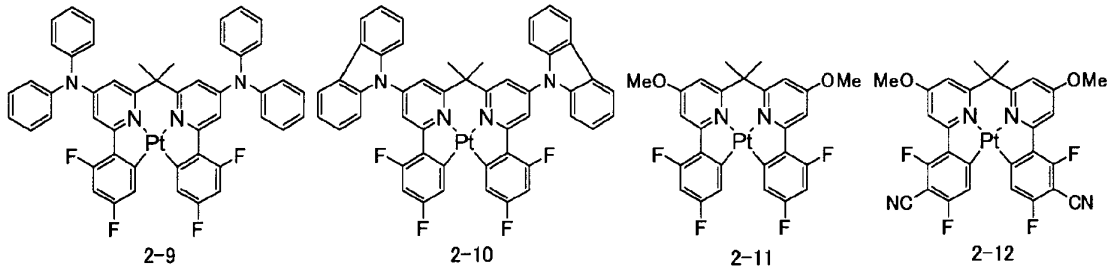
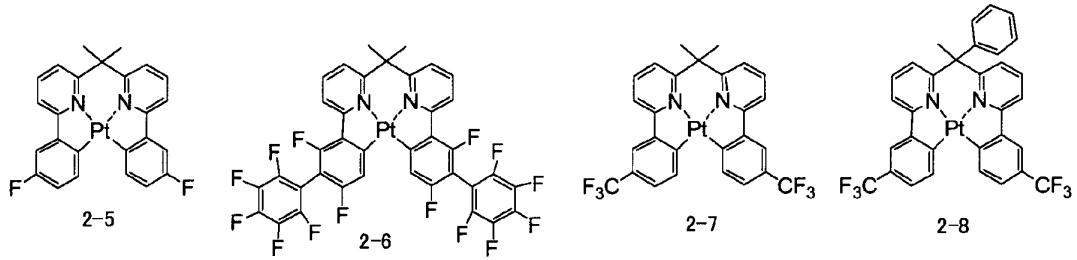
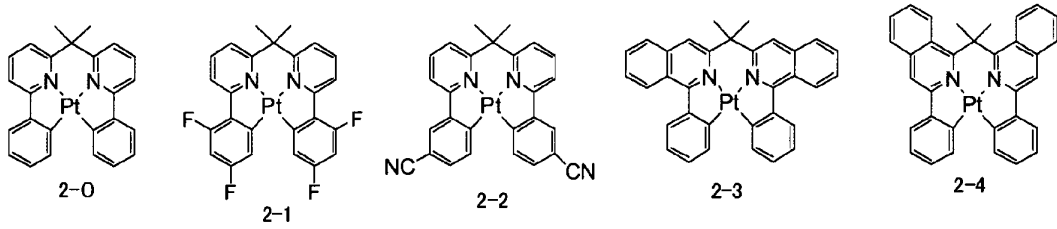
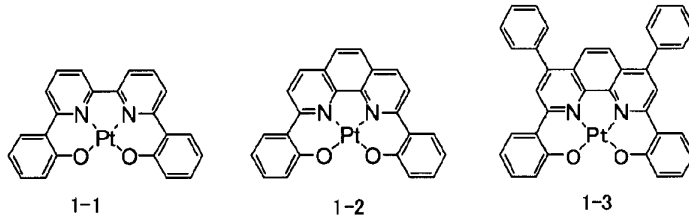
一般式 (C - 1) で表される白金錯体として具体的には、特開 2 0 0 5 - 3 1 0 7 3 3 号公報の [0 1 4 3] ~ [0 1 5 2]、[0 1 5 7] ~ [0 1 5 8]、[0 1 6 2] ~ [0 1 6 8] に記載の化合物、特開 2 0 0 6 - 2 5 6 9 9 9 号公報の [0 0 6 5] ~ [0 0 8 3] に記載の化合物、特開 2 0 0 6 - 9 3 5 4 2 号公報の [0 0 6 5] ~ [0 0 9 0] に記載の化合物、特開 2 0 0 7 - 7 3 8 9 1 号公報の [0 0 6 3] ~ [0 0 7 1] に記載の化合物、特開 2 0 0 7 - 3 2 4 3 0 9 号公報の [0 0 7 9] ~ [0 0 8 3] に記載の化合物、特開 2 0 0 6 - 9 3 5 4 2 号公報の [0 0 6 5] ~ [0 0 9 0] に記載の化合物、特開 2 0 0 7 - 9 6 2 5 5 号公報の [0 0 5 5] ~ [0 0 7 1] に記載の化合物、特開 2 0 0 6 - 3 1 3 7 9 6 号公報の [0 0 4 3] ~ [0 0 4 6] が挙げられ、その他以下に例示する白金錯体が挙げられる。

30

【 0 1 4 5 】

40

【化 2 5】



【 0 1 4 6 】

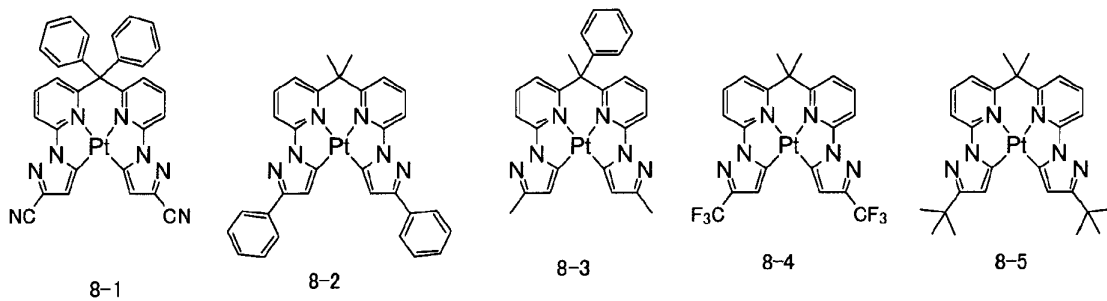
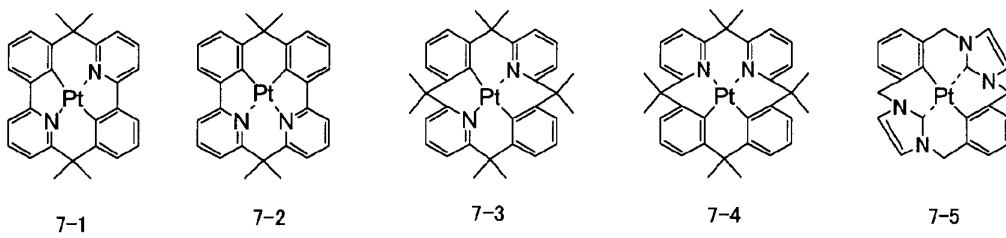
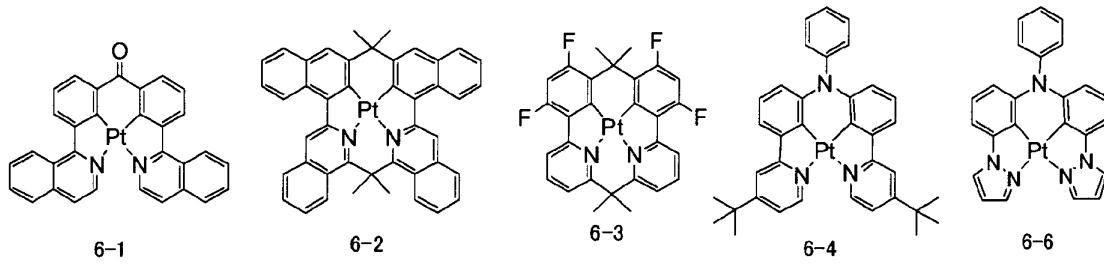
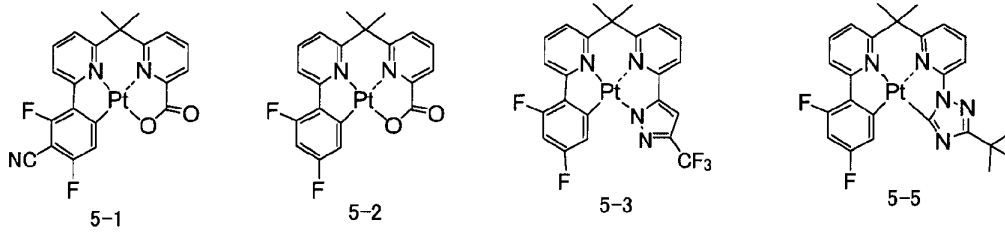
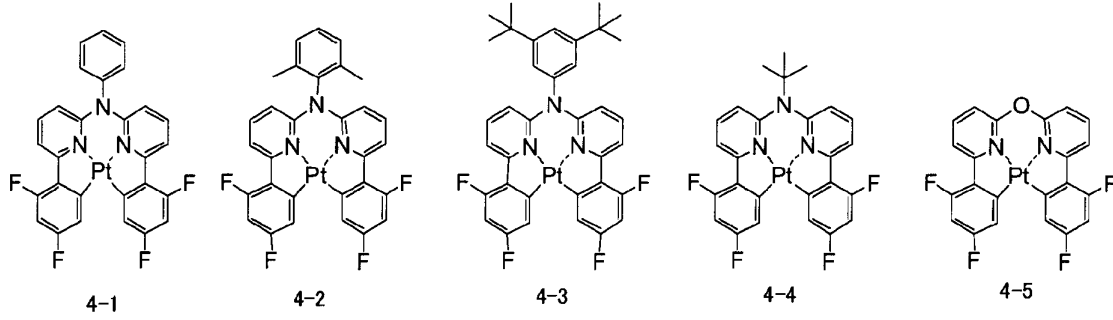
10

20

30

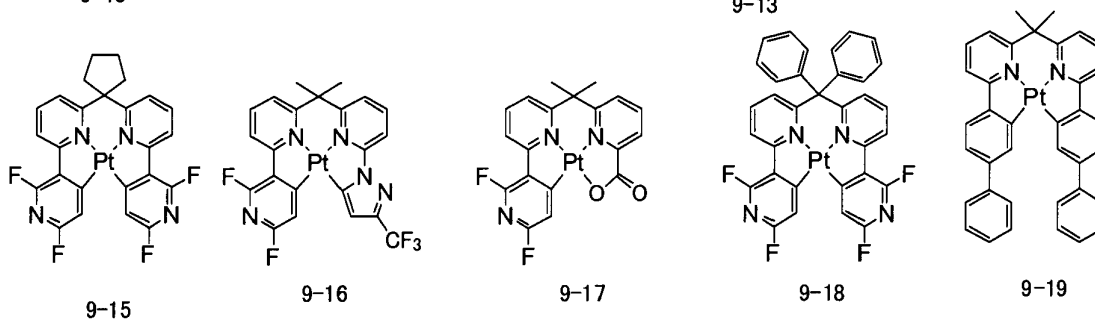
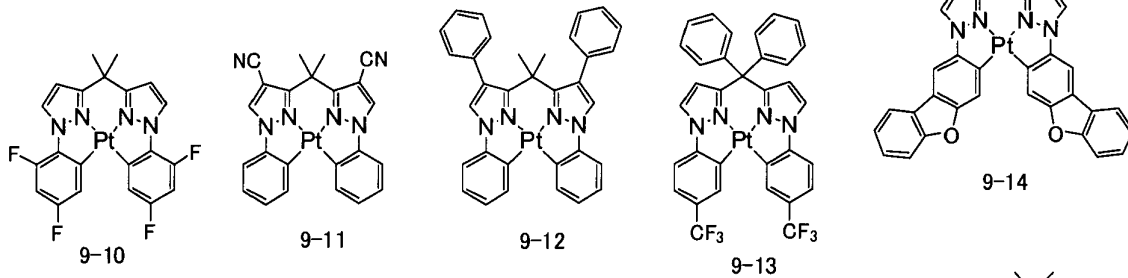
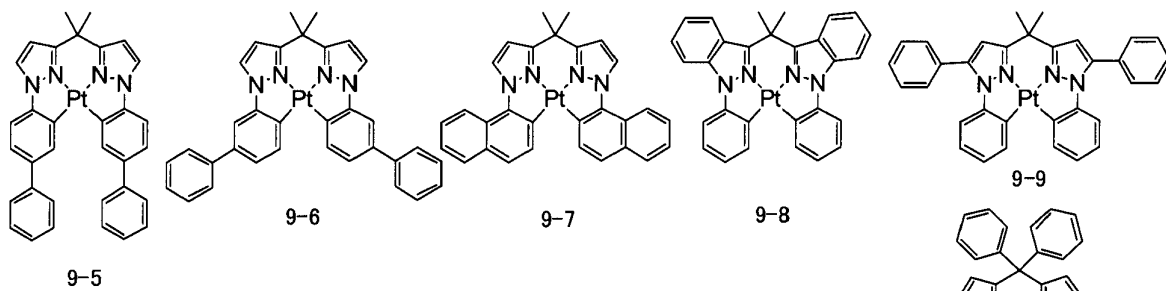
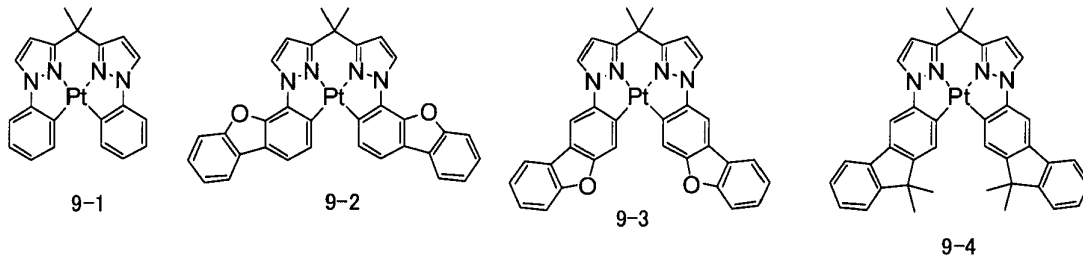
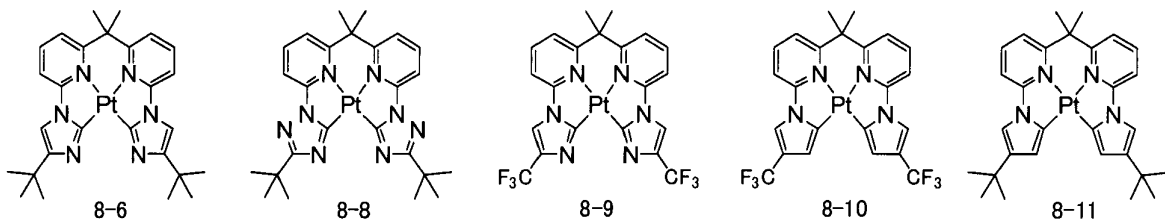
40

【化 2 6】



【 0 1 4 7 】

【化 27】



【0148】

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

例えば、配位子、又はその解離体と金属化合物を溶媒(例えば、ハロゲン系溶媒、アル

10

20

30

40

50

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

【0149】

本発明の発光層における一般式(C-1)で表される化合物の含有量は発光層中1~30質量%であることが好ましく、3~25質量%であることがより好ましく、5~20質量%であることが更に好ましい。

10

【0150】

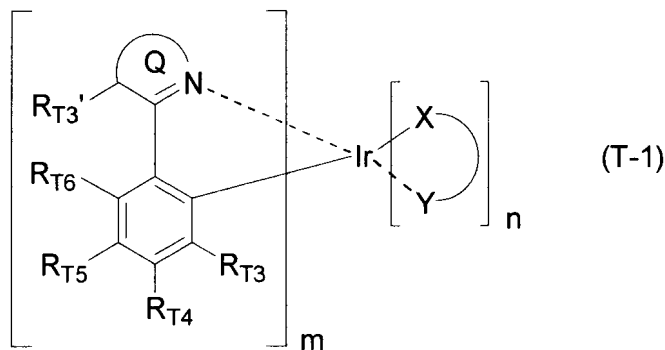
イリジウム錯体として好ましくは、下記一般式(T-1)で表されるイリジウム錯体である。

〔一般式(T-1)で表される化合物〕

一般式(T-1)で表される化合物について説明する。

【0151】

【化28】



20

【0152】

(一般式(T-1)中、 $R_{T3'}$ 、 R_{T3} 、 R_{T4} 、 R_{T5} 及び R_{T6} はそれぞれ独立に、水素原子、アルキル基、アルケニル基、アルキニル基、 $-CN$ 、ペルフルオロアルキル基、トリフルオロビニル基、 $-CO_2R_T$ 、 $-C(O)R_T$ 、 $-N(R_T)_2$ 、 $-NO_2$ 、 $-OR_T$ 、フッ素原子、アリール基又はヘテロアリール基を表し、更に置換基Tを有していてもよい。

30

Qは窒素を1つ以上含む5員又は6員の芳香族複素環又は縮合芳香族複素環である。

R_{T3} 、 R_{T4} 、 R_{T5} 及び R_{T6} は隣り合う任意の2つが互いに結合して縮合4~7員環を形成してもよく、該縮合4~7員環は、シクロアルキル、アリール又はヘテロアリールであり、該縮合4~7員環は更に置換基Tを有していてもよい。

$R_{T3'}$ と R_{T6} は、 $-C(R_T)_2-C(R_T)_2-$ 、 $-CR_T=CR_T-$ 、 $-C(R_T)_2-$ 、 $-O-$ 、 $-NR_T-$ 、 $-O-C(R_T)_2-$ 、 $-NR_T-C(R_T)_2-$ 及び $-N=CR_T-$ から選択される連結基によって連結されて環を形成してもよく、 R_T はそれぞれ独立に、水素原子、アルキル基、アルケニル基、アルキニル基、ヘテロアルキル基、アリール基、又はヘテロアリール基を表し、更に置換基Tを有していてもよい。

40

置換基Tはそれぞれ独立に、フッ素原子、 $-R'$ 、 $-OR'$ 、 $-N(R')_2$ 、 $-SR'$ 、 $-C(O)R'$ 、 $-C(O)OR'$ 、 $-C(O)N(R')_2$ 、 $-CN$ 、 $-NO_2$ 、 $-SO_2$ 、 $-SOR'$ 、 $-SO_2R'$ 、又は $-SO_3R'$ を表し、 R' はそれぞれ独立に、水素原子、アルキル基、ペルハロアルキル基、アルケニル基、アルキニル基、ヘテロアルキル基、アリール基又はヘテロアリール基を表す。

(X-Y)は、配位子を表す。mは1~3の整数、nは0~2の整数を表す。m+nは3である。)

50

【0153】

アルキル基としては、置換基を有していてもよく、飽和であっても不飽和であってもよく、置換してもよい基としては、前述の置換基Tを挙げることができる。 $R_{T3'}$ 、 R_{T3} 、 R_{T4} 、 R_{T5} 、 R_{T6} で表されるアルキル基として、好ましくは総炭素原子数1~8のアルキル基であり、より好ましくは総炭素原子数1~6のアルキル基であり、例えばメチル基、エチル基、*i*-プロピル基、シクロヘキシル基、*t*-ブチル基等が挙げられる。シクロアルキル基としては、置換基を有していてもよく、飽和であっても不飽和であってもよく、置換してもよい基としては、前述の置換基Tを挙げることができる。 $R_{T3'}$ 、 R_{T3} 、 R_{T4} 、 R_{T5} 、 R_{T6} で表されるシクロアルキル基として、好ましくは環員数4~7のシクロアルキル基であり、より好ましくは総炭素原子数5~6のシクロアルキル基であり、例えばシクロペンチル基、シクロヘキシル基等が挙げられる。

10

$R_{T3'}$ 、 R_{T3} 、 R_{T4} 、 R_{T5} 、 R_{T6} で表されるアルケニル基としては好ましくは炭素数2~30、より好ましくは炭素数2~20、特に好ましくは炭素数2~10であり、例えばビニル、アリル、1-プロペニル、1-イソプロペニル、1-ブテニル、2-ブテニル、3-ペンテニルなどが挙げられる。

$R_{T3'}$ 、 R_{T3} 、 R_{T4} 、 R_{T5} 、 R_{T6} で表されるアルキニル基としては、好ましくは炭素数2~30、より好ましくは炭素数2~20、特に好ましくは炭素数2~10であり、例えばエチニル、プロパルギル、1-プロピニル、3-ペンチニルなどが挙げられる。

【0154】

$R_{T3'}$ 、 R_{T3} 、 R_{T4} 、 R_{T5} 、 R_{T6} で表されるヘテロアルキル基は前記アルキル基の少なくとも1つの炭素がO、NR_T、又はSに置き換わった基を挙げることができる。

20

【0155】

$R_{T3'}$ 、 R_{T3} 、 R_{T4} 、 R_{T5} 、 R_{T6} で表されるアリアル基としては、好ましくは、炭素数6から30の置換若しくは無置換のアリアル基、例えば、フェニル基、トリル基、ナフチル基等が挙げられる。

【0156】

$R_{T3'}$ 、 R_{T3} 、 R_{T4} 、 R_{T5} 、 R_{T6} で表されるヘテロアリアル基としては、好ましくは、炭素数5~8のヘテロアリアル基であり、より好ましくは、5又は6員の置換若しくは無置換のヘテロアリアル基であり、例えば、ピリジル基、ピラジニル基、ピリダジニル基、ピリミジニル基、トリアジニル基、キノリニル基、イソキノリニル基、キナゾリニル基、シンノリニル基、フタラジニル基、キノキサリニル基、ピロリル基、インドリル基、フリル基、ベンゾフリル基、チエニル基、ベンゾチエニル基、ピラゾリル基、イミダゾリル基、ベンズイミダゾリル基、トリアゾリル基、オキサゾリル基、ベンズオキサゾリル基、チアゾリル基、ベンゾチアゾリル基、イソチアゾリル基、ベンズイソチアゾリル基、チアジアゾリル基、イソオキサゾリル基、ベンズイソオキサゾリル基、ピロリジニル基、ピペリジニル基、ピペラジニル基、イミダゾリジニル基、チアゾリニル基、スルホラニル基、カルバゾリル基、ジベンゾフリル基、ジベンゾチエニル基、ピリドインドリル基などが挙げられる。好ましい例としては、ピリジル基、ピリミジニル基、イミダゾリル基、チエニル基であり、より好ましくは、ピリジル基、ピリミジニル基である。

30

【0157】

$R_{T3'}$ 、 R_{T3} 、 R_{T4} 、 R_{T5} 及び R_{T6} として好ましくは、水素原子、アルキル基、シアノ基、トリフルオロメチル基、ペルフルオロアルキル基、ジアルキルアミノ基、フッ素原子、アリアル基、ヘテロアリアル基であり、より好ましくは水素原子、アルキル基、シアノ基、トリフルオロメチル基、フッ素原子、アリアル基であり、更に好ましくは、水素原子、アルキル基、アリアル基である。置換基Tとしては、アルキル基、アルコキシ基、フッ素原子、シアノ基、ジアルキルアミノ基が好ましく、水素原子がより好ましい。

40

【0158】

R_{T3} 、 R_{T4} 、 R_{T5} 及び R_{T6} は隣り合う任意の2つが互いに結合して縮合4~7員環を形成してもよく、該縮合4~7員環は、シクロアルキル、アリアル又はヘテロアリアルであり、該縮合4~7員環は更に置換基Tを有していてもよい。形成されるシクロアルキ

50

ル、アリール、ヘテロアリールの定義及び好ましい範囲は R_{T3}' 、 R_{T3} 、 R_{T4} 、 R_{T5} 、 R_{T6} で定義したシクロアルキル基、アリール基、ヘテロアリール基と同じである。

【0159】

環Qが表す芳香族複素環としては、ピリジン環、ピラジン環、ピリミジン環、ピラゾール環、イミダゾール環、トリアゾール環、オキサゾール環、オキサジアゾール環、チアゾール環、チアジアゾール環、等が挙げられる。好ましくはピリジン環、ピラジン環であり、より好ましくはピリジン環である。

【0160】

環Qが表す縮合芳香族複素環としては、キノリン環、イソキノリン環、キノキサリン環等が挙げられる。好ましくはキノリン環、イソキノリン環であり、より好ましくはキノリン環である。

10

【0161】

mは1～3であることが好ましく、2又は3であることがより好ましい。すなわち、nは0又は1であることが好ましい。錯体中の配位子の種類は1又は2種類から構成されることが好ましく、更に好ましくは1種類である。錯体分子内に反応性基を導入するには合成容易性という観点から配位子が2種類からなることも好ましい。

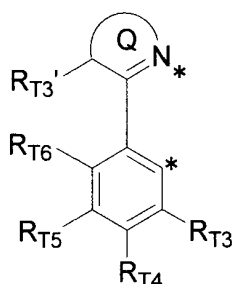
【0162】

一般式(T-1)で表される金属錯体は、一般式(T-1)における下記一般式(T-1-A)で表される配位子若しくはその互変異性体と、(X-Y)で表される配位子若しくはその互変異性体との組み合わせを含んで構成されるか、該金属錯体の配位子の全てが下記一般式(T-1-A)で表される配位子又はその互変異性体のみで構成されていてもよい。

20

【0163】

【化29】



(T-1-A)

30

【0164】

(一般式(T-1-A)中、 R_{T3}' 、 R_{T3} 、 R_{T4} 、 R_{T5} 、 R_{T6} 及びQは、一般式(T-1)における、 R_{T3}' 、 R_{T3} 、 R_{T4} 、 R_{T5} 、 R_{T6} 及びQと同義である。*はイリジウムへの配位位置を表す。)

【0165】

更に従来公知の金属錯体形成に用いられる、所謂配位子として当該業者が周知の配位子(配位化合物ともいう)を必要に応じて(X-Y)で表される配位子として有していてもよい。

40

【0166】

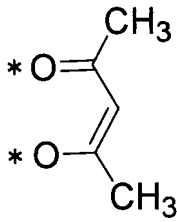
従来公知の金属錯体に用いられる配位子としては、種々の公知の配位子があるが、例えば、「Photochemistry and Photophysics of Coordination Compounds」Springer-Verlag社 H. Yersin著 1987年発行、「有機金属化学-基礎と応用-」裳華房社 山本明夫著 1982年発行等に記載の配位子(例えば、ハロゲン配位子(好ましくは塩素配位子)、含窒素ヘテロアリール配位子(例えば、ピピリジル、フェナントロリンなど)、ジケトン配位子(例えば、アセチルアセトンなど)が挙げられる。(X-Y)で表される配位

50

子として好ましくは、ジケトン類あるいはピコリン酸誘導体であり、錯体の安定性と高い発光効率が見られる観点から以下に示されるアセチルアセトネート (acac) であることが最も好ましい。

【0167】

【化30】



acac

10

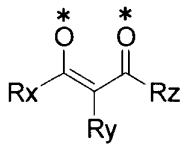
【0168】

* はイリジウムへの配位位置を表す。

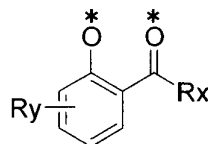
以下に、(X - Y) で表される配位子の例を具体的に挙げるが、本発明はこれらに限定されない。

【0169】

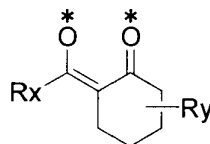
【化31】



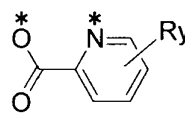
(I-1)



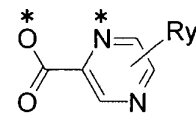
(I-2)



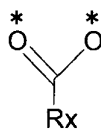
(I-3)



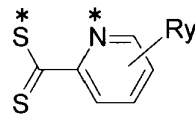
(I-4)



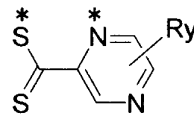
(I-5)



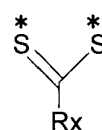
(I-6)



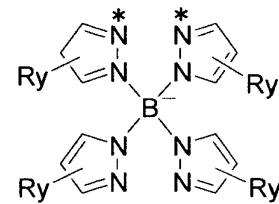
(I-7)



(I-8)

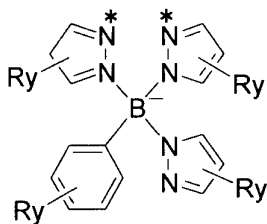


(I-9)

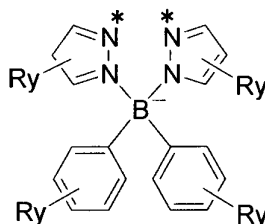


(I-10)

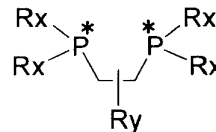
30



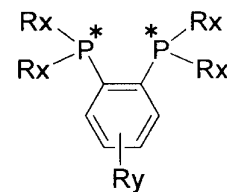
(I-11)



(I-12)



(I-13)



(I-14)

40

【0170】

上記 (X - Y) で表される配位子の例において、* は一般式 (T - 1) におけるイリジ

50

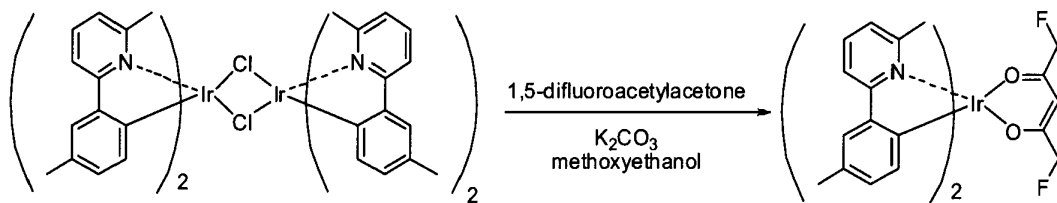
ウムへの配位位置を表す。R_x、R_y及びR_zはそれぞれ独立に水素原子又は置換基を表す。該置換基としては前記置換基群Aから選ばれる置換基が挙げられる。好ましくは、R_x、R_zはそれぞれ独立にアルキル基、ペルフルオロアルキル基、フッ素原子、アリール基のいずれかであり、より好ましくは炭素数1～4のアルキル基、炭素数1～4のペルフルオロアルキル基、フッ素原子、置換されていても良いフェニル基であり、最も好ましくはメチル基、エチル基、トリフルオロメチル基、フッ素原子、フェニル基である。R_yは好ましくは水素原子、アルキル基、ペルフルオロアルキル基、フッ素原子、アリール基のいずれかであり、より好ましくは水素原子、炭素数1～4のアルキル基、置換されていても良いフェニル基であり、最も好ましくは水素原子、メチル基のいずれかである。これら配位子は素子中で電荷を輸送したり励起によって電子が集中する部位ではないと考えられるため、R_x、R_y、R_zは化学的に安定な置換基であれば良く、本発明の効果にも影響を及ぼさない。

10

錯体合成が容易であるため好ましくは(I-1)、(I-4)、(I-5)であり、最も好ましくは(I-1)である。これらの配位子を有する錯体は、対応する配位子前駆体を用いることで公知の合成例と同様に合成できる。例えば国際公開2009-073245号46ページに記載の方法と同様に、市販のジフルオロアセチルアセトンを用いて以下に示す方法で合成する事ができる。

【0171】

【化32】



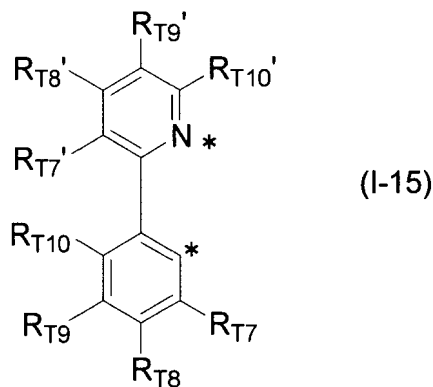
20

【0172】

また、配位子として一般式(I-15)に示すモノアニオン性配位子を用いる事もできる。

【0173】

【化33】



30

40

【0174】

一般式(I-15)におけるR_{T7}～R_{T10}は、一般式(T-1)におけるR_{T3}～R_{T6}と同義であり、好ましい範囲も同様である。R_{T7}'～R_{T10}'は、R_{T3}'と同義であり、好ましい範囲もR_{T3}'と同様である。*はイリジウムへの配位位置を表す。

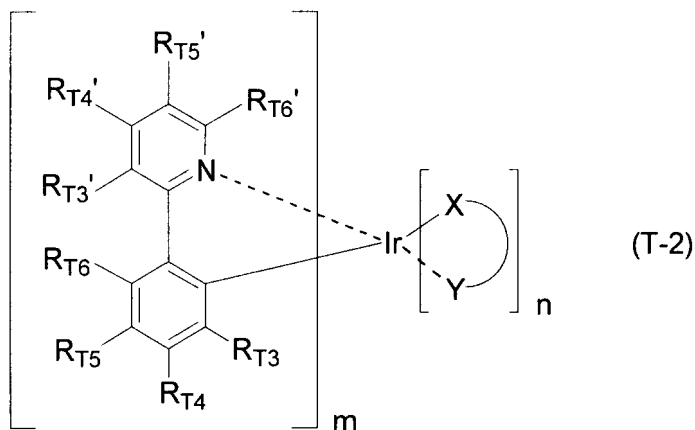
【0175】

前記一般式(T-1)で表される化合物は、好ましくは下記一般式(T-2)で表される化合物である。

【0176】

50

【化34】



10

【0177】

(一般式(T-2)中、 $R_{T3}' \sim R_{T6}'$ 及び $R_{T3} \sim R_{T6}$ はそれぞれ独立に、水素原子、アルキル基、アルケニル基、アルキニル基、 $-\text{CN}$ 、ペルフルオロアルキル基、トリフルオロビニル基、 $-\text{CO}_2 R_T$ 、 $-\text{C}(\text{O}) R_T$ 、 $-\text{N}(\text{R}_T)_2$ 、 $-\text{NO}_2$ 、 $-\text{OR}_T$ 、フッ素原子、アリール基又はヘテロアリール基を表し、更に置換基Tを有していてもよい。

20

R_{T3} 、 R_{T4} 、 R_{T5} 及び R_{T6} は隣り合う任意の2つが互いに結合して縮合4~7員環を形成してもよく、該縮合4~7員環は更に置換基Zを有していてもよい。

R_{T3}' と R_{T6} は、 $-\text{C}(\text{R}_T)_2 - \text{C}(\text{R}_T)_2 -$ 、 $-\text{CR}_T = \text{CR}_T -$ 、 $-\text{C}(\text{R}_T)_2 -$ 、 $-\text{O}-$ 、 $-\text{NR}_T -$ 、 $-\text{O}-\text{C}(\text{R}_T)_2 -$ 、 $-\text{NR}_T - \text{C}(\text{R}_T)_2 -$ 及び $-\text{N} = \text{CR}_T -$ から選択される連結基によって連結されて環を形成してもよい。

R_T はそれぞれ独立に、水素原子、アルキル基、アルケニル基、アルキニル基、ヘテロアルキル基、アリール基、又はヘテロアリール基を表し、更に置換基Tを有していてもよい。

置換基Tはそれぞれ独立に、フッ素原子、 $-\text{R}'$ 、 $-\text{OR}'$ 、 $-\text{N}(\text{R}')_2$ 、 $-\text{SR}'$ 、 $-\text{C}(\text{O})\text{R}'$ 、 $-\text{C}(\text{O})\text{OR}'$ 、 $-\text{C}(\text{O})\text{N}(\text{R}')_2$ 、 $-\text{CN}$ 、 $-\text{NO}_2$ 、 $-\text{SO}_2$ 、 $-\text{SOR}'$ 、 $-\text{SO}_2\text{R}'$ 、又は $-\text{SO}_3\text{R}'$ を表し、 R' はそれぞれ独立に、水素原子、アルキル基、ペルハロアルキル基、アルケニル基、アルキニル基、ヘテロアルキル基、アリール基又はヘテロアリール基を表す。

30

(X-Y)は、配位子を表す。mは1~3の整数、nは0~2の整数を表す。m+nは3である。))

【0178】

一般式(T-2)における R_{T3}' 、 $R_{T3} \sim R_{T6}$ 、(X-Y)、m及びnの好ましい範囲は、一般式(T-1)における R_{T3}' 、 $R_{T3} \sim R_{T6}$ 、(X-Y)、m及びnの好ましい範囲と同様である。

40

R_{T4}' は水素原子、アルキル基、アリール基、フッ素原子が好ましく、水素原子がより好ましい。

R_{T5}' 及び R_{T6}' は水素原子を表すか、又は互いに結合して縮合4~7員環式基を形成することが好ましく、該縮合4~7員環式基は、シクロアルキル、シクロヘテロアルキル、アリール、又はヘテロアリールであることがより好ましく、アリールであることが更に好ましい。

$R_{T4}' \sim R_{T6}'$ における置換基Tとしてはアルキル基、アルコキシ基、フッ素原子、シアノ基、アルキルアミノ基、ジアリールアミノ基が好ましく、アルキル基がより好ましい。

【0179】

50

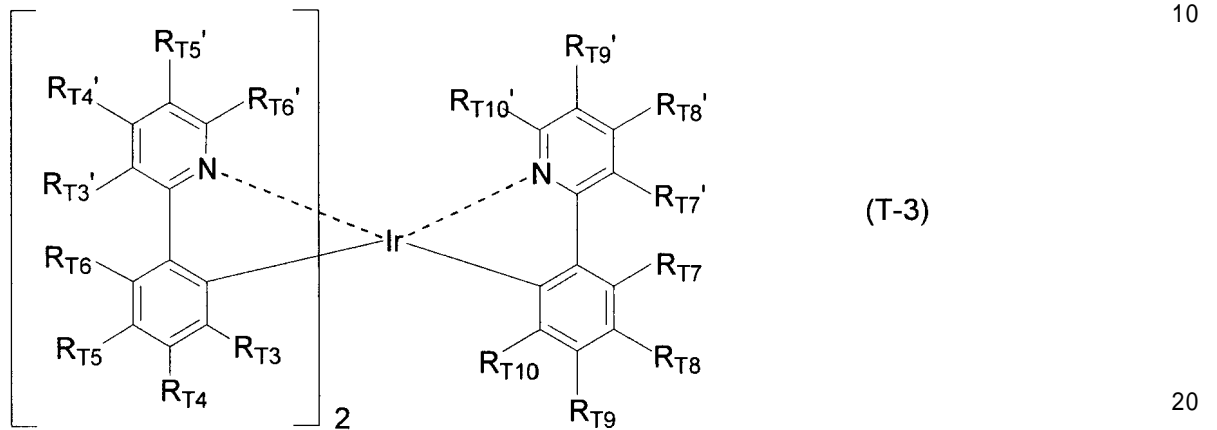
前記一般式 (T - 2) で表される化合物の好ましい形態の一つは、一般式 (T - 2) において R_{T3}' 、 R_{T4}' 、 R_{T5}' 、 R_{T6}' 、 R_{T3} 、 R_{T4} 、 R_{T5} 及び R_{T6} のうち、隣り合う任意の2つが互いに結合して縮合環を形成しない場合である。

【 0 1 8 0 】

前記一般式 (T - 2) で表される化合物の好ましい形態の一つは、下記一般式 (T - 3) で表される場合である。

【 0 1 8 1 】

【 化 3 5 】



【 0 1 8 2 】

一般式 (T - 3) における $R_{T3}' \sim R_{T6}'$ 、 $R_{T3} \sim R_{T6}$ は、一般式 (T - 2) における $R_{T3}' \sim R_{T6}'$ 、 $R_{T3} \sim R_{T6}$ と同義であり、好ましい範囲も同様である。

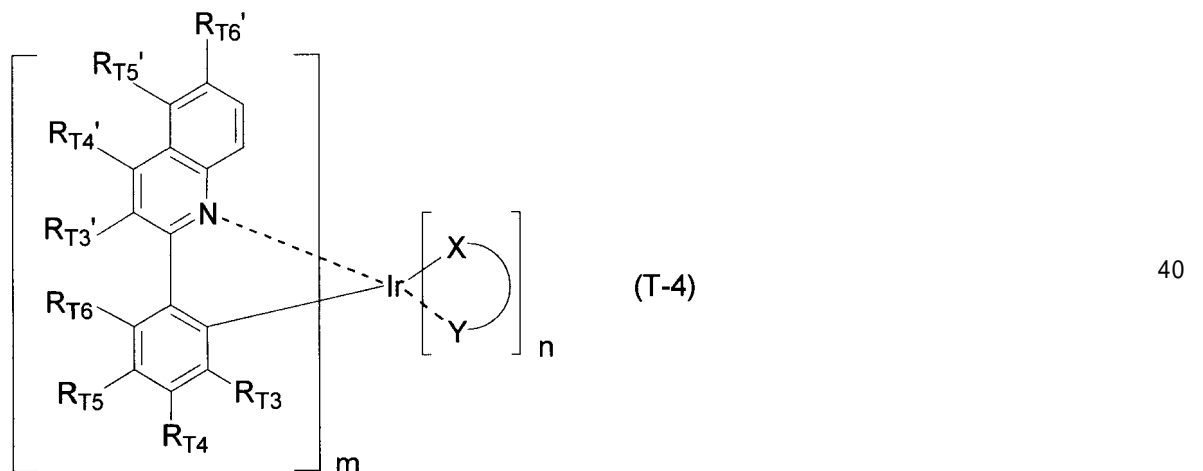
$R_{T7} \sim R_{T10}$ は、 $R_{T3} \sim R_{T6}$ と同義であり、好ましい範囲も同様である。 $R_{T7}' \sim R_{T10}'$ は、 $R_{T3}' \sim R_{T6}'$ と同義であり、好ましい範囲も同様である。

【 0 1 8 3 】

前記一般式 (T - 2) で表される化合物の好ましい別の形態は、下記一般式 (T - 4) で表される化合物である。

【 0 1 8 4 】

【 化 3 6 】



【 0 1 8 5 】

一般式 (T - 4) における $R_{T3}' \sim R_{T6}'$ 、 $R_{T3} \sim R_{T6}$ 、(X - Y)、m 及び n は、一般式 (T - 2) における $R_{T3}' \sim R_{T6}'$ 、 $R_{T3} \sim R_{T6}$ 、(X - Y)、m 及び n と同義であり、好ましい範囲も同様である。 $R_{T3}' \sim R_{T6}'$ 及び $R_{T3} \sim R_{T6}$ のうち、

10

20

30

40

50

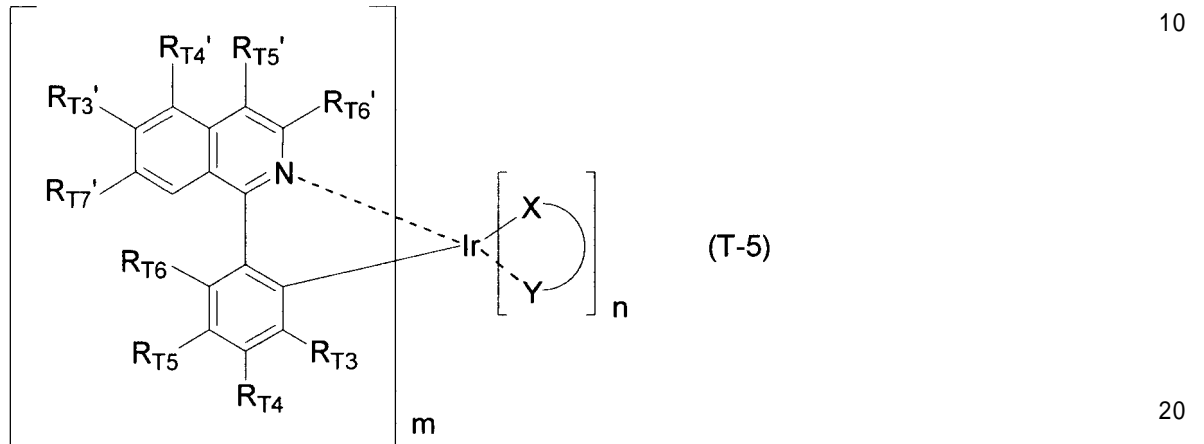
0 ~ 2つがアルキル基又はフェニル基で残りが全て水素原子である場合が特に好ましく、 $R_{T3'}$ ~ $R_{T6'}$ 及び R_{T3} ~ R_{T6} のうち、1つ又は2つがアルキル基で残りが全て水素原子である場合が更に好ましい。

【0186】

前記一般式(T-2)で表される化合物の好ましい別の形態は、下記一般式(T-5)で表される化合物である。

【0187】

【化37】



【0188】

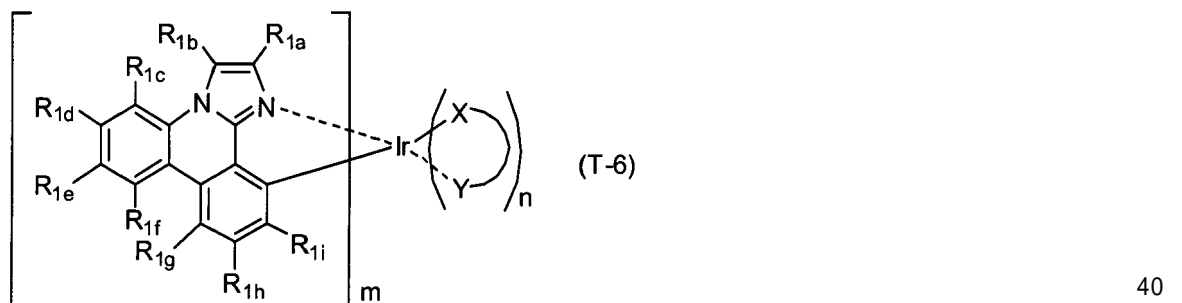
一般式(T-5)における $R_{T3'}$ ~ $R_{T7'}$ 、 R_{T3} ~ R_{T6} 、(X-Y)、m及びnは、一般式(T-2)における $R_{T3'}$ ~ $R_{T6'}$ 、 R_{T3} ~ R_{T6} 、(X-Y)、m及びnと同義であり、好ましいものも同様である。

【0189】

一般式(T-1)で表される化合物の好ましい別の形態は、下記一般式(T-6)で表される場合である。

【0190】

【化38】



【0191】

一般式(T-6)中、 R_{1a} ~ R_{1i} の定義や好ましい範囲は一般式(T-1)における R_{T3} ~ R_{T6} におけるものと同様である。また R_{1a} ~ R_{1i} のうち、0 ~ 2つがアルキル基又はアール基で残りが全て水素原子である場合が特に好ましい。(X-Y)、m、及びnの定義や好ましい範囲は一般式(T-1)における(X-Y)、m、及びnと同様である。

【0192】

一般式(T-1)で表される化合物の好ましい具体例を以下に列挙するが、以下に限定されるものではない。

10

20

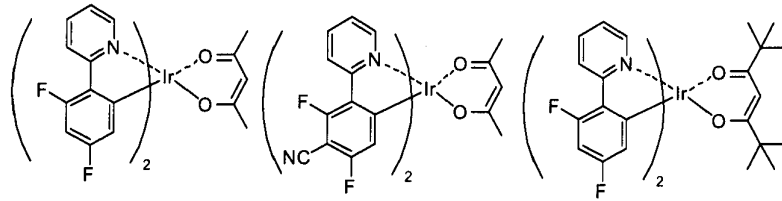
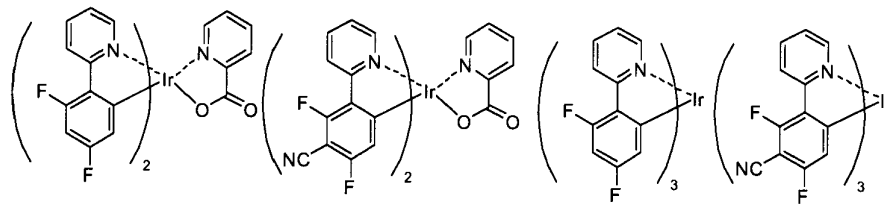
30

40

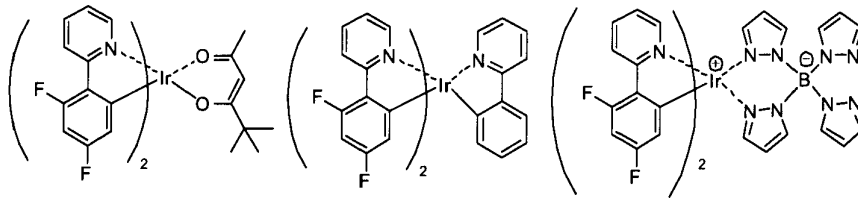
50

【 0 1 9 3 】

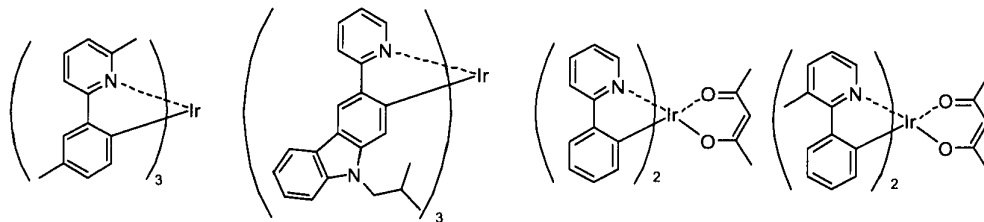
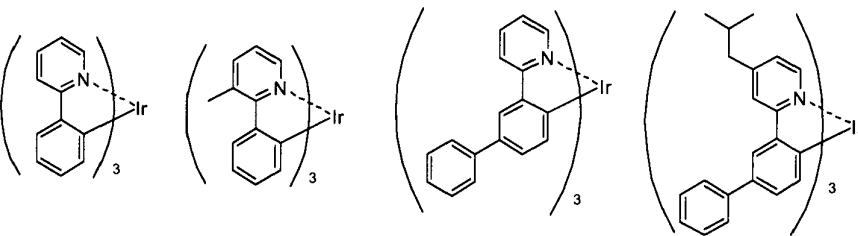
【 化 3 9 】



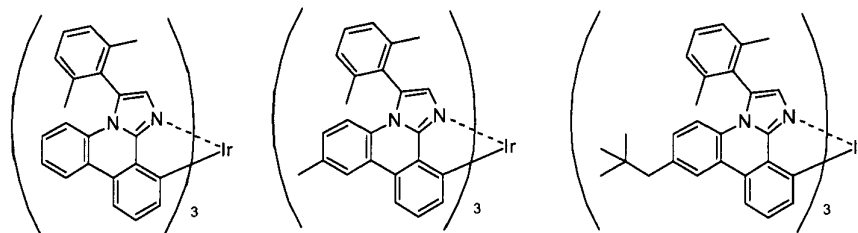
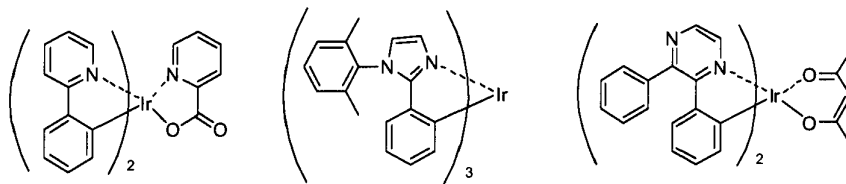
10



20



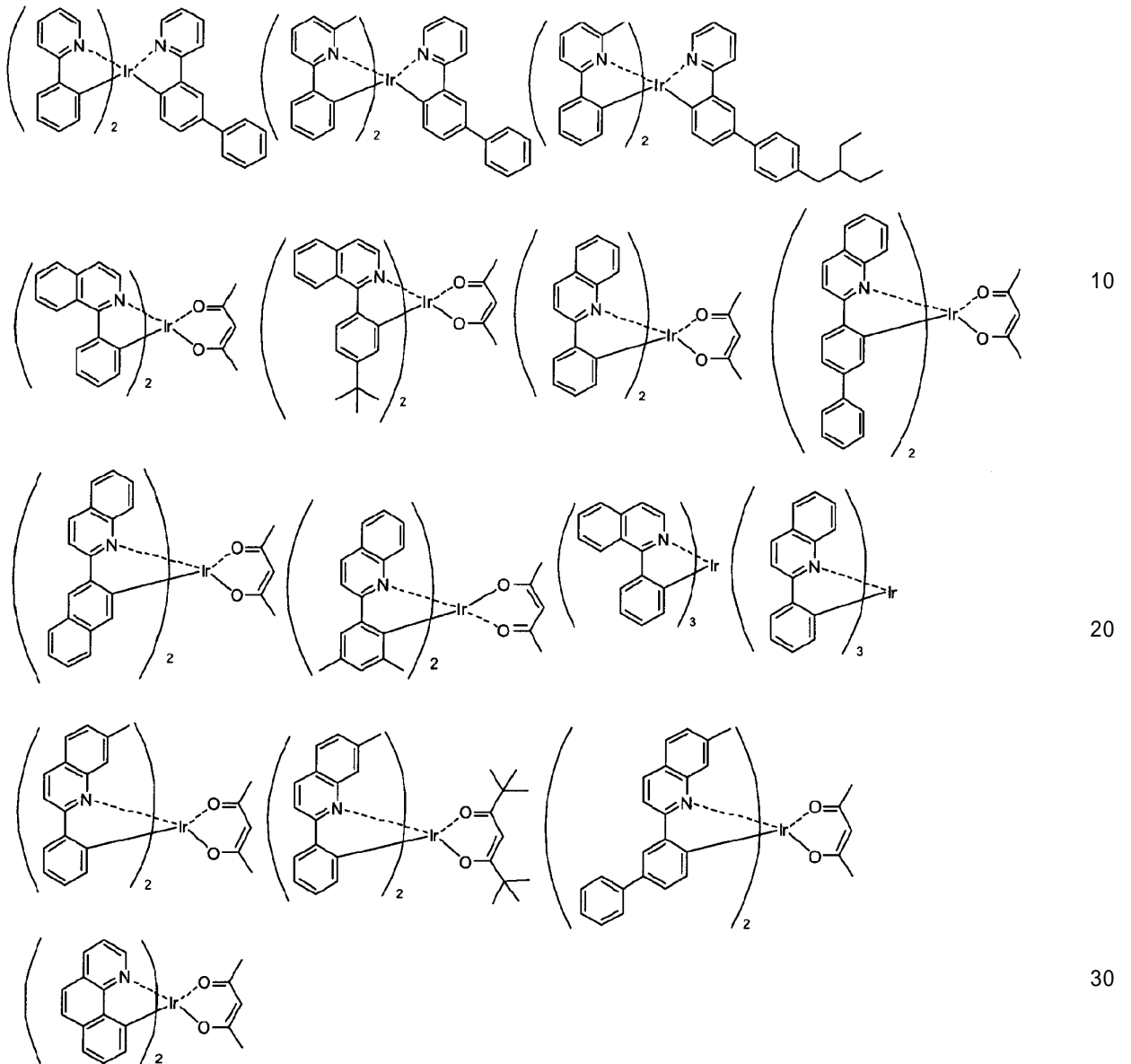
30



40

【 0 1 9 4 】

【化 4 0】



【 0 1 9 5 】

上記一般式 (T - 1) で表される化合物として例示した化合物は、特開 2 0 0 9 - 9 9 7 8 3 号公報に記載の方法や、米国特許 7 2 7 9 2 3 2 号等に記載の種々の方法で合成できる。合成後、カラムクロマトグラフィー、再結晶等による精製を行った後、昇華精製により精製することが好ましい。昇華精製により、有機不純物を分離できるだけでなく、無機塩や残留溶媒等を効果的に取り除くことができる。

【 0 1 9 6 】

一般式 (T - 1) で表される化合物は、発光層に含有されるが、その用途が限定されることはなく、更に有機層内のいずれの層に更に含有されてもよい。

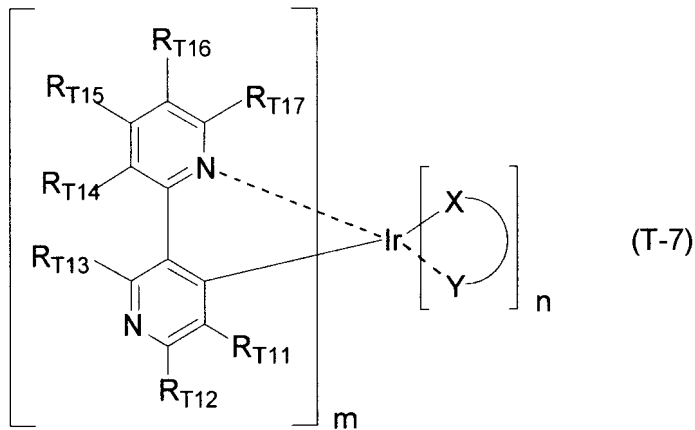
【 0 1 9 7 】

イリジウム錯体として、一般式 (T - 1) で表される化合物以外に、下記一般式 (T - 7) で表される化合物や、カルベンを配位子として有するものも好ましく用いることができる。

【 0 1 9 8 】

40

【化41】



10

【0199】

一般式(T-7)中、 $R_{T11} \sim R_{T17}$ は、一般式(T-2)における $R_{T3} \sim R_{T6}$ と同義であり、好ましい範囲も同様である。また、(X-Y)、n、及びmは一般式(T-2)における、(X-Y)、n、及びmと同義であり、好ましい範囲も同様である。

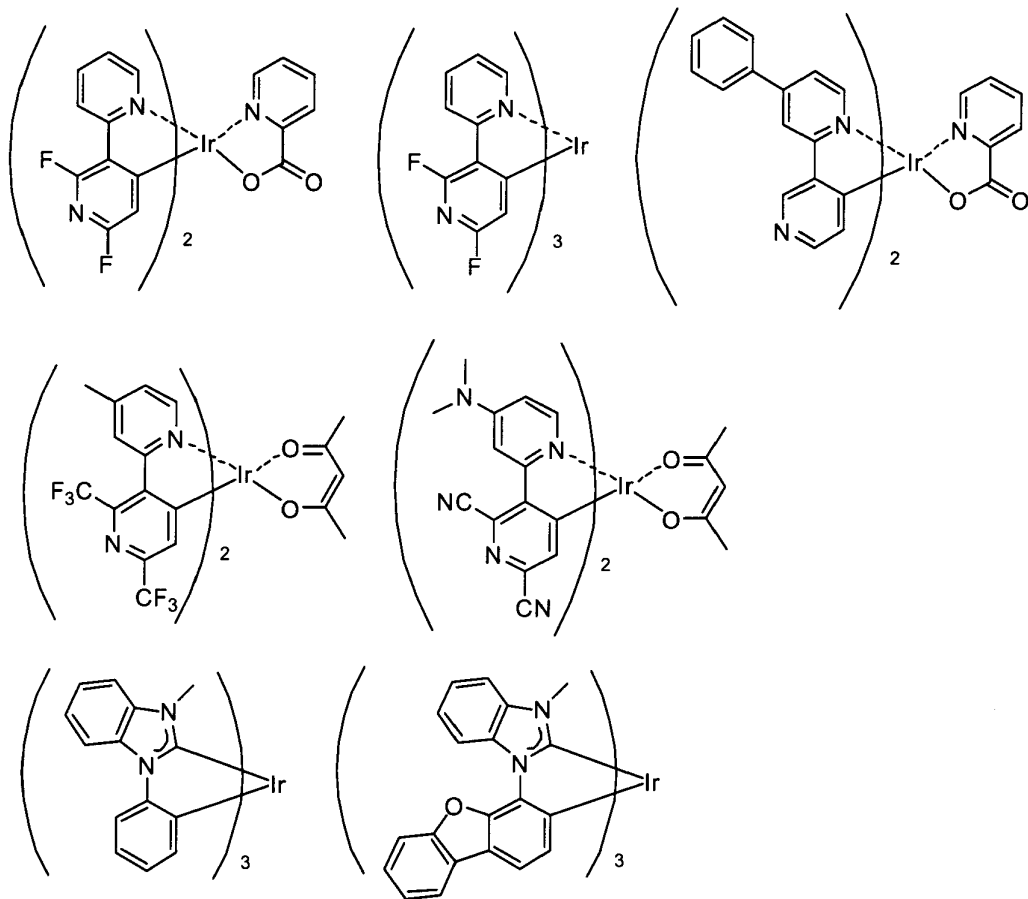
【0200】

20

これらの好ましい具体例を以下に列挙するが、以下に限定されるものではない。

【0201】

【化42】



30

40

【0202】

発光層中の発光材料は、発光層中に一般的に発光層を形成する全化合物質量に対して、

50

0.1質量%～50質量%含有されるが、耐久性、外部量子効率の観点から1質量%～50質量%含有されることが好ましく、2質量%～40質量%含有されることがより好ましい。

【0203】

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

【0204】

本発明の素子における発光層は、発光材料のみで構成されていても良く、ホスト材料と発光材料の混合層とした構成でも良い。発光材料は蛍光発光材料でも燐光発光材料であっても良く、ドーパントは一種であっても二種以上であっても良い。ホスト材料は電荷輸送材料であることが好ましい。ホスト材料は一種であっても二種以上であっても良く、例えば、電子輸送性のホスト材料とホール輸送性のホスト材料を混合した構成が挙げられる。更に、発光層中に電荷輸送性を有さず、発光しない材料を含んでいても良い。

10

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

【0205】

<ホスト材料>

本発明に用いられるホスト材料は、一般式(1)で表される化合物であることが好ましい。

20

一般式(1)で表される化合物は、正孔と電子の両電荷を輸送可能な化合物であり、一般式(A_n-1)で表される化合物と組み合わせて用いることにより、電荷注入障壁を小さく、電荷移動度の電界強度依存性を小さくすることができる。

【0206】

本発明に用いられるホスト材料として、一般式(1)で表される化合物の他、以下の化合物を含有していても良い。

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

例えば、ピロール、インドール、カルバゾール(例えばCBP(4,4'-ジ(9-カルバゾリル)ピフェニル)、アザインドール、アザカルバゾール、トリアゾール、オキサゾール、オキサジアゾール、ピラゾール、イミダゾール、チオフェン、ポリアリールアルカン、ピラゾリン、ピラゾロン、フェニレンジアミン、アリアルアミン、アミノ置換カルコン、スチリルアントラセン、フルオレノン、ヒドラゾン、スチルベン、シラザン、芳香族第三級アミン化合物、スチリルアミン化合物、ポルフィリン系化合物、ポリシラン系化合物、ポリ(N-ビニルカルバゾール)、アニリン系共重合体、チオフェンオリゴマー、ポリチオフェン等の導電性高分子オリゴマー、有機シラン、カーボン膜、ピリジン、ピリミジン、トリアジン、イミダゾール、ピラゾール、トリアゾール、オキサゾール、オキサジアゾール、フルオレノン、アントラキノジメタン、アントロン、ジフェニルキノン、チオピランジオキシド、カルボジイミド、フルオレニリデンメタン、ジスチリルピラジン、

30

40

【0207】

本発明における発光層において、前記ホスト材料三重項最低励起エネルギー(T₁エネルギー)が、前記燐光発光材料のT₁エネルギーより高いことが色純度、発光効率、駆動耐久性の点で好ましい。

【0208】

また、本発明におけるホスト化合物の含有量は、特に限定されるものではないが、発光

50

効率、駆動電圧の観点から、発光層を形成する全化合物質量に対して15質量%以上95質量%以下であることが好ましい。

【0209】

(電荷輸送層)

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

10

【0210】

(正孔注入層、正孔輸送層)

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

正孔注入層には電子受容性ドーパントを含有することが好ましい。正孔注入層に電子受容性ドーパントを含有することにより、正孔注入性が向上し、駆動電圧が低下する、効率が向上するなどの効果がある。電子受容性ドーパントとは、ドーパされる材料から電子を引き抜き、ラジカルカチオンを発生させることが可能な材料であれば有機材料、無機材料のうちいかなるものでもよいが、例えば、テトラシアノキノジメタン(TCNQ)、テトラフルオロテトラシアノキノジメタン(F₄-TCNQ)、酸化モリブデンなどが挙げられる。

20

【0211】

正孔注入層中の電子受容性ドーパントは、正孔注入層を形成する全化合物質量に対して、0.01質量%~50質量%含有されることが好ましく、0.1質量%~40質量%含有されることがより好ましく、0.5質量%~30質量%含有されることがより好ましい。

【0212】

(電子注入層、電子輸送層)

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

30

電子注入層には電子供与性ドーパントを含有することが好ましい。電子注入層に電子供与性ドーパントを含有させることにより、電子注入性が向上し、駆動電圧が低下する、効率が向上するなどの効果がある。電子供与性ドーパントとは、ドーパされる材料に電子を与え、ラジカルアニオンを発生させることが可能な材料であれば有機材料、無機材料のうちいかなるものでもよいが、例えば、テトラシアフルバレン(TTF)、テトラシアナフタセン(TTT)、リチウム、セシウムなどが挙げられる。

【0213】

電子注入層中の電子供与性ドーパントは、電子注入層を形成する全化合物質量に対して、0.01質量%~50質量%含有されることが好ましく、0.1質量%~40質量%含有されることがより好ましく、0.5質量%~30質量%含有されることがより好ましい。

40

【0214】

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

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

50

【0215】

正孔注入層に電子受容性ドーパントを、電子注入層に電子供与性ドーパントを含有させることで、一般に電極からの電荷注入を促進し、駆動電圧を低下させることが可能となるが、それらにより素子内での電荷バランスがくずれると、発光位置が変化し、発光効率の低下や駆動耐久性の低下、高輝度駆動時の各種変化が促進される場合がある。本発明の素子は陰極側の発光層隣接層/発光層界面での電荷注入障壁や発光層や陰極側の発光層隣接層における電荷トラップが小さいため素子中での電荷の蓄積が起こりにくい、陰極側の発光層隣接層の電子移動度と発光層のホール移動度及び電子移動度のバランスが良い、等の理由により、電荷注入量の変化に対して電荷のバランスがくずれにくい素子であるため、正孔注入層に電子受容性ドーパントを、電子注入層に電子供与性ドーパントを含有させることで、効率、耐久性、高輝度駆動時の各種変化等を悪化させることなく駆動電圧を低下させることができる。

10

【0216】

(正孔ブロック層)

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

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

20

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

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

【0217】

(電子ブロック層)

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

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

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

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

30

40

【0218】

(保護層)

本発明において、有機EL素子全体は、保護層によって保護されていてもよい。

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

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

【0219】

(封止容器)

本発明の素子は、封止容器を用いて素子全体を封止してもよい。

50

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

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

10

【0220】

(駆動)

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

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

20

【0221】

本発明の有機電界発光素子の外部量子効率としては、5%以上が好ましく、7%以上がより好ましい。外部量子効率の数値は20で素子を駆動したときの外部量子効率の最大値、若しくは、20で素子を駆動したときの100~300cd/m²付近での外部量子効率の値を用いることができる。

【0222】

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

30

【0223】

本発明の有機電界発光素子は、350nm以上750nm以下に極大発光波長(発光スペクトルの最大強度波長)を有するものが好ましく、より好ましくは400nm以上700nm以下、更に好ましくは450nm以上650nm以下である。

【0224】

(本発明の発光素子の用途)

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

40

【0225】

(発光装置)

次に、図2を参照して本発明の発光装置について説明する。

本発明の発光装置は、前記有機電界発光素子を用いてなる。

図2は、本発明の発光装置の一例を概略的に示した断面図である。

図2の発光装置20は、基板(支持基板)2、有機電界発光素子10、封止容器16等により構成されている。

【0226】

50

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

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

【0227】

本発明の発光装置の用途は特に制限されるものではなく、例えば、照明装置のほか、テレビ、パーソナルコンピュータ、携帯電話、電子ペーパー等の表示装置とすることができる。

10

【0228】

（照明装置）

次に、図 3 を参照して本発明の実施形態に係る照明装置について説明する。

図 3 は、本発明の実施形態に係る照明装置の一例を概略的に示した断面図である。

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

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

20

【実施例】

【0229】

以下、実施例により本発明を更に詳細に説明するが、本発明はこれらに限定されるものではない。

【0230】

例示化合物 1、20、25 は国際公開第 2004/074399 号パンフレットに記載の方法で合成した。例示化合物 2、9、11、13 は、国際公開第 2004/074399 号パンフレットに記載の方法を参考に合成した。また、例示化合物（A）、は国際公開第 2004/018587 号パンフレットに記載の方法で合成した。また、例示化合物（B）、（C）、（D）、（E）、（F）、（G）、（H）、（I）は国際公開第 2004/018587 号パンフレットに記載の方法を参考に合成した。

30

【0231】

なお、本実施例に用いた有機材料は全て昇華精製したものをを用い、高速液体クロマトグラフィー（東ソー TSK gel ODS-100Z）により分析し、254 nm の吸収強度面積比で 99.9% 以上のものをを用いた。

【0232】

<実施例 1>

[素子の作製]

厚み 0.5 mm、2.5 cm 角の ITO 膜を有するガラス基板（ジオマテック社製、表面抵抗 10 / ）を洗浄容器に入れ、2-プロパノール中で超音波洗浄した後、30 分間 UV-オゾン処理を行った。この透明陽極（ITO 膜）上に真空蒸着法にて以下の有機化合物層を順次蒸着した。

第 1 層：CuPc : 膜厚 10 nm

第 2 層：NPD : 膜厚 30 nm

第 3 層：表 1 中に示したホスト材料及び RD-1（質量比 93 : 7）: 膜厚 30 nm

第 4 層：表 1 中に示した材料 : 膜厚 10 nm

40

50

第5層：Alq : 膜厚20nm

この上に、フッ化リチウム0.1nm及び金属アルミニウム100nmをこの順に蒸着し陰極とした。

この積層体を、大気に触れさせることなく、窒素ガスで置換したグローブボックス内に入れ、ガラス製の封止缶及び紫外線硬化型の接着剤(XNR5516HV、長瀬チバ(株)製)を用いて封止し、有機電界発光素子を得た。

これらの素子を発光させた結果、各素子とも発光材料に由来する発光が得られた。

【0233】

(有機電界発光素子の性能評価)

得られた各素子に対し、効率、駆動電圧、耐久性、高輝度駆動時の色度変化、高輝度駆動時の経時色度変化、高輝度駆動時の経時駆動電圧上昇の観点で評価した。なお、各種測定は以下のように行なった。結果を表1に示す。

(a) 効率

東陽テクニカ製ソースメジャーユニット2400を用いて、直流電圧を各素子に印加し発光させ、その輝度をトプコン社製輝度計BM-8を用いて測定した。発光スペクトルと発光波長は浜松ホトニクス製スペクトルアナライザーPMA-11を用いて測定した。これらを元に輝度が1000cd/m²付近の外部量子効率を輝度換算法により算出し、表1においては素子1-1の値を、表2においては素子2-1の値を、表3においては素子3-1の値を、表4においては素子4-1の値を、表5においては素子5-1の値を、表6においては素子1-1の値をそれぞれ10として、各表において相対値で示した。効率は数字が大きいほど好ましい。

(b) 駆動電圧

各素子を輝度が1000cd/m²になるように直流電圧を印加して発光させる。この時の印加電圧を駆動電圧評価の指標とし、表1においては素子1-1の値を、表2においては素子2-1の値を、表3においては素子3-1の値を、表4においては素子4-1の値を、表5においては素子5-1の値を、表6においては素子1-1の値をそれぞれ10として、各表において相対値で示した。駆動電圧は数字が小さいほど好ましい。

(c) 耐久性

各素子を輝度が5000cd/m²になるように直流電圧を印加して発光させ続け、輝度が4000cd/m²になるまでに要した時間を耐久性の指標とし、表1においては素子1-1の値を、表2においては素子2-1の値を、表3においては素子3-1の値を、表4においては素子4-1の値を、表5においては素子5-1の値を、表6においては素子1-1の値をそれぞれ10として、各表において相対値で示した。耐久性は数字が大きいほど好ましい。

(d) 高輝度駆動時の色度変化

各素子を輝度が20000cd/m²になるように直流電圧を印加して発光させる。この時の色度(x, y)を1000cd/m²になるように直流電圧を印加して発光させた時の色度(x, y)と比較し、両者のx値、y値の差を(x, y)の形で表記し、高輝度駆動時の色度変化の指標とした。x, yの値は小さいほど好ましい。

(e) 高輝度駆動時の経時色度変化

各素子を輝度が20000cd/m²になるように直流電圧を印加して発光させ続け、輝度が10000cd/m²になった時の色度(x, y)と、駆動初期の色度(x, y)を比較し、両者のx値、y値の差を(x, y)の形で表記し、高輝度駆動時の経時色度変化の指標とした。x, yの値は小さいほど好ましい。

(f) 高輝度駆動時の経時駆動電圧上昇

各素子を輝度が20000cd/m²になるように直流電圧を印加して発光させ続け、輝度が10000cd/m²になった時の電圧と、駆動初期の電圧の差を、高輝度駆動時の経時電圧上昇の指標とした。この値は小さいほど好ましい。

【0234】

なお、表1~6中、色度変化及び経時色度変化の評価における記号「<」は不等号を意

10

20

30

40

50

味し、例えば「< 0.005」は色度変化又は経時色度変化が0.005未満であったことを意味し、「> 0.02」は色度変化又は経時色度変化が0.02より大きかったことを意味する。

また、経時電圧上昇の評価における「> 5」は経時電圧上昇が5より大きかったことを意味し、耐久性の評価における「< 1」は耐久性(相対値)が1未満であったことを意味する。

【0235】

【表1】

素子番号	ホスト材料	第4層材料	効率 (相対値)	駆動電圧 (相対値)	耐久性 (相対値)	高輝度駆動時		
						色度変化 ($\Delta x, \Delta y$)	経時色度変化 ($\Delta x, \Delta y$)	
素子1-1	化合物(1)	化合物(A)	10	10	10	(<0.005, <0.005)	(<0.005, <0.005)	0.6
素子1-2	化合物(1)	化合物(B)	10	9	10	(<0.005, <0.005)	(<0.005, <0.005)	0.5
素子1-3	化合物(1)	化合物(H)	9	10	8	(<0.005, <0.005)	(<0.005, <0.005)	0.5
素子1-4	化合物(2)	化合物(B)	10	10	10	(<0.005, <0.005)	(<0.005, <0.005)	0.6
素子1-5	化合物(2)	化合物(C)	10	9	10	(<0.005, <0.005)	(<0.005, <0.005)	0.6
素子1-6	化合物(9)	化合物(A)	10	11	12	(<0.005, <0.005)	(<0.005, <0.005)	0.6
素子1-7	化合物(9)	化合物(G)	10	10	11	(<0.005, <0.005)	(<0.005, <0.005)	0.5
素子1-8	化合物(11)	化合物(D)	10	11	9	(<0.005, <0.005)	(<0.005, <0.005)	0.6
素子1-9	化合物(11)	化合物(E)	10	10	11	(<0.005, <0.005)	(<0.005, <0.005)	0.6
素子1-10	化合物(13)	化合物(A)	9	11	11	(<0.005, <0.005)	(<0.005, <0.005)	0.6
素子1-11	化合物(13)	化合物(H)	9	10	8	(<0.005, <0.005)	(<0.005, <0.005)	0.6
素子1-12	化合物(20)	化合物(B)	9	9	8	(<0.005, <0.005)	(<0.005, <0.005)	0.7
素子1-13	化合物(20)	化合物(I)	9	10	7	(<0.005, <0.005)	(<0.005, <0.005)	0.6
素子1-14	化合物(25)	化合物(F)	9	10	11	(<0.005, <0.005)	(<0.005, <0.005)	0.5
素子1-15	化合物(25)	化合物(G)	9	10	11	(<0.005, <0.005)	(<0.005, <0.005)	0.6
比較素子1-1	化合物(1)	Alq	8	11	<1	(0.01, 0.01)	(0.01, 0.02)	>5
比較素子1-2	化合物(1)	UGH-2	8	13	<1	(0.01, 0.01)	(0.01, 0.02)	3.1
比較素子1-3	化合物(9)	BCP	9	12	<1	(<0.005, <0.005)	(<0.005, <0.005)	>5
比較素子1-4	化合物(20)	ET-1	9	11	1	(0.01, 0.01)	(0.01, 0.02)	2.7
比較素子1-5	化合物(25)	ET-2	9	11	2	(<0.005, <0.005)	(<0.005, <0.005)	3.3
比較素子1-6	mCP	BAlq	8	13	<1	(>0.02, >0.02)	(>0.02, >0.02)	4.2
比較素子1-7	mCP	ET-2	8	13	1	(>0.02, >0.02)	(>0.02, >0.02)	3.8
比較素子1-8	mCBP	Alq	8	13	<1	(>0.02, >0.02)	(>0.02, >0.02)	>5
比較素子1-9	mCBP	BCP	8	12	<1	(>0.02, >0.02)	(>0.02, >0.02)	>5
比較素子1-10	CBP	化合物(A)	8	13	<1	(0.01, 0.02)	(>0.02, >0.02)	2.5
比較素子1-11	CBP	BCP	8	13	<1	(>0.02, >0.02)	(>0.02, >0.02)	>5
比較素子1-12	CBP	ET-1	8	12	<1	(>0.02, >0.02)	(>0.02, >0.02)	4.1
比較素子1-13	UGH-2	化合物(D)	8	13	<1	(0.01, 0.02)	(>0.02, >0.02)	3.3
比較素子1-14	UGH-2	ET-1	8	12	<1	(>0.02, >0.02)	(>0.02, >0.02)	3.4
比較素子1-15	UGH-2	UGH-2	8	16	<1	(>0.02, >0.02)	(>0.02, >0.02)	3.7
比較素子1-16	ET-1	化合物(G)	8	12	<1	(>0.02, >0.02)	(>0.02, >0.02)	3.1
比較素子1-17	ET-1	ET-2	8	12	<1	(>0.02, >0.02)	(>0.02, >0.02)	>5
比較素子1-18	ET-1	ET-1	9	11	<1	(>0.02, >0.02)	(>0.02, >0.02)	4.3

表1

【0236】

<実施例2>

発光材料をRD-1からGD-1に変更し、ホスト材料と第4層の材料を下記表2に記載のものに変更する以外は実施例1の素子の作製と同様にして素子2-1~2-9、比較素子2-1~2-9を作製し、実施例1と同様の評価を行った。結果を表2に示す。

【0237】

10

20

30

40

50

【表 2】

素子番号	ホスト材料	第4層材料	効率 (相対値)	駆動電圧 (相対値)	耐久性 (相対値)	高輝度駆動時		
						色度変化 ($\Delta x, \Delta y$)	経時色度変化 ($\Delta x, \Delta y$)	経時電圧上昇 (V)
素子2-1	化合物(1)	化合物(A)	10	10	10	(<0.005, <0.005)	(<0.005, <0.005)	1.4
素子2-2	化合物(1)	化合物(G)	10	10	11	(<0.005, <0.005)	(<0.005, <0.005)	1.2
素子2-3	化合物(2)	化合物(B)	10	10	10	(<0.005, <0.005)	(<0.005, <0.005)	1.4
素子2-4	化合物(2)	化合物(H)	10	11	8	(<0.005, <0.005)	(<0.005, <0.005)	1.1
素子2-5	化合物(9)	化合物(C)	10	11	10	(<0.005, <0.005)	(<0.005, <0.005)	1.5
素子2-6	化合物(11)	化合物(A)	10	10	11	(<0.005, <0.005)	(<0.005, <0.005)	1.3
素子2-7	化合物(11)	化合物(E)	10	10	11	(<0.005, <0.005)	(<0.005, <0.005)	1.2
素子2-8	化合物(13)	化合物(D)	10	10	9	(<0.005, <0.005)	(<0.005, <0.005)	1.2
素子2-9	化合物(20)	化合物(F)	10	10	10	(<0.005, <0.005)	(<0.005, <0.005)	1.3
比較素子2-1	化合物(1)	BCP	9	11	<1	(0.01, 0.02)	(>0.02, >0.02)	>5
比較素子2-2	化合物(20)	ET-2	5	11	2	(0.01, 0.02)	(>0.02, >0.02)	4.1
比較素子2-3	mCP	BAlq	6	12	<1	(0.01, 0.02)	(>0.02, >0.02)	>5
比較素子2-4	CBP	化合物(B)	9	12	<1	(>0.02, >0.02)	(>0.02, >0.02)	3.9
比較素子2-5	CBP	ET-2	5	12	<1	(>0.02, >0.02)	(>0.02, >0.02)	>5
比較素子2-6	UGH-2	化合物(H)	9	12	<1	(0.01, 0.02)	(>0.02, >0.02)	>5
比較素子2-7	UGH-2	UGH-2	7	13	<1	(0.01, 0.02)	(>0.02, >0.02)	>5
比較素子2-8	ET-1	化合物(E)	9	12	<1	(>0.02, >0.02)	(>0.02, >0.02)	>5
比較素子2-9	ET-1	ET-1	9	12	<1	(>0.02, >0.02)	(>0.02, >0.02)	>5

表2

【0238】

<実施例3>

発光材料をRD-1からGD-2に変更し、ホスト材料と第4層の材料を下記表3に記載のものに変更する以外は実施例1の素子の作製と同様にして素子3-1~3-8、比較素子3-1~3-9を作製し、実施例1と同様の評価を行った。結果を表3に示す。

【0239】

10

20

30

40

50

【表 3】

表3

素子番号	ホスト材料	第4層材料	効率 (相対値)	駆動電圧 (相対値)	耐久性 (相対値)	高輝度駆動時		
						色度変化 ($\Delta x, \Delta y$)	経時色度変化 ($\Delta x, \Delta y$)	経時電圧上昇 (V)
素子3-1	化合物(1)	化合物(D)	10	10	10	(<0.005, <0.005)	(<0.005, <0.005)	1.2
素子3-2	化合物(1)	化合物(I)	10	10	8	(<0.005, <0.005)	(<0.005, <0.005)	1.1
素子3-3	化合物(2)	化合物(E)	10	10	10	(<0.005, <0.005)	(<0.005, <0.005)	1.4
素子3-4	化合物(2)	化合物(F)	10	10	11	(<0.005, <0.005)	(<0.005, <0.005)	1.5
素子3-5	化合物(9)	化合物(B)	10	10	10	(<0.005, <0.005)	(<0.005, <0.005)	1.4
素子3-6	化合物(9)	化合物(C)	10	10	9	(<0.005, <0.005)	(<0.005, <0.005)	1.3
素子3-7	化合物(13)	化合物(G)	10	10	10	(<0.005, <0.005)	(<0.005, <0.005)	1.2
素子3-8	化合物(20)	化合物(H)	9	10	8	(<0.005, <0.005)	(<0.005, <0.005)	1.4
比較素子3-1	化合物(20)	ET-1	10	10	2	(0.01, 0.02)	(>0.02, >0.02)	>5
比較素子3-2	化合物(25)	BAlq	9	11	3	(0.01, 0.02)	(>0.02, >0.02)	>5
比較素子3-3	mCP	BCP	9	11	<1	(>0.02, >0.02)	(>0.02, >0.02)	>5
比較素子3-4	CBP	化合物(B)	9	11	<1	(>0.02, >0.02)	(>0.02, >0.02)	4.9
比較素子3-5	CBP	ET-1	9	11	<1	(>0.02, >0.02)	(>0.02, >0.02)	>5
比較素子3-6	UGH-2	化合物(F)	9	12	<1	(>0.02, >0.02)	(>0.02, >0.02)	4.4
比較素子3-7	UGH-2	UGH-2	7	13	<1	(>0.02, >0.02)	(>0.02, >0.02)	>5
比較素子3-8	ET-1	化合物(I)	9	11	<1	(>0.02, >0.02)	(>0.02, >0.02)	>5
比較素子3-9	ET-1	ET-1	9	11	<1	(>0.02, >0.02)	(>0.02, >0.02)	>5

【0240】

<実施例4>

発光材料をRD-1からBD-1に変更し、ホスト材料と第4層の材料を下記表4に記載のものに変更する以外は実施例1の素子の作製と同様にして素子4-1~4-6、比較

10

20

30

40

50

素子4-1~4-8を作製し、実施例1と同様の評価を行った。結果を表4に示す。

【0241】

【表4】

表4

素子番号	ホスト材料	第4層材料	効率 (相対値)	駆動電圧 (相対値)	耐久性 (相対値)	高輝度駆動時		
						色度変化 ($\Delta x, \Delta y$)	経時色度変化 ($\Delta x, \Delta y$)	経時電圧上昇 (V)
素子4-1	化合物(1)	化合物(A)	10	10	10	(<0.005, <0.005)	(<0.005, <0.005)	1.5
素子4-2	化合物(1)	化合物(E)	10	10	11	(<0.005, <0.005)	(<0.005, <0.005)	1.3
素子4-3	化合物(9)	化合物(G)	10	10	12	(<0.005, <0.005)	(<0.005, <0.005)	1.5
素子4-4	化合物(9)	化合物(H)	10	11	9	(<0.005, <0.005)	(<0.005, <0.005)	1.5
素子4-5	化合物(13)	化合物(C)	10	10	10	(<0.005, <0.005)	(<0.005, <0.005)	1.7
素子4-6	化合物(13)	化合物(D)	10	11	10	(<0.005, <0.005)	(<0.005, <0.005)	1.4
比較素子4-1	化合物(1)	BCP	10	11	<1	(0.01, 0.02)	(>0.02, >0.02)	>5
比較素子4-2	化合物(13)	ET-2	10	12	3	(0.01, 0.02)	(>0.02, >0.02)	>5
比較素子4-3	CBP	化合物(D)	9	12	<1	(0.01, 0.02)	(>0.02, >0.02)	>5
比較素子4-4	CBP	ET-1	10	12	<1	(>0.02, >0.02)	(>0.02, >0.02)	>5
比較素子4-5	UGH-2	化合物(F)	8	13	<1	(0.01, 0.02)	(>0.02, >0.02)	>5
比較素子4-6	UGH-2	UGH-2	8	15	<1	(>0.02, >0.02)	(>0.02, >0.02)	>5
比較素子4-7	ET-1	化合物(H)	8	13	<1	(0.01, 0.02)	(>0.02, >0.02)	>5
比較素子4-8	ET-1	ET-1	9	11	<1	(>0.02, >0.02)	(>0.02, >0.02)	>5

【0242】

10

20

30

40

50

表1～4より、本発明の実施例の素子は、優れた発光効率と耐久性を有し、駆動電圧が低く、高輝度駆動時の色度変化、経時色度変化及び経時電圧上昇の小さい有機電界発光素子が得られることが示された。

【0243】

<実施例5>

厚み0.5mm、2.5cm角のITO膜を有するガラス基板（ジオマテック社製、表面抵抗10 Ω /sq）を洗浄容器に入れ、2-プロパノール中で超音波洗浄した後、30分間UV-オゾン処理を行った。この透明陽極（ITO膜）上にPEDOT（ポリ（3,4-エチレンジオキシチオフェン））/PSS（ポリスチレンスルホン酸）水溶液（Baytron P（標準品））をスピコート（4000rpm、60秒間）し、120 $^{\circ}$ Cで10分間乾燥することにより、ホール輸送層を形成させた（厚さ150nm）。

10

次いで、表5中に示したホスト材料を1質量%、及びRD-1を0.05質量%含有するトルエン溶液を先のホール輸送層上にスピコート（2000rpm、60秒間）し、発光層を形成させた（厚さ50nm）。

この発光層の上に、表5中に示した電子輸送層の項目に記載された化合物を用いて真空蒸着法により10nm蒸着して電子輸送層とし、更に電子注入層としてAlqを真空蒸着法により20nm蒸着した。更にフッ化リチウム0.1nm及び金属アルミニウムを100nmをこの順に蒸着し陰極とした。

この積層体を、大気に触れさせること無く、窒素ガスで置換したグローブボックス内に入れ、ガラス製の封止缶及び紫外線硬化型の接着剤（XNR5516HV、長瀬チバ（株）製）を用いて封止し、本発明の素子5-1～5-8及び比較素子5-1～5-9を得た。得られた素子に対して素子1-1と同様の評価を行った結果を表5に示す。

20

【0244】

【 表 5 】

表5

素子番号	ホスト材料	電子輸送層	効率 (相対値)	駆動電圧 (相対値)	耐久性 (相対値)	高輝度駆動時		
						色度変化 ($\Delta x, \Delta y$)	経時色度変化 ($\Delta x, \Delta y$)	経時電圧上昇 (V)
素子5-1	化合物(1)	化合物(A)	10	10	10	(<0.005, <0.005)	(<0.005, <0.005)	1.4
素子5-2	化合物(1)	化合物(D)	10	10	12	(<0.005, <0.005)	(<0.005, <0.005)	1.2
素子5-3	化合物(2)	化合物(C)	10	10	13	(<0.005, <0.005)	(<0.005, <0.005)	1.6
素子5-4	化合物(9)	化合物(E)	10	11	13	(<0.005, <0.005)	(<0.005, <0.005)	1.3
素子5-5	化合物(11)	化合物(I)	10	10	14	(<0.005, <0.005)	(<0.005, <0.005)	1.4
素子5-6	化合物(13)	化合物(H)	10	10	11	(<0.005, <0.005)	(<0.005, <0.005)	1.5
素子5-7	化合物(20)	化合物(B)	10	10	14	(<0.005, <0.005)	(<0.005, <0.005)	1.3
素子5-8	化合物(25)	化合物(F)	10	10	11	(<0.005, <0.005)	(<0.005, <0.005)	1.4
比較素子5-1	化合物(1)	BCP	10	11	<1	(0.01, 0.01)	(>0.02, >0.02)	>5
比較素子5-2	化合物(11)	ET-2	10	11	3	(0.01, 0.02)	(0.01, 0.02)	4.3
比較素子5-3	mCP	BAIq	9	11	<1	(>0.02, >0.02)	(>0.02, >0.02)	3.8
比較素子5-4	CBP	化合物(B)	9	11	1	(>0.02, >0.02)	(>0.02, >0.02)	4.4
比較素子5-5	CBP	ET-2	9	12	<1	(>0.02, >0.02)	(>0.02, >0.02)	>5
比較素子5-6	UGH-2	化合物(D)	9	11	1	(0.01, 0.02)	(0.01, 0.02)	4.1
比較素子5-7	UGH-2	UGH-2	9	12	<1	(>0.02, >0.02)	(>0.02, >0.02)	>5
比較素子5-8	ET-1	化合物(E)	9	11	<1	(0.01, 0.01)	(0.01, 0.02)	4.5
比較素子5-9	ET-1	ET-1	9	10	<1	(>0.02, >0.02)	(>0.02, >0.02)	>5

10

20

30

40

【 0 2 4 5 】

表5より、ホール輸送層及び発光層を溶液塗布プロセスにて形成した本発明の素子においても、優れた発光効率と耐久性を有し、駆動電圧が低く、高輝度駆動時の色度変化、経時色度変化及び経時電圧上昇の小さい有機電界発光素子が得られることが示された。

【 0 2 4 6 】

50

< 実施例 6 >

素子 1 - 1 の第 1 層、ホスト材料、第 4 層、及び第 5 層を表 6 中に示す構成に変えた以外は素子 1 - 1 と同様にして素子 6 - 1 ~ 素子 6 - 9、及び比較素子 6 - 1、及び比較素子 6 - 2 を作製し、素子 1 - 1 と同様の評価を行った。なお、 $\text{NPD} : \text{MoO}_3$ は NPD と MoO_3 との質量比を表し、 $\text{Alq} : \text{Li}$ は Alq と Li との質量比を表す。

【 0 2 4 7 】

【 表 6 】

表6

素子番号	第1層材料	ホスト材料	第4層材料	第5層材料	効率 (相対値)	駆動電圧 (相対値)	耐久性 (相対値)	高輝度駆動時		
								色度変化 ($\Delta x, \Delta y$)	経時色度変化 ($\Delta x, \Delta y$)	経時電圧上昇 (V)
素子1-1	CuPc	化合物(1)	化合物(A)	Alq	10	10	10	(<0.005, <0.005)	(<0.005, <0.005)	0.6
素子6-1	NPD:MoO ₃ =70:30	化合物(1)	化合物(A)	Alq	10	8	10	(<0.005, <0.005)	(<0.005, <0.005)	0.7
素子6-2	CuPc	化合物(1)	化合物(A)	Alq:Li=99.5:0.5	10	9	10	(<0.005, <0.005)	(<0.005, <0.005)	0.6
素子6-3	NPD:MoO ₃ =70:30	化合物(1)	化合物(A)	Alq:Li=99.5:0.5	12	7	12	(<0.005, <0.005)	(<0.005, <0.005)	0.5
素子1-5	CuPc	化合物(2)	化合物(G)	Alq	10	9	10	(<0.005, <0.005)	(<0.005, <0.005)	0.6
素子6-4	NPD:MoO ₃ =70:30	化合物(2)	化合物(G)	Alq:Li=99.5:0.5	11	7	10	(<0.005, <0.005)	(<0.005, <0.005)	0.6
素子1-7	CuPc	化合物(9)	化合物(G)	Alq	10	10	11	(<0.005, <0.005)	(<0.005, <0.005)	0.5
素子6-5	NPD:MoO ₃ =70:30	化合物(9)	化合物(G)	Alq:Li=99.5:0.5	11	8	12	(<0.005, <0.005)	(<0.005, <0.005)	0.5
素子1-9	CuPc	化合物(11)	化合物(E)	Alq	10	10	11	(<0.005, <0.005)	(<0.005, <0.005)	0.6
素子6-6	NPD:MoO ₃ =70:30	化合物(11)	化合物(E)	Alq:Li=99.5:0.5	11	8	12	(<0.005, <0.005)	(<0.005, <0.005)	0.5
素子1-11	CuPc	化合物(13)	化合物(H)	Alq	9	10	8	(<0.005, <0.005)	(<0.005, <0.005)	0.6
素子6-7	NPD:MoO ₃ =70:30	化合物(13)	化合物(H)	Alq:Li=99.5:0.5	10	8	9	(<0.005, <0.005)	(<0.005, <0.005)	0.6
素子1-13	CuPc	化合物(20)	化合物(I)	Alq	9	10	7	(<0.005, <0.005)	(<0.005, <0.005)	0.6
素子6-8	NPD:MoO ₃ =70:30	化合物(20)	化合物(I)	Alq:Li=99.5:0.5	9	8	7	(<0.005, <0.005)	(<0.005, <0.005)	0.6
素子1-14	CuPc	化合物(25)	化合物(F)	Alq	9	10	11	(<0.005, <0.005)	(<0.005, <0.005)	0.5
素子6-9	NPD:MoO ₃ =70:30	化合物(25)	化合物(F)	Alq:Li=99.5:0.5	10	8	12	(<0.005, <0.005)	(<0.005, <0.005)	0.5
比較素子1-1	CuPc	化合物(1)	Alq	Alq	8	11	<1	(0.01, 0.01)	(0.01, 0.02)	>5
比較素子6-1	NPD:MoO ₃ =70:30	化合物(1)	Alq	Alq:Li=99.5:0.5	6	9	<1	(>0.02, >0.02)	(>0.02, >0.02)	>5
比較素子1-10	CuPc	CBP	化合物(A)	Alq	8	13	<1	(0.01, 0.02)	(>0.02, >0.02)	2.5
比較素子6-2	NPD:MoO ₃ =70:30	CBP	化合物(A)	Alq:Li=99.5:0.5	6	11	<1	(>0.02, >0.02)	(>0.02, >0.02)	>5

10

20

30

40

50

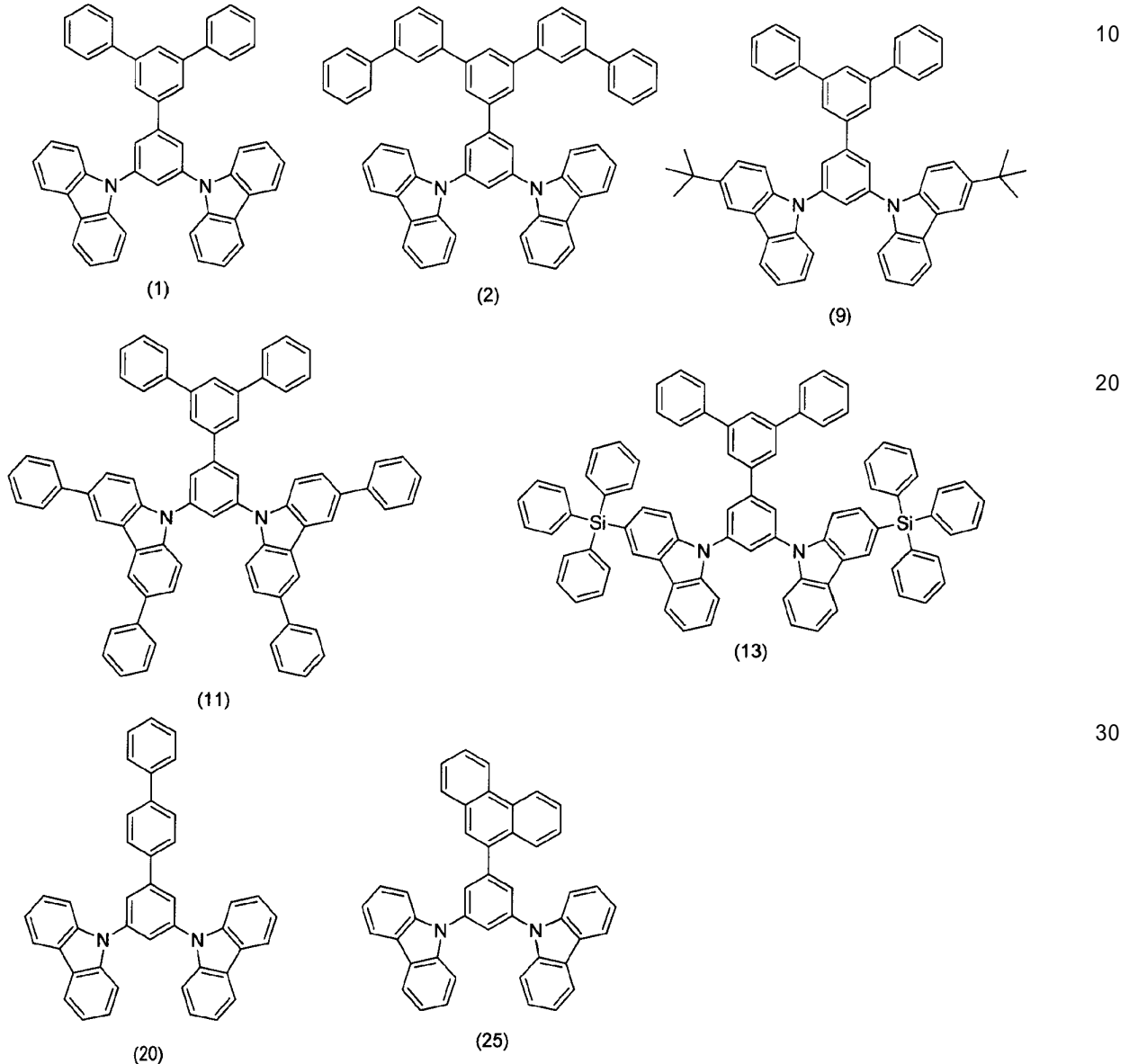
表 6 より、ホール注入層及び電子注入層にそれぞれ電子受容性ドーパント、電子供与性ドーパントを含有する層とすることで電圧が大きく低下し、効率が向上し、しかも駆動耐久性、高輝度駆動時の色度変化、経時色度変化及び経時電圧上昇の小さい有機電界発光素子が得られることが分かった。

【 0 2 4 9 】

以下に実施例 1 ~ 6 で用いた化合物の構造を示す。

【 0 2 5 0 】

【 化 4 3 】



【 0 2 5 1 】

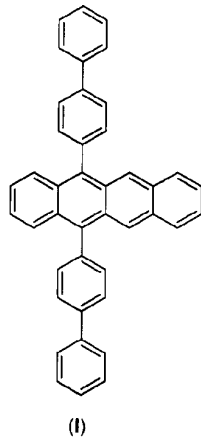
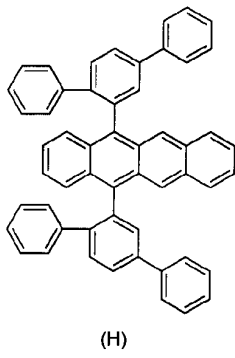
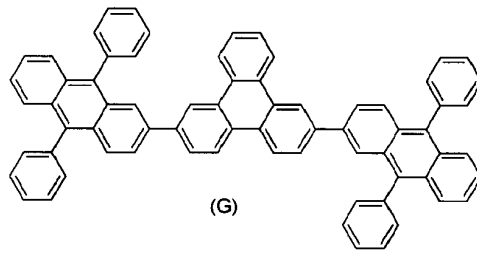
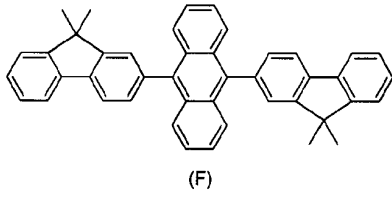
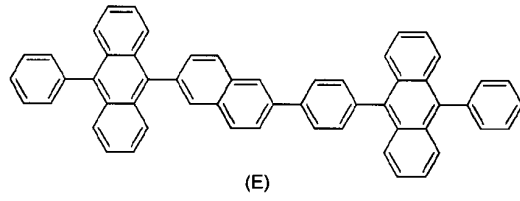
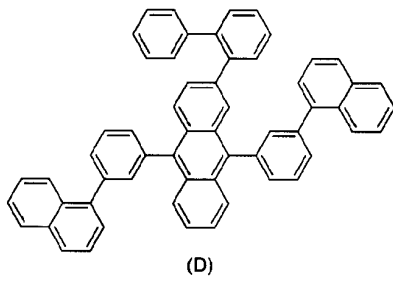
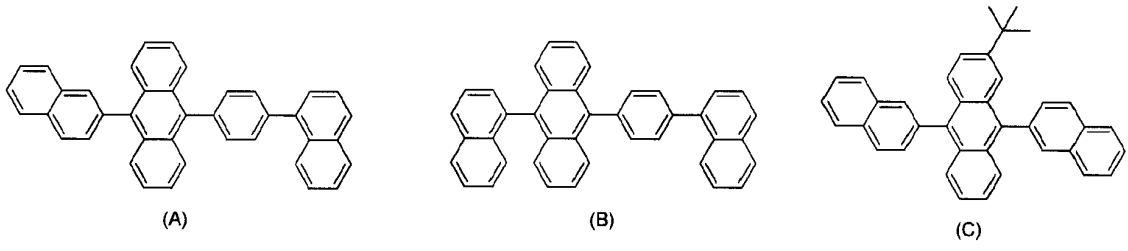
10

20

30

40

【化 4 4】



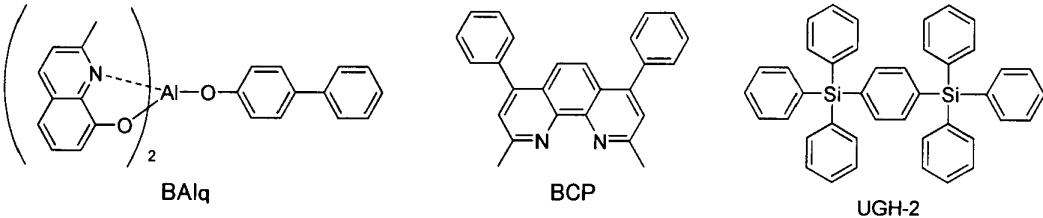
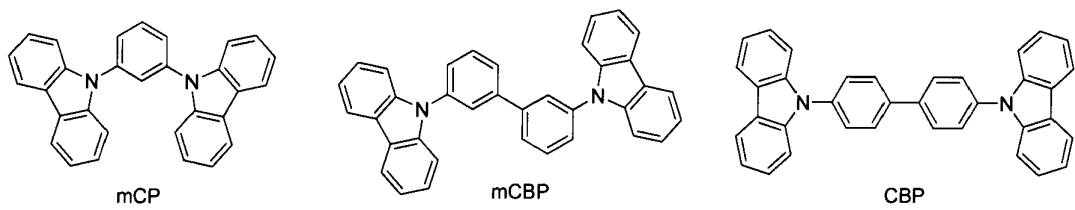
10

20

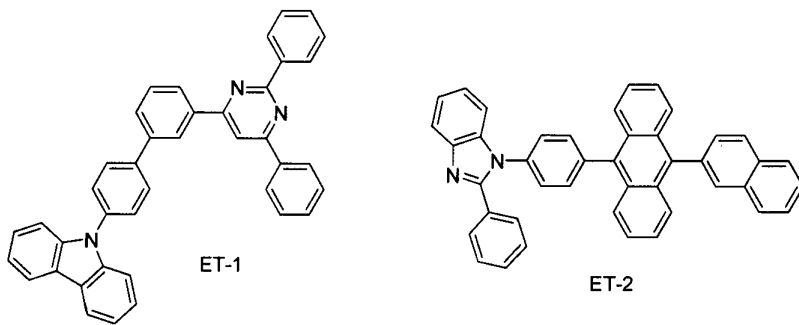
30

【 0 2 5 2 】

【化 4 5】



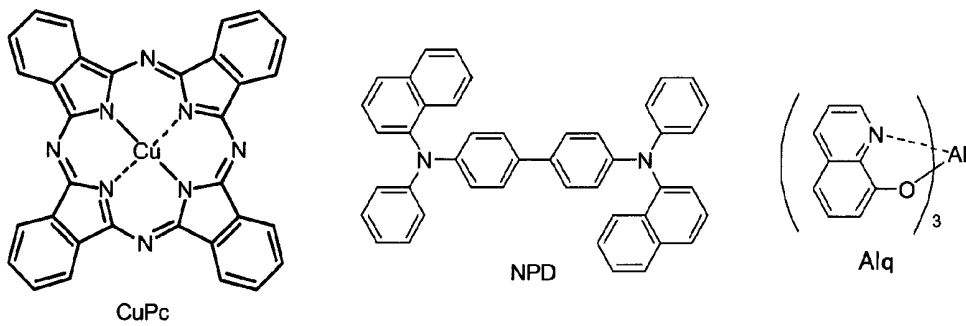
10



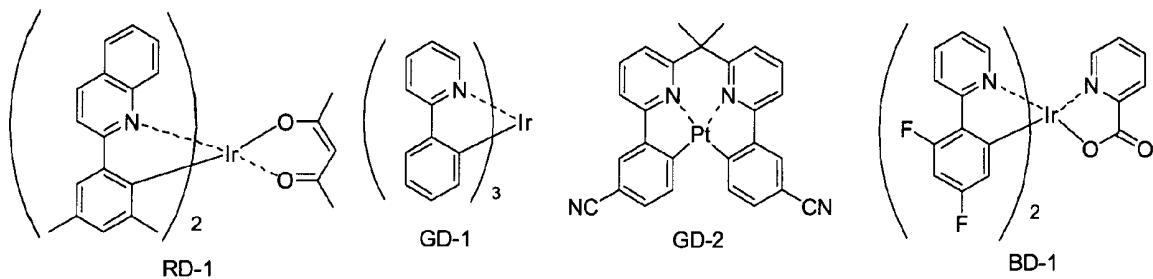
20

【 0 2 5 3】

【化 4 6】



30



40

【符号の説明】

【 0 2 5 4】

- 2 . . . 基板
- 3 . . . 陽極
- 4 . . . 正孔注入層
- 5 . . . 正孔輸送層
- 6 . . . 発光層

50

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

10

【要約】

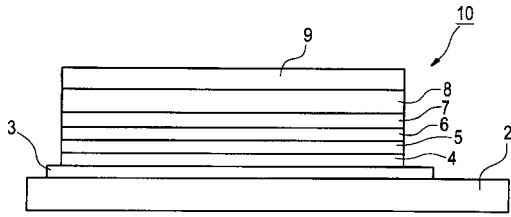
【課題】優れた発光効率と耐久性を有する有機電界発光素子を提供することである。更に、駆動電圧が低く、高輝度駆動時の色度変化、経時色度変化及び経時電圧上昇の小さい有機電界発光素子を得ること。

【解決手段】基板上に、陽極及び陰極からなる一対の電極と、該電極間に発光層を有し、発光層と陰極の間に発光層に隣接する有機層を有する有機電界発光素子であって、発光層にカルバゾール構造を含む化合物を少なくとも一つ含有し、該発光層に隣接する有機層に、炭素原子と水素原子のみからなり、分子量が400～1200の範囲にあり、総炭素数13～22の縮合多環骨格を有する炭化水素化合物を少なくとも一つ含有する有機電界発光素子。

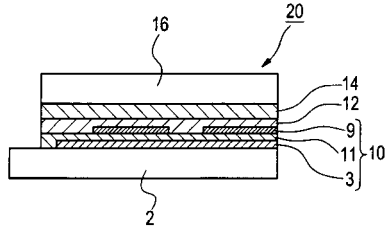
20

【選択図】なし

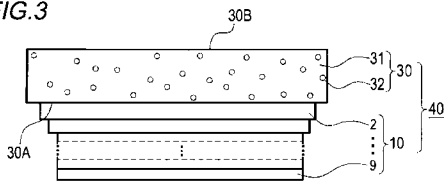
【 図 1 】
FIG.1



【 図 2 】
FIG.2



【 図 3 】
FIG.3



フロントページの続き

(72)発明者 伊勢 俊大

神奈川県足柄上郡開成町牛島577番地 富士フイルム株式会社内

審査官 濱野 隆

(56)参考文献 国際公開第2008/015949(WO, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 51/50

C09K 11/06

CA/REGISTRY(STN)

CAplus(STN)