

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6006009号
(P6006009)

(45) 発行日 平成28年10月12日 (2016.10.12)

(24) 登録日 平成28年9月16日 (2016.9.16)

(51) Int.Cl.

F I

H O 1 L 51/50 (2006.01)

H O 5 B 33/22

B

C O 9 K 11/06 (2006.01)

H O 5 B 33/14

B

C O 7 F 7/10 (2006.01)

C O 9 K 11/06

6 9 O

G O 9 F 9/30 (2006.01)

C O 9 K 11/06

6 6 O

H O 1 L 27/32 (2006.01)

C O 7 F 7/10

V

請求項の数 19 (全 73 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2012-135113 (P2012-135113)
 (22) 出願日 平成24年6月14日 (2012.6.14)
 (65) 公開番号 特開2013-258380 (P2013-258380A)
 (43) 公開日 平成25年12月26日 (2013.12.26)
 審査請求日 平成27年1月20日 (2015.1.20)

(73) 特許権者 512253626
 ユー・ディー・シー アイルランド リミ
 テッド
 アイルランド ダブリン 4 ボールスブ
 リッジ ザ スウィープステークス アレ
 クサンドラ ハウス
 (74) 代理人 110000109
 特許業務法人特許事務所サイクス
 (72) 発明者 米久田 康智
 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 益居 健介
 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】 化合物、有機電界発光素子、有機電界発光素子用材料並びに該有機電界発光素子を用いた発光装置、表示装置及び照明装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

基板と、

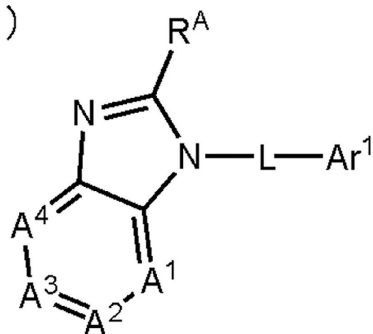
該基板上に配置され、陽極及び陰極を含む一対の電極と、

該電極間に配置され、発光層を含む少なくとも一層の有機層とを有し、

前記少なくとも一層の有機層のいずれかの層に、少なくとも一種の下記一般式(1)で表される化合物を含有することを特徴とする有機電界発光素子。

【化1】

(1)

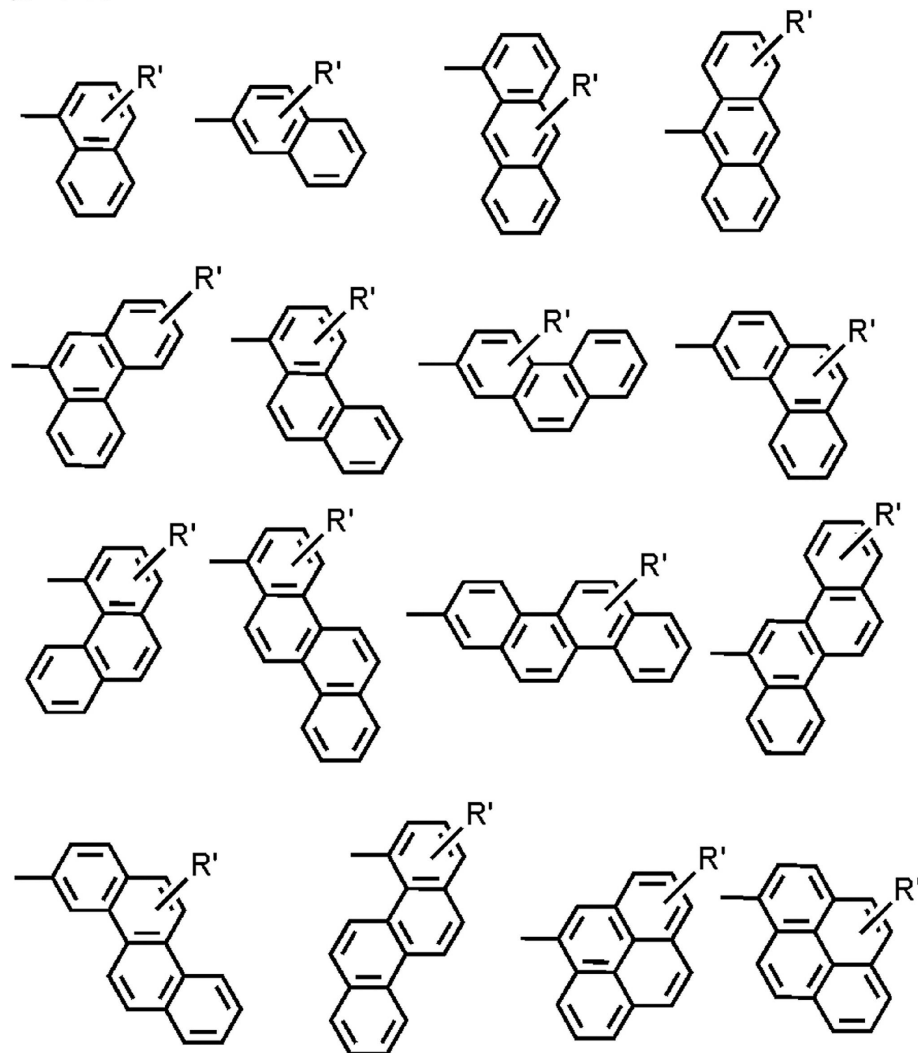


(一般式(1)中、 R^A は水素原子、アルキル基、アリール基またはヘテロアリール基を表す。ただし、前記アルキル基、前記アリール基および前記ヘテロアリール基はアミノ基

を有さない。 Lは単結合、アリーレン基、ヘテロアリーレン基または縮環構造を有していてもよいビフェニレン基を表す。A¹は窒素原子またはC-R¹、A²は窒素原子またはC-R²、A³は窒素原子またはC-R³、A⁴は窒素原子またはC-R⁴を表し、A¹～A⁴の内の一つが窒素原子である。R¹～R⁴はそれぞれ独立に水素原子、アルキル基、アリール基、ヘテロアリール基、シアノ基、シリル基、アミノ基またはフッ素原子を表す。Ar¹は下記群(a)に含まれる基から選ばれる基を表す。

【化 2】

群 (a)



群 (a) に含まれる各基中、R' は各基のすべての炭素原子上に存在し、それぞれ独立に水素原子、アルキル基、アリール基、ヘテロアリール基、シアノ基、シリル基、アミノ基またはフッ素原子を表す（但し、複数の R' どうしが互いに結合して縮合環を形成することはない）。

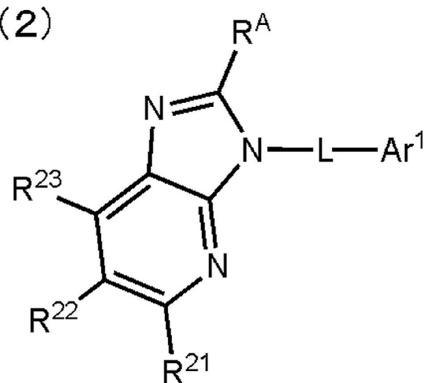
但し、一般式（１）はイミダゾール環と複素芳香族６員環との縮合環を１つだけ有する。

【請求項2】

前記一般式（１）で表される化合物が、下記一般式（２）で表される化合物であることを特徴とする請求項１に記載の有機電界発光素子。

【化 3】

(2)



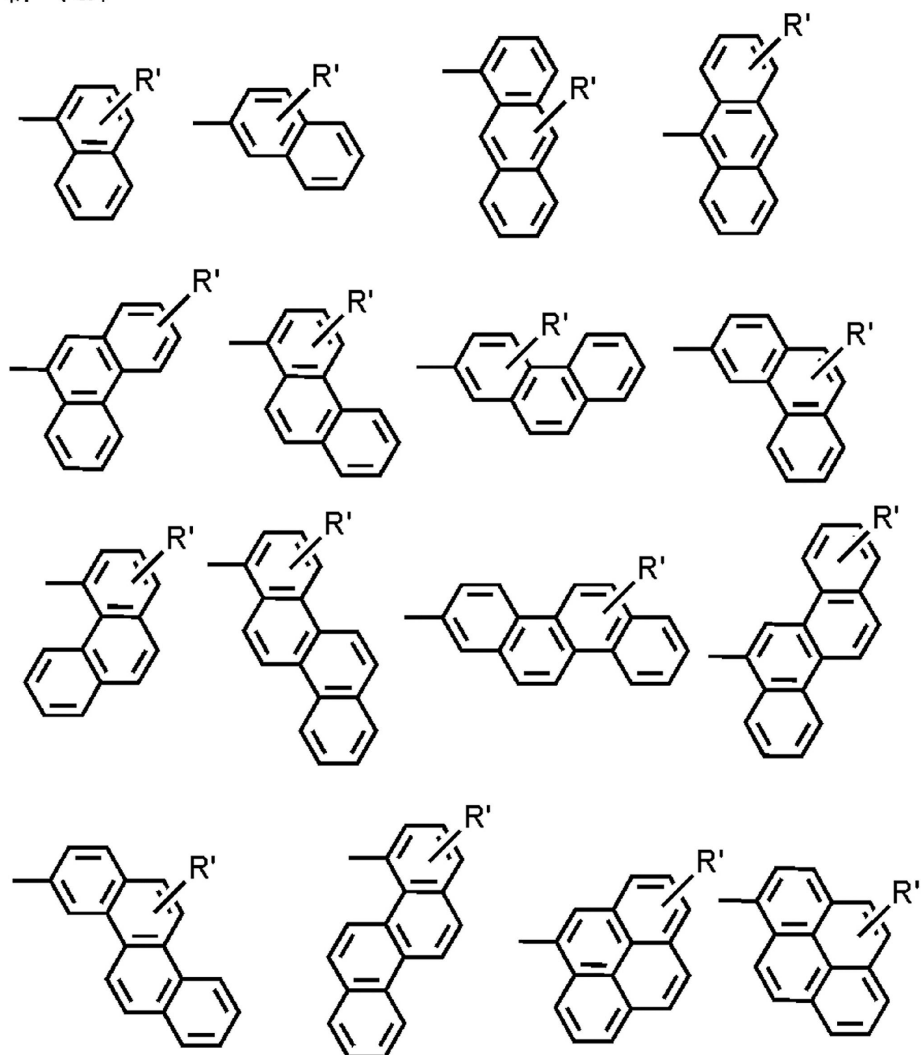
10

(一般式(2)中、 R^A は水素原子、アルキル基、アリール基またはヘテロアリール基を表す。ただし、前記アルキル基、前記アリール基および前記ヘテロアリール基はアミノ基を有さない。 L は単結合、アリーレン基、ヘテロアリーレン基または縮環構造を有していてもよいビフェニレン基を表す。 $R^{21} \sim R^{23}$ はそれぞれ独立に水素原子、アルキル基、アリール基、ヘテロアリール基、シアノ基、シリル基、アミノ基またはフッ素原子を表す。 Ar^1 は下記群(a)に含まれる基から選ばれる基を表す。

【化 4】

群(a)

20



30

40

群(a)に含まれる各基中、 R' は各基のすべての炭素原子上に存在し、それぞれ独立に

50

水素原子、アルキル基、アリール基、ヘテロアリール基、シアノ基、シリル基、アミノ基またはフッ素原子を表す（但し、複数の R' どうしが互いに結合して縮合環を形成することはない）。

但し、一般式（２）はイミダゾール環と複素芳香族 6 員環との縮合環を 1 つだけ有する。）

【請求項 3】

基板と、

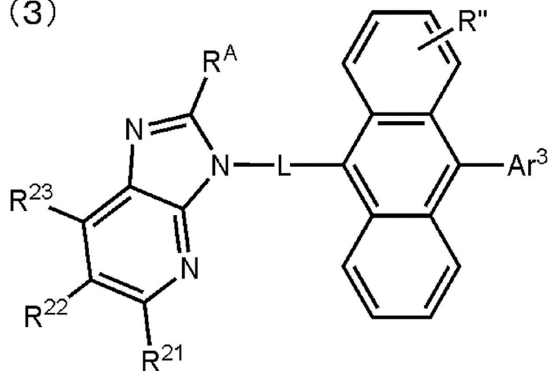
該基板上に配置され、陽極及び陰極を含む一对の電極と、

該電極間に配置され、発光層を含む少なくとも一層の有機層とを有し、

前記少なくとも一層の有機層のいずれかの層に、少なくとも一種の下記一般式（３）で表される化合物を含有することを特徴とする有機電界発光素子。 10

【化 5】

(3)



（一般式（３）中、R^Aは水素原子、アルキル基、アリール基またはヘテロアリール基を表す。Lは単結合、アリーレン基、ヘテロアリーレン基または縮環構造を有していてもよいビフェニレン基を表す。Ar³はアルキル基、アリール基またはヘテロアリール基を表す。R²¹～R²³はそれぞれ独立に水素原子、アルキル基、アリール基、ヘテロアリール基、シアノ基、シリル基、アミノ基またはフッ素原子を表す。R''はAr³が置換しているアントラセン骨格の置換可能なすべての炭素原子上に存在し、それぞれ独立に水素原子、アルキル基、アリール基、ヘテロアリール基、シアノ基、シリル基、アミノ基またはフッ素原子を表す（但し、複数の R'' どうしが互いに結合して縮合環を形成することはない）。） 20

【請求項 4】

基板と、

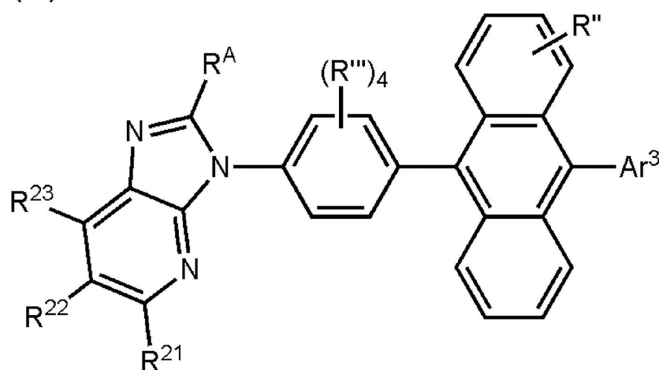
該基板上に配置され、陽極及び陰極を含む一对の電極と、

該電極間に配置され、発光層を含む少なくとも一層の有機層とを有し、

前記少なくとも一層の有機層のいずれかの層に、少なくとも一種の下記一般式（４）で表される化合物を含有することを特徴とする有機電界発光素子。 30

【化 6】

(4)



10

(一般式(4)中、 R^A は水素原子、アルキル基、アリール基またはヘテロアリール基を表す。 Ar^3 はアルキル基、アリール基またはヘテロアリール基を表す。 $R^{21} \sim R^{23}$ はそれぞれ独立に水素原子、アルキル基、アリール基、ヘテロアリール基、シアノ基、シリル基、アミノ基またはフッ素原子を表す。 R'' は Ar^3 が置換しているアントラセン骨格の置換可能なすべての炭素原子上に存在し、それぞれ独立に水素原子、アルキル基、アリール基、ヘテロアリール基、シアノ基、シリル基、アミノ基またはフッ素原子を表す(但し、複数の R'' どうしが互いに結合して縮合環を形成することはない)。 R''' はそれぞれ独立に水素原子、アルキル基、アリール基、ヘテロアリール基、シアノ基、シリル基、アミノ基またはフッ素原子を表す。)

20

【請求項 5】

前記一般式(3)または(4)で表される化合物が、イミダゾール環と芳香族6員環の縮合環を分子中に1つのみ有することを特徴とする請求項3または4に記載の有機電界発光素子。

【請求項 6】

前記発光層と前記陰極の間に少なくとも一層の電子輸送層を有し、

前記化合物が該電子輸送層に含有されることを特徴とする請求項1～5のいずれか一項に記載の有機電界発光素子。

30

【請求項 7】

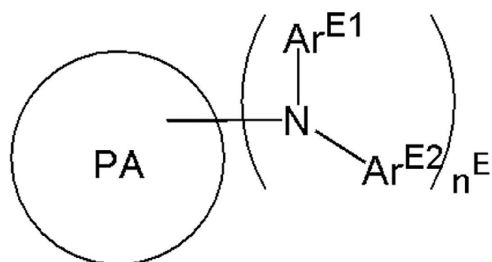
前記電子輸送層が、さらにn型ドーパントを含有することを特徴とする請求項6に記載の有機電界発光素子。

【請求項 8】

前記発光層が発光材料として下記一般式(EM-1)で表される化合物を含有することを特徴とする請求項1～7のいずれか一項に記載の有機電界発光素子。

【化 7】

(EM-1)



40

(一般式(EM-1)中、 PA は n^E 個の炭素数10～40の縮合芳香族骨格を表し、 Ar^{E1} および Ar^{E2} は、それぞれ独立に、アルキル基、アリール基またはヘテロアリール基を表し、 n^E は1～4の整数を表す。)

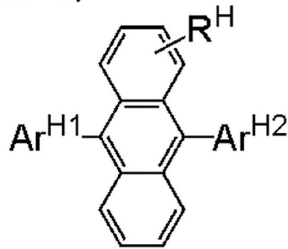
50

【請求項 9】

前記発光層がホスト材料として下記一般式（HO-1）で表される化合物を含有することを特徴とする請求項 1～8 のいずれか一項に記載の有機電界発光素子。

【化 8】

(HO-1)



10

（一般式（HO-1）中、 $\text{Ar}^{\text{H}1}$ および $\text{Ar}^{\text{H}2}$ はそれぞれ独立にアリール基を表す。 R^{H} は $\text{Ar}^{\text{H}1}$ および $\text{Ar}^{\text{H}2}$ が置換しているアントラセン骨格の置換可能なすべての炭素原子上に存在し、それぞれ独立に水素原子、アルキル基、アリール基、ヘテロアリール基、シアノ基、シリル基、アミノ基またはフッ素原子を表す。）

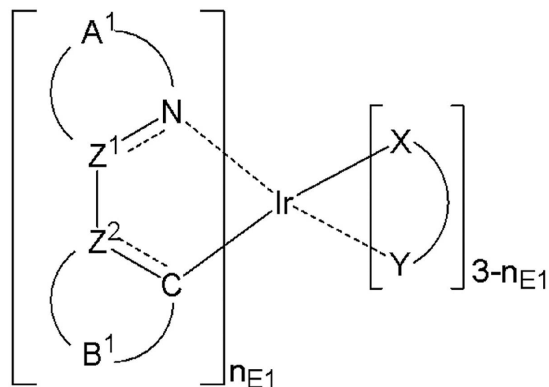
【請求項 10】

前記発光層に、燐光発光材料として下記一般式（E-1）で表される Ir 錯体を用いることを特徴とする請求項 1～9 のいずれか一項に記載の有機電界発光素子。

20

【化 9】

(E-1)



30

〔一般式（E-1）中、 Z^1 及び Z^2 はそれぞれ独立に、炭素原子又は窒素原子を表す。 A^1 は Z^1 と窒素原子と共に 5 又は 6 員のヘテロ環を形成する原子群を表す。 B^1 は Z^2 と炭素原子と共に 5 又は 6 員環を形成する原子群を表す。 Z^1 及び Z^2 はそれぞれ独立に、炭素原子又は窒素原子を表す。（ $\text{X}-\text{Y}$ ）はモノアニオン性の二座配位子を表す。 $n_{\text{E}1}$ は 1～3 の整数を表す。〕

【請求項 11】

40

前記化合物を含有する有機層が、前記発光層と隣接していることを特徴とする請求項 1～10 のいずれか一項に記載の有機電界発光素子。

【請求項 12】

請求項 1～11 のいずれか 1 項に記載された有機電界発光素子を用いた発光装置。

【請求項 13】

請求項 1～11 のいずれか 1 項に記載された有機電界発光素子を用いた表示装置。

【請求項 14】

請求項 1～11 のいずれか 1 項に記載された有機電界発光素子を用いた照明装置。

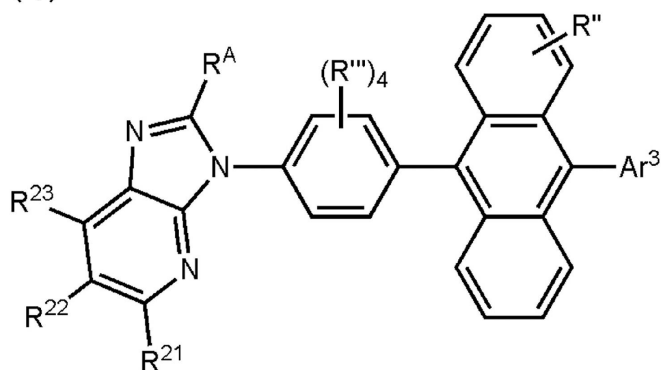
【請求項 15】

下記一般式（4）で表されることを特徴とする化合物。

50

【化 10】

(4)



10

(一般式(4)中、 R^A は水素原子、アルキル基、アリール基またはヘテロアリール基を表す。 Ar^3 はアルキル基、アリール基またはヘテロアリール基を表す。 $R^{21} \sim R^{23}$ はそれぞれ独立に水素原子、アルキル基、アリール基、ヘテロアリール基、シアノ基、シリル基、アミノ基またはフッ素原子を表す。 R'' は Ar^3 が置換しているアントラセン骨格の置換可能なすべての炭素原子上に存在し、それぞれ独立に水素原子、アルキル基、アリール基、ヘテロアリール基、シアノ基、シリル基、アミノ基またはフッ素原子を表す(但し、複数の R'' どうしが互いに結合して縮合環を形成することはない)。 R''' は、それぞれ独立に水素原子、アルキル基、アリール基、ヘテロアリール基、シアノ基、シリル基、アミノ基またはフッ素原子を表す。)

20

【請求項16】

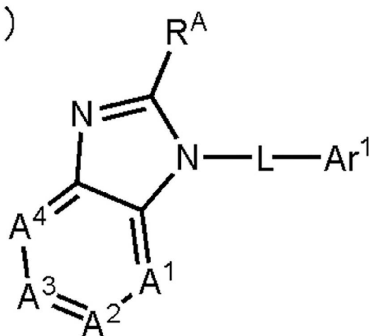
前記一般式(4)で表される化合物が、イミダゾール環と芳香族6員環の縮合環を分子中に1つのみ有することを特徴とする請求項15に記載の化合物。

【請求項17】

下記一般式(1)で表されることを特徴とする化合物。

【化 11】

(1)



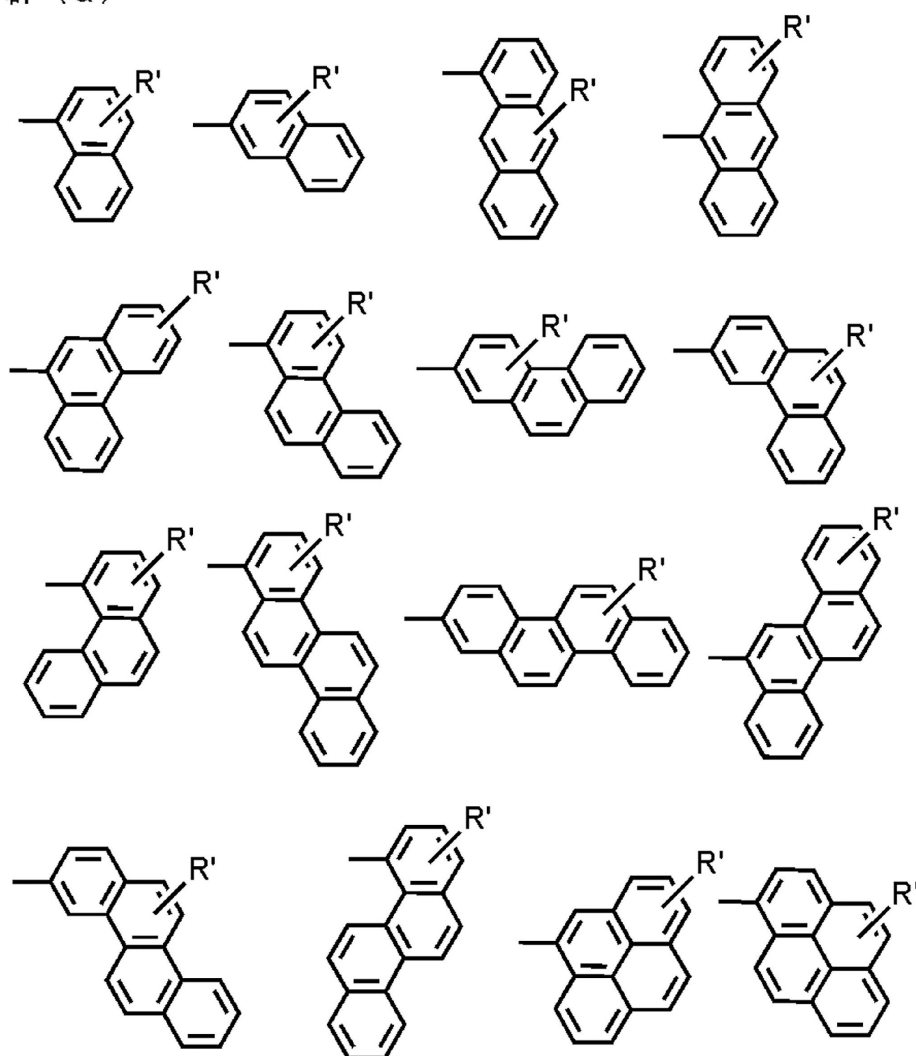
30

(一般式(1)中、 R^A は水素原子、アルキル基、アリール基またはヘテロアリール基を表す。ただし、前記アルキル基、前記アリール基および前記ヘテロアリール基はアミノ基を有さない。 L は単結合、アリーレン基、ヘテロアリーレン基または縮環構造を有していてもよいビフェニレン基を表す。 A^1 は窒素原子または $C-R^1$ 、 A^2 は窒素原子または $C-R^2$ 、 A^3 は窒素原子または $C-R^3$ 、 A^4 は窒素原子または $C-R^4$ を表し、 $A^1 \sim A^4$ の内の一つが窒素原子である。 $R^1 \sim R^4$ はそれぞれ独立に水素原子、アルキル基、アリール基、ヘテロアリール基、シアノ基、シリル基、アミノ基またはフッ素原子を表す。 Ar^1 は下記群(a)に含まれる基から選ばれる基を表す。

40

【化 1 2】

群 (a)



10

20

30

群 (a) に含まれる各基中、R' は各基のすべての炭素原子上に存在し、それぞれ独立に水素原子、アルキル基、アリール基、ヘテロアリール基、シアノ基、シリル基、アミノ基またはフッ素原子を表す（但し、複数の R' どうしが互いに結合して縮合環を形成することはない）。

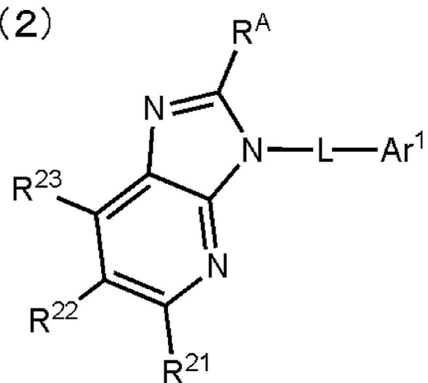
但し、一般式 (1) はイミダゾール環と複素芳香族 6 員環との縮合環を 1 つだけ有する。）

【請求項 1 8】

下記一般式 (2) で表されることを特徴とする化合物。

【化 1 3】

(2)

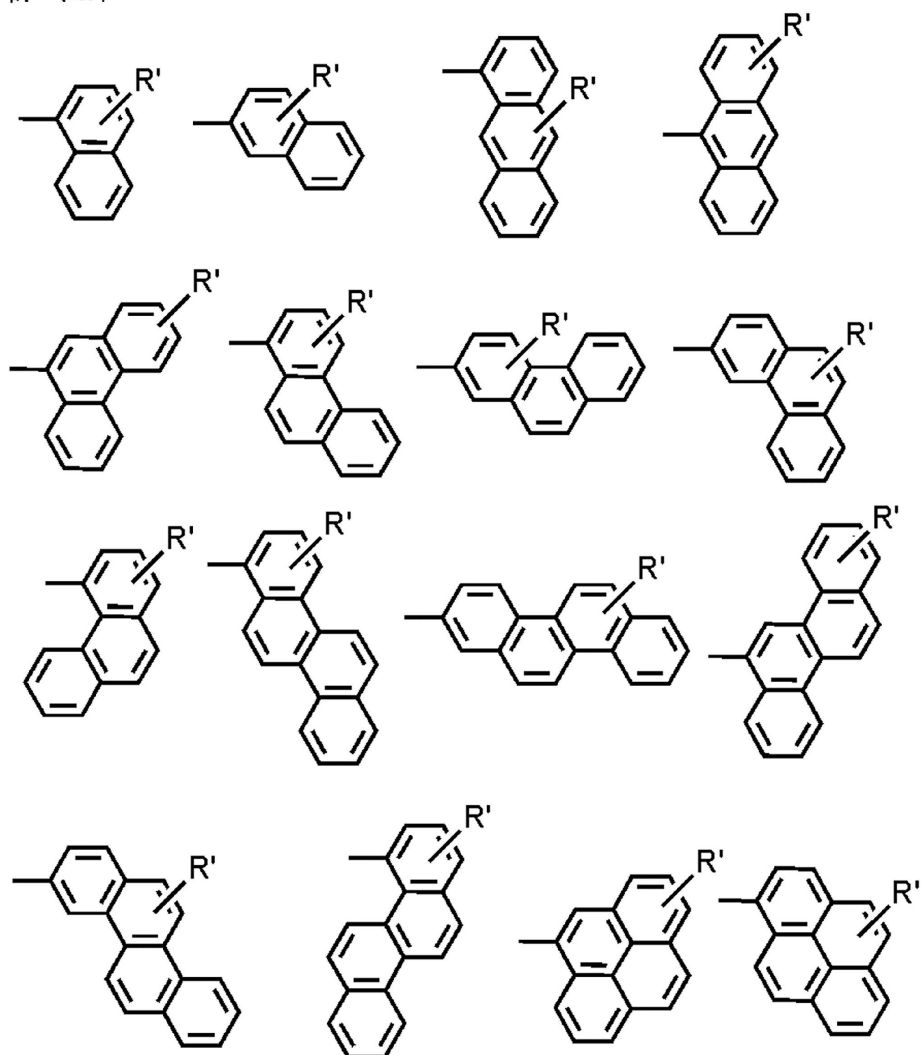


10

(一般式(2)中、 R^A は水素原子、アルキル基、アリール基またはヘテロアリール基を表す。ただし、前記アルキル基、前記アリール基および前記ヘテロアリール基はアミノ基を有さない。 L は単結合、アリーレン基、ヘテロアリーレン基または縮環構造を有していてもよいビフェニレン基を表す。 $R^{21} \sim R^{23}$ はそれぞれ独立に水素原子、アルキル基、アリール基、ヘテロアリール基、シアノ基、シリル基、アミノ基またはフッ素原子を表す。 Ar^1 は下記群(a)に含まれる基から選ばれる基を表す。

【化 1 4】

群 (a)



20

30

40

群(a)に含まれる各基中、 R' は各基のすべての炭素原子上に存在し、それぞれ独立に

50

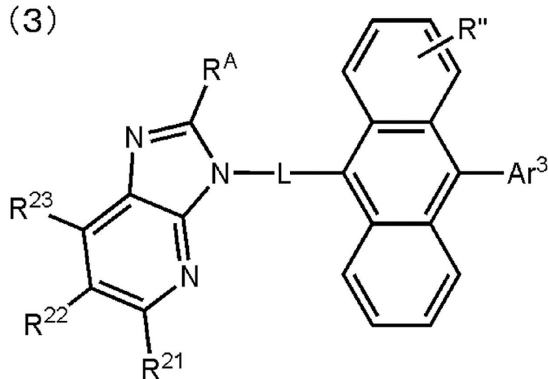
水素原子、アルキル基、アリール基、ヘテロアリール基、シアノ基、シリル基、アミノ基またはフッ素原子を表す（但し、複数の R' どうしが互いに結合して縮合環を形成することはない）。

但し、一般式（２）はイミダゾール環と複素芳香族 6 員環との縮合環を 1 つだけ有する。）

【請求項 19】

下記一般式（３）で表されることを特徴とする化合物。

【化 15】



10

（一般式（３）中、R^Aは水素原子、アルキル基、アリール基またはヘテロアリール基を表す。Lは単結合、アリーレン基、ヘテロアリーレン基または縮環構造を有していてもよいビフェニレン基を表す。Ar³はアルキル基、アリール基またはヘテロアリール基を表す。R²¹～R²³はそれぞれ独立に水素原子、アルキル基、アリール基、ヘテロアリール基、シアノ基、シリル基、アミノ基またはフッ素原子を表す。R''はAr³が置換しているアントラセン骨格の置換可能なすべての炭素原子上に存在し、それぞれ独立に水素原子、アルキル基、アリール基、ヘテロアリール基、シアノ基、シリル基、アミノ基またはフッ素原子を表す（但し、複数の R' 'どうしが互いに結合して縮合環を形成することはない）。）

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、有機電界発光素子と、それに用いる化合物（有機電界発光素子用材料）に関する。また本発明は、前記有機電界発光素子を用いた発光装置、表示装置または照明装置にも関する。

【0002】

有機電界発光素子（以下、「素子」、「有機EL素子」ともいう）は、一対の電極間に有機層を有し、陰極から注入された電子と陽極から注入された正孔とが有機層において再結合し、生成した励起子のエネルギーを発光に利用する発光素子である。有機電界発光素子は、低電圧で高輝度の発光が得られ、また応答速度が速く、薄型軽量であることから、広汎な用途への応用が期待され、活発に研究開発が行われている。なかでも、発光効率が高く、駆動電圧が低く、駆動耐久性の良好な有機電界発光素子の開発は、ディスプレイへの応用等において重要であり、これまでに種々の開発研究成果が報告されている。

40

【0003】

特許文献1、特許文献2には、ベンゾイミダゾール骨格を有する化合物を用いた有機電界発光素子が記載されている。しかしながらベンゾイミダゾールのベンゼン縮環部分に窒素原子を有する化合物の検討はなされておらず、示唆する記載もない。また、特許文献3にはイミダゾ[4,5-b]ピリジン骨格と多環縮環構造を併せ持つ化合物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、該多環縮環構造にさらなる置換基を有さない化

50

化合物の検討しかなされていなかった。また、特許文献4には複数のイミダゾ[4,5-b]ピリジン骨格の3位同士を連結基で連結した化合物を用いた有機電界発光素子が記載されている。さらに特許文献5にはイミダゾ[4,5-b]ピリジン骨格とアントラセン骨格を併せ持つ化合物を用いた有機電界発光素子が記載されているが、イミダゾ[4,5-b]ピリジン骨格が連結基を介してアントラセンの特定位置に結合したものしか検討されていなかった。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】WO2004/080975A1号公報

【特許文献2】特開2007-153778号公報

10

【特許文献3】特開2002-38141号公報

【特許文献4】特開2001-335776号公報

【特許文献5】特開2011-222831号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

本発明者らが検討したところ、上記特許文献1～特許文献5に記載される化合物を用いて有機電界発光素子を作製したところ、該化合物を用いた層の膜厚が変化すると、得られる有機電界発光素子の外部量子効率、駆動電圧、駆動耐久性の変動が大きく、パネル製造時に性能がバラつく要因になる可能性があり好ましくないことが判明した。また、有機電

20

界発光素子では、所望の色度の発光を得るために、光の干渉効果を利用することが有る。すなわち、有機電界発光素子では、ミラーとなる金属の陰極と半透明ミラーとなるITO電極が存在するため、この二つの電極間で光の共振が起こり、その結果、共振条件を満たした波長の光が強められる。所望の波長における強度を増大させるために各有機層の膜厚を調整することがしばしば行われるが、上記特許文献1～特許文献5に記載される化合物を用いた場合には、膜厚の変化による素子特性の変動が大きいため、他の素子特性を維持したまま、干渉を利用して色度を調整することが困難であることも判明した。

本発明が解決しようとする課題は、発光効率、駆動電圧および駆動耐久性が良好であり、かつ、これらの性能の膜厚依存性が小さい有機電界発光素子を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

30

【0006】

そこで本発明者らは上記課題を解決することを目的として鋭意検討を進めた。その結果、特定の構造を有する含窒素縮環化合物であり、特に特許文献5とはイミダゾ[4,5-b]ピリジン骨格が連結基を介してアントラセンに結合する位置が異なる化合物などを用いれば、上記の課題を解決することができることを見出して、以下に記載される本発明を提供するに至った。

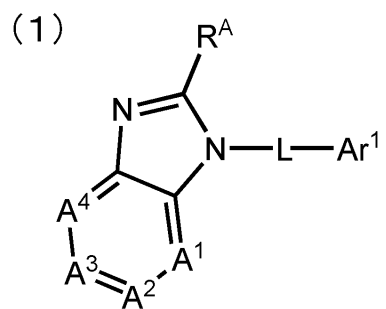
【0007】

本発明の課題を解決するための具体的な手段である発明は以下のとおりである。

[1] 基板と、該基板上に配置され、陽極及び陰極を含む一对の電極と、該電極間に配置され、発光層を含む少なくとも一層の有機層とを有し、前記少なくとも一層の有機層のいずれかの層に、少なくとも一種の下記一般式(1)で表される化合物を含有することを特徴とする有機電界発光素子。

40

【化 1】

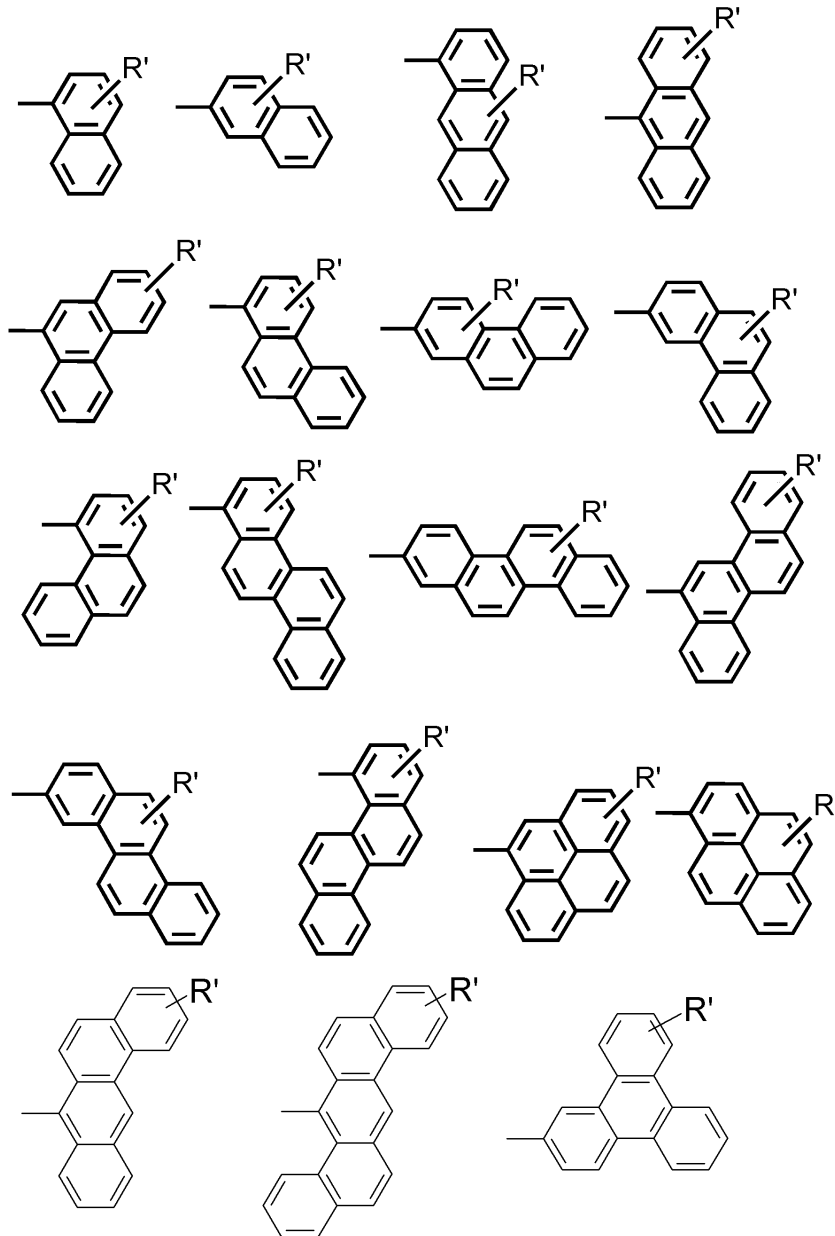


10

(一般式(1)中、R^Aは水素原子、アルキル基、アリール基またはヘテロアリール基を表す。Lは単結合、アリーレン基、ヘテロアリーレン基または縮環構造を有していてもよいビフェニレン基を表す。A¹は窒素原子またはC-R¹、A²は窒素原子またはC-R²、A³は窒素原子またはC-R³、A⁴は窒素原子またはC-R⁴を表し、A¹~A⁴の内、少なくとも一つは窒素原子である。R¹~R⁴はそれぞれ独立に水素原子、アルキル基、アリール基、ヘテロアリール基、シアノ基、シリル基、アミノ基またはフッ素原子を表す。Ar¹は下記群(a)に含まれる基から選ばれる基を表す。

【化 2】

群 (a)



10

20

30

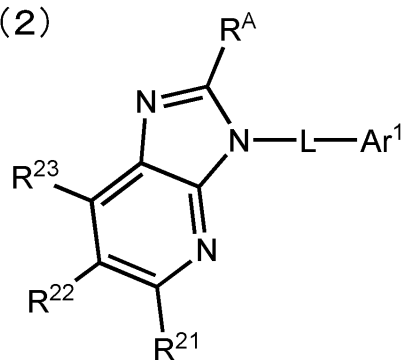
群 (a) に含まれる各基中、R' は各基のすべての炭素原子上に存在し、それぞれ独立に水素原子、アルキル基、アリール基、ヘテロアリール基、シアノ基、シリル基、アミノ基またはフッ素原子を表す（但し、複数の R' どうしが互いに結合して縮合環を形成することはない。）

〔2〕 〔1〕 に記載の有機電界発光素子は、前記一般式 (1) で表される化合物が、下記一般式 (2) で表される化合物であることが好ましい。

40

【化 3】

(2)

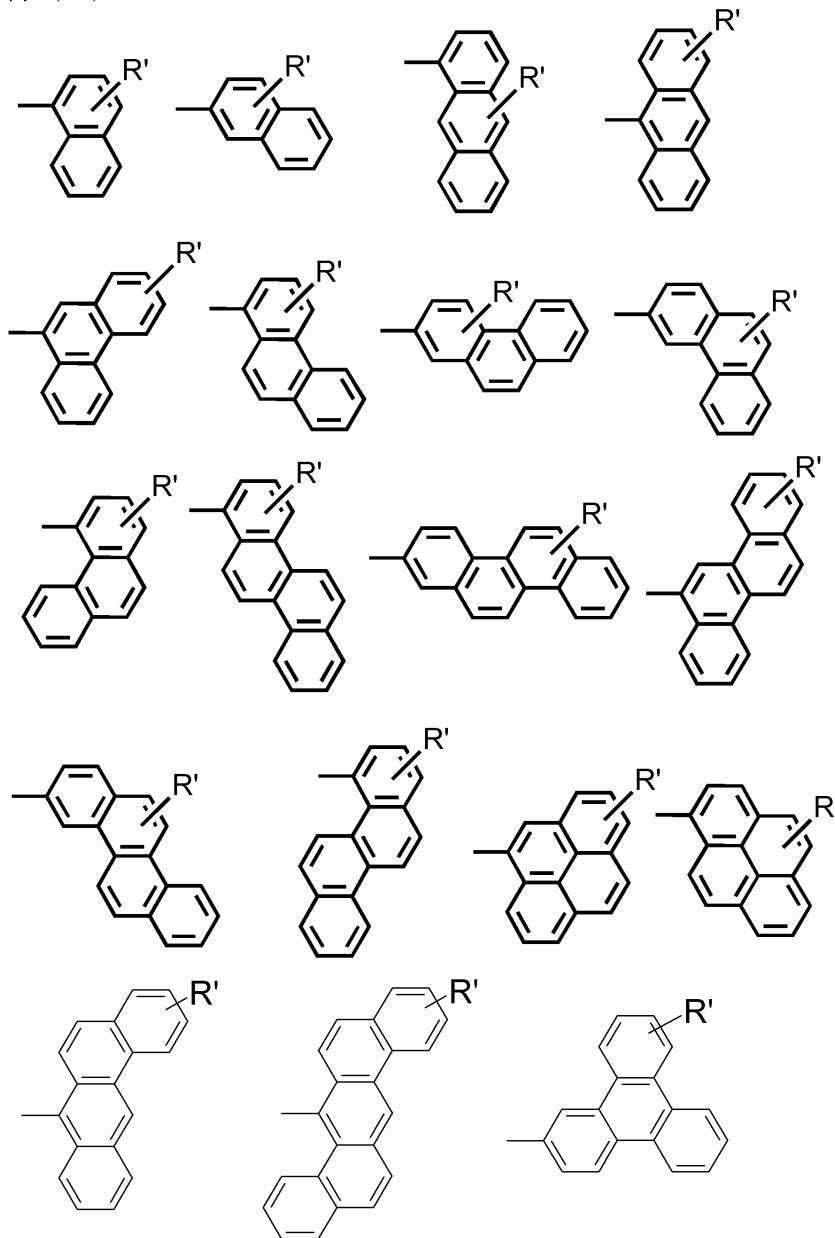


10

(一般式(2)中、R^Aは水素原子、アルキル基、アリール基またはヘテロアリール基を表す。Lは単結合、アリーレン基、ヘテロアリーレン基または縮環構造を有していてもよいビフェニレン基を表す。R²¹～R²³はそれぞれ独立に水素原子、アルキル基、アリール基、ヘテロアリール基、シアノ基、シリル基、アミノ基またはフッ素原子を表す。Ar¹は下記群(a)に含まれる基から選ばれる基を表す。

【化 4】

群 (a)



群 (a) に含まれる各基中、R' は各基のすべての炭素原子上に存在し、それぞれ独立に水素原子、アルキル基、アリール基、ヘテロアリール基、シアノ基、シリル基、アミノ基またはフッ素原子を表す（但し、複数の R' どうしが互いに結合して縮合環を形成することはない。）

〔3〕 〔2〕 に記載の有機電界発光素子は、前記一般式 (2) で表される化合物が、下記一般式 (3) で表される化合物であることが好ましい。

10

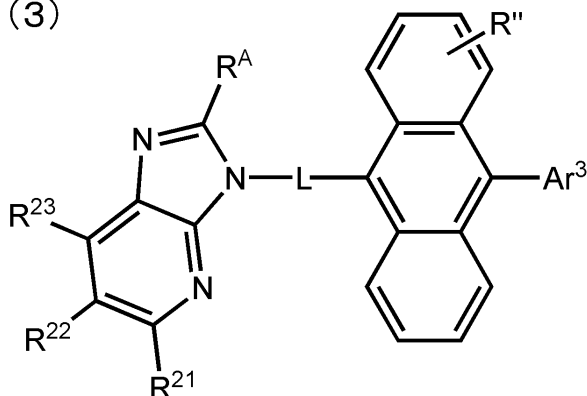
20

30

40

【化 5】

(3)



10

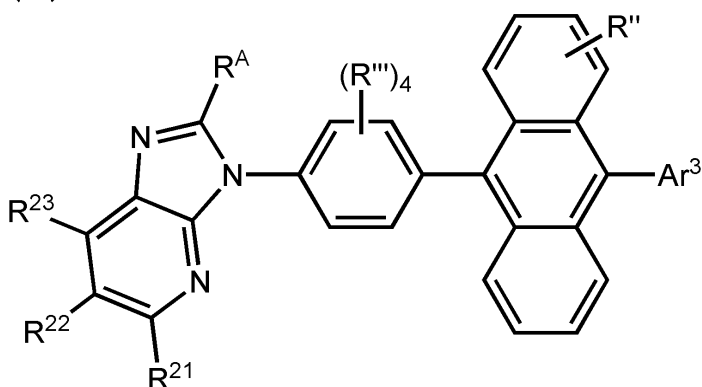
(一般式(3)中、 R^A は水素原子、アルキル基、アリール基またはヘテロアリール基を表す。 L は単結合、アリーレン基、ヘテロアリーレン基または縮環構造を有していてもよいビフェニレン基を表す。 Ar^3 はアルキル基、アリール基またはヘテロアリール基を表す。 $R^{21} \sim R^{23}$ はそれぞれ独立に水素原子、アルキル基、アリール基、ヘテロアリール基、シアノ基、シリル基、アミノ基またはフッ素原子を表す。 R'' は Ar^3 が置換しているアントラセン骨格の置換可能なすべての炭素原子上に存在し、それぞれ独立に水素原子、アルキル基、アリール基、ヘテロアリール基、シアノ基、シリル基、アミノ基またはフッ素原子を表す(但し、複数の R'' どうしが互いに結合して縮合環を形成することはない)。

20

[4] [3]に記載の有機電界発光素子は、前記一般式(3)で表される化合物が、下記一般式(4)で表される化合物であることが好ましい。

【化 6】

(4)



30

(一般式(4)中、 R^A は水素原子、アルキル基、アリール基またはヘテロアリール基を表す。 Ar^3 はアルキル基、アリール基またはヘテロアリール基を表す。 $R^{21} \sim R^{23}$ はそれぞれ独立に水素原子、アルキル基、アリール基、ヘテロアリール基、シアノ基、シリル基、アミノ基またはフッ素原子を表す。 R'' は Ar^3 が置換しているアントラセン骨格の置換可能なすべての炭素原子上に存在し、それぞれ独立に水素原子、アルキル基、アリール基、ヘテロアリール基、シアノ基、シリル基、アミノ基またはフッ素原子を表す(但し、複数の R'' どうしが互いに結合して縮合環を形成することはない)。 R''' はそれぞれ独立に水素原子、アルキル基、アリール基、ヘテロアリール基、シアノ基、シリル基、アミノ基またはフッ素原子を表す)。

40

[5] [1] ~ [4]のいずれか一項に記載の有機電界発光素子は、前記一般式(1)で表される化合物が、イミダゾール環と芳香族6員環の縮合環を分子中に1つのみ有することが好ましい。

[6] [1] ~ [5]のいずれか一項に記載の有機電界発光素子は、前記発光層と前記

50

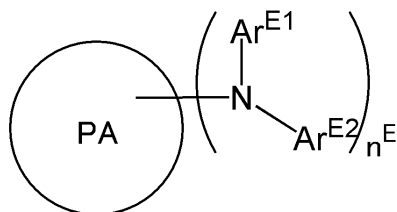
陰極の間に少なくとも一層の電子輸送層を有し、前記一般式（１）で表される化合物が該電子輸送層に含有されることが好ましい。

〔７〕 〔６〕に記載の有機電界発光素子は、前記電子輸送層が、さらにｎ型ドーパントを含有することが好ましい。

〔８〕 〔１〕～〔７〕のいずれか一項に記載の有機電界発光素子は、前記発光層が発光材料として下記一般式（ＥＭ－１）で表される化合物を含有することが好ましい。

【化７】

(EM-1)



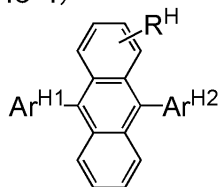
10

（一般式（ＥＭ－１）中、ＰＡは n^E 価の炭素数１０～４０の縮合芳香族骨格を表し、 $A r^{E1}$ および $A r^{E2}$ は、それぞれ独立に、アルキル基、アリール基またはヘテロアリール基を表し、 n^E は１～４の整数を表す。）

〔９〕 〔１〕～〔８〕のいずれか一項に記載の有機電界発光素子は、前記発光層がホスト材料として下記一般式（ＨＯ－１）で表される化合物を含有することが好ましい。

【化８】

(HO-1)



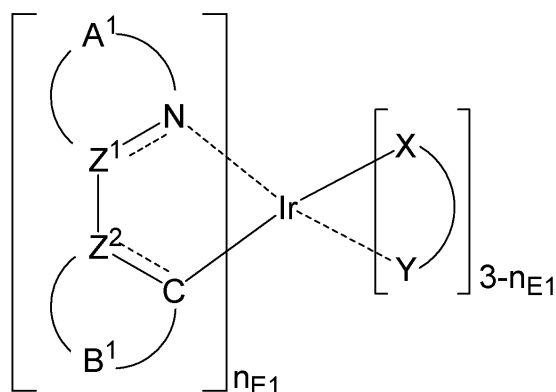
（一般式（ＨＯ－１）中、 $A r^{H1}$ および $A r^{H2}$ はそれぞれ独立にアリール基を表す。 R^H は $A r^{H1}$ および $A r^{H2}$ が置換しているアントラセン骨格の置換可能なすべての炭素原子上に存在し、それぞれ独立に水素原子、アルキル基、アリール基、ヘテロアリール基、シアノ基、シリル基、アミノ基またはフッ素原子を表す。）

20

〔１０〕 〔１〕～〔９〕のいずれか一項に記載の有機電界発光素子は、前記発光層に、燐光発光材料として下記一般式（Ｅ－１）で表されるＩｒ錯体を用いることが好ましい。

【化９】

(E-1)



30

〔一般式（Ｅ－１）中、 Z^1 及び Z^2 はそれぞれ独立に、炭素原子又は窒素原子を表す。 A^1 は Z^1 と窒素原子と共に５又は６員のヘテロ環を形成する原子群を表す。 B^1 は Z^2 と炭素原子と共に５又は６員環を形成する原子群を表す。 Z^1 及び Z^2 はそれぞれ独立に、炭素原子又は窒素原子を表す。（ $X-Y$ ）はモノアニオン性の二座配位子を表す。 n_{E1} は１～３の整数を表す。〕

40

〔11〕 〔1〕～〔10〕のいずれか一項に記載の有機電界発光素子は、前記一般式（1）で表される化合物を含有する有機層が、前記発光層と隣接していることが好ましい。

〔12〕 〔1〕～〔11〕のいずれか1項に記載された有機電界発光素子を用いた発光装置。

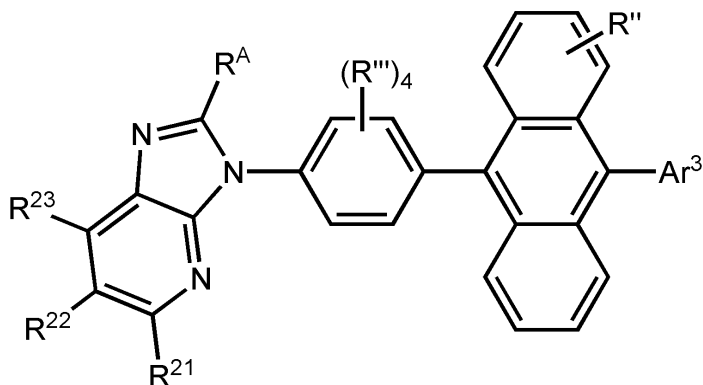
〔13〕 〔1〕～〔11〕のいずれか1項に記載された有機電界発光素子を用いた表示装置。

〔14〕 〔1〕～〔11〕のいずれか1項に記載された有機電界発光素子を用いた照明装置。

〔15〕 下記一般式（4）で表されることを特徴とする化合物。

【化10】

(4)



（一般式（4）中、 R^A は水素原子、アルキル基、アリール基またはヘテロアリール基を表す。 Ar^3 はアルキル基、アリール基またはヘテロアリール基を表す。 $R^{21} \sim R^{23}$ はそれぞれ独立に水素原子、アルキル基、アリール基、ヘテロアリール基、シアノ基、シリル基、アミノ基またはフッ素原子を表す。 R'' は Ar^3 が置換しているアントラセン骨格の置換可能なすべての炭素原子上に存在し、それぞれ独立に水素原子、アルキル基、アリール基、ヘテロアリール基、シアノ基、シリル基、アミノ基またはフッ素原子を表す（但し、複数の R'' どうしが互いに結合して縮合環を形成することはない）。 R''' はそれぞれ独立に水素原子、アルキル基、アリール基、ヘテロアリール基、シアノ基、シリル基、アミノ基またはフッ素原子を表す。）

〔16〕 〔15〕に記載の化合物は、前記一般式（4）で表される化合物が、イミダゾール環と芳香族6員環の縮合環を分子中に1つのみ有することが好ましい。

【発明の効果】

【0008】

本発明の有機電界発光素子は、発光効率、駆動電圧および駆動耐久性が良好であり、かつ、これらの性能の膜厚依存性が小さいという有利な効果を有する。また、本発明の化合物を用いれば、このような優れた有機電界発光素子を容易に製造することができる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【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。

【図4】本発明の化合物1の ^1H NMRチャートである。

【図5】本発明の化合物15の ^1H NMRチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下において、本発明の内容について詳細に説明する。以下に記載する構成要件の説明は、本発明の代表的な実施態様や具体例に基づいてなされることがあるが、本発明はそのような実施態様や具体例に限定されるものではない。なお、本明細書において「～」を用

10

20

30

40

50

いて表される数値範囲は、「～」の前後に記載される数値を下限値および上限値として含む範囲を意味する。

【0011】

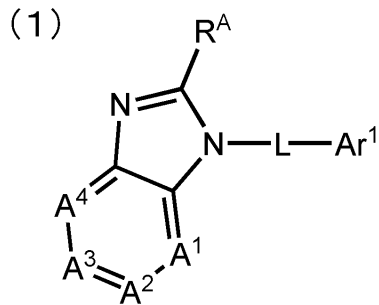
[有機電界発光素子]

本発明の有機電界発光素子は、基板と、該基板上に配置され、陽極及び陰極を含む一对の電極と、該電極間に配置され、発光層を含む少なくとも一層の有機層とを有し、前記少なくとも一層の有機層のいずれかの層に、少なくとも一種の下記一般式(1)で表される化合物を含有することを特徴とする。

特に、本発明の有機電界発光素子は、有機電界発光素子を構成する有機層が下記一般式(1)で表される化合物を含有することを特徴とする。前記一般式(1)で表される化合物は、有機電界発光素子用材料として好ましく用いることができる。

10

【化11】

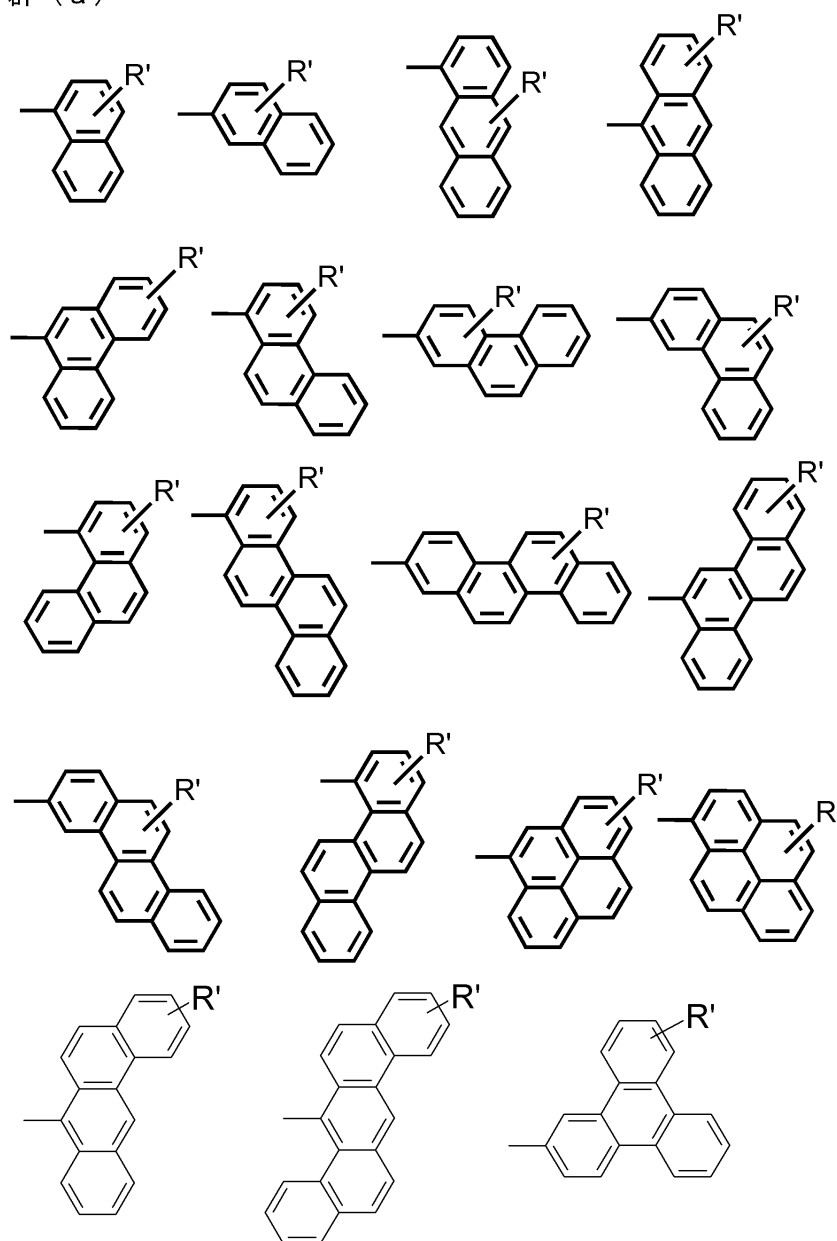


20

(一般式(1)中、 R^A は水素原子、アルキル基、アリール基またはヘテロアリール基を表す。 L は単結合、アリーレン基、ヘテロアリーレン基または縮環構造を有していてもよいビフェニレン基を表す。 A^1 は窒素原子または $C-R^1$ 、 A^2 は窒素原子または $C-R^2$ 、 A^3 は窒素原子または $C-R^3$ 、 A^4 は窒素原子または $C-R^4$ を表し、 $A^1 \sim A^4$ の内、少なくとも一つは窒素原子である。 $R^1 \sim R^4$ はそれぞれ独立に水素原子、アルキル基、アリール基、ヘテロアリール基、シアノ基、シリル基、アミノ基またはフッ素原子を表す。 Ar^1 は下記群(a)に含まれる基から選ばれる基を表す。

【化 1 2】

群 (a)



群 (a) に含まれる各基中、R' は各基のすべての炭素原子上に存在し、それぞれ独立に水素原子、アルキル基、アリール基、ヘテロアリール基、シアノ基、シリル基、アミノ基またはフッ素原子を表す（但し、複数の R' どうしが互いに結合して縮合環を形成することはない。）。

【 0 0 1 2 】

《一般式（１）で表される化合物》

以下において、一般式（１）で表される化合物について詳細に説明する。

本発明において、前記一般式（１）の説明における水素原子は同位体（重水素原子等）も含み、またさらに置換基を構成する原子は、その同位体も含んでいることを表す。

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

【 0 0 1 3 】

前記一般式(1)中、 R^A は水素原子、アルキル基、アリール基またはヘテロアリール基を表す。

R^A で表されるアルキル基としては、炭素数1~10の直鎖、分岐、環状のアルキル基であることが好ましく、炭素数1~6の直鎖、分岐、環状のアルキル基であることがより好ましく、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、*s*-ブチル基、*t*-ブチル基、*n*-ペンチル基、ネオペンチル基、*n*-ヘキシル基、シクロペンチル基、シクロヘキシル基であることがさらに好ましく、メチル基、エチル基、イソプロピル基、*t*-ブチル基であることがさらに好ましい。

【0014】

R^A で表されるアリール基としては、炭素数6~14のアリール基であることが好ましく、フェニル基、ナフチル基、フェナントリル基、アントリル基、ピレニル基、クリセニル基、テトラセニル基(ナфтаセニル基)、トリフェニレニル基、ペリレニル基、ベンゾアントリル基、ジベンゾアントリル基、フルオレニル基であることがより好ましく、フェニル基、ナフチル基、フェナントリル基、アントリル基、ピレニル基、フルオレニル基であることがさらに好ましく、フェニル基、ナフチル基、フルオレニル基であることがさらに好ましい。

【0015】

R^A で表されるヘテロアリール基としては、炭素数3~20であり、ヘテロ原子としてN、OおよびSのいずれかを少なくとも1つ含むヘテロアリール基であることが好ましく、ピロリル基、チエニル基、フリル基、インドリル基、ベンゾチエニル基、ベンゾフリル基、カルバゾリル基、ジベンゾチエニル基、ジベンゾフリル基、ピラゾリル基、イミダゾリル基、トリアゾリル基、オキサゾリル基、チアゾリル基、ベンゾイミダゾリル基、ベンゾチアゾリル基、ベンゾオキサゾリル基、インダゾリル基、ピリジル基、ピラジニル基、ピリミジニル基、トリアジニル基、キノリル基、イソキノリル基、キノキサリル基、ナフチリジニル基であることがより好ましく、チエニル基、フリル基、カルバゾリル基、ジベンゾチエニル基、ジベンゾフリル基、ピリジル基、ピラジニル基、ピリミジニル基、トリアジニル基、キノリル基、イソキノリル基、キノキサリル基であることがさらに好ましく、ジベンゾチエニル基、ジベンゾフリル基、ピリジル基、トリアジニル基、キノリル基、イソキノリル基であることがさらに好ましい。

【0016】

R^A としては、炭素数6~14のアリール基または炭素数1~6の直鎖、分岐、環状のアルキル基であることが好ましい。

R^A はさらに置換基を有していてもよく、置換基としては下記置換基群Aが挙げられる。

【0017】

(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*-オクチル、*n*-デシル、*n*-ヘキサデシル、シクロプロピル、シクロペンチル、シクロヘキシルなどが挙げられる。)、アルケニル基(好ましくは炭素数2~30、より好ましくは炭素数2~20、特に好ましくは炭素数2~10であり、例えばビニル、アリル、2-ブテニル、3-ペンテニルなどが挙げられる。)、アルキニル基(好ましくは炭素数2~30、より好ましくは炭素数2~20、特に好ましくは炭素数2~10であり、例えばプロパルギル、3-ペンチニルなどが挙げられる。)、アリール基(好ましくは炭素数6~30、より好ましくは炭素数6~20、特に好ましくは炭素数6~12であり、例えばフェニル、*p*-メチルフェニル、ナフチル、アントラニルなどが挙げられる。)、アミノ基(好ましくは炭素数0~30、より好ましくは炭素数0~20、特に好ましくは炭素数0~10であり、例えばアミノ、メチルアミノ、ジメチルアミノ、ジエチルアミノ、ジベンジルアミノ、ジフェニルアミノ、ジトリルアミノなどが挙げられる。)、アルコキシ基(好ましくは炭素数1~30、より好ましくは炭素数1~20、特に好ましくは炭素数1~1

0であり、例えばメトキシ、エトキシ、ブトキシ、2-エチルヘキシロキシなどが挙げられる。)、アリーロキシ基(好ましくは炭素数6~30、より好ましくは炭素数6~20、特に好ましくは炭素数6~12であり、例えばフェニロキシ、1-ナフチロキシ、2-ナフチロキシなどが挙げられる。)、ヘテロ環オキシ基(好ましくは炭素数1~30、より好ましくは炭素数1~20、特に好ましくは炭素数1~12であり、例えばピリジロキシ、ピラジロキシ、ピリミジロキシ、キノリロキシなどが挙げられる。)、アシル基(好ましくは炭素数2~30、より好ましくは炭素数2~20、特に好ましくは炭素数2~12であり、例えばアセチル、ベンゾイル、ホルミル、ピバロイルなどが挙げられる。)、アルコキシカルボニル基(好ましくは炭素数2~30、より好ましくは炭素数2~20、特に好ましくは炭素数2~12であり、例えばメトキシカルボニル、エトキシカルボニルなどが挙げられる。)、アリーロキシカルボニル基(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、例えばフェニロキシカルボニルなどが挙げられる。)、アシロキシ基(好ましくは炭素数2~30、より好ましくは炭素数2~20、特に好ましくは炭素数2~10であり、例えばアセトキシ、ベンゾイルオキシなどが挙げられる。)、アシルアミノ基(好ましくは炭素数2~30、より好ましくは炭素数2~20、特に好ましくは炭素数2~10であり、例えばアセチルアミノ、ベンゾイルアミノなどが挙げられる。)、アルコキシカルボニルアミノ基(好ましくは炭素数2~30、より好ましくは炭素数2~20、特に好ましくは炭素数2~12であり、例えばメトキシカルボニルアミノなどが挙げられる。)、アリーロ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、例えばフェニロキシカルボニルアミノなどが挙げられる。)、スルホニルアミノ基(好ましくは炭素数1~30、より好ましくは炭素数1~20、特に好ましくは炭素数1~12であり、例えばメタンスルホニルアミノ、ベンゼンスルホニルアミノなどが挙げられる。)、スルファモイル基(好ましくは炭素数0~30、より好ましくは炭素数0~20、特に好ましくは炭素数0~12であり、例えばスルファモイル、メチルスルファモイル、ジメチルスルファモイル、フェニルスルファモイルなどが挙げられる。)、カルバモイル基(好ましくは炭素数1~30、より好ましくは炭素数1~20、特に好ましくは炭素数1~12であり、例えばカルバモイル、メチルカルバモイル、ジエチルカルバモイル、フェニルカルバモイルなどが挙げられる。)、アルキルチオ基(好ましくは炭素数1~30、より好ましくは炭素数1~20、特に好ましくは炭素数1~12であり、例えばメチルチオ、エチルチオなどが挙げられる。)、アリールチオ基(好ましくは炭素数6~30、より好ましくは炭素数6~20、特に好ましくは炭素数6~12であり、例えばフェニルチオなどが挙げられる。)、ヘテロ環チオ基(好ましくは炭素数1~30、より好ましくは炭素数1~20、特に好ましくは炭素数1~12であり、例えばピリジルチオ、2-ベンズイミゾリルチオ、2-ベンズオキサゾリルチオ、2-ベンズチアゾリルチオなどが挙げられる。)、スルホニル基(好ましくは炭素数1~30、より好ましくは炭素数1~20、特に好ましくは炭素数1~12であり、例えばメシル、トシルなどが挙げられる。)、スルフィニル基(好ましくは炭素数1~30、より好ましくは炭素数1~20、特に好ましくは炭素数1~12であり、例えばメタンスルフィニル、ベンゼンスルフィニルなどが挙げられる。)、ウレイド基(好ましくは炭素数1~30、より好ましくは炭素数1~20、特に好ましくは炭素数1~12であり、例えばウレイド、メチルウレイド、フェニルウレイドなどが挙げられる。)、リン酸アミド基(好ましくは炭素数1~30、より好ましくは炭素数1~20、特に好ましくは炭素数1~12であり、例えばジエチルリン酸アミド、フェニルリン酸アミドなどが挙げられる。)、ヒドロキシ基、メルカプト基、ハロゲン原子(例えばフッ素原子、塩素原子、臭素原子、ヨウ素原子)、シアノ基、スルホ基、カルボキシ基、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(ヘテロアリール基も包含し、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

10

20

30

40

50

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。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Aから選択される基を挙げることができる。

10

【0018】

一般式(1)中、Lは単結合、アリーレン基、ヘテロアリーレン基または縮環構造を有していてもよいビフェニレン基を表す。

【0019】

20

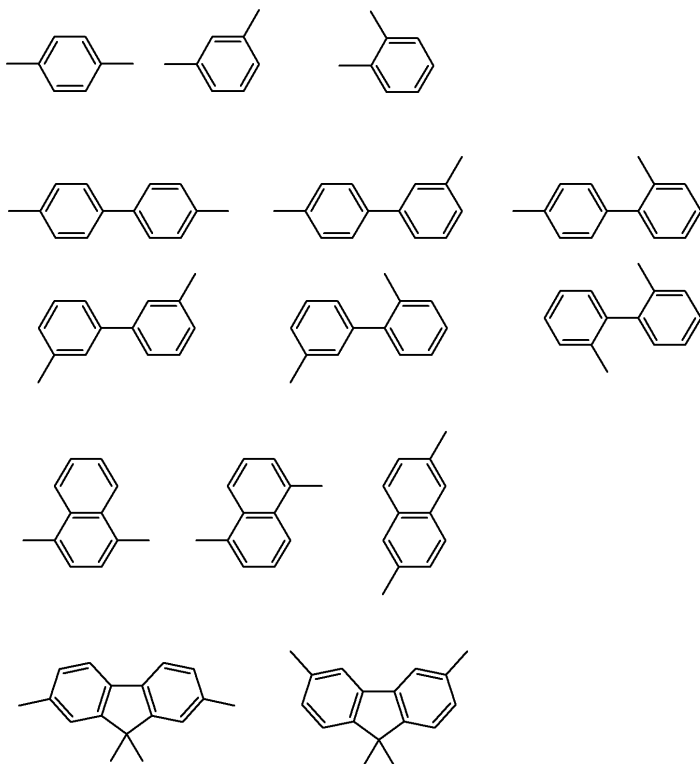
Lで表されるアリーレン基としては、炭素数6～60のアリーレン基が好ましく、炭素数6～40のアリーレン基がより好ましく、炭素数6～20のアリーレン基が特に好ましい。

Lで表される縮環構造を有していてもよいビフェニレン基としては特に制限はない。Lで表される縮環構造を有していてもよいビフェニレン基は、置換または無置換のビフェニレン基または9H-フルオレンの2箇所が結合手である2価の基であることが好ましい。

Lで表されるアリーレン基または縮環構造を有していてもよいビフェニレン基としては、下記から選ばれるものであることがさらに特に好ましい。なお、前記Lが縮環構造を有していてもよいビフェニレン基である場合は、下記の中でも、4,4'-ビフェニレン基または9H-フルオレンの2位と7位が結合手である2価の基がさらに特に好ましい。

30

【化 1 3】



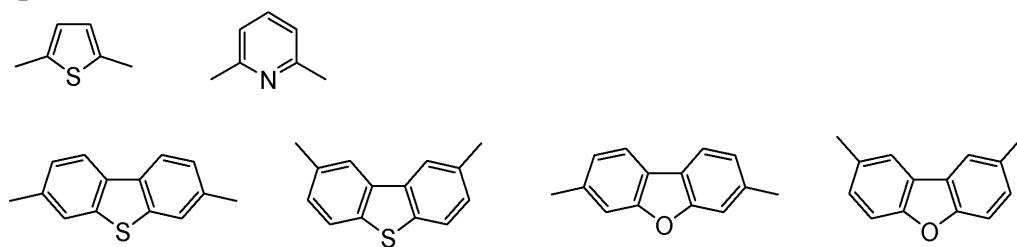
10

20

【0020】

Lで表されるヘテロアリーレン基としては、炭素数3～60のヘテロアリーレン基が好ましく、炭素数3～40のヘテロアリーレン基がより好ましく、炭素数3～20のヘテロアリーレン基が特に好ましく、下記から選ばれるものであることがさらに特に好ましい。

【化 1 4】



30

【0021】

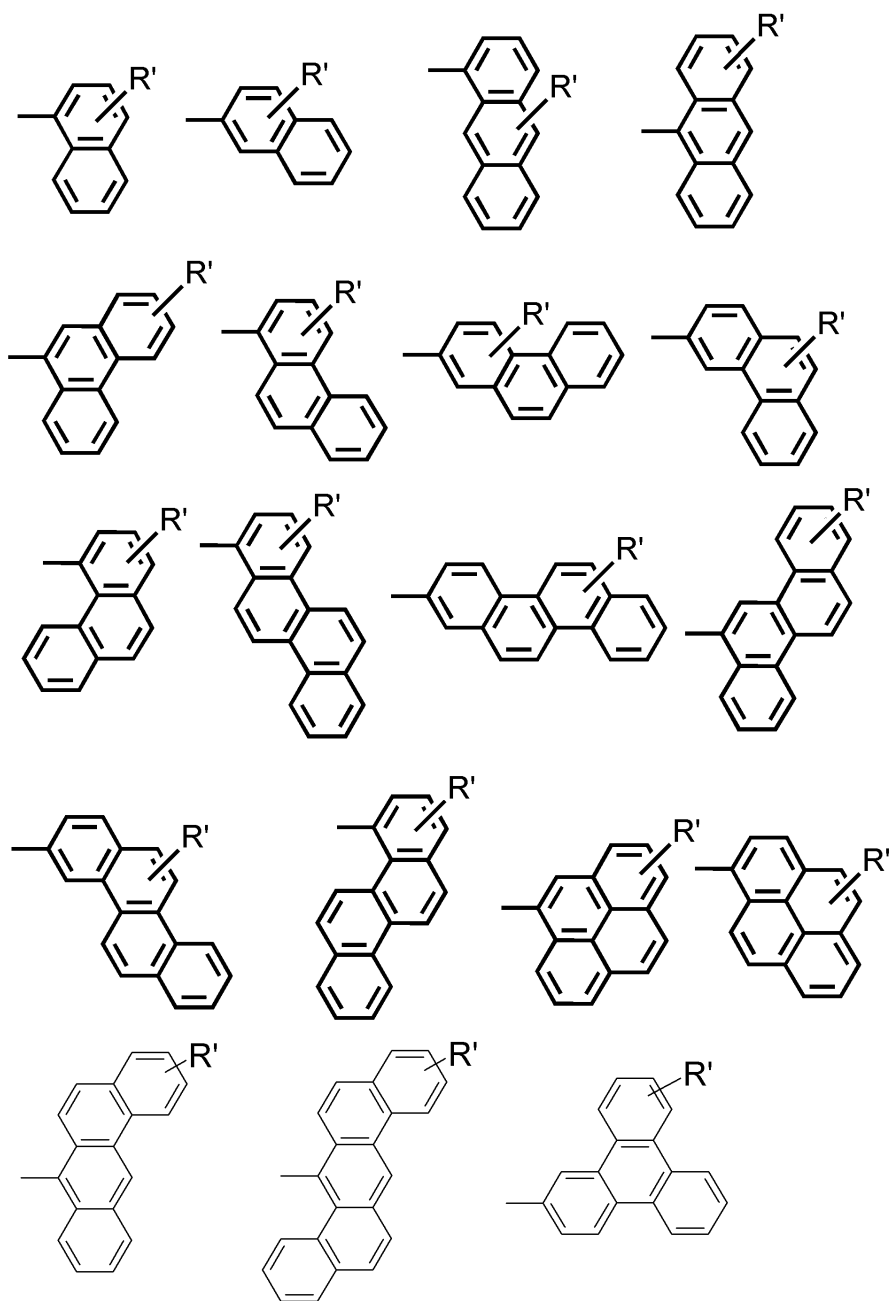
Lで表される連結基は置換基を有していてもよく、置換基としては前記置換基群Aが挙げられ、置換基として好ましくは、アルキル基、アリール基、フッ素原子、シアノ基である。前記Lで表される連結基が9H-フルオレン構造を有する基であるときは、9,9-ジメチル-9H-フルオレン構造を有する基であることが好ましい。

【0022】

一般式(1)中、Ar¹は下記群(a)に含まれる基から選ばれる基を表す。

40

【化 1 5】



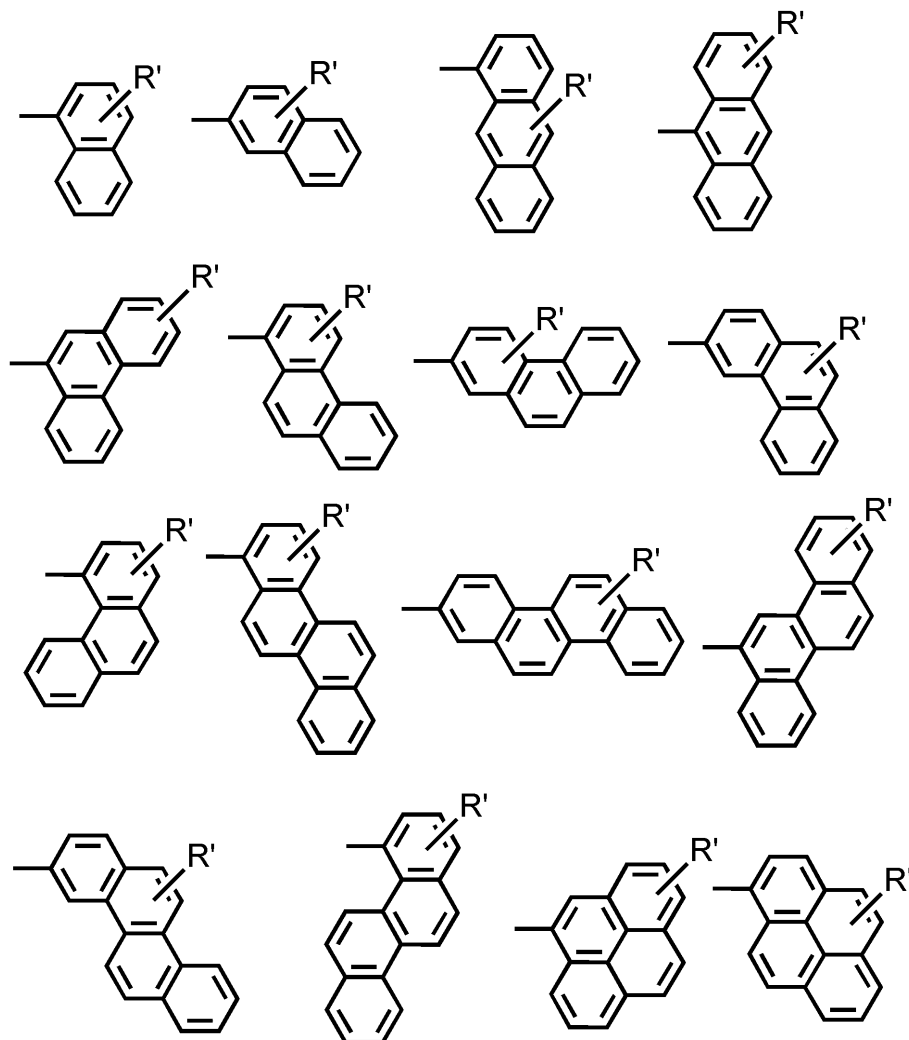
10

20

30

上記群 (a) の中でも、 Ar^1 として好ましくは、

【化 1 6】



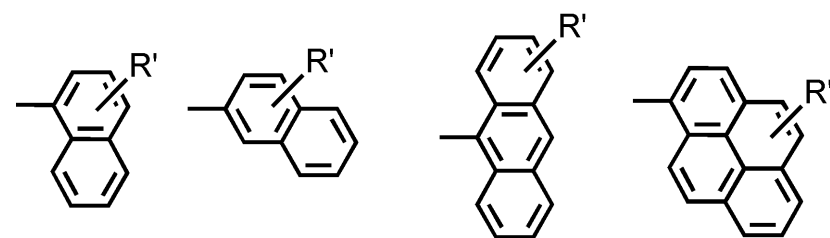
10

20

であり、より好ましくは、

30

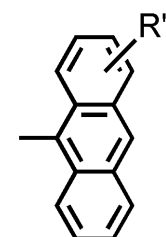
【化 1 7】



であり、さらに好ましくは、

40

【化 1 8】



である。

【0 0 2 3】

群 (a) に含まれる各基中、R' は各基のすべての炭素原子上に存在し、それぞれ独立

50

に水素原子、アルキル基、アリール基、ヘテロアリール基、シアノ基、シリル基、アミノ基またはフッ素原子を表す（但し、複数の R' どうしが互いに結合して縮合環を形成することはない）。

【0024】

R' で表されるアルキル基としては、炭素数 1～10 の直鎖、分岐、環状のアルキル基であることが好ましく、炭素数 1～6 の直鎖、分岐、環状のアルキル基であることがより好ましく、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、s-ブチル基、t-ブチル基、n-ペンチル基、ネオペンチル基、n-ヘキシル基、シクロペンチル基、シクロヘキシル基であることがさらに好ましく、メチル基、エチル基、イソプロピル基、t-ブチル基であることがさらに好ましい。

10

【0025】

R' で表されるアリール基としては、炭素数 6～14 のアリール基であることが好ましく、フェニル基、ナフチル基、フェナントリル基、アントリル基、ピレニル基、クリセニル基、テトラセニル基（ナフタセニル基）、トリフェニレニル基、ペリレニル基、ベンゾアントリル基、ジベンゾアントリル基、フルオレニル基であることがより好ましく、フェニル基、ナフチル基、フェナントリル基、アントリル基、ピレニル基、フルオレニル基であることがさらに好ましく、フェニル基、ナフチル基であることがさらに好ましい。

【0026】

R' で表されるヘテロアリール基としては、炭素数 3～20 であり、ヘテロ原子として N、O および S のいずれかを少なくとも 1 つ含むヘテロアリール基であることが好ましく、ピロリル基、チエニル基、フリル基、インドリル基、ベンゾチエニル基、ベンゾフリル基、カルバゾリル基、ジベンゾチエニル基、ジベンゾフリル基、ピラゾリル基、イミダゾリル基、トリアゾリル基、オキサゾリル基、チアゾリル基、ベンゾイミダゾリル基、ベンゾチアゾリル基、ベンゾオキサゾリル基、インダゾリル基、ピリジル基、ピラジニル基、ピリミジニル基、トリアジニル基、キノリル基、イソキノリル基、キノキサリル基、ナフチリジニル基であることがより好ましく、チエニル基、フリル基、カルバゾリル基、ジベンゾチエニル基、ジベンゾフリル基、ピリジル基、ピラジニル基、ピリミジニル基、トリアジニル基、キノリル基、イソキノリル基、キノキサリル基であることがさらに好ましく、ジベンゾチエニル基、ジベンゾフリル基、ピリジル基、トリアジニル基、キノリル基、イソキノリル基であることがさらに好ましい。

20

30

【0027】

R' で表されるシリル基としては、トリアルキルシリル基、トリアリールシリル基が好ましく、トリアリールシリル基がより好ましい。

【0028】

R' で表されるアミノ基としては、ジアリールアミノ基が好ましい。

【0029】

R' としては、水素原子、炭素数 6～14 のアリール基、炭素数 1～6 の直鎖、分岐、環状のアルキル基、シアノ基、フッ素原子であることが好ましく、水素原子、炭素数 6～14 のアリール基、シアノ基、フッ素原子がより好ましく、水素原子または炭素数 6～14 のアリール基がさらに好ましい。

40

R' はさらに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 が挙げられる。

【0030】

一般式 (1) 中、A¹ は窒素原子または C-R¹、A² は窒素原子または C-R²、A³ は窒素原子または C-R³、A⁴ は窒素原子または C-R⁴ を表し、A¹～A⁴ の内、少なくとも一つは窒素原子である。

A¹～A⁴ の内、一つまたは二つが窒素原子であることが好ましく、一つが窒素原子であることがより好ましい。

A¹～A⁴ の内一つが窒素原子である場合、A¹ または A³ が窒素原子であることが好まし

50

く、 A^1 が窒素原子であることが最も好ましい。

$A^1 \sim A^4$ の内二つが窒素原子である場合、 A^1 および A^4 が窒素原子であること、または A^1 および A^3 が窒素原子であることが好ましく、 A^1 および A^4 が窒素原子であることが最も好ましい。

【0031】

$R^1 \sim R^4$ はそれぞれ独立に水素原子、アルキル基、アリール基、ヘテロアリール基、シアノ基、シリル基、アミノ基またはフッ素原子を表す。

【0032】

$R^1 \sim R^4$ で表されるアルキル基としては、炭素数1～10の直鎖、分岐、環状のアルキル基であることが好ましく、炭素数1～6の直鎖、分岐、環状のアルキル基であることがより好ましく、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、 s -ブチル基、 t -ブチル基、 n -ペンチル基、ネオペンチル基、 n -ヘキシル基、シクロペンチル基、シクロヘキシル基であることがさらに好ましく、メチル基、エチル基、イソプロピル基、 t -ブチル基であることがさらに好ましい。

10

【0033】

$R^1 \sim R^4$ で表されるアリール基としては、炭素数6～14のアリール基であることが好ましく、フェニル基、ナフチル基、フェナントリル基、アントリル基、ピレニル基、クリセニル基、テトラセニル基（ナфтаセニル基）、トリフェニレニル基、ペリレニル基、ベンゾアントリル基、ジベンゾアントリル基、フルオレニル基であることがより好ましく、フェニル基、ナフチル基、フェナントリル基、アントリル基、ピレニル基、フルオレニル基であることがさらに好ましく、フェニル基、ナフチル基であることがさらに好ましい。

20

【0034】

$R^1 \sim R^4$ で表されるヘテロアリール基としては、炭素数3～20であり、ヘテロ原子としてN、OおよびSのいずれかを少なくとも1つ含むヘテロアリール基であることが好ましく、ピロリル基、チエニル基、フリル基、インドリル基、ベンゾチエニル基、ベンゾフリル基、カルバゾリル基、ジベンゾチエニル基、ジベンゾフリル基、ピラゾリル基、イミダゾリル基、トリアゾリル基、オキサゾリル基、チアゾリル基、ベンゾイミダゾリル基、ベンゾチアゾリル基、ベンゾオキサゾリル基、インダゾリル基、ピリジル基、ピラジニル基、ピリミジニル基、トリアジニル基、キノリル基、イソキノリル基、キノキサリル基、ナフチリジニル基であることがより好ましく、チエニル基、フリル基、カルバゾリル基、ジベンゾチエニル基、ジベンゾフリル基、ピリジル基、ピラジニル基、ピリミジニル基、トリアジニル基、キノリル基、イソキノリル基、キノキサリル基であることがさらに好ましく、ジベンゾチエニル基、ジベンゾフリル基、ピリジル基、トリアジニル基、キノリル基、イソキノリル基であることがさらに好ましい。

30

【0035】

$R^1 \sim R^4$ で表されるシリル基としては、トリアルキルシリル基、トリアリールシリル基が好ましく、トリアリールシリル基がより好ましい。

【0036】

$R^1 \sim R^4$ で表されるアミノ基としては、ジアリールアミノ基が好ましい。

40

【0037】

$R^1 \sim R^4$ としては、それぞれ独立に水素原子、炭素数6～14のアリール基、炭素数1～6の直鎖、分岐、環状のアルキル基であることが好ましく、水素原子、炭素数6～14のアリール基であることがより好ましく、水素原子であることがさらに好ましい。

【0038】

$R^1 \sim R^4$ は互いに結合して縮環構造を形成していてもよく、その場合はベンゼン環を形成することが好ましく、例えば R^2 および R^3 が互いに結合してベンゼン環を形成する態様を挙げることができる。

【0039】

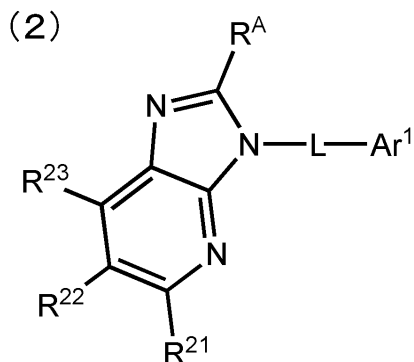
前記一般式(1)で表される化合物は、下記一般式(2)で表される化合物であること

50

が好ましい。

一般式(2)について説明する。

【化19】



(一般式(2)中、 R^A は水素原子、アルキル基、アリール基またはヘテロアリール基を表す。 L は単結合、アリーレン基、ヘテロアリーレン基または縮環構造を有していてもよいビフェニレン基を表す。 $R^{21} \sim R^{23}$ はそれぞれ独立に水素原子、アルキル基、アリール基、ヘテロアリール基、シアノ基、シリル基、アミノ基またはフッ素原子を表す。 Ar^1 は前記群(a)に含まれる基から選ばれる基を表す。)

【0040】

一般式(2)において、 R^A 、 L 、 Ar^1 および前記群(a)および前記群(a)中の R は一般式(1)のそれらと同義であり、また好ましい範囲も同様である。

【0041】

一般式(2)中、 $R^{21} \sim R^{23}$ はそれぞれ独立に水素原子、アルキル基、アリール基、ヘテロアリール基、シアノ基、シリル基、アミノ基またはフッ素原子を表す。

【0042】

$R^{21} \sim R^{23}$ で表されるアルキル基としては、炭素数1~10の直鎖、分岐、環状のアルキル基であることが好ましく、炭素数1~6の直鎖、分岐、環状のアルキル基であることがより好ましく、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、 s -ブチル基、 t -ブチル基、 n -ペンチル基、ネオペンチル基、 n -ヘキシル基、シクロペンチル基、シクロヘキシル基であることがさらに好ましく、メチル基、エチル基、イソプロピル基、 t -ブチル基であることがさらに好ましい。

【0043】

$R^{21} \sim R^{23}$ で表されるアリール基としては、炭素数6~14のアリール基であることが好ましく、フェニル基、ナフチル基、フェナントリル基、アントリル基、ピレニル基、クリセニル基、テトラセニル基(ナフタセニル基)、トリフェニレニル基、ペリレニル基、ベンゾアントリル基、ジベンゾアントリル基、フルオレニル基であることがより好ましく、フェニル基、ナフチル基、フェナントリル基、アントリル基、ピレニル基、フルオレニル基であることがさらに好ましく、フェニル基、ナフチル基、フルオレニル基であることがさらに好ましく、フェニル基、ナフチル基であることがさらに好ましい。

【0044】

$R^{21} \sim R^{23}$ で表されるヘテロアリール基としては、炭素数3~20であり、ヘテロ原子としてN、OおよびSのいずれかを少なくとも1つ含むヘテロアリール基であることが好ましく、ピロリル基、チエニル基、フリル基、インドリル基、ベンゾチエニル基、ベンゾフリル基、カルバゾリル基、ジベンゾチエニル基、ジベンゾフリル基、ピラゾリル基、イミダゾリル基、トリアゾリル基、オキサゾリル基、チアゾリル基、ベンゾイミダゾリル基、ベンゾチアゾリル基、ベンゾオキサゾリル基、インダゾリル基、ピリジル基、ピラジニル基、ピリミジニル基、トリアジニル基、キノリル基、イソキノリル基、キノキサリル基、ナフチリジニル基であることがより好ましく、チエニル基、フリル基、カルバゾリル基、ジベンゾチエニル基、ジベンゾフリル基、ピリジル基、ピラジニル基、ピリミジニル基、トリアジニル基、キノリル基、イソキノリル基、キノキサリル基であることがさらに好

ましく、ジベンゾチエニル基、ジベンゾフリル基、ピリジル基、トリアジニル基、キノリル基、イソキノリル基であることがさらに好ましい。

$R^{21} \sim R^{23}$ で表されるシリル基としては、トリアルキルシリル基、トリアリールシリル基が好ましく、トリアリールシリル基がより好ましい。

$R^{21} \sim R^{23}$ で表されるアミノ基としては、ジアリールアミノ基が好ましい。

【0045】

$R^{21} \sim R^{23}$ としては、それぞれ独立に水素原子、炭素数6～14のアリール基、炭素数1～6の直鎖、分岐、環状のアルキル基であることが好ましく、水素原子、炭素数6～14のアリール基であることがより好ましく、水素原子であることがさらに好ましい。

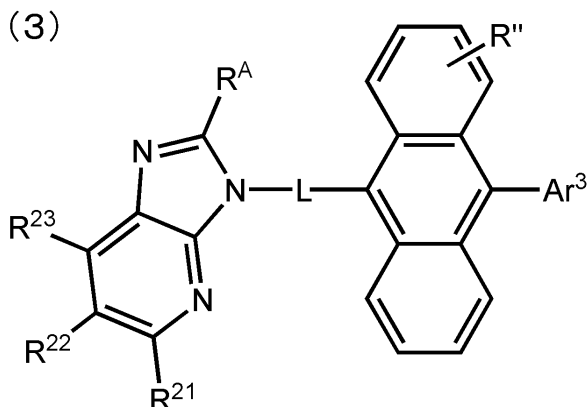
$R^{21} \sim R^{23}$ は互いに結合して縮環構造を形成していてもよいが、互いに結合して縮環構造を形成しない方が好ましい。

【0046】

前記一般式(2)で表される化合物は、下記一般式(3)で表される化合物であることが好ましい。

一般式(3)について説明する。

【化20】



(一般式(3)中、 R^A は水素原子、アルキル基、アリール基またはヘテロアリール基を表す。Lは単結合、アリーレン基、ヘテロアリーレン基または縮環構造を有していてもよいビフェニレン基を表す。 Ar^3 はアルキル基、アリール基またはヘテロアリール基を表す。 $R^{21} \sim R^{23}$ はそれぞれ独立に水素原子、アルキル基、アリール基、ヘテロアリール基、シアノ基、シリル基、アミノ基またはフッ素原子を表す。 R'' は Ar^3 が置換しているアントラセン骨格の置換可能なすべての炭素原子上に存在し、それぞれ独立に水素原子、アルキル基、アリール基、ヘテロアリール基、シアノ基、シリル基、アミノ基またはフッ素原子を表す(但し、複数の R'' どうしが互いに結合して縮合環を形成することはない)。

【0047】

一般式(3)において、 R^A 、L、 $R^{21} \sim R^{23}$ は、一般式(2)のそれらと同義であり、また好ましい範囲も同様である。

【0048】

一般式(3)中、 Ar^3 はアルキル基、アリール基またはヘテロアリール基を表す。

Ar^3 で表されるアルキル基としては、炭素数1～10の直鎖、分岐、環状のアルキル基であることが好ましく、炭素数1～6の直鎖、分岐、環状のアルキル基であることがより好ましく、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、s-ブチル基、t-ブチル基、n-ペンチル基、ネオペンチル基、n-ヘキシル基、シクロペンチル基、シクロヘキシル基であることがさらに好ましく、メチル基、エチル基、イソプロピル基、t-ブチル基であることがさらに好ましい。

【0049】

Ar^3 で表されるアリール基としては、炭素数6～14のアリール基であることが好ま

しく、フェニル基、ナフチル基、フェナントリル基、アントリル基、ピレニル基、クリセニル基、テトラセニル基（ナフタセニル基）、トリフェニレニル基、ペリレニル基、ベンゾアントリル基、ジベンゾアントリル基、フルオレニル基であることがより好ましく、フェニル基、ナフチル基、フェナントリル基、アントリル基、ピレニル基、フルオレニル基であることがさらに好ましく、フェニル基、ナフチル基、フルオレニル基であることがさらに好ましい。

【0050】

Ar^3 で表されるヘテロアリール基としては、炭素数3～20であり、ヘテロ原子としてN、OおよびSのいずれかを少なくとも1つ含むヘテロアリール基であることが好ましく、ピロリル基、チエニル基、フリル基、インドリル基、ベンゾチエニル基、ベンゾフリル基、カルバゾリル基、ジベンゾチエニル基、ジベンゾフリル基、ピラゾリル基、イミダゾリル基、トリアゾリル基、オキサゾリル基、チアゾリル基、ベンゾイミダゾリル基、ベンゾチアゾリル基、ベンゾオキサゾリル基、インダゾリル基、ピリジル基、ピラジニル基、ピリミジニル基、トリアジニル基、キノリル基、イソキノリル基、キノキサリル基、ナフチリジニル基であることがより好ましく、チエニル基、フリル基、カルバゾリル基、ジベンゾチエニル基、ジベンゾフリル基、ピリジル基、ピラジニル基、ピリミジニル基、トリアジニル基、キノリル基、イソキノリル基、キノキサリル基であることがさらに好ましく、ジベンゾチエニル基、ジベンゾフリル基、ピリジル基、トリアジニル基、キノリル基、イソキノリル基であることがさらに好ましい。

【0051】

Ar^3 としては、炭素数6～14のアリール基、炭素数1～6の直鎖、分岐、環状のアルキル基であることが好ましく、炭素数6～14のアリール基であることがより好ましい。

【0052】

一般式(3)中、 R'' は Ar^3 が置換しているアントラセン骨格の置換可能なすべての炭素原子上に存在し、それぞれ独立に水素原子、アルキル基、アリール基、ヘテロアリール基、シアノ基、シリル基、アミノ基またはフッ素原子を表す（但し、複数の R'' どうしが互いに結合して縮合環を形成することはない）。

【0053】

R'' で表されるアルキル基としては、炭素数1～10の直鎖、分岐、環状のアルキル基であることが好ましく、炭素数1～6の直鎖、分岐、環状のアルキル基であることがより好ましく、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、*s*-ブチル基、*t*-ブチル基、*n*-ペンチル基、ネオペンチル基、*n*-ヘキシル基、シクロペンチル基、シクロヘキシル基であることがさらに好ましく、メチル基、エチル基、イソプロピル基、*t*-ブチル基であることがさらに好ましい。

【0054】

R'' で表されるアリール基としては、炭素数6～14のアリール基であることが好ましく、フェニル基、ナフチル基、フェナントリル基、アントリル基、ピレニル基、クリセニル基、テトラセニル基（ナフタセニル基）、トリフェニレニル基、ペリレニル基、ベンゾアントリル基、ジベンゾアントリル基、フルオレニル基であることがより好ましく、フェニル基、ナフチル基、フェナントリル基、アントリル基、ピレニル基、フルオレニル基であることがさらに好ましく、フェニル基、ナフチル基、フルオレニル基であることがさらに好ましく、フェニル基、ナフチル基であることがさらに好ましい。

【0055】

R'' で表されるヘテロアリール基としては、炭素数3～20であり、ヘテロ原子としてN、OおよびSのいずれかを少なくとも1つ含むヘテロアリール基であることが好ましく、ピロリル基、チエニル基、フリル基、インドリル基、ベンゾチエニル基、ベンゾフリル基、カルバゾリル基、ジベンゾチエニル基、ジベンゾフリル基、ピラゾリル基、イミダゾリル基、トリアゾリル基、オキサゾリル基、チアゾリル基、ベンゾイミダゾリル基、ベンゾチアゾリル基、ベンゾオキサゾリル基、インダゾリル基、ピリジル基、ピラジニル基、

ピリミジニル基、トリアジニル基、キノリル基、イソキノリル基、キノキサリル基、ナフチリジニル基であることがより好ましく、チエニル基、フリル基、カルバゾリル基、ジベンゾチエニル基、ジベンゾフリル基、ピリジル基、ピラジニル基、ピリミジニル基、トリアジニル基、キノリル基、イソキノリル基、キノキサリル基であることがさらに好ましく、ジベンゾチエニル基、ジベンゾフリル基、ピリジル基、トリアジニル基、キノリル基、イソキノリル基であることがさらに好ましい。

【0056】

R^{''}で表されるシリル基としては、トリアルキルシリル基、トリアリールシリル基が好ましく、トリアリールシリル基がより好ましい。

【0057】

R^{''}で表されるアミノ基としては、ジアリールアミノ基が好ましい。

【0058】

R^{''}としては、水素原子、炭素数6～14のアリール基、炭素数1～6の直鎖、分岐、環状のアルキル基、炭素数6～14のヘテロアリール基、シアノ基またはフッ素原子であることが好ましく、水素原子、炭素数6～14のアリール基、炭素数1～6の直鎖、分岐、環状のアルキル基、シアノ基またはフッ素原子であることがより好ましく、水素原子、炭素数6～14のアリール基、炭素数1～6の直鎖、分岐、環状のアルキル基またはフッ素原子が特に好ましい。

R^{''}はさらに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が挙げられる。

【0059】

R^{''}はAr³が置換しているアントラセン骨格の置換可能なすべての炭素原子上に7個存在する。7個のR^{''}中、水素原子以外の置換基の個数は0～3個であることが好ましく、0～2個であることがより好ましく、0または1個であることが特に好ましい。

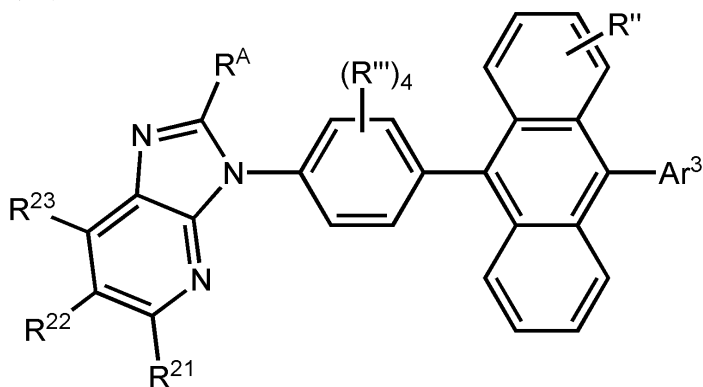
【0060】

前記一般式(3)で表される化合物は、前記一般式(4)で表される化合物であることが好ましい。

一般式(4)について説明する。

【化21】

(4)



(一般式(4)中、R^Aは水素原子、アルキル基、アリール基またはヘテロアリール基を表す。Ar³はアルキル基、アリール基またはヘテロアリール基を表す。R²¹～R²³はそれぞれ独立に水素原子、アルキル基、アリール基、ヘテロアリール基、シアノ基、シリル基、アミノ基またはフッ素原子を表す。R^{''}はAr³が置換しているアントラセン骨格の置換可能なすべての炭素原子上に存在し、それぞれ独立に水素原子、アルキル基、アリール基、ヘテロアリール基、シアノ基、シリル基、アミノ基またはフッ素原子を表す(但し、複数のR^{''}どうしが互いに結合して縮合環を形成することはない)。R^{'''}はそれぞれ独立に水素原子、アルキル基、アリール基、ヘテロアリール基、シアノ基、シリル基、アミノ基またはフッ素原子を表す。)

【0061】

一般式(4)において、 R^A 、 $R^{21} \sim R^{23}$ 、 R''' および Ar^3 は、一般式(3)のそれらと同義であり、また好ましい範囲も同様である。

【0062】

R''' は水素原子、アルキル基、アリール基、ヘテロアリール基、シアノ基、シリル基、アミノ基、フッ素原子を表す。

【0063】

R''' で表されるアルキル基としては、炭素数1～10の直鎖、分岐、環状のアルキル基であることが好ましく、炭素数1～6の直鎖、分岐、環状のアルキル基であることがより好ましく、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、*s*-ブチル基、*t*-ブチル基、*n*-ペンチル基、ネオペンチル基、*n*-ヘキシル基、シクロペンチル基、シクロヘキシル基であることがさらに好ましく、メチル基、エチル基、イソプロピル基、*t*-ブチル基であることがさらに好ましい。

10

【0064】

R''' で表されるアリール基としては、炭素数6～14のアリール基であることが好ましく、フェニル基、ナフチル基、フェナントリル基、アントリル基、ピレニル基、クリセニル基、テトラセニル基(ナфтаセニル基)、トリフェニレニル基、ペリレニル基、ベンゾアントリル基、ジベンゾアントリル基、フルオレニル基であることがより好ましく、フェニル基、ナフチル基、フェナントリル基、アントリル基、ピレニル基、フルオレニル基であることがさらに好ましく、フェニル基、ナフチル基、フルオレニル基であることがさらに好ましく、フェニル基、ナフチル基であることがさらに好ましい。

20

【0065】

R''' で表されるヘテロアリール基としては、炭素数3～20であり、ヘテロ原子としてN、OおよびSのいずれかを少なくとも1つ含むヘテロアリール基であることが好ましく、ピロリル基、チエニル基、フリル基、インドリル基、ベンゾチエニル基、ベンゾフリル基、カルバゾリル基、ジベンゾチエニル基、ジベンゾフリル基、ピラゾリル基、イミダゾリル基、トリアゾリル基、オキサゾリル基、チアゾリル基、ベンゾイミダゾリル基、ベンゾチアゾリル基、ベンゾオキサゾリル基、インダゾリル基、ピリジル基、ピラジニル基、ピリミジニル基、トリアジニル基、キノリル基、イソキノリル基、キノキサリル基、ナフチリジニル基であることがより好ましく、チエニル基、フリル基、カルバゾリル基、ジベンゾチエニル基、ジベンゾフリル基、ピリジル基、ピラジニル基、ピリミジニル基、トリアジニル基、キノリル基、イソキノリル基、キノキサリル基であることがさらに好ましく、ジベンゾチエニル基、ジベンゾフリル基、ピリジル基、トリアジニル基、キノリル基、イソキノリル基であることがさらに好ましい。

30

【0066】

R''' で表されるシリル基としては、トリアルキルシリル基、トリアリールシリル基が好ましく、トリアリールシリル基がより好ましい。 R''' で表されるアミノ基としては、ジアリールアミノ基が好ましい。

【0067】

R''' としては、水素原子、炭素数6～14のアリール基、炭素数1～6の直鎖、分岐、環状のアルキル基、シアノ基、フッ素原子であることが好ましく、水素原子、炭素数6～14のアリール基、炭素数1～6の直鎖、分岐、環状のアルキル基、シアノ基がより好ましい。

40

R''' はさらに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が挙げられる。

【0068】

R''' は4個存在し、4個の R''' 中、水素原子以外の置換基の個数は0～3個であることが好ましく、0～2個であることがより好ましく、0または1個であることが特に好ましい。

【0069】

50

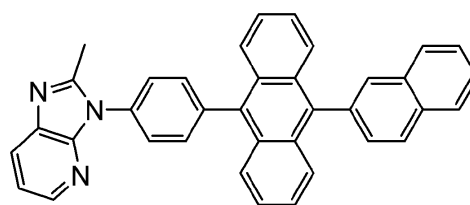
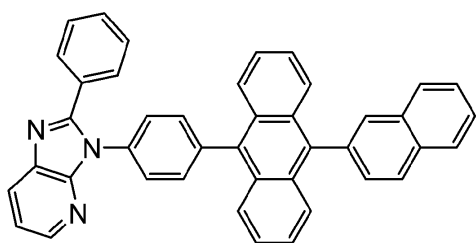
本発明の有機電界発光素子は、前記一般式（１）で表される化合物が、イミダゾール環と芳香族６員環の縮合環を分子中に１つのみ有することが、イミダゾール環と芳香族６員環の縮合環を分子中に２つ以上有するいわゆるスターバースト型の化合物よりも電子輸送性の観点から好ましい。

【００７０】

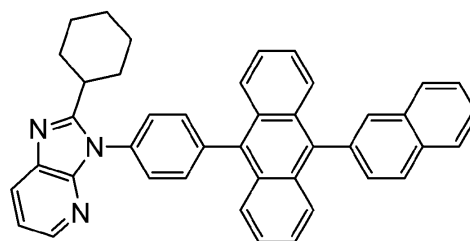
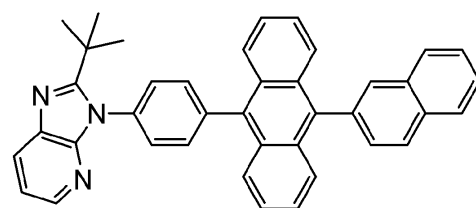
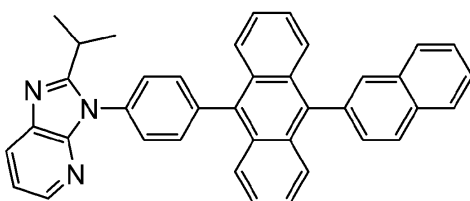
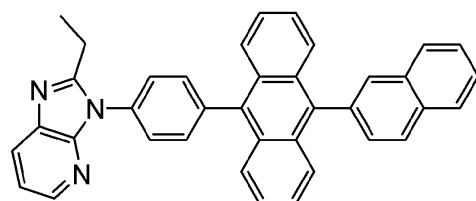
前記一般式（１）で表される化合物の具体例を以下に示すが、本発明で用いることができる一般式（１）で表される化合物は、これらの具体例により限定的に解釈されるべきものではない。

【００７１】

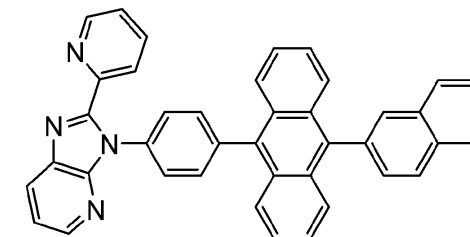
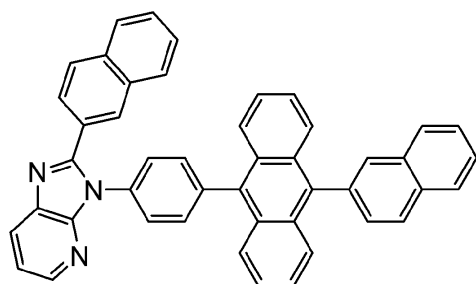
【化 2 2】



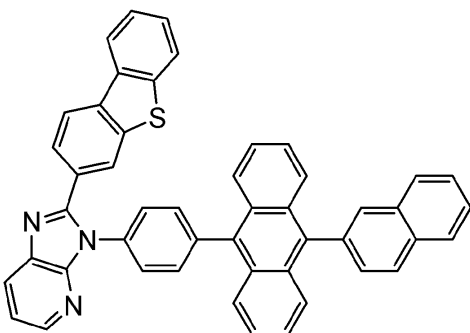
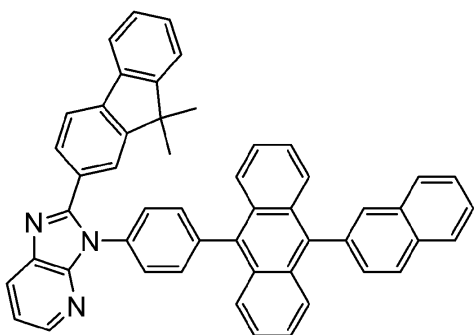
10



20



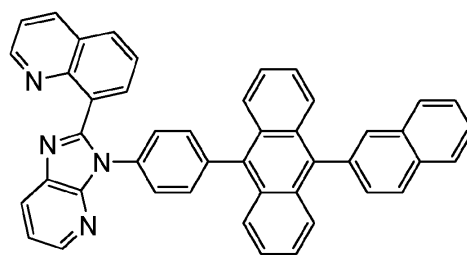
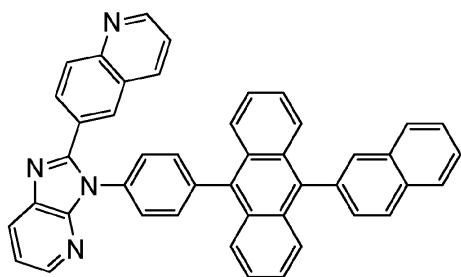
30



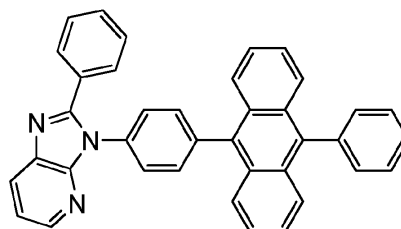
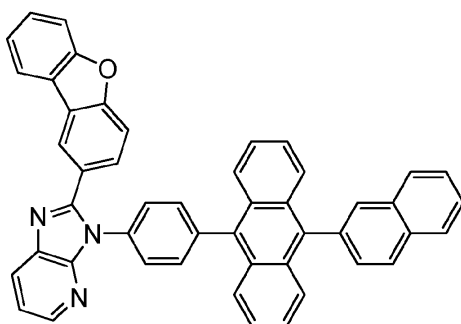
40

【0 0 7 2】

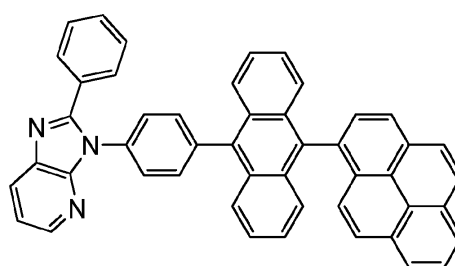
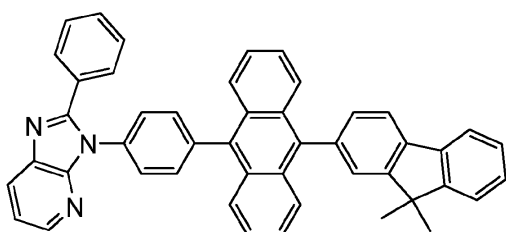
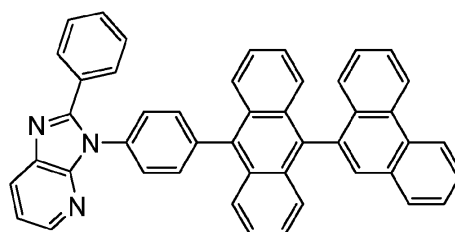
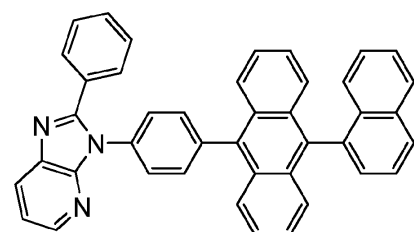
【化 2 3】



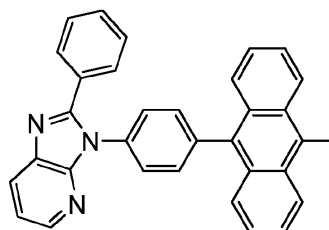
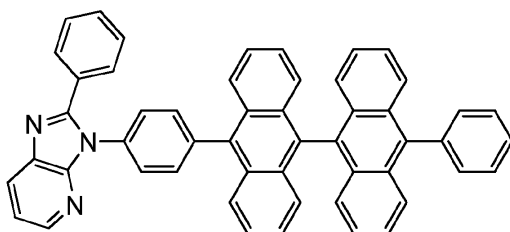
10



20



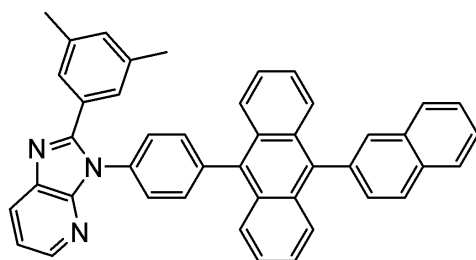
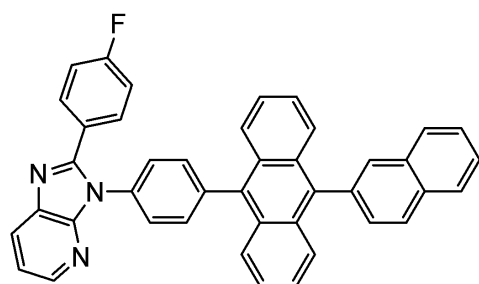
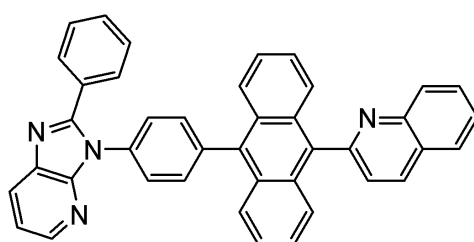
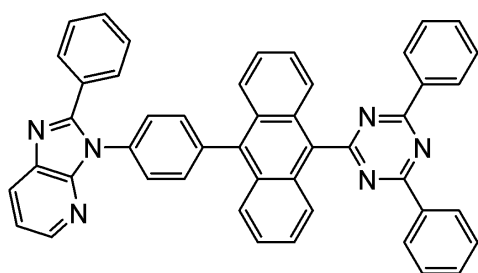
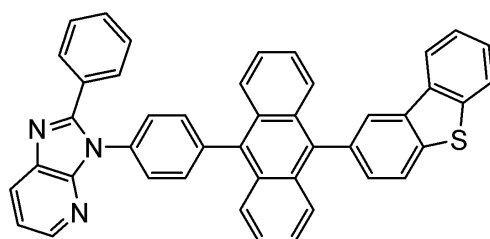
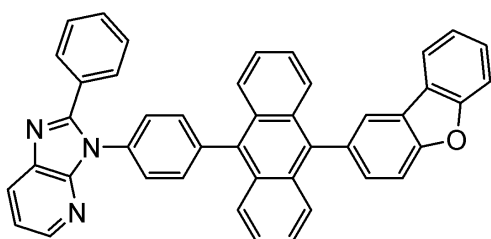
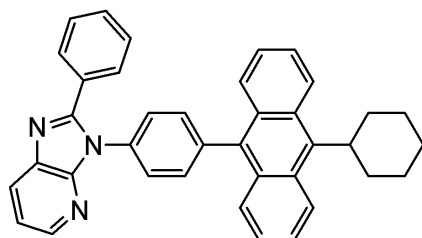
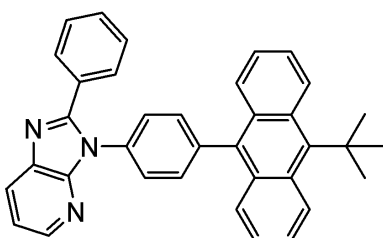
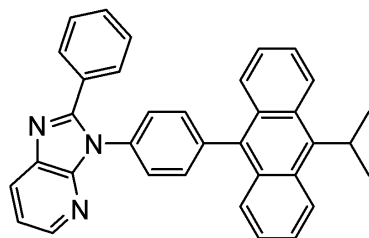
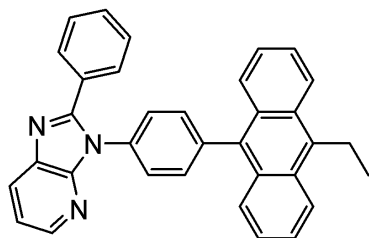
30



40

【0073】

【化 2 4】



【 0 0 7 4】

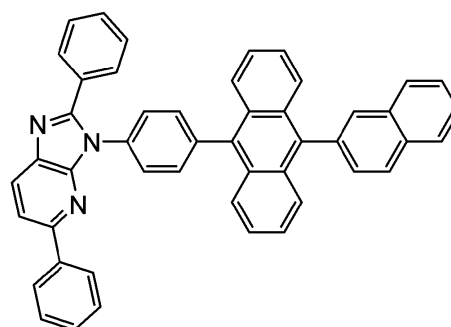
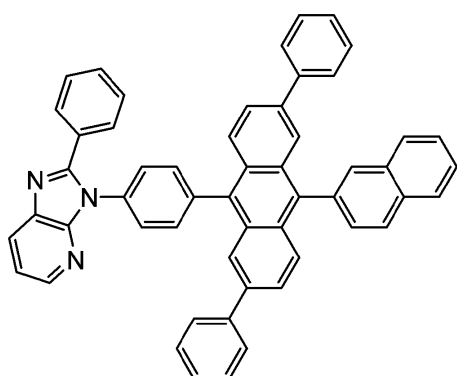
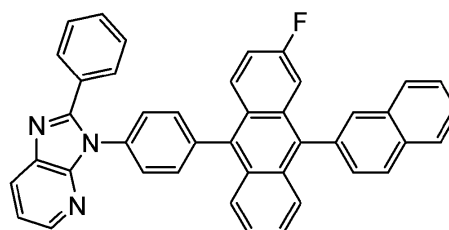
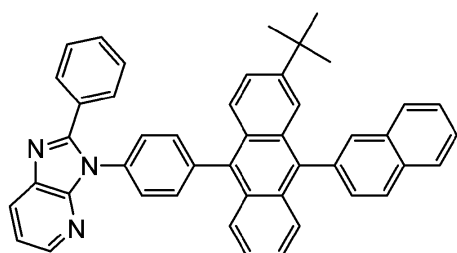
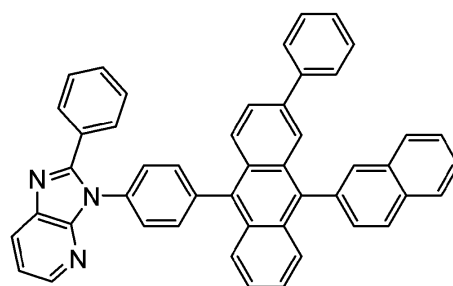
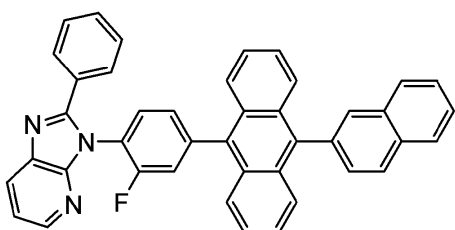
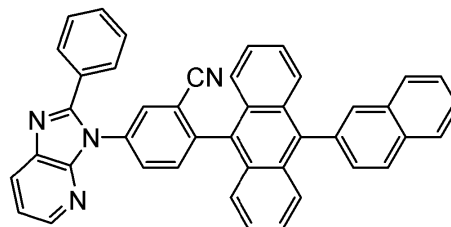
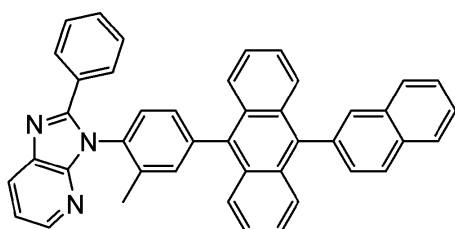
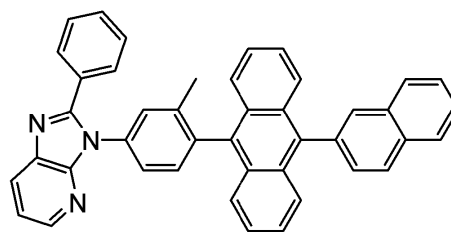
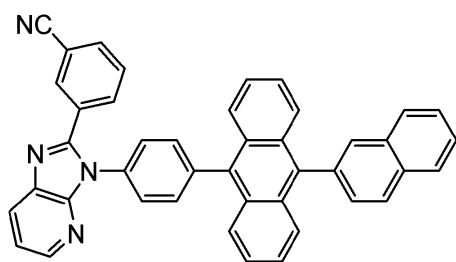
10

20

30

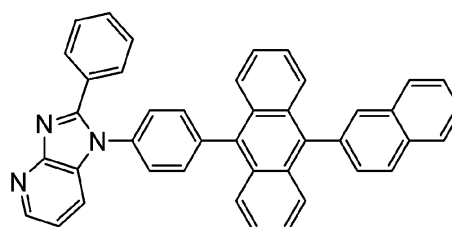
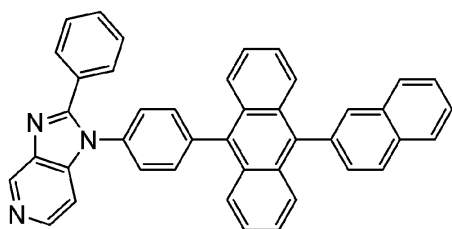
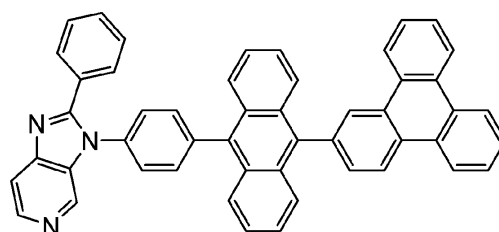
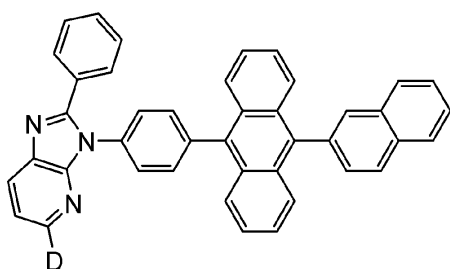
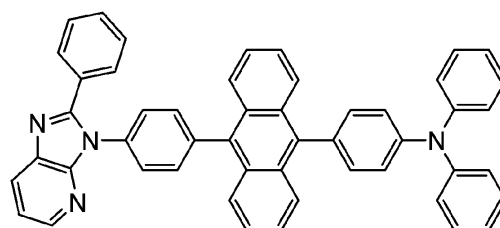
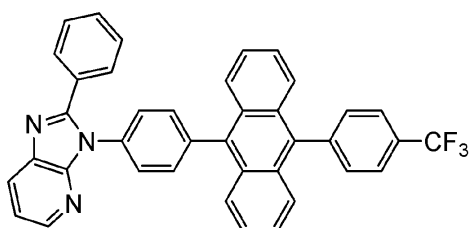
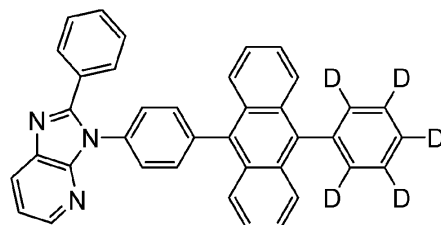
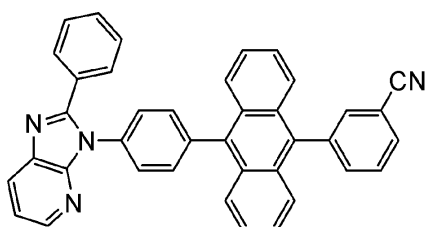
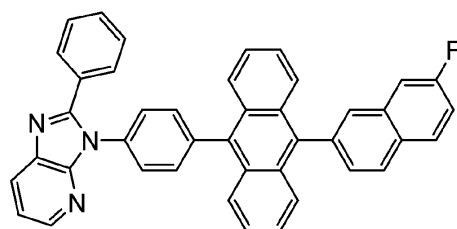
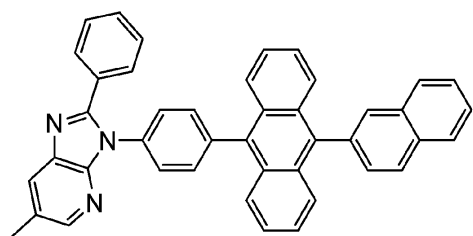
40

【化 2 5】



【0075】

【化 2 6】



【0 0 7 6】

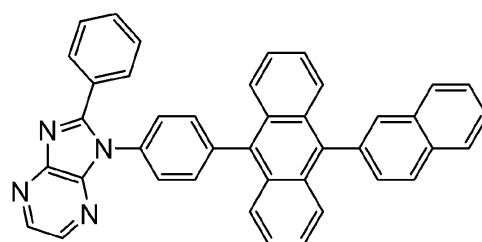
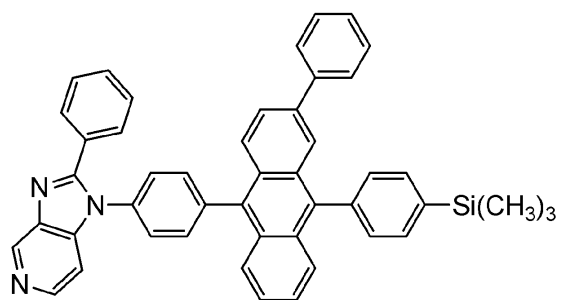
10

20

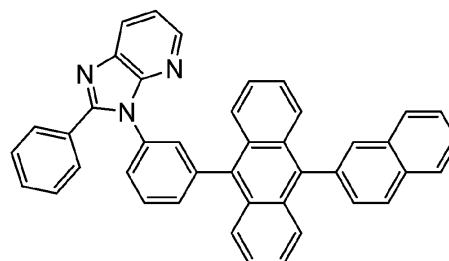
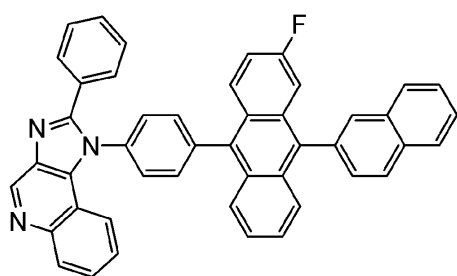
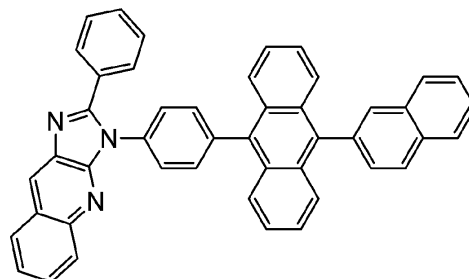
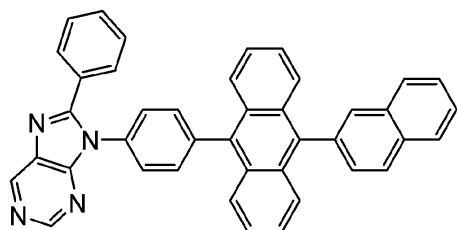
30

40

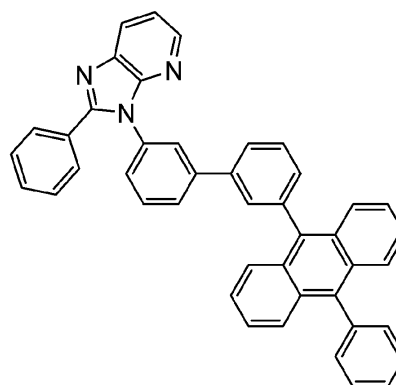
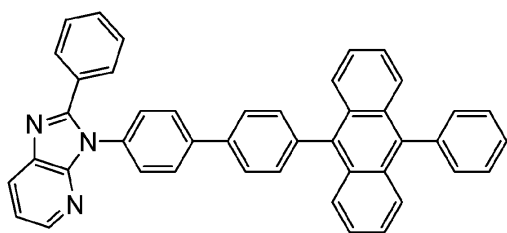
【化 2 7】



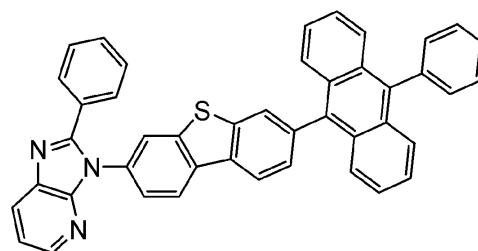
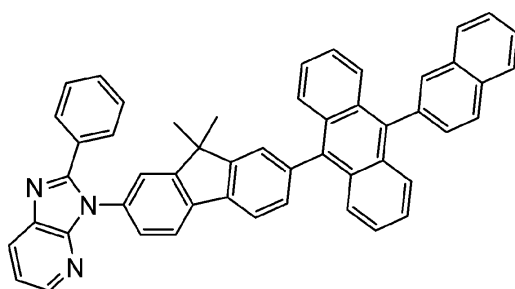
10



20



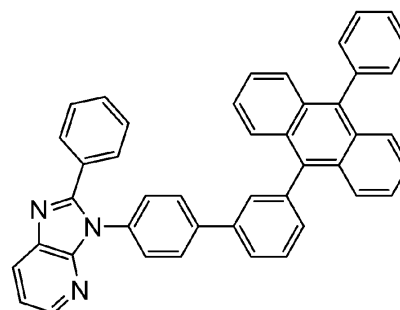
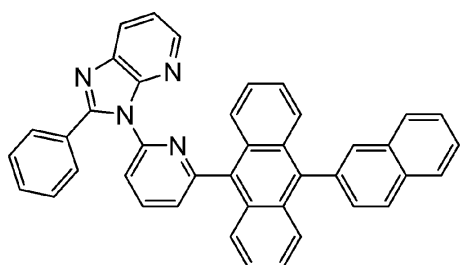
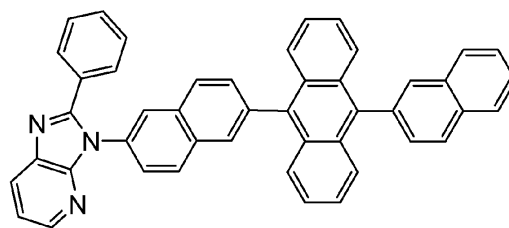
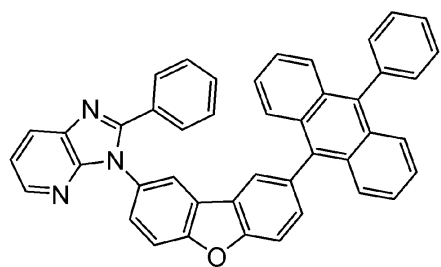
30



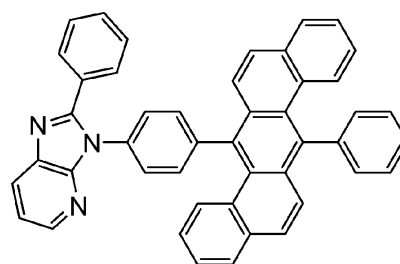
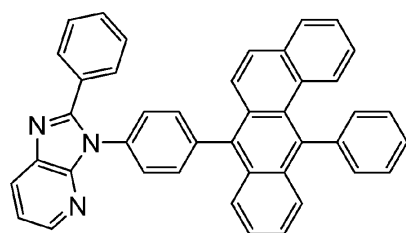
40

【0077】

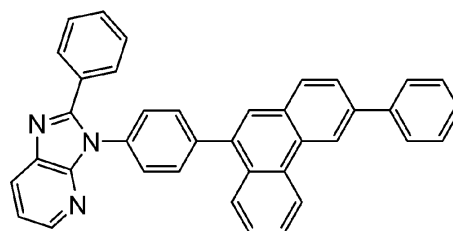
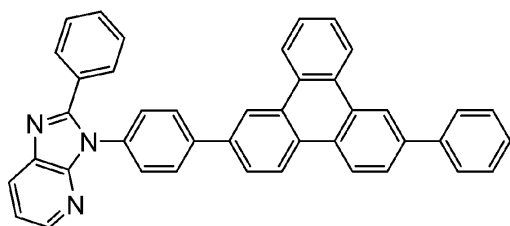
【化 2 8】



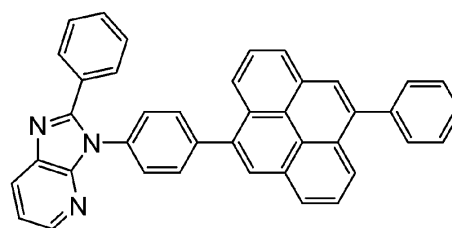
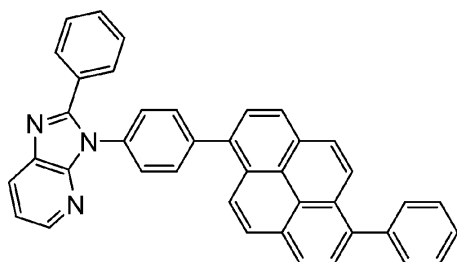
10



20



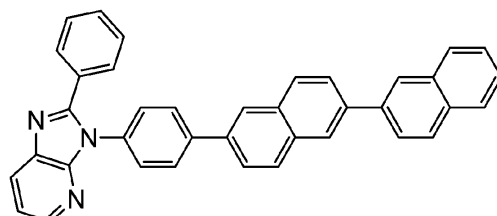
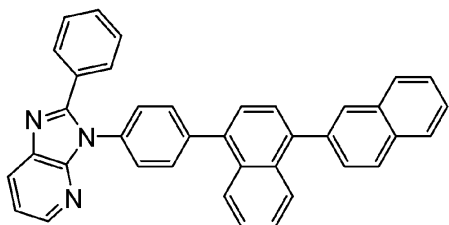
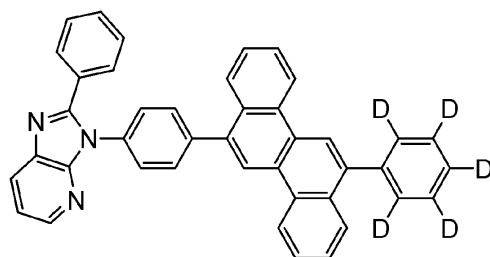
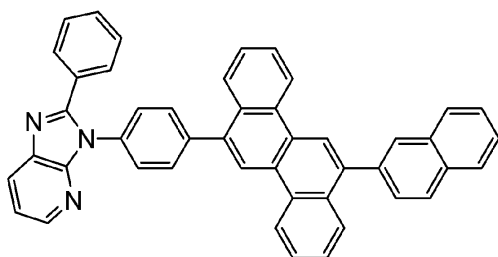
30



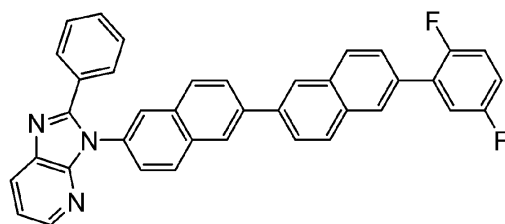
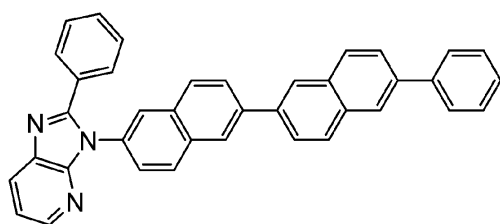
40

【0078】

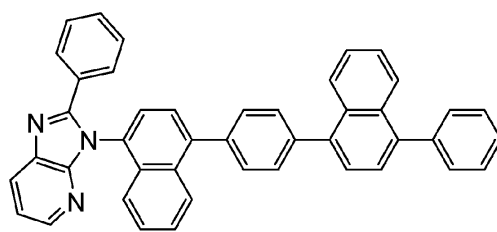
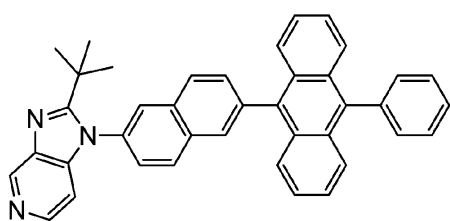
【化 2 9】



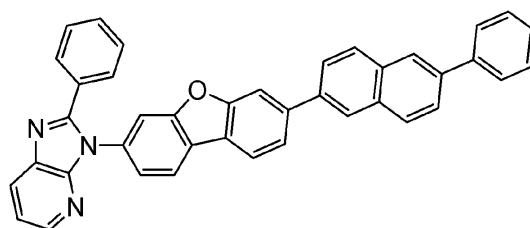
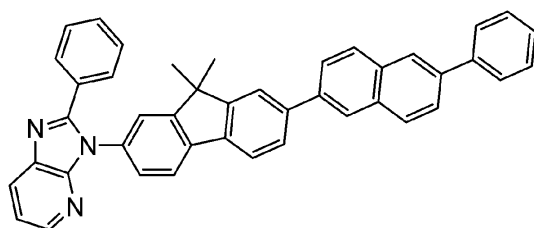
10



20



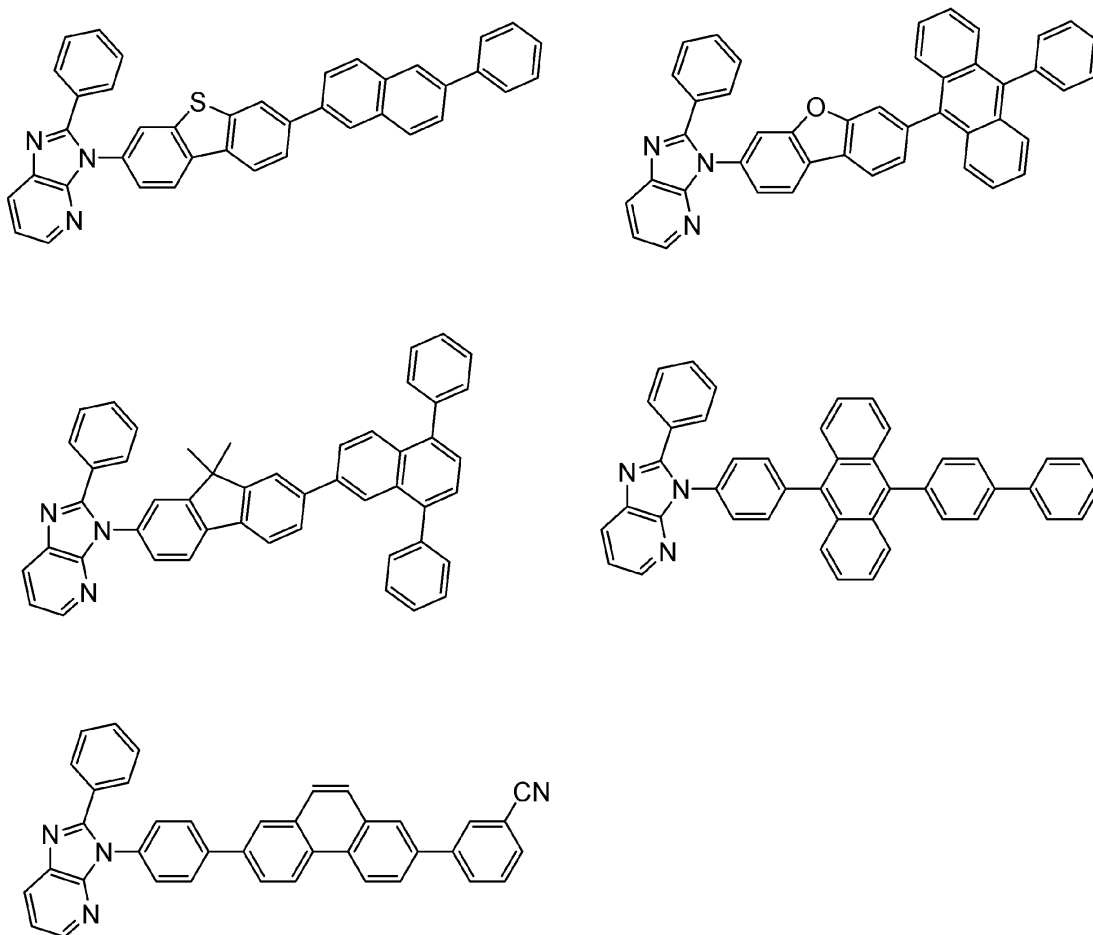
30



【0 0 7 9】

40

【化 3 0】



10

20

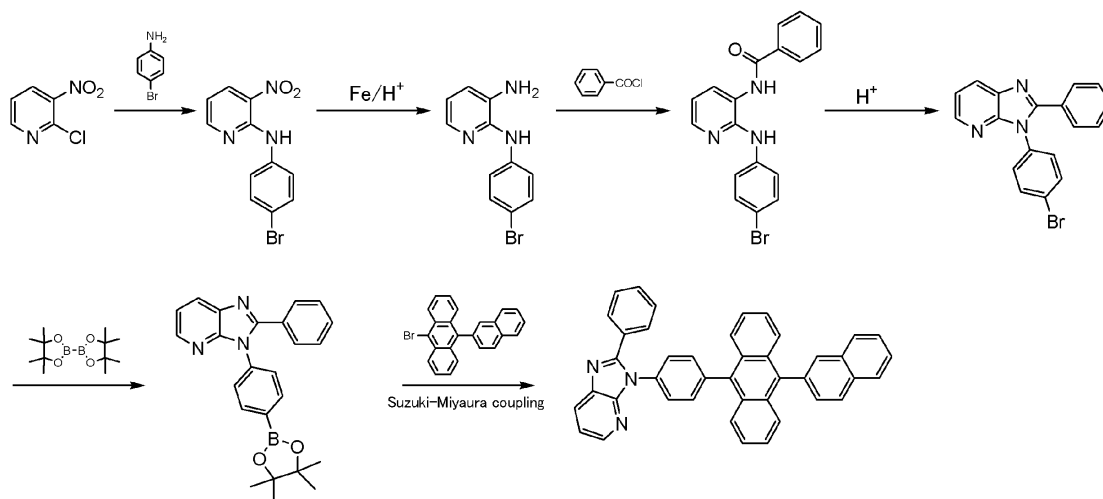
【0080】

前記一般式(1)で表される化合物は、特開2001-335776号公報等に記載の方法や、その他公知の反応を組み合わせることで合成することができる。また、例えば下記化合物は、以下のスキームにより合成することができる。

30

【0081】

【化 3 1】



40

【0082】

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。

50

【0083】

《有機電界発光素子の構成》

本発明の有機電界発光素子は、発光層と陰極との間に少なくとも一層の電子輸送層を有することが好ましく、前記一般式（1）で表される化合物を含む少なくとも一層の有機層が、前記電子輸送層であることが好ましい。

【0084】

本発明の有機電界発光素子の構成は、特に制限されることはない。図1に、本発明の有機電界発光素子の構成の一例を示す。図1の有機電界発光素子10は、基板2上に、一对の電極（陽極3と陰極9）の間に有機層を有する。

【0085】

以下、本発明の有機電界発光素子の好ましい態様について、基板、電極、有機層、保護層、封止容器、駆動方法、発光波長、用途の順で詳細に説明する。

【0086】

<基板>

本発明の有機電界発光素子は、基板を有する。

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。

【0087】

<電極>

本発明の有機電界発光素子は、前記基板上に配置され、陽極及び陰極を含む一对の電極を有する。

発光素子の性質上、一对の電極である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。

【0088】

（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。

【0089】

（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。

【0090】

<有機層>

本発明の有機電界発光素子は、前記電極間に配置され、発光層を含む少なくとも一層の有機層を有し、前記少なくとも一層の有機層のいずれかの層に、少なくとも一種の下記一般式（1）で表される化合物を含有することを特徴とする。

前記有機層は、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半透明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半透明電極上の全面又は一面に形成される。

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

以下、本発明の有機電界発光素子における、有機層の構成、有機層の形成方法、有機層を構成する各層の好ましい態様および各層に使用される材料について順に説明する。

【0091】

（有機層の構成）

本発明の有機電界発光素子は、前記有機層が少なくとも一層の発光層を有する。前記陽

10

20

30

40

50

極と発光層の間に少なくとも一層の正孔輸送層を有することが好ましい。前記正孔輸送層の内、陽極に隣接するものを正孔注入層、発光層に隣接するものを電子ブロック層と呼称することがある。また前記陰極と発光層の間に少なくとも一層の電子輸送層を有することが好ましい。前記電子輸送層の内、陰極に隣接するものを電子注入層、発光層に隣接するものを正孔ブロック層と呼称することがある。また、電子ブロック層や正孔ブロック層はその役割により励起子ブロック層と呼称することもある。

【0092】

前記一般式(1)で表される化合物は、有機電界発光素子の前記電極間に配置される有機層中のうち、少なくとも一層に含有され、電子輸送層に含有されることが好ましい。

但し、本発明の趣旨に反しない限りにおいて、前記一般式(1)で表される化合物は本発明の有機電界発光素子のその他の有機層に含有されていてもよい。前記一般式(1)で表される化合物を含有してもよい電子輸送層以外の有機層としては、正孔輸送層、発光層を挙げることができ、好ましくは発光層である。

【0093】

前記一般式(1)で表される化合物が電子輸送層に含有される場合、一般式(1)で表される化合物は一層の電子輸送層の全質量に対して50~100質量%含まれることが好ましく、75~100質量%含まれることがより好ましく、90~100質量%含まれることがより好ましい。

【0094】

前記一般式(1)で表される化合物が発光層に含有される場合、一般式(1)で表される化合物はその有機層の全質量に対して50~99.5質量%含まれることが好ましく、80~99質量%含まれることがより好ましい。

【0095】

(有機層の形成方法)

本発明の有機電界発光素子において、各有機層は、蒸着法やスパッタ法等の乾式製膜法、転写法、印刷法、スピンコート法、バーコート法等の湿式製膜法(溶液塗布法)のいずれによっても好適に形成することができる。本発明の有機電界発光素子は、前記一般式(1)で表される化合物を含有する有機層が真空蒸着プロセスにて形成されてなることが好ましい。

【0096】

(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。但し、本発明における発光層は、このようなメカニズムによる発光に必ずしも限定されるものではない。

【0097】

本発明の有機電界発光素子における前記発光層は、発光材料のみで構成されていてもよく、ホスト材料と発光材料の混合層とした構成でもよい。ホスト材料とは、発光層において主に電荷の注入、輸送を担う化合物であり、また、それ自体は実質的に発光しない化合物のことである。ここで「実質的に発光しない」とは、該実質的に発光しない化合物からの発光量が好ましくは素子全体での全発光量の5%以下であり、より好ましくは3%以下であり、更に好ましくは1%以下であることを言う。発光材料の種類は一種であっても二種以上であってもよい。ホスト材料は一種であっても二種以上であってもよく、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。

【0098】

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く、それぞれの層に同じ発光材料やホスト材料を含んでもよいし、層毎に異なる材料を含んでもよい。発光層が複数の場合、それぞれの発光層が異なる発光色で発光してもよい。

【0099】

発光層の厚さは、特に限定されるものではないが、通常、2nm~300nmであるの

10

20

30

40

50

が好ましく、中でも、外部量子効率の観点で、10 nm～100 nmであるのがより好ましく、20 nm～50 nmであるのが更に好ましい。

【0100】

(発光材料)

本発明において用いられる発光材料は、燐光発光材料、蛍光発光材料のいずれであってもよい。また、本発明における発光層は、色純度を向上させたり、発光波長領域を広げたり、耐久性を向上させたり、駆動電圧を低減させるために、2種類以上の発光材料を含有することができる。

【0101】

本発明の有機電界発光素子には公知の蛍光発光材料や燐光発光材料を用いることができる。

10

【0102】

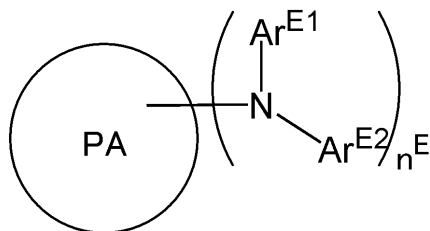
本発明に使用できる蛍光発光材料の種類は特に限定されるものではないが、例えば、縮合芳香族化合物（アントラセン、ピレン、ペリレン、フルオランテンやそのベンゾ縮環誘導体）、クマリン、ピラン、キナクリドン、スチリルアミン、ホウ素錯体などの各種金属錯体などが挙げられる。本発明で用いられる蛍光発光材料としては、下記一般式（EM-1）で表される化合物が好ましい。

【0103】

【化32】

(EM-1)

20



(一般式（EM-1）中、PAは n^E 個の炭素数10～40の縮合芳香族骨格を表し、 Ar^{E1} および Ar^{E2} は、それぞれ独立に、アルキル基、アリール基またはヘテロアリール基を表し、 n^E は1～4の整数を表す。)

30

【0104】

一般式（EM-1）について説明する。

一般式（EM-1）中、PAは炭素数10～40の縮合芳香族骨格を表す。PAとしては例えば、ナフタレン、フェナントレン、フルオランテン、アントラセン、ピレン、ペリレン、コロネン、クリセン、ピセン、フルオレン、トリフェニレン、ルビセン、ベンゾアントラセン、ベンゾアントラセン、ジベンゾアントラセン、テトラベンゾアントラセン、ベンゾピレン、ジベンゾピレンが挙げられ、ピレン、クリセン、アントラセン、テトラベンゾアントラセンが好ましい。

PA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用できる。

40

【0105】

Ar^{E1} 、 Ar^{E2} は、それぞれ独立に、アルキル基、アリール基、ヘテロアリール基を表す。

【0106】

Ar^{E1} 、 Ar^{E2} で表されるアルキル基としては、炭素数1～10の直鎖、分岐、環状のアルキル基であることが好ましく、炭素数1～6の直鎖、分岐、環状のアルキル基であることがより好ましく、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、 s -ブチル基、 t -ブチル基、 n -ペンチル基、ネオペンチル基、 n -ヘキシル基、シクロペンチル基、シクロヘキシル基であることがさらに好ましく、メチル基、エチル基であることがさらに好ましい。

50

【0107】

Ar^{E1} 、 Ar^{E2} で表されるアリール基としては、炭素数6～14のアリール基であることが好ましく、フェニル基、ナフチル基、フェナントリル基、アントリル基、ピレニル基、クリセニル基、テトラセニル基（ナフタセニル基）、トリフェニレニル基、ペリレニル基、ベンゾアントリル基、ジベンゾアントリル基、フルオレニル基であることがより好ましく、フェニル基、ナフチル基、フルオレニル基であることがさらに好ましく、フェニル基、ナフチル基であることがさらに好ましい。

【0108】

Ar^{E1} 、 Ar^{E2} で表されるヘテロアリール基としては、炭素数3～20であり、ヘテロ原子としてN、OおよびSのいずれかを少なくとも1つ含むヘテロアリール基であることが好ましく、ピロリル基、チエニル基、フリル基、インドリル基、ベンゾチエニル基、ベンゾフリル基、カルバゾリル基、ジベンゾチエニル基、ジベンゾフリル基、ピラゾリル基、イミダゾリル基、トリアゾリル基、オキサゾリル基、チアゾリル基、ベンゾイミダゾリル基、ベンゾチアゾリル基、ベンゾオキサゾリル基、インダゾリル基、ピリジル基、ピラジニル基、ピリミジニル基、トリアジニル基、キノリル基、イソキノリル基、キノキサリル基、ナフチリジニル基であることがより好ましく、チエニル基、フリル基、カルバゾリル基、ジベンゾチエニル基、ジベンゾフリル基、ピリジル基、ピラジニル基、ピリミジニル基、トリアジニル基、キノリル基、イソキノリル基、キノキサリル基であることがさらに好ましく、ジベンゾチエニル基、ジベンゾフリル基、ピリジル基、トリアジニル基、キノリル基、イソキノリル基であることがさらに好ましい。

【0109】

Ar^{E1} 、 Ar^{E2} としては、炭素数6～14のアリール基または炭素数1～6の直鎖、分岐、環状のアルキル基であることが好ましく、炭素数6～14のアリール基であることがさらに好ましい。炭素数6～14のアリール基はさらに置換基を有していてもよく、置換基としては下記置換基群Aが挙げられる。

Ar^{E1} 、 Ar^{E2} は直接またはそれぞれの置換基同士が結合して環を形成していてもよい。

n^E は1～4の整数を表す。 n^E として好ましくは1～3であり、より好ましくは1～2である。

【0110】

本発明に使用できる燐光発光材料の種類は特に限定されるものではないが、例えば、米国特許第6303238号明細書、米国特許第6097147号明細書、WO00/57676号公報、WO00/70655号公報、WO01/08230号公報、WO01/39234号公報、WO01/41512号公報、WO02/02714号公報、WO02/15645号公報、WO02/44189号公報、WO05/19373号公報、特開2001-247859号公報、特開2002-302671号公報、特開2002-117978号公報、特開2003-133074号公報、特開2002-235076号公報、特開2003-123982号公報、特開2002-170684号公報、欧州特許公開第1211257号公報、特開2002-226495号公報、特開2002-234894号公報、特開2001-247859号公報、特開2001-298470号公報、特開2002-173674号公報、特開2002-203678号公報、特開2002-203679号公報、特開2004-357791号公報、特開2006-256999号公報、特開2007-19462号公報、特開2007-84635号公報、特開2007-96259号公報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、イリジウム(Ir)錯体、白金(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錯体等の金属錯体化合物が挙げられ、より好ましくは、イリジウム(Ir)錯体、白金(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イリジウム(Ir)錯体、白金(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、イリジウム (Ir) 錯体、白金 (Pt) 錯体が特に好ましく、イリジウム (Ir) 錯体がより特に好ましい。

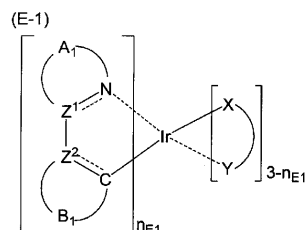
【0111】

本発明における発光層に含有される燐光発光材料としては、以下に示す一般式 (E-1) で表されるイリジウム (Ir) 錯体、又は以下の白金 (Pt) 錯体を用いることが好ましい。

【0112】

一般式 (E-1)

【化33】



10

【0113】

一般式 (E-1) 中、 Z^1 及び Z^2 はそれぞれ独立に、炭素原子又は窒素原子を表す。 A_1 は Z^1 と窒素原子と共に 5 又は 6 員のヘテロ環を形成する原子群を表す。 B_1 は Z^2 と炭素原子と共に 5 又は 6 員環を形成する原子群を表す。 Z^1 及び Z^2 はそれぞれ独立に、炭素原子又は窒素原子を表す。 $(X-Y)$ はモノアニオン性の二座配位子を表す。 n_{E1} は 1 ~ 3 の整数を表す。

20

【0114】

Z^1 及び Z^2 として好ましくは炭素原子である。 n_{E1} は 2 又は 3 が好ましく、この場合 Z^1 、 Z^2 、 A_1 、 B_1 を含む配位子が 2 つまたは 3 つ存在することになるが、該配位子は互いに同じであっても異なっても良い。

【0115】

A_1 、 Z^1 及び窒素原子を含む 5 又は 6 員のヘテロ環としては、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。 A_1 、 Z^1 及び窒素原子で形成される 5 又は 6 員のヘテロ環は置換基を有していてもよい。

30

【0116】

B_1 、 Z^2 及び炭素原子で形成される 5 又は 6 員環としては、ベンゼン環、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、ピロール環などが挙げられる。 B_1 、 Z^2 及び炭素原子で形成される 5 又は 6 員環は置換基を有していてもよい。

【0117】

前記置換基としては前記置換基群 A が挙げられる。置換基同士は連結して環を形成していてもよく、形成される環としては、不飽和の 4 ~ 7 員環、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。これら形成される環は置換基を有していてもよく、形成される環上の置換基を介してさらに環を形成してもよい。また、前記 A_1 、 Z^1 及び窒素原子で形成される 5 又は 6 員のヘテロ環の置換基と、前記 B_1 、 Z^2 及び炭素原子で形成される 5 又は 6 員環の置換基とが連結して、前述と同様の縮合環を形成していてもよい。形成される環上の置換基を介してさらに環を形成してもよい。

40

【0118】

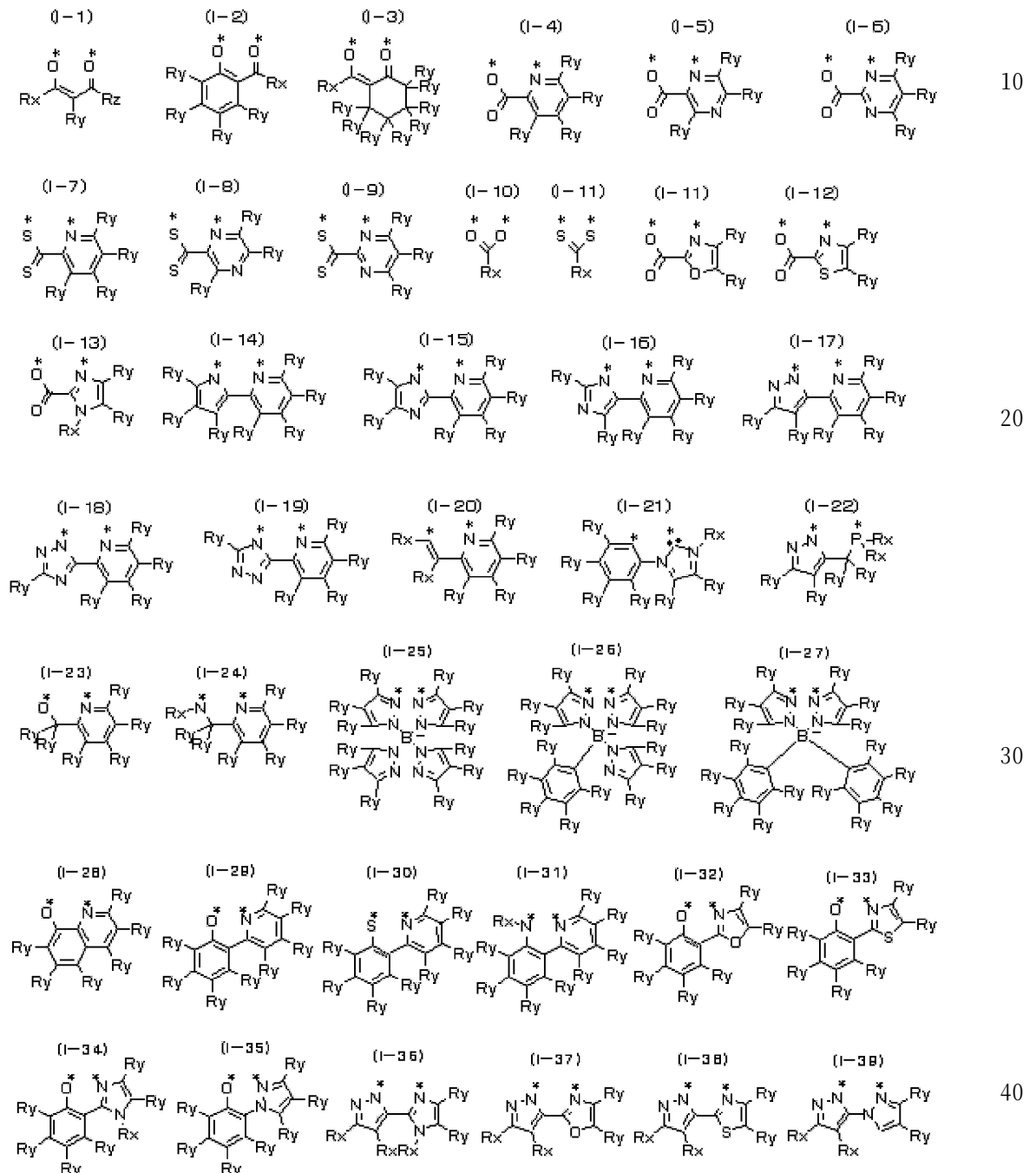
$(X-Y)$ で表される配位子としては、従来公知の金属錯体に用いられる種々の公知の配位子があるが、例えば、「Photochemistry and Photophysics of Coordination Compounds」Springer

50

Verlag社 H. Yersin著 1987年発行、含窒素ヘテロアリアル配位子、ジケトン配位子などが挙げられ、下記一般式(1-1)～(1-39)が好ましく、一般式(1-1)、(1-4)、(1-15)、(1-16)、(1-17)、(1-18)、(1-19)、(1-22)、(1-25)、(1-28)、(1-29)、(1-36)、(1-39)がより好ましい。ただし、本発明はこれらに限定されない。

【0119】

【化34】



【0120】

*は一般式(E-1)におけるイリジウム(Ir)への配位位置を表す。Rx、Ry及びRzはそれぞれ独立に水素原子又は置換基を表す。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。Rx、Rzは好ましくは、それぞれ独立にアルキル基、ペルフルオロアルキル基、アリール基である。Ry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、シアノ基、アリール基のいずれかである。一つの配位子内に複数存在するRx及びRyはそれぞれ同じであっても異なってもよい。

【0121】

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。

【0122】

前記白金（Pt）錯体として具体的には、特開2005-310733号公報の〔0143〕～〔0152〕、〔0157〕～〔0158〕、〔0162〕～〔0168〕に記載の化合物、特開2006-256999号公報の〔0065〕～〔0083〕に記載の化合物、特開2006-93542号公報の〔0065〕～〔0090〕に記載の化合物、特開2007-73891号公報の〔0063〕～〔0071〕に記載の化合物、特開2007-324309号公報の〔0079〕～〔0083〕に記載の化合物、特開2006-93542号公報の〔0065〕～〔0090〕に記載の化合物、特開2007-96255号公報の〔0055〕～〔0071〕に記載の化合物、特開2006-313796号公報の〔0043〕～〔0046〕が挙げられる。

10

【0123】

（ホスト材料）

本発明の有機電界発光素子に用いられるホスト材料としては、公知の化合物を用いることが出来る。例えば、アミン誘導体、含窒素ヘテロ環誘導体、縮合芳香環化合物（ナフタレン、アントラセン、フェナントレン、トリフェニレン、フルオレンなど）、アルミニウム、亜鉛などの金属錯体などが挙げられる。

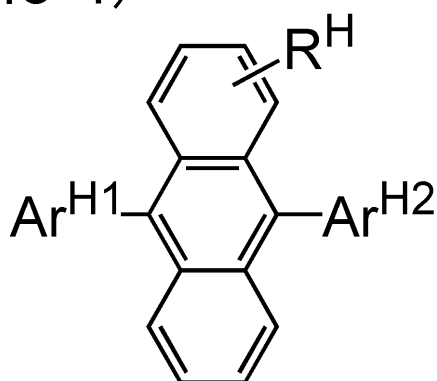
本発明で用いられるホスト材料としては、下記一般式（HO-1）で表される化合物が好ましい。

20

【0124】

【化35】

（HO-1）



30

（一般式（HO-1）中、 Ar^{H1} および Ar^{H2} はそれぞれ独立にアリール基を表す。 R^H は Ar^{H1} および Ar^{H2} が置換しているアントラセン骨格の置換可能なすべての炭素原子上に存在し、それぞれ独立に水素原子、アルキル基、アリール基、ヘテロアリール基、シアノ基、シリル基、アミノ基またはフッ素原子を表す。）

【0125】

40

一般式（HO-1）について説明する。

一般式（HO-1）中、 Ar^{H1} および Ar^{H2} はそれぞれ独立に、アリール基を表す。

【0126】

Ar^{H1} および Ar^{H2} で表されるアリール基としては、炭素数6～40のアリール基が好ましく、フェニル基、ナフチル基、フェナントリル基、アントリル基、ピレニル基、クリセニル基、テトラセニル基（ナフタセニル基）、トリフェニレニル基、ペリレニル基、ベンゾアントリル基、ジベンゾアントリル基、フルオレニル基であることがより好ましく、フェニル基、ナフチル基、フェナントリル基、アントリル基、ピレニル基、フルオレニル基であることがさらに好ましく、フェニル基、ナフチル基、フルオレニル基であることがさらに好ましい。

50

【0127】

一般式(HO-1)中、R^Hは水素原子、アルキル基、アリール基、ヘテロアリール基、シアノ基、シリル基、アミノ基またはフッ素原子を表す。

【0128】

R^Hで表されるアルキル基としては、炭素数1~10の直鎖、分岐、環状のアルキル基であることが好ましく、炭素数1~6の直鎖、分岐、環状のアルキル基であることがより好ましく、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、s-ブチル基、t-ブチル基、n-ペンチル基、ネオペンチル基、n-ヘキシル基、シクロペンチル基、シクロヘキシル基であることがさらに好ましく、メチル基、エチル基、イソプロピル基、t-ブチル基であることがさらに好ましい。

10

【0129】

R^Hで表されるアリール基としては、炭素数6~14のアリール基であることが好ましく、フェニル基、ナフチル基、フェナントリル基、アントリル基、ピレニル基、クリセニル基、テトラセニル基(ナフタセニル基)、トリフェニレニル基、ペリレニル基、ベンゾアントリル基、ジベンゾアントリル基、フルオレニル基であることがより好ましく、フェニル基、ナフチル基、フェナントリル基、アントリル基、ピレニル基、フルオレニル基であることがさらに好ましく、フェニル基、ナフチル基であることがさらに好ましい。

【0130】

R^Hで表されるヘテロアリール基としては、炭素数3~20であり、ヘテロ原子としてN、OおよびSのいずれかを少なくとも1つ含むヘテロアリール基であることが好ましく、ピロリル基、チエニル基、フリル基、インドリル基、ベンゾチエニル基、ベンゾフリル基、カルバゾリル基、ジベンゾチエニル基、ジベンゾフリル基、ピラゾリル基、イミダゾリル基、トリアゾリル基、オキサゾリル基、チアゾリル基、ベンゾイミダゾリル基、ベンゾチアゾリル基、ベンゾオキサゾリル基、インダゾリル基、ピリジル基、ピラジニル基、ピリミジニル基、トリアジニル基、キノリル基、イソキノリル基、キノキサリル基、ナフチリジニル基であることがより好ましく、チエニル基、フリル基、カルバゾリル基、ジベンゾチエニル基、ジベンゾフリル基、ピリジル基、ピラジニル基、ピリミジニル基、トリアジニル基、キノリル基、イソキノリル基、キノキサリル基であることがさらに好ましく、ジベンゾチエニル基、ジベンゾフリル基、ピリジル基、トリアジニル基、キノリル基、イソキノリル基であることがさらに好ましい。

20

30

【0131】

R^Hで表されるシリル基としては、トリアルキルシリル基、トリアリールシリル基が好ましく、トリアリールシリル基がより好ましい。

R^Hで表されるアミノ基としては、ジアリールアミノ基が好ましい。

【0132】

R^Hとしては、水素原子、炭素数6~14のアリール基、炭素数1~6の直鎖、分岐、環状のアルキル基、シアノ基、フッ素原子であることが好ましく、炭素数6~14のアリール基、炭素数1~6の直鎖、分岐、環状のアルキル基、フッ素原子がより好ましい。

R^Hはさらに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が挙げられる。

40

【0133】

また、本発明の有機電界発光素子における発光層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15~99質量%であることが好ましい。

【0134】

(正孔輸送層(正孔注入層、正孔輸送層、電子ブロック層など))

正孔輸送層は、陽極または陽極側に隣接する有機層から正孔を受け取り、発光層または陰極側に隣接する有機層に正孔を輸送する機能を有する層である。

本発明の有機電界発光素子に用いられる正孔輸送材料としては、公知の化合物を用いる

50

ことが出来る。例えば、芳香族第三級アミン化合物（アリアルアミン誘導体）、カルバゾール誘導体、ポルフィリン、フタロシアニン誘導体、ポリチオフェンなどの導電性高分子などが好適に用いられる。

【0135】

前記正孔注入層は電子受容性ドーパントを含有していてもよい。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、ドーピングされる材料から電子を引き抜く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）などのTCNQ化合物、ヘキサシアノヘキサアザトリフェニレン（HAT-CN）などのヘキサアザトリフェニレン化合物、酸化モリブデンなどが挙げられる。

10

【0136】

前記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、0.01～50質量%含有されることが好ましく、0.1～40質量%含有されることがより好ましく、0.2～30質量%含有されることがより好ましい。

【0137】

（電子輸送層（電子注入層、電子輸送層、正孔ブロック層など））

電子輸送層は、陰極または陰極側に隣接する有機層から電子を受け取り、発光層または陽極側に隣接する有機層に電子を輸送する機能を有する層である。

20

本発明の有機電界発光素子に用いられる電子輸送材料としては、前記一般式（1）で表される化合物の他、公知の化合物を用いることができる。例えば、含窒素ヘテロ環誘導体（イミダゾール誘導体、トリアジン誘導体、ピリジン誘導体など）、アルミニウム、亜鉛などの金属錯体などが好適に用いられる。

【0138】

前記電子注入層はn型ドーパント（電子供与性ドーパントともいう）を含有していてもよい。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、ドーピングされる材料に電子を与え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、テトラチアフルバレン（TTF）、テトラチアナフタセン（TTT）、ビスー[1,3 ジエチル-2-メチル-1,2-ジヒドロベンズイミダゾリル]などのジヒドロイミダゾール化合物、リチウム、セシウムやそれらの塩などが挙げられる。前記リチウム塩としては、キノリノールリチウム（以下、Li_qと略記する）を好ましく用いることができる。

30

【0139】

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。

【0140】

40

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膜状態でのS₁エネルギーは、発光層で生成する励起子のエネルギー移動を防止し、発光効率を低下させないために、発光材料のS₁エネルギーよりも高いことが好ましい。

正孔ブロック層を構成する有機化合物の例としては、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

50

ージメチル-4, 7-ジフェニル-1, 10-フェナントロリン (2, 9-Dimethyl-4, 7-diphenyl-1, 10-phenanthroline (BCPと略記する)) 等のフェナントロリン誘導体、等が挙げられる。

正孔ブロック層の厚さとしては、1 nm~500 nmであるのが好ましく、3 nm~100 nmであるのがより好ましく、5 nm~50 nm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。

【0141】

<保護層>

本発明において、有機電界素子全体は、保護層によって保護されていてもよい。

10

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。なお、保護層の材料は無機物であっても、有機物であってもよい。

【0142】

<封止容器>

本発明の有機電界発光素子は、封止容器を用いて素子全体を封止してもよい。

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

【0143】

<駆動方法>

20

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。

【0144】

<本発明の有機電界発光素子の用途>

本発明の有機電界発光素子は、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、発光装置、照明装置、表示装置等の発光輝度が高い領域で駆動されるデバイスに好ましく用いられる。

30

【0145】

[発光装置]

本発明の発光装置は、本発明の有機電界発光素子を含むことを特徴とする。

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、透明基板（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。

40

【0146】

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。

【0147】

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

50

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。

【0148】

[照明装置]

本発明の照明装置は、本発明の有機電界発光素子を含むことを特徴とする。

次に、図3を参照して本発明の照明装置について説明する。

図3は、本発明の照明装置の一例を概略的に示した断面図である。本発明の照明装置40は、図3に示すように、前述した有機EL素子10と、光散乱部材30とを備えている。より具体的には、照明装置40は、有機EL素子10の基板2と光散乱部材30とが接触するように構成されている。

10

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

【0149】

[表示装置]

本発明の表示装置は、本発明の有機電界発光素子を含むことを特徴とする。

20

本発明の表示装置としては、例えば、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などを挙げることができる。

【実施例】

【0150】

以下に実施例と比較例を挙げて本発明の特徴をさらに具体的に説明する。以下の実施例に示す材料、使用量、割合、処理内容、処理手順等は、本発明の趣旨を逸脱しない限り適宜変更することができる。したがって、本発明の範囲は以下に示す具体例により限定的に解釈されるべきものではない。

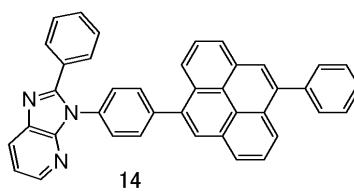
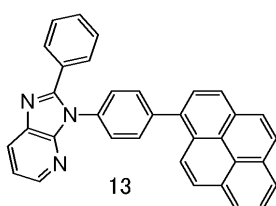
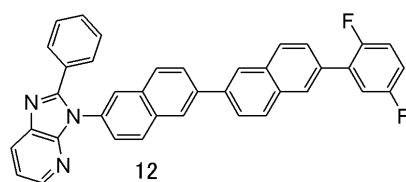
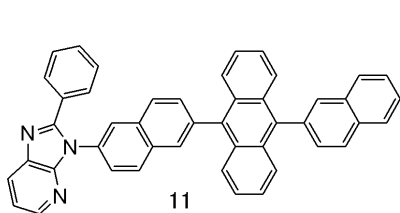
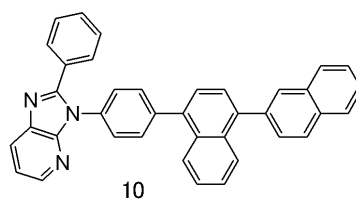
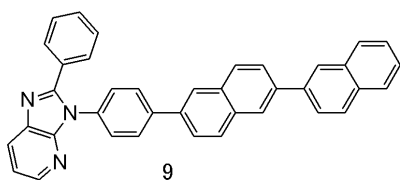
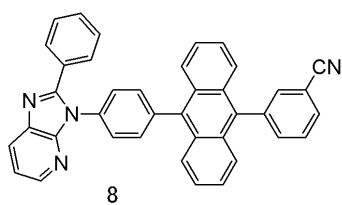
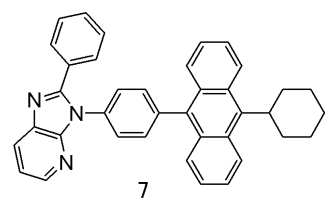
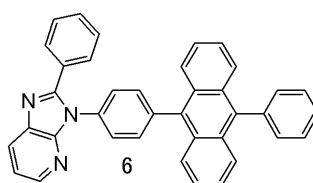
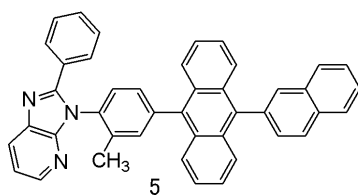
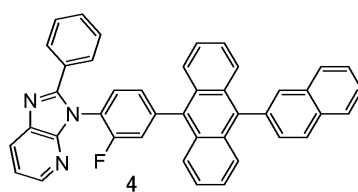
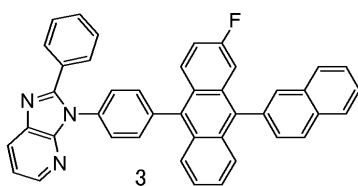
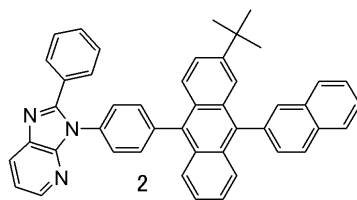
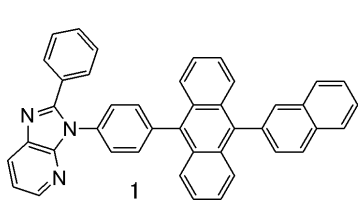
【0151】

実施例および比較例で用いた化合物の構造式を以下にまとめて示す。

30

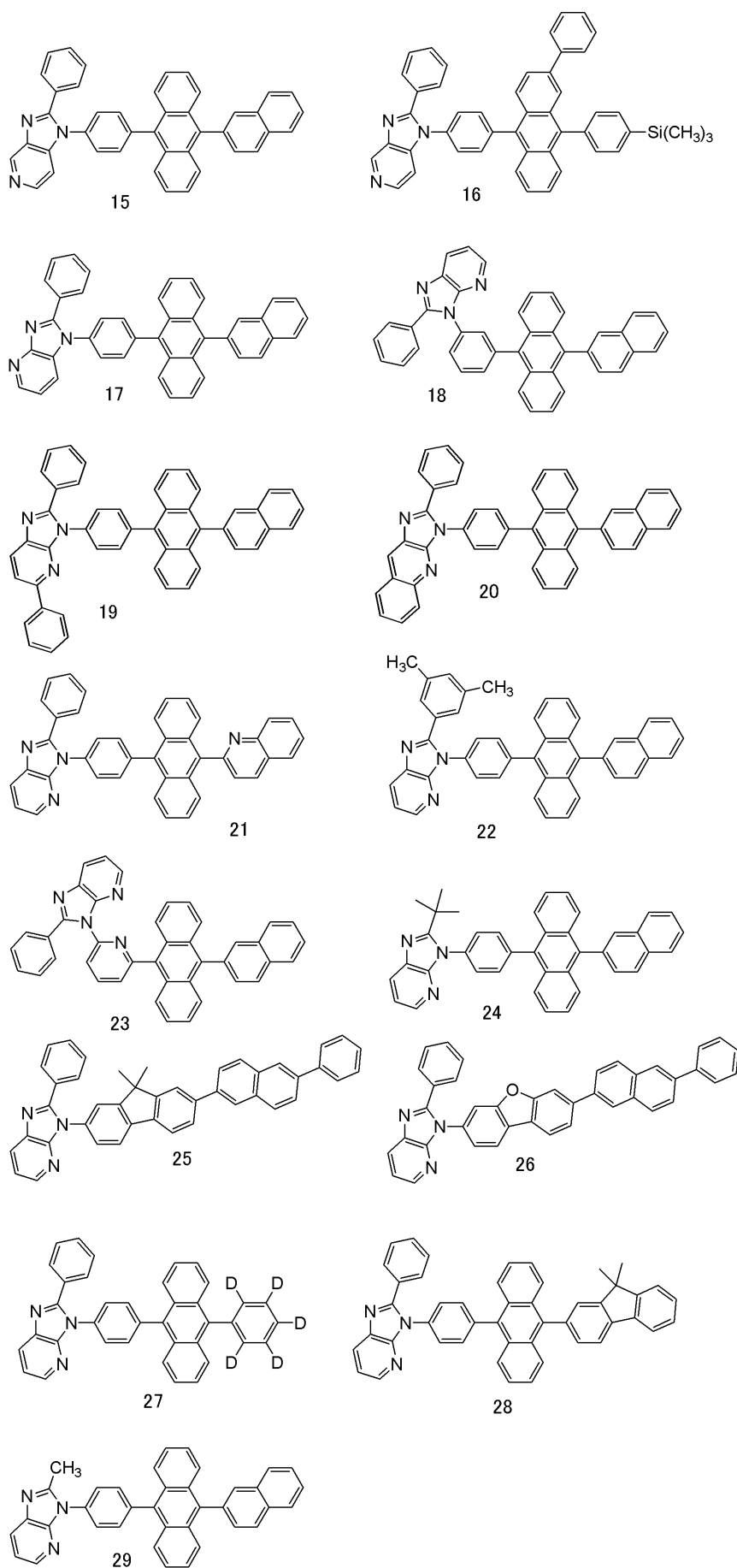
【0152】

【化 3 6】



【 0 1 5 3 】

【化 3 7】



【 0 1 5 4】

10

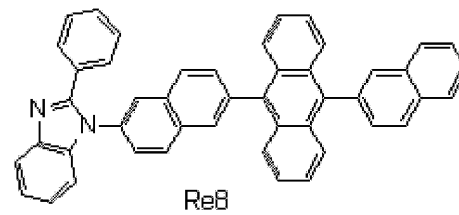
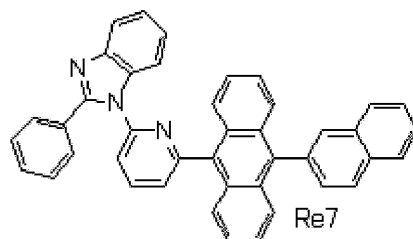
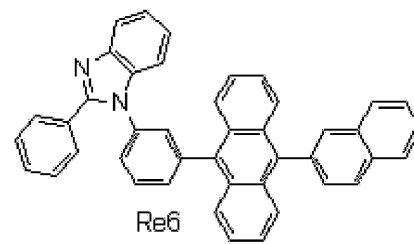
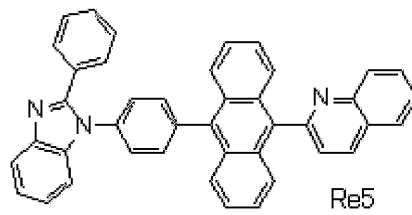
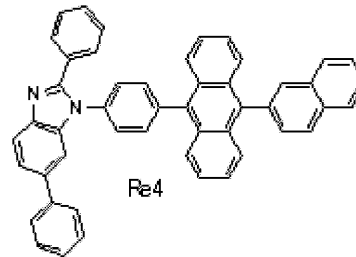
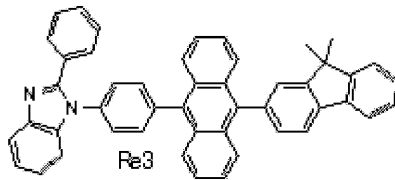
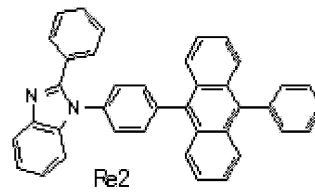
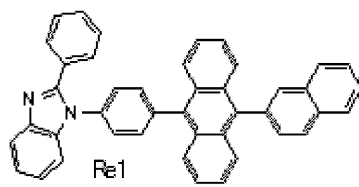
20

30

40

50

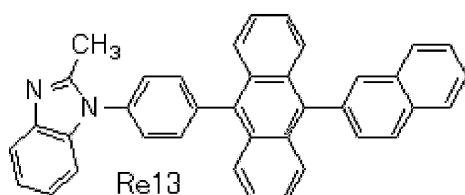
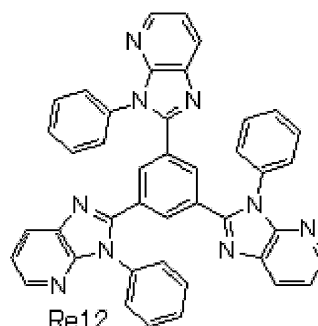
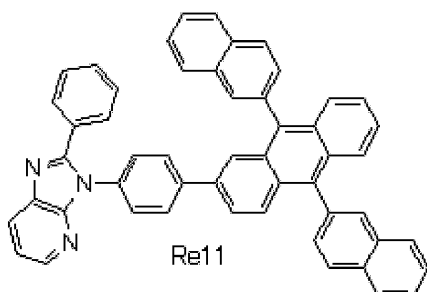
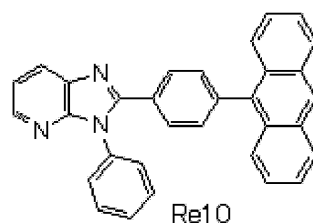
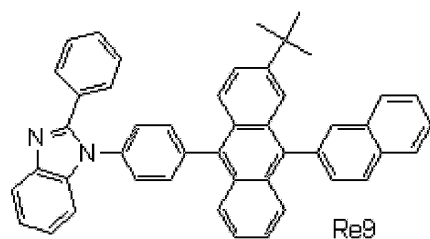
比較化合物
【化 3 8】



10

20

30



【0155】

Re1はWO2004/080975号公報に記載の化合物7-9または9-7である。

Re2はWO2004/080975号公報に記載の化合物9-1である。

Re3はWO2004/080975号公報に記載の化合物9-11である。

Re4はWO2004/080975号公報に記載の化合物10-7である。

Re5はWO2004/080975号公報に記載の化合物11-5である。

Re6はWO2004/080975号公報に記載の化合物12-2である。

Re7はWO2004/080975号公報に記載の化合物12-5である。

Re8はWO2004/080975号公報に記載の化合物12-10である。

Re9はWO2004/080975号公報に記載の化合物13-2である。

Re10は特開2002-038141号公報に記載の化合物6である。

Re11は特開2011-222831号公報に記載の化合物ET2-21である。

Re12は特開2001-335776号公報に記載の化合物18である。

Re13は特開2007-153778号公報に記載の化合物(1)である。

【0156】

《実施例1》

(1) 素子作成

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10Ω/□)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: HTM-1 (膜厚60nm)

第2層: NPD (膜厚20nm)

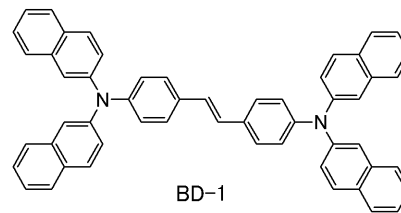
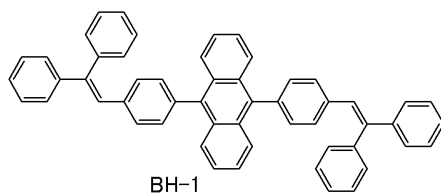
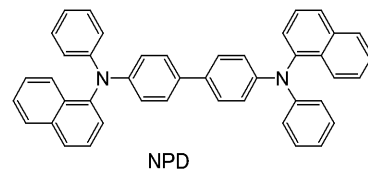
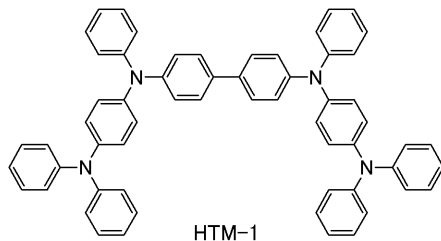
第3層: ホスト材料BH-1および発光材料BD-1 (重量比95:5) (膜厚40nm)

第4層: 下記表1に記載の電子輸送材料 (膜厚20nm)

この上に、フッ化リチウム 1 nm 及び金属アルミニウム 120 nm をこの順に蒸着し陰極とした。なお、フッ化リチウムの層上に、パターンニングしたマスク（発光領域が 2 mm × 2 mm となるマスク）を設置し、金属アルミニウムを蒸着した。

この得られた積層体を、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（XNR 5516HV、長瀬チバ（株）製）を用いて封止し、下記表 1 に記載の有機電界発光素子を得た。

【化 3 9】



【0157】

(2) 素子評価

上記にて得られた下記表 1 に記載の有機電界発光素子について、以下の評価を行った。その結果を下記表 1 に記載する。

【0158】

(a) 外部量子効率（発光効率）

東陽テクニカ製ソースメジャーユニット 2400 を用いて、一定電流密度（ $25 \text{ mA} / \text{cm}^2$ ）にて直流電圧を有機電界発光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。これらを元に外部量子効率を輝度換算法により算出した。外部量子効率は数字が大きいほど好ましい。

【0159】

(b) 駆動電圧

有機電界発光素子を（株）島津製作所製の発光スペクトル測定システム（ELS1500）にセットし、一定電流密度（ $25 \text{ mA} / \text{cm}^2$ ）にて発光させ、印加電圧を測定した。駆動電圧は低いほど好ましい。

【0160】

(c) 駆動耐久性

有機電界発光素子を、一定電流密度にて輝度が $5000 \text{ cd} / \text{m}^2$ になるように直流電圧を印加し、該電流密度にて継続して発光させ、輝度が $2500 \text{ cd} / \text{m}^2$ になるまでの時間を測定し、比較素子 1-1 の時間を 100 とした時の相対値として示した。数値が大きいほど耐久性が高く好ましい。

【0161】

【表 1】

	電子輸送材料	外部量子効率/%	駆動電圧/V	駆動耐久性
比較素子 1-1	Re1	3.4	5.0	100
比較素子 1-2	Re2	2.9	5.2	73
比較素子 1-3	Re3	3.1	5.4	94
比較素子 1-4	Re4	2.6	5.2	96
比較素子 1-5	Re5	2.7	4.9	54
比較素子 1-6	Re6	2.9	5.2	81
比較素子 1-7	Re7	2.9	5.3	47
比較素子 1-8	Re8	3.2	5.0	92
比較素子 1-9	Re9	3.1	5.9	105
比較素子 1-10	Re10	3.0	4.9	65
比較素子 1-11	Re11	3.3	4.9	85
比較素子 1-12	Re12	3.6	4.6	108
比較素子 1-13	Re13	2.2	5.2	64
本発明の素子 1-1	1	5.1	4.4	152
本発明の素子 1-2	2	4.9	4.8	168
本発明の素子 1-3	3	4.3	4.6	127
本発明の素子 1-4	4	4.2	4.6	110
本発明の素子 1-5	5	4.9	4.8	109
本発明の素子 1-6	6	4.8	4.5	132
本発明の素子 1-7	7	4.7	4.9	114
本発明の素子 1-8	8	5.2	4.3	113
本発明の素子 1-9	9	5.0	4.4	150
本発明の素子 1-10	10	4.9	4.3	147
本発明の素子 1-11	11	5.0	4.3	156
本発明の素子 1-12	12	4.3	4.6	111
本発明の素子 1-13	13	4.9	4.6	139
本発明の素子 1-14	14	4.7	4.7	121
本発明の素子 1-15	15	4.7	4.7	128
本発明の素子 1-16	16	4.6	4.9	114
本発明の素子 1-17	17	4.3	4.9	116
本発明の素子 1-18	18	4.5	4.7	137
本発明の素子 1-19	19	4.4	4.7	129
本発明の素子 1-20	20	4.4	4.5	119
本発明の素子 1-21	21	4.6	4.5	118
本発明の素子 1-22	22	4.5	4.9	114
本発明の素子 1-23	23	4.6	4.6	117
本発明の素子 1-24	24	4.5	4.8	125
本発明の素子 1-25	25	4.8	4.4	141
本発明の素子 1-26	26	4.8	4.4	148
本発明の素子 1-27	27	4.8	4.5	141
本発明の素子 1-28	28	4.7	4.5	133
本発明の素子 1-29	29	4.5	4.9	113

【0162】

上記表 1 の結果より、本発明の電子輸送材料を用いると、従来の電子輸送材料より高効率、低電圧、高耐久性の有機電界発光素子を作成することが可能であることがわかる。

【0163】

《実施例 2》

(1) 素子作成

素子構成を下記の構成にする以外は、実施例 1 と同様にして、下記表 2 に記載の有機電界発光素子を作成した。

第 1 層：HTM-1 (膜厚 60 nm)

第 2 層：NPD (膜厚 20 nm)

第 3 層：ホスト材料 BH-1 および発光材料 BD-1 (重量比 95 : 5) (膜厚 40 nm)

m)

第4層：下記表2に記載の電子輸送材料（膜厚：下記表2に記載）

【0164】

（2）素子評価

上記にて得られた下記表2に記載の有機電界発光素子について、実施例1と同様に評価を行った。尚、駆動耐久性については、比較素子2-1の時間を100とした場合の相対値として示した。結果を下記表2に記載する。

【0165】

【表2】

	電子 輸送材料	第4層膜厚 /nm	外部量子効率 /%	駆動電圧 /V	駆動 耐久性
比較素子 2-1	Re1	20	3.4	5.0	100
比較素子 2-2	Re1	30	3.2	5.2	91
比較素子 2-3	Re1	40	2.9	5.4	85
比較素子 2-4	Re1	50	2.6	5.7	74
本発明の素子 2-1	1	20	5.1	4.4	152
本発明の素子 2-2	1	30	5.1	4.4	148
本発明の素子 2-3	1	40	5.1	4.5	141
本発明の素子 2-4	1	50	5.0	4.7	136
本発明の素子 2-5	9	20	5.0	4.4	150
本発明の素子 2-6	9	30	4.8	4.5	145
本発明の素子 2-7	9	40	4.8	4.7	140
本発明の素子 2-8	9	50	4.7	4.9	131

【0166】

上記表2の結果より、本発明の電子輸送材料を用いると、従来の電子輸送材料に比べて、電子輸送層の膜厚が変動した場合の効率、電圧、耐久性の変動が小さくなることがわかる。

【0167】

《実施例3》

（1）素子作成

素子構成を下記の構成にする以外は、実施例1と同様にして、下記表3に記載の有機電界発光素子を作成した。

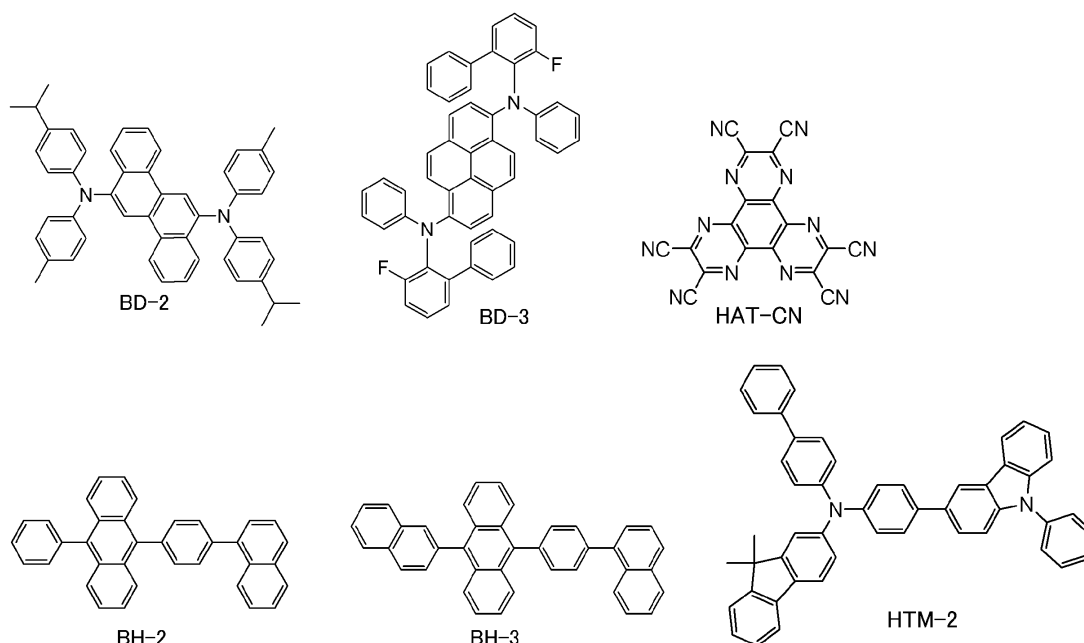
第1層：HAT-CN（膜厚5nm）

第2層：HTM-2（膜厚40nm）

第3層：下記表3に記載のホスト材料および発光材料（重量比95:5）（膜厚40nm）

第4層：下記表3に記載の電子輸送材料（膜厚：30nm）

【化 4 0】



10

【0168】

(2) 素子評価

上記にて得られた下記表 3 に記載の有機電界発光素子について、実施例 1 と同様に評価を行った。尚、駆動耐久性については、比較素子 3-1 の時間を 100 とした場合の相対値として示した。結果を下記表 3 に記載する。

【0169】

【表 3】

	ホスト材料	発光材料	電子輸送材料	外部量子効率/%	駆動電圧/V	駆動耐久性
比較素子 3-1	BH-3	BD-2	Re1	4.4	4.7	100
比較素子 3-2	BH-3	BD-2	Re2	4.1	4.8	98
比較素子 3-3	BH-3	BD-2	Re4	4.3	4.8	87
比較素子 3-4	BH-3	BD-2	Re8	4.2	4.9	100
本発明の素子 3-1	BH-3	BD-2	1	5.3	4.1	149
本発明の素子 3-2	BH-3	BD-2	6	5.3	4.1	138
本発明の素子 3-3	BH-3	BD-2	19	5.4	4.2	135
本発明の素子 3-4	BH-3	BD-2	11	5.2	4.0	147
比較素子 3-5	BH-2	BD-3	Re1	4.5	4.6	121
比較素子 3-6	BH-2	BD-3	Re3	4.5	4.8	110
比較素子 3-7	BH-2	BD-3	Re6	4.2	4.9	104
比較素子 3-8	BH-2	BD-3	Re13	4.4	4.9	84
本発明の素子 3-5	BH-2	BD-3	1	5.6	3.9	168
本発明の素子 3-6	BH-2	BD-3	28	5.5	4.1	151
本発明の素子 3-7	BH-2	BD-3	18	5.4	4.2	130
本発明の素子 3-8	BH-2	BD-3	29	5.4	4.3	111

30

40

【0170】

上記表 3 の結果より、多環縮環にアリールアミノ基が二つ置換した発光材料やアントラセン骨格を有するホスト材料を用いた場合、本発明の電子輸送材料を用いると、従来の電子輸送材料に比べて、より顕著に効率、電圧、耐久性の性能向上が見られる。

【0171】

《実施例 4》

(1) 素子作成

素子構成を下記の構成にする以外は、実施例 1 と同様にして、下記表 4 に記載の有機電

50

界発光素子を作成した。

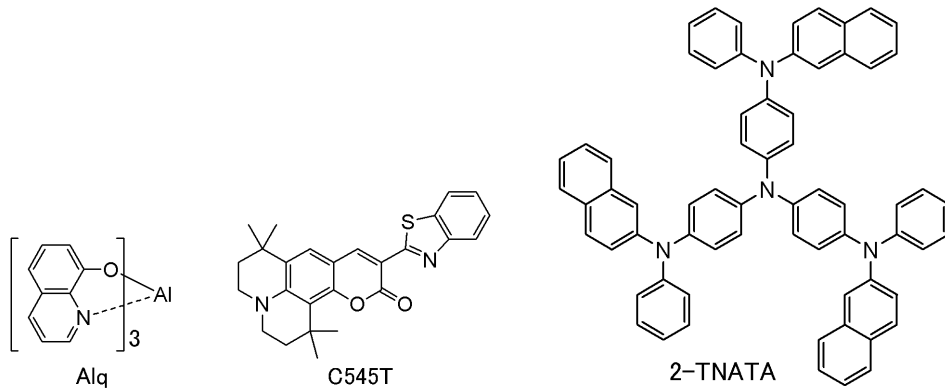
第1層：2-TNATA（膜厚60nm）

第2層：NPD（膜厚20nm）

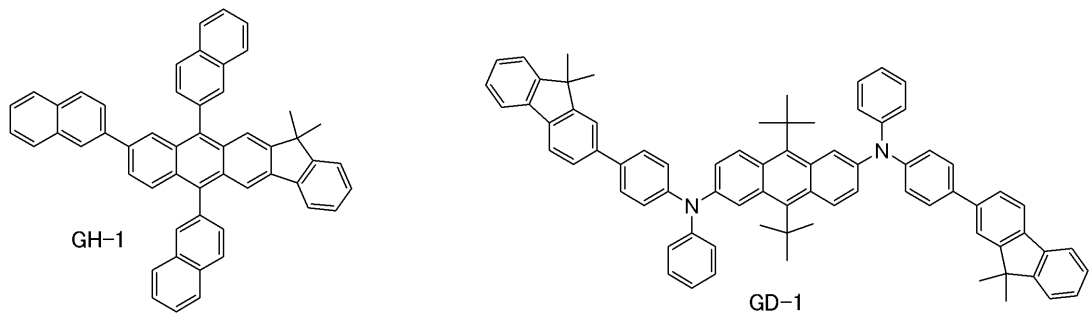
第3層：下記表4に記載のホスト材料および発光材料（重量比97：3）（膜厚30nm）

第4層：下記表4に記載の電子輸送材料（膜厚：30nm）

【化41】



10



20

【0172】

(2) 素子評価

上記にて得られた下記表4に記載の有機電界発光素子について、実施例1と同様に評価を行った。尚、駆動耐久性については、比較素子4-1の時間を100とした場合の相対値として示した。結果を下記表4に記載する。

30

【0173】

【表 4】

	ホスト材料	発光材料	電子輸送材料	外部量子効率/%	駆動電圧/V	駆動耐久性
比較素子 4-1	Alq	C545T	Re1	2.1	5.3	100
比較素子 4-2	Alq	C545T	Re2	1.4	5.4	80
比較素子 4-3	Alq	C545T	Re4	1.9	5.5	88
比較素子 4-4	Alq	C545T	Re8	2.1	5.4	95
本発明の素子 4-1	Alq	C545T	1	3.5	4.2	134
本発明の素子 4-2	Alq	C545T	6	3.8	4.5	130
本発明の素子 4-3	Alq	C545T	19	3.4	4.4	124
本発明の素子 4-4	Alq	C545T	11	3.7	4.6	129
比較素子 4-5	GH-1	GD-1	Re1	4.1	4.9	182
比較素子 4-6	GH-1	GD-1	Re2	4.0	4.8	175
比較素子 4-7	GH-1	GD-1	Re4	3.9	4.9	171
比較素子 4-8	GH-1	GD-1	Re8	3.9	5.0	181
本発明の素子 4-5	GH-1	GD-1	1	6.1	3.9	258
本発明の素子 4-6	GH-1	GD-1	6	5.8	3.9	234
本発明の素子 4-7	GH-1	GD-1	19	5.5	4.0	220
本発明の素子 4-8	GH-1	GD-1	11	6.0	3.9	259

10

【0174】

上記表 4 の結果より、本発明の電子輸送材料を用いると、従来の電子輸送材料より高効率、低電圧、高耐久性の有機電界発光素子を作成することが可能であることがわかる。

20

【0175】

《実施例 5》

(1) 素子作成

素子構成を下記の構成にする以外は、実施例 1 と同様にして、下記表 5 に記載の燐光発光の有機電界発光素子を作成した。

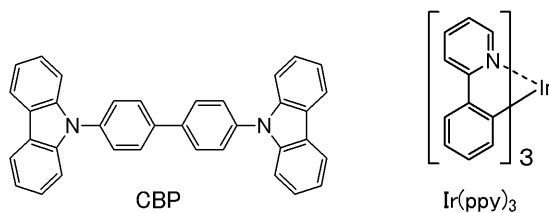
第 1 層：NPD (膜厚 50 nm)

第 2 層：CBP および Ir(ppy)₃ (重量比 94.2 : 5.8) (膜厚 20 nm)

第 3 層：下記表 5 に記載の電子輸送材料 (膜厚: 25 nm)

【化 4 2】

30



【0176】

(2) 素子評価

上記にて得られた下記表 5 に記載の有機電界発光素子について、実施例 1 と同様に評価を行った。尚、駆動耐久性については、比較素子 5-1 の時間を 100 とした場合の相対値として示した。結果を下記表 5 に記載する。

40

【0177】

【表 5】

	電子輸送材料	外部量子効率 /%	駆動電圧 /V	駆動 耐久性
比較素子 5-1	Re10	12.4	8.6	100
比較素子 5-2	Re12	14.6	7.1	135
本発明の素子 5-1	1	14.8	6.5	254
本発明の素子 5-2	9	14.8	6.3	187

【0178】

上記表 5 の結果より、本発明の電子輸送材料を用いると、燐光素子の場合でも、従来の電子輸送材料より高効率、低電圧、高耐久性の有機電界発光素子を作成することが可能であることがわかる。

10

【0179】

《実施例 6》

(1) 素子作成

素子構成を下記の構成にする以外は、実施例 1 と同様にして、下記表 6 に記載の燐光発光の有機電界発光素子を作成した。

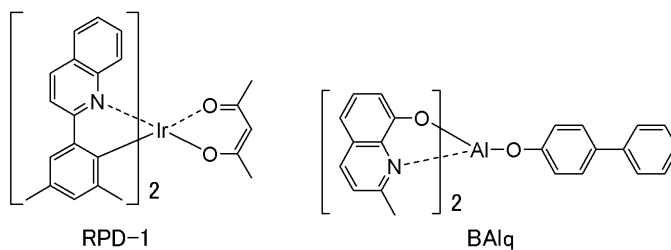
第 1 層：NPD (膜厚 40 nm)

第 2 層：BALq および RPD-1 (重量比 90 : 10) (膜厚 30 nm)

第 3 層：下記表 6 に記載の電子輸送材料 (膜厚: 25 nm)

20

【化 4 3】



【0180】

(2) 素子評価

30

上記にて得られた下記表 6 に記載の有機電界発光素子について、実施例 1 と同様に評価を行った。尚、駆動耐久性については、比較素子 6-1 の時間を 100 とした場合の相対値として示した。結果を下記表 6 に記載する。

【0181】

【表 6】

	電子輸送材料	外部量子効率 /%	駆動電圧 /V	駆動 耐久性
比較素子 6-1	Re1	7.2	7.8	100
本発明の素子 6-1	1	12.1	7.0	184

40

【0182】

上記表 6 の結果より、本発明の電子輸送材料を用いると、燐光素子の場合でも、従来の電子輸送材料より高効率、低電圧、高耐久性の有機電界発光素子を作成することが可能であることがわかる。

【0183】

《実施例 7》

(1) 素子作成

素子構成を下記の構成にする以外は、実施例 1 と同様にして、下記表 7 に記載の燐光発光の有機電界発光素子を作成した。

第 1 層：m-MTDA TA (膜厚 75 nm)

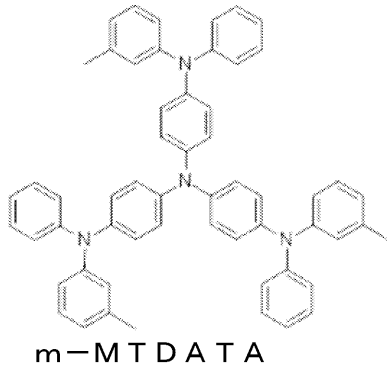
50

第2層：NPD（膜厚15nm）

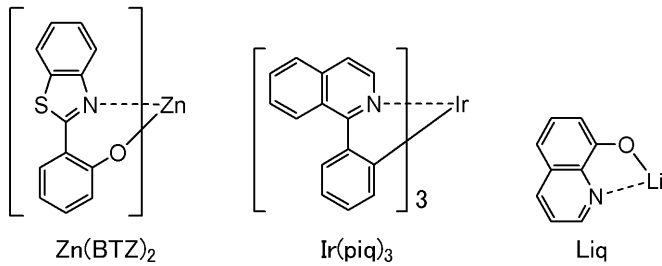
第3層：Zn(BTZ)₂およびIr(piq)₃（重量比92：8）（膜厚30nm）

第4層：下記表7に記載の電子輸送材料およびn型ドーパントとしてLi_q（重量比1：1）（膜厚：37nm）

【化44】



10



20

【0184】

（2）素子評価

上記にて得られた下記表7に記載の有機電界発光素子について、実施例1と同様に評価を行った。尚、駆動耐久性については、比較素子7-1の時間を100とした場合の相対値として示した。結果を下記表7に記載する。

【0185】

30

【表 7】

	電子輸送材料	外部量子効率/%	駆動電圧/V	駆動耐久性
比較素子 7-1	Re1	6.2	8.4	100
比較素子 7-2	Re2	5.9	8.8	84
比較素子 7-3	Re3	6.1	8.5	97
比較素子 7-4	Re4	5.8	8.4	95
比較素子 7-5	Re5	5.9	8.2	68
比較素子 7-6	Re6	6.0	8.7	74
比較素子 7-7	Re7	5.7	8.4	61
比較素子 7-8	Re8	5.8	8.3	95
比較素子 7-9	Re9	6.1	8.0	98
比較素子 7-10	Re11	5.7	8.6	90
本発明の素子 7-1	1	11.8	6.4	195
本発明の素子 7-2	2	11.7	6.6	194
本発明の素子 7-3	5	11.8	6.6	175
本発明の素子 7-4	6	11.6	6.5	170
本発明の素子 7-5	8	11.3	6.3	172
本発明の素子 7-6	9	10.7	6.5	181
本発明の素子 7-7	11	11.0	6.3	176
本発明の素子 7-8	15	10.8	6.6	153
本発明の素子 7-9	18	10.9	6.5	160
本発明の素子 7-10	19	10.3	6.5	158
本発明の素子 7-11	21	10.4	6.7	148
本発明の素子 7-12	23	10.8	6.8	141
本発明の素子 7-13	28	11.1	6.5	185

【0186】

上記表 7 の結果より、本発明の電子輸送材料を用いると、n 型ドーパントと混合して使用した場合でも、従来の電子輸送材料より高効率、低電圧、高耐久性の有機電界発光素子を作成することが可能であることがわかる。

【0187】

《実施例 8》

(1) 素子作成

実施例 1 と同様に洗浄、UV-オゾン処理を行った ITO ガラス基板上に、下記構造式で表される PTPDES-2 (ケミプロ化成製、Tg = 205℃) 2 質量部をシクロヘキサノン 98 質量部に溶解し、スピコート (2,000 rpm、20 秒間、) した後、120℃で 30 分間乾燥と 160℃で 10 分間アニール処理することで、第 1 層の正孔注入層 (膜厚 40 nm) を成膜した。

この正孔注入層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 2 層: NPD (膜厚 30 nm)

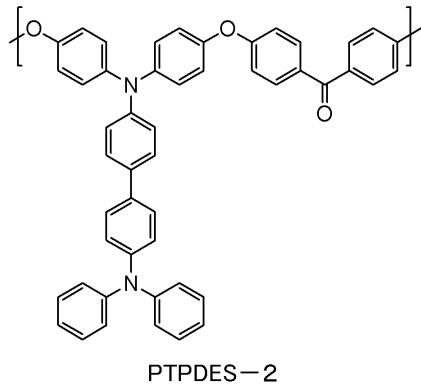
第 3 層: Alq (膜厚 40 nm)

第 4 層: 下記表 8 に記載の電子輸送材料 (膜厚 40 nm)

この上に、フッ化リチウム 1 nm 及び金属アルミニウム 120 nm をこの順に蒸着し陰極とした。なお、フッ化リチウムの層上に、パターンニングしたマスク (発光領域が 2 mm × 2 mm となるマスク) を設置し、金属アルミニウムを蒸着した。

この得られた積層体を、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 (XNR 5516 HV、長瀬チバ (株) 製) を用いて封止し、下記表 8 に記載の有機電界発光素子を得た。

【化 4 5】



10

【0188】

(2) 素子評価

上記にて得られた下記表 8 に記載の有機電界発光素子について、実施例 1 と同様に評価を行った。尚、駆動耐久性については、比較素子 8-1 の時間を 100 とした場合の相対値として示した。結果を下記表 8 に記載する。

【0189】

【表 8】

	電子輸送材料	外部量子効率/%	駆動電圧/V	駆動耐久性
比較素子 8-1	Re 2	1.4	6.3	100
本発明の素子 8-1	6	2.5	5.7	134

20

【0190】

上記表 8 の結果より、本発明の電子輸送材料を用いると、有機層の成膜工程に溶液からの塗布プロセスを用いた場合でも、従来の電子輸送材料より高効率、低電圧、高耐久性の有機電界発光素子を作成することが可能であることがわかる。

【0191】

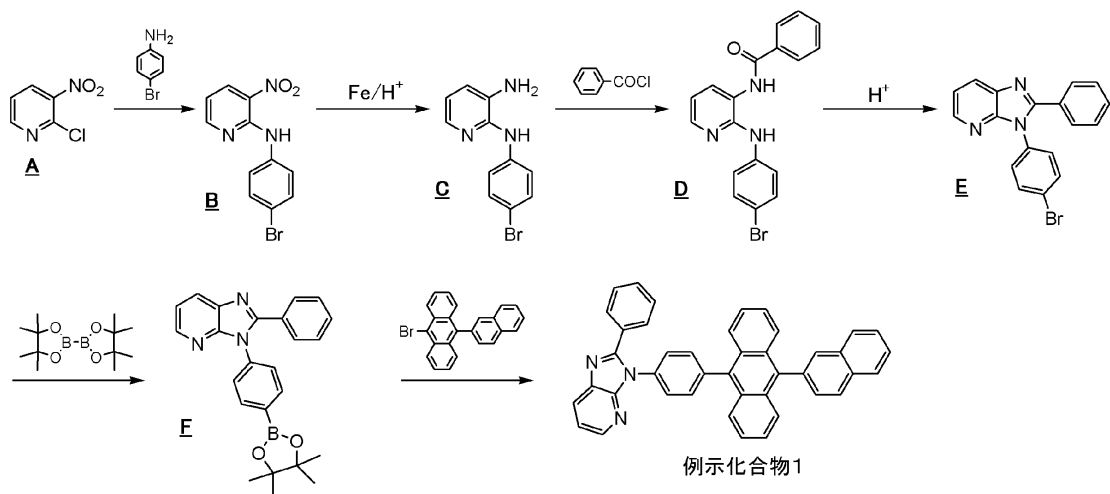
《実施例 9》

(合成例 1) 例示化合物 1 の合成

以下のスキームにしたがって例示化合物 1 を合成した。

30

【化 4 6】



40

【0192】

(B の合成)

1 L三口フラスコに2-クロロ-3-ニトロピリジン(76g)、4-ブロモアニリン(82g)および炭酸ナトリウム(100g)を入れ、溶媒として1,3-ジメチル-2-イミダゾリジノン(100mL)を加えた。180℃で3時間攪拌した後、放冷してから500mLの水の中に反応液を注ぎ、1時間攪

50

拌した。析出した固体をろ過して得られた粉末を減圧乾燥し、Bを130g得た。

【0193】

(Cの合成)

2L三口フラスコに還元鉄99g、塩化アンモニウム4.8g、純水44mL、酢酸4.7mLおよびイソプロピルアルコール440mLを加え、加熱還流した。加熱還流下、B(130g)のジメチルアセトアミド(220mL)溶液を滴下して加えた。滴下後、セライト濾過により還元鉄残渣や無機塩を除去し、ろ液を水中へ注いだ。析出した固体をろ過して得られた粉末を減圧乾燥し、Cを114g得た。

【0194】

(Dの合成)

2L三口フラスコにC(56g)、2,6-ルチジン(93.5g)および1,3-ジメチル-2-イミダゾリジノン(560mL)を加えて窒素雰囲気下、氷浴で冷やしながら攪拌した。そこに、安息香酸クロリド22.2mLを滴下した後、室温で5時間攪拌した。反応終了後、反応液を氷水中に注ぎ、析出した固体をろ過して得られた粉末を減圧乾燥し、Dを70g得た。

【0195】

(Eの合成)

2L三口フラスコにD(70g)、p-トルエンスルホン酸・1水和物(3g)およびキシレン500mLを加えて、窒素雰囲気下、加熱還流させた。5時間反応させた後、反応液を水中へ注ぎ析出する固体をろ過した。得られた固体をシリカゲルカラムクロマトグラフィーにより精製し、Eを47.5g得た。

【0196】

(Fの合成)

1L三口フラスコにE(45g)、ビス(ピナコラト)ジボロン(40g)、酢酸カリウム(38.2g)、1,1'-ビス(ジフェニルホスフィノ)フェロセン-パラジウム(II)ジクロリド(5.3g)およびジメチルアセトアミド260mLを加えて、窒素雰囲気下、80℃で反応させる。3時間後に反応液を水中へ注ぎ、析出した固体をろ過した。得られた固体をトルエンに溶解させて、カラムクロマトグラフィーにより精製後、トルエンから再結晶し、Fを25g得た。

【0197】

(例示化合物1の合成)

500mLの三口フラスコに、トリス(ジベンジリデンアセトン)ジパラジウム(0.27g)、2-ジシクロヘキシルホスフィノ-2',6'-ジメトキシビフェニル(0.84g)、りん酸カリウム(0.84g)、9-ブロモ-10-(2-ナフチル)アントラセン(3.8g)とF(4.72g)、および1,2-ジメトキシエタンと水を加え、窒素雰囲気下90℃で反応させた。4時間後に反応液を放冷し、反応液を水中へ注いだ。析出した固体をろ過し、得られた固体をカラムクロマトグラフィーにより精製することで、例示化合物1を3.85g得た。

なお、得られた化合物1の同定は元素分析、NMR及びMASSスペクトルにより行った。その結果を図4に示す。

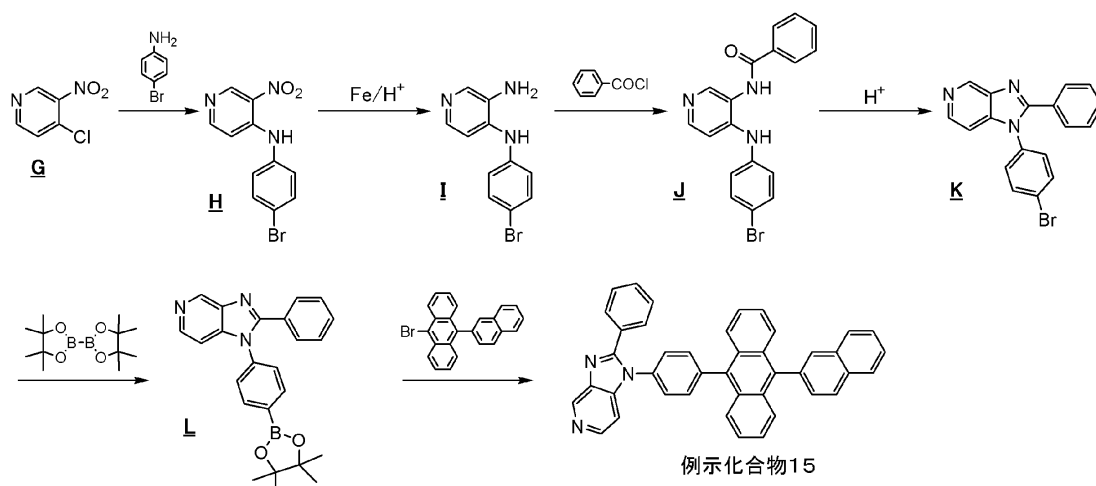
【0198】

《実施例10》

(合成例2) 例示化合物15の合成

以下のスキームにしたがって例示化合物15を合成した。

【化 4 7】



10

【0199】

(Hの合成)

1L三口フラスコに4-クロロ-3-ニトロピリジン(35g)、4-ブロモアニリン(38g)および炭酸ナトリウム(46.6g)を入れ、溶媒として1,3-ジメチル-2-イミダゾリジノン(350mL)を加えた。180℃で3時間攪拌した後、放冷してから1Lの水の中に反応液を注ぎ、1時間攪拌した。析出した固体をろ過し、300mLのエタノール中に投入し、ソニケーションにより分散させる。再び固体をろ過して乾燥し、Hを54g得た。

20

【0200】

(Iの合成)

2L三口フラスコに還元鉄41g、塩化アンモニウム2.0g、純水18mL、酢酸2.0mL、イソプロピルアルコール190mLを加え、加熱還流させた。H(54g)のジメチルアセトアミド溶液(400mL)をゆっくりと滴下した。滴下後、セライト濾過により還元鉄残渣や無機塩を除去し、ろ液を水中へ注いだ。析出した固体をろ過して乾燥し、Iを23.4g得た。

【0201】

(Jの合成)

1L三口フラスコにI(23.4g)、2,6-ルチジン(43g)および1,3-ジメチル-2-イミダゾリジノン(230mL)を加えて窒素雰囲気下、氷浴で冷やしながら攪拌した。そこに、安息香酸クロリド9.3mLを滴下し、室温で5時間攪拌する。反応終了後、反応液を氷水中に注ぎ、固体をろ過して乾燥し、Jを29.8g得た。

30

【0202】

(Kの合成)

1L三口フラスコにJ(29.8g)、p-トルエンスルホン酸・1水和物(1.6g)およびキシレン230mLを加えて、窒素雰囲気下、5時間加熱還流させた。放冷後に得られた固体をろ過し、ろ液にヘキサン1Lを加えて晶析した。これらを併せた粉末を減圧乾燥することでKを21g得た。

【0203】

(Lの合成)

500mL三口フラスコにK(12g)、ビス(ピナコラート)ジボロン(10.5g)、酢酸カリウム(10.1g)、1,1'-ビス(ジフェニルホスフィノ)フェロセン-パラジウム(II)ジクロリド(1.4g)およびジメチルアセトアミド70mLを加えて、窒素雰囲気下、80℃で反応させた。3時間後に反応液を水へ注ぎ、酢酸エチルを加えて有機層を抽出した。無水硫酸マグネシウムにより脱水した後、減圧濃縮した。エタノールを加えて晶析した固体をろ過した後、乾燥し、Lを5.3g得た。

40

【0204】

(例示化合物15の合成)

500mLの三口フラスコに、トリス(ジベンジリデンアセトン)ジパラジウム(0.29g)、

50

2-ジシクロヘキシルホスフィノ-2',6'-ジメトキシビフェニル(0.86g)、りん酸カリウム(4.46g)、9-ブロモ-10-(2-ナフチル)アントラセン(4.0g)とL(5.0g)、および1,2-ジメトキシエタンと水を加え、窒素雰囲気下90℃で反応させた。4時間後に反応液を放冷し、反応液を水中へ注いだ。析出した固体をろ過し、得られた固体をカラムクロマトグラフィーにより精製することで、例示化合物15を6.2g得た。

なお、得られた化合物15の同定は元素分析、NMR及びMASSスペクトルにより行った。その結果を図5に示す。

【符号の説明】

【0205】

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

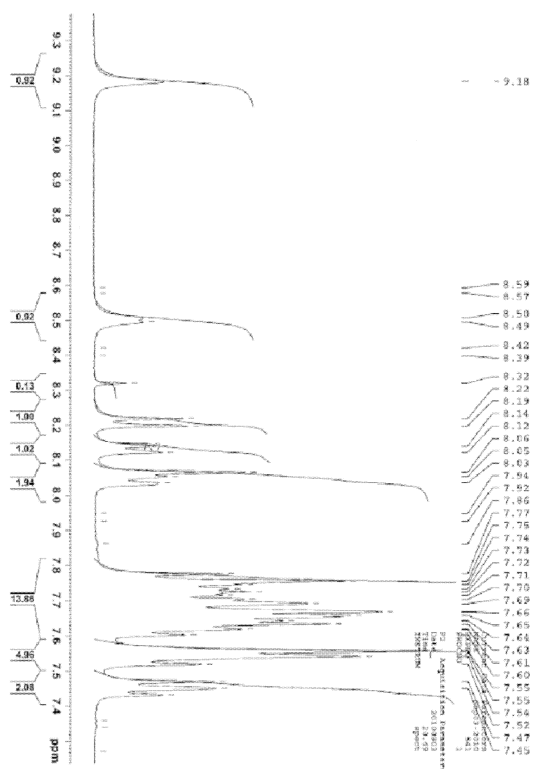
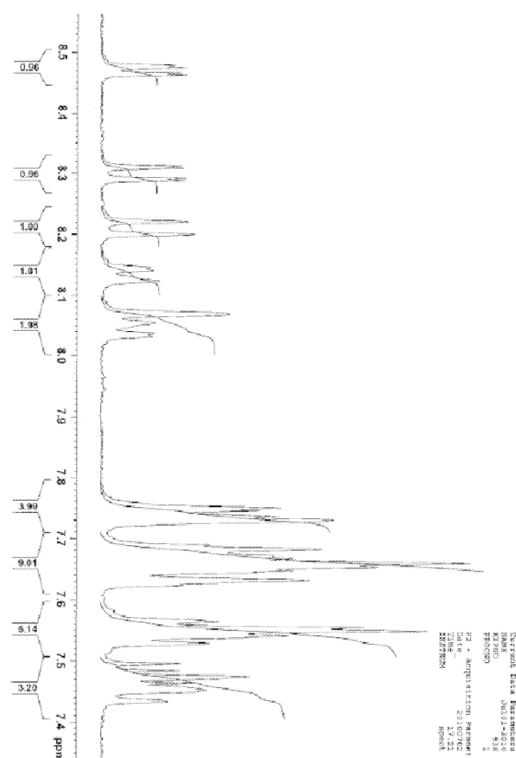
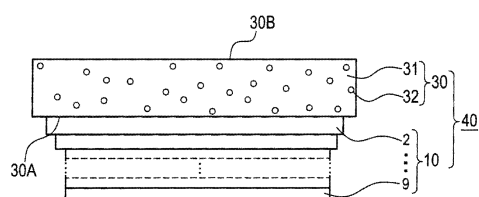
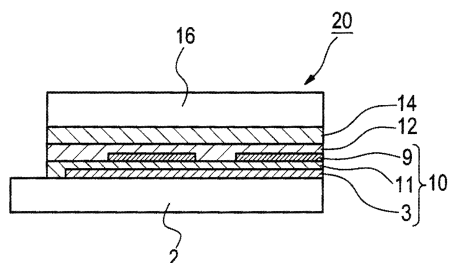
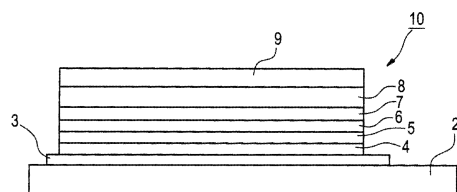
【図 4】

【図 2】

【図 3】

【図 5】

例示化合物 15



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
C 0 7 D 471/04 (2006.01) G 0 9 F 9/30 3 6 5
C 0 7 D 471/04 1 0 7 Z

(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 岩井 好子

(56)参考文献 特開2001-192653 (JP, A)
特開2001-335776 (JP, A)
国際公開第2011/074252 (WO, A1)
米国特許出願公開第2009/0149649 (US, A1)
特開2011-222831 (JP, A)
特開2002-338579 (JP, A)
特開2004-214179 (JP, A)
特開2003-217856 (JP, A)
特開2002-158091 (JP, A)
韓国公開特許第10-2012-0070468 (KR, A)
韓国公開特許第10-2012-0104067 (KR, A)
韓国公開特許第10-2012-0080508 (KR, A)
特開平08-109130 (JP, A)
特表平08-503228 (JP, A)
特開平06-92939 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H 0 1 L 5 1 / 5 0
C 0 7 F 7 / 1 0
C 0 9 K 1 1 / 0 6
G 0 9 F 9 / 3 0
H 0 1 L 2 7 / 3 2
C 0 7 D 4 7 1 / 0 4
CAplus/REGISTRY (STN)