

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5305919号
(P5305919)

(45) 発行日 平成25年10月2日 (2013. 10. 2)

(24) 登録日 平成25年7月5日 (2013. 7. 5)

(51) Int. Cl.

F I

C O 9 K 11/06 (2006. 01)

C O 9 K 11/06 6 1 0

H O 1 L 51/50 (2006. 01)

C O 9 K 11/06 6 2 0

C O 7 C 13/62 (2006. 01)

C O 9 K 11/06 6 6 0

C O 7 C 211/54 (2006. 01)

C O 9 K 11/06 6 4 5

C O 7 C 211/61 (2006. 01)

C O 9 K 11/06 6 5 0

請求項の数 9 (全 73 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2008-544106 (P2008-544106)
 (86) (22) 出願日 平成19年10月30日 (2007. 10. 30)
 (86) 国際出願番号 PCT/JP2007/071120
 (87) 国際公開番号 W02008/059713
 (87) 国際公開日 平成20年5月22日 (2008. 5. 22)
 審査請求日 平成22年4月30日 (2010. 4. 30)
 (31) 優先権主張番号 特願2006-308640 (P2006-308640)
 (32) 優先日 平成18年11月15日 (2006. 11. 15)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)
 (31) 優先権主張番号 特願2007-50373 (P2007-50373)
 (32) 優先日 平成19年2月28日 (2007. 2. 28)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(73) 特許権者 000183646
 出光興産株式会社
 東京都千代田区丸の内3丁目1番1号
 (74) 代理人 100078732
 弁理士 大谷 保
 (74) 代理人 100081765
 弁理士 東平 正道
 (72) 発明者 高嶋 頼由
 千葉県袖ヶ浦市上泉1280番地
 (72) 発明者 舟橋 正和
 千葉県袖ヶ浦市上泉1280番地
 (72) 発明者 池田 潔
 千葉県袖ヶ浦市上泉1280番地
 (72) 発明者 井上 哲也
 千葉県袖ヶ浦市上泉1280番地
 最終頁に続く

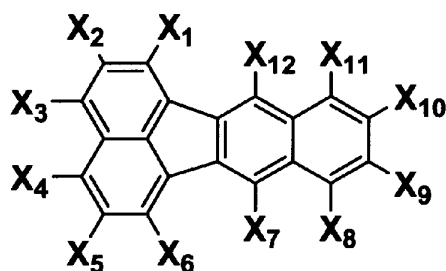
(54) 【発明の名称】 フルオランテン化合物及びこのフルオランテン化合物を用いた有機エレクトロルミネッセンス素子並びに有機エレクトロルミネッセンス材料含有溶液

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

下記一般式 (1) で表されるフルオランテン化合物からなる有機 E L 素子用発光材料。

【化 1】



(1)

(式中、 $X_1 \sim X_2$ 、 $X_4 \sim X_6$ および $X_8 \sim X_{11}$ は水素原子であり、 X_7 および X_{12} は置換もしくは無置換の核原子数5～50のアリール基であり、 X_3 は下記の (i) 又は (ii) である。

(i) - $Ar_1 - Ar_2$ (Ar_1 は置換もしくは無置換のフェニレン、ナフチレン、アントラセニレン、フェナントリレン又はピレニレンであり、 Ar_2 は置換もしくは無置換のフェニル又はナフチルである)

(ii) - $Ar_1 - Ar_2 - Ar_3$ (Ar_1 は置換もしくは無置換のフェニレン又はナフチレンであり、 Ar_2 は置換もしくは無置換のフェニレン又はアントラセニレンであり、A

r_3 は置換もしくは無置換のフェニル、ナフチル又はアントラセニルである)

ただし、 X_3 、 X_7 および X_{12} はベンゾ[k]フルオランテン骨格を含まない。)

【請求項2】

前記 X_7 および X_{12} が、それぞれ独立に、置換もしくは無置換の核原子数6～20のアリール基である請求項1に記載の有機EL素子用発光材料。

【請求項3】

前記 X_7 および X_{12} が、それぞれ独立に、フェニル基、1-ナフチル基、2-ナフチル基、1-アントリル基、2-アントリル基、9-アントリル基、1-フェナントリル基、2-フェナントリル基、3-フェナントリル基、4-フェナントリル基、9-フェナントリル基、1-ナフタセニル基、2-ナフタセニル基、9-ナフタセニル基、1-ピレニル基、2-ピレニル基、4-ピレニル基、2-ビフェニルイル基、3-ビフェニルイル基、4-ビフェニルイル基、 p -ターフェニル-4-イル基、 p -ターフェニル-3-イル基、 p -ターフェニル-2-イル基、 m -ターフェニル-4-イル基、 m -ターフェニル-3-イル基、 m -ターフェニル-2-イル基、 o -トリル基、 m -トリル基、 p -トリル基、 p - t -ブチルフェニル基、 p -(2-フェニルプロピル)フェニル基、3-メチル-2-ナフチル基、4-メチル-1-ナフチル基、4-メチル-1-アントリル基、4'-メチルビフェニルイル基及び4''- t -ブチル- p -ターフェニル-4-イル基からなる群より選ばれる請求項1又は2に記載の有機EL素子用発光材料。

【請求項4】

前記 X_7 および X_{12} がフェニル基である請求項3に記載の有機EL素子用発光材料。

【請求項5】

前記 X_7 が置換のアリール基を表す場合のその置換基及び前記 X_{12} が置換のアリール基を表す場合のその置換基が、それぞれ独立に、ハロゲン原子、ヒドロキシ基、ニトロ基、シアノ基、アルキル基、アリール基、シクロアルキル基、アルコキシ基、芳香族複素環基、アラルキル基、アリールオキシ基、アリールチオ基、アルコキシカルボニル基及びカルボキシ基からなる群より選ばれる請求項1又は2に記載の有機EL素子用発光材料。

【請求項6】

前記(i)における Ar_1 が、置換もしくは無置換のフェニレン、アントラセニレン、フェナントリレン又はピレニレンである、請求項1～5のいずれかに記載の有機EL素子用発光材料。

【請求項7】

前記(i)における Ar_2 が、置換もしくは無置換のフェニルである、請求項1～6のいずれかに記載の有機EL素子用発光材料。

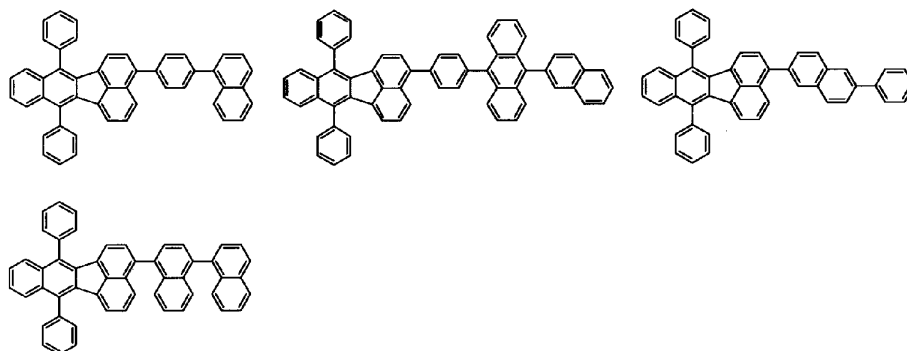
【請求項8】

前記(i)における Ar_1 が置換のフェニレン、ナフチレン、アントラセニレン、フェナントリレン又はピレニレンである場合のその置換基；前記(i)における Ar_2 が置換のフェニル又はナフチルである場合のその置換基；前記(ii)における Ar_1 が置換のフェニレン又はナフチレンである場合のその置換基；前記(ii)における Ar_2 が置換のフェニレン又はアントラセニレンである場合のその置換基；及び前記(ii)における前記 Ar_3 が置換のフェニル、ナフチル又はアントラセニルである場合のその置換基が、それぞれ独立に、ハロゲン原子、ヒドロキシ基、ニトロ基、シアノ基、アルキル基、アリール基、シクロアルキル基、アルコキシ基、芳香族複素環基、アラルキル基、アリールオキシ基、アリールチオ基、アルコキシカルボニル基及びカルボキシ基からなる群より選ばれる請求項1～5のいずれかに記載の有機EL素子用発光材料。

【請求項9】

前記フルオランテン化合物が下記の化合物群より選ばれる請求項1に記載の有機EL素子用発光材料。

【化 2】



10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明はフルオランテン化合物及びこのフルオランテン化合物を用いた有機エレクトロルミネッセンス（ＥＬ）素子並びに有機ＥＬ材料含有溶液に関し、特に、発光輝度及び発光効率がよく、寿命が長い有機ＥＬ素子及びそれに利用でき、発光材料として有用なフルオランテン化合物及び有機ＥＬ材料含有溶液に関する。

20

【背景技術】

【0002】

有機ＥＬ素子は、電界を印加することより、陽極より注入された正孔と陰極より注入された電子の再結合エネルギーにより蛍光性物質が発光する原理を利用した自発光素子である。

このような有機ＥＬ素子は、陽極と陰極とからなる一対の電極と、この電極の間に配設された有機発光層を備える。

有機発光層としては、各機能を有する層の積層によって構成されており、例えば、陽極側から、正孔注入層／正孔輸送層／発光層／電子輸送層／電子注入層を備える。

ここで、発光層の発光材料としては、各色（例えば、赤、緑、青）の発光色で発光する材料が開発されている。

30

例えば、青色発光材料として、フルオランテン化合物が特許文献１及び特許文献２に開示されている。

しかしながら、特許文献１及び特許文献２に開示されているフルオランテン化合物では、発光効率及び寿命の点で十分ではないという問題があった。

【特許文献１】特開平１０－１８９２４７号

【特許文献２】特開２００５－０６８０８７号

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

40

本発明は、前記の課題を解決するためになされたもので、発光輝度及び発光効率が高く、寿命が長い有機ＥＬ素子及びそれを実現する化合物を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0004】

本発明者等は、前記目的を達成するために、鋭意研究を重ねた結果、下記一般式（１）で表される非対称な構造のフルオランテン化合物を発光材料として用いることにより、発光輝度及び発光効率が高く、寿命が長い得られることを見出し、本発明を完成するに至った。

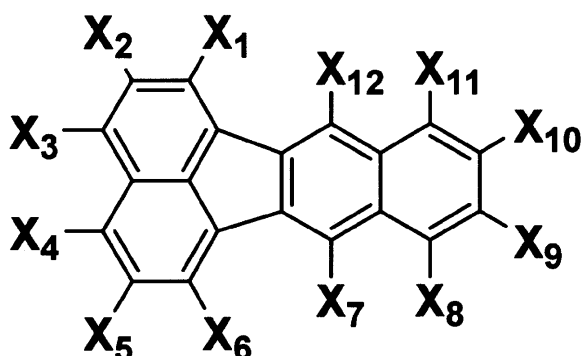
【0005】

すなわち、本発明は、下記一般式（１）で表されるフルオランテン化合物を提供するも

50

のである。

【化 1】



(1)

10

【0006】

(式中、 X_1 、 X_2 、 $X_5 \sim X_6$ 及び $X_8 \sim X_{11}$ は、それぞれ独立に、水素原子、置換もしくは無置換の核炭素数 5 ~ 50 のアリール基、置換もしくは無置換の核原子数 5 ~ 50 のヘテロアリール基、置換もしくは無置換の炭素数 1 ~ 50 のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数 1 ~ 50 のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数 1 ~ 50 のアルコキシ基、置換もしくは無置換の炭素数 6 ~ 50 のアラルキル基、置換もしくは無置換の核原子数 5 ~ 50 のアリールオキシ基、置換もしくは無置換の核原子数 5 ~ 50 のアリールチオ基、置換もしくは無置換の炭素数 2 ~ 50 のアルコシカルボニル基、置換もしくは無置換の核炭素数 5 ~ 50 のアリール基で置換されたアミノ基、ハロゲン基、シアノ基、ニトロ基、ヒドロキシル基、シリル基及びカルボキシル基から選ばれる。

20

X_3 は、

置換もしくは無置換の核原子数 5 ~ 50 のアリール基、置換もしくは無置換の核原子数 5 ~ 50 のヘテロアリール基、置換もしくは無置換の炭素数 1 ~ 50 のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数 1 ~ 50 のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数 1 ~ 50 のアルコキシ基、置換もしくは無置換の炭素数 6 ~ 50 のアラルキル基、置換もしくは無置換の核原子数 5 ~ 50 のアリールオキシ基、置換もしくは無置換の核原子数 5 ~ 50 のアリールチオ基、置換もしくは無置換の炭素数 2 ~ 50 のアルコシカルボニル基、置換もしくは無置換の核炭素数 5 ~ 50 のアリール基で置換されたアミノ基、ハロゲン基、シアノ基、ニトロ基、ヒドロキシル基、シリル基及びカルボキシル基から選ばれる。

30

40

X_4 は、水素原子、

置換もしくは無置換の炭素数 1 ~ 50 のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数 1 ~ 50 のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数 1 ~ 50 のアルコキシ基、置換もしくは無置換の炭素数 6 ~ 50 のアラルキル基、置換もしくは無置換の核原子数 5 ~ 50 のアリールオキシ基、置換もしくは無置換の核原子数 5 ~ 50 のアリールチオ基、置換もしくは無置換の炭素数 2 ~ 50 のアルコシカルボニル基、置換もしくは無置換の核炭素数 5 ~ 50 のアリール基で置換されたアミノ基、ハロゲン基、シアノ基、ニトロ基、ヒドロキシル基、シリル基及びカルボキシル基から選

50

ばれる。

前記 X_7 及び X_{12} は、それぞれ独立に、
置換もしくは無置換の核原子数 5 ~ 50 のアリール基、
置換もしくは無置換の核原子数 5 ~ 50 のヘテロアリール基、
置換もしくは無置換の炭素数 1 ~ 50 のアルキル基、
置換もしくは無置換の炭素数 1 ~ 50 のシクロアルキル基、
置換もしくは無置換の炭素数 1 ~ 50 のアルコキシ基、
置換もしくは無置換の炭素数 6 ~ 50 のアラルキル基、
置換もしくは無置換の核原子数 5 ~ 50 のアリールオキシ基、
置換もしくは無置換の核原子数 5 ~ 50 のアリールチオ基、
置換もしくは無置換の炭素数 2 ~ 50 のアルコシカルボニル基、および
置換もしくは無置換の核炭素数 5 ~ 50 のアリール基で置換されたアミノ基、
から選ばれる。

10

また、 $X_1 \sim X_3$ および $X_5 \sim X_{12}$ において、隣接する置換基同士は互いに結合して飽和もしくは不飽和の環状構造を形成しても良く、これら環状構造は置換されても良い。

ただし、 $X_1 \sim X_3$ および $X_5 \sim X_{12}$ はベンゾ[*k*]フルオランテン骨格を含まない。

ただし、 X_3 と X_4 とが互いに異なる。))

【0007】

また、本発明は、一対の電極に少なくとも発光層を含む 1 層又は複数層からなる有機化合物層が挟持されている有機 EL 素子において、前記有機化合物層の少なくとも 1 層が前記フルオランテン化合物を少なくとも 1 種含む有機 EL 素子を提供するものである。

20

さらに、本発明は、有機 EL 材料として前記フルオランテン化合物と、溶媒とを含有する有機 EL 材料含有溶液を提供するものである。

【発明の効果】

【0008】

本発明のフルオランテン化合物を用いた有機 EL 素子は、発光輝度及び発光効率が高く、寿命が長い。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図 1】合成実施例 1 において得られた化合物 1 - 2 の ^1H - NMR スペクトルを示す図である。

30

【図 2】合成実施例 2 において得られた化合物 1 - 3 の ^1H - NMR スペクトルを示す図である。

【図 3】合成実施例 3 において得られた化合物 1 - 5 の ^1H - NMR スペクトルを示す図である。

【図 4】合成実施例 4 において得られた化合物 1 - 10 の ^1H - NMR スペクトルを示す図である。

【図 5】合成実施例 1 において得られた化合物 2 - 8 の ^1H - NMR スペクトルを示す図である。

【図 6】合成実施例 1 において得られた化合物 2 - 9 の ^1H - NMR スペクトルを示す図である。

40

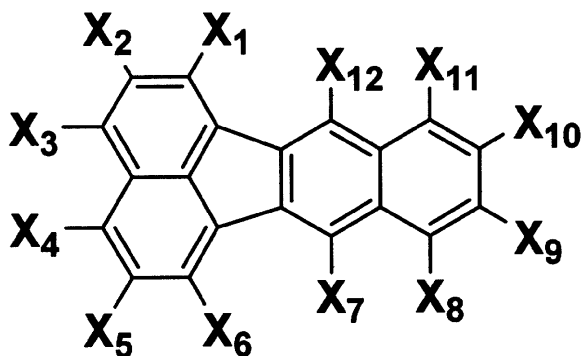
【図 7】合成実施例 1 において得られた化合物 4 - 3 の ^1H - NMR スペクトルを示す図である。

【発明を実施するための最良の形態】

【0010】

本発明のフルオランテン化合物は、下記一般式 (1) で表される。

【化 2】



(1)

10

【 0 0 1 1 】

一般式(1)において、 X_1 、 X_2 、 $X_5 \sim X_6$ 及び $X_8 \sim X_{11}$ は、それぞれ独立に、水素原子、置換もしくは無置換の核炭素数5～50のアリール基、置換もしくは無置換の核原子数5～50のヘテロアリール基、置換もしくは無置換の炭素数1～50のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数1～50のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数1～50のアルコキシ基、置換もしくは無置換の炭素数6～50のアラルキル基、置換もしくは無置換の核原子数5～50のアリールオキシ基、置換もしくは無置換の核原子数5～50のアリールチオ基、置換もしくは無置換の炭素数2～50のアルコキシカルボニル基、置換もしくは無置換の核炭素数5～50のアリール基で置換されたアミノ基、ハロゲン基、シアノ基、ニトロ基、ヒドロキシ基、シリル基及びカルボキシ基から選ばれる。

20

X_3 は、置換もしくは無置換の核原子数5～50のアリール基、置換もしくは無置換の核原子数5～50のヘテロアリール基、置換もしくは無置換の炭素数1～50のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数1～50のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数1～50のアルコキシ基、置換もしくは無置換の炭素数6～50のアラルキル基、置換もしくは無置換の核原子数5～50のアリールオキシ基、置換もしくは無置換の核原子数5～50のアリールチオ基、置換もしくは無置換の炭素数2～50のアルコキシカルボニル基、置換もしくは無置換の核炭素数5～50のアリール基で置換されたアミノ基、ハロゲン基、シアノ基、ニトロ基、ヒドロキシ基、シリル基及びカルボキシ基から選ばれる。

30

X_4 は、水素原子、置換もしくは無置換の炭素数1～50のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数1～50のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数1～50のアルコキシ基、置換もしくは無置換の炭素数6～50のアラルキル基、置換もしくは無置換の核原子数5～50のアリールオキシ基、置換もしくは無置換の核原子数5～50のアリールチオ基、置換もしくは無置換の炭素数2～50のアルコキシカルボニル基、置換もしくは無置換の核炭素数5～50のアリール基で置換されたアミノ基、ハロゲン基、シアノ基、ニトロ基、ヒドロキシ基、シリル基及びカルボキシ基から選ばれる。

前記 X_7 及び X_{12} は、それぞれ独立に、置換もしくは無置換の核原子数5～50のアリール基、置換もしくは無置換の核原子数5～50のヘテロアリール基、置換もしくは無置換の炭素数1～50のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数1～50のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数1～50のアルコキシ基、置換もしくは無置換の炭素数6～50のアラルキル基、置換もしくは無置換の核原子数5～50のアリールオキシ基、置換もしくは無置換の核原子数5～50のアリールチオ基、置換もしくは無置換の炭素数2～50のアルコキシカルボニル基、および置換もしくは無置換の核炭素数5～50のアリール基で置換されたアミノ基、から選ばれる。

40

また、 $X_1 \sim X_3$ および $X_5 \sim X_{12}$ において、隣接する置換基同士は互いに結合して飽和もしくは不飽和の環状構造を形成しても良く、これら環状構造は置換されても良い。

ただし、 $X_1 \sim X_3$ および $X_5 \sim X_{12}$ はベンゾ[*k*]フルオランテン骨格を含まない。

ただし、 X_3 と X_4 とが互いに異なる。

【 0 0 1 2 】

50

ただし、 X_3 と X_4 とが互いに異なる。 X_3 と X_4 とが互いに異なることにより、化合物同士との会合が防止される。このため、この化合物を素子に用いた場合には、素子寿命が長くなり、また、発光効率も向上する。

また、分子が非対称となることにより、素子を蒸着法で製造する場合に蒸着温度を下げるることができる。

さらに、分子が非対称であることにより溶媒に対する溶解度を高くすることができる。このため、この化合物を用いた素子は、塗布法によって製造することができる。

【0013】

$X_1 \sim X_{12}$ の置換もしくは無置換の核炭素数5～50のアリール基としては、フェニル基、1-ナフチル基、2-ナフチル基、1-アントリル基、2-アントリル基、9-アントリル基、1-フェナントリル基、2-フェナントリル基、3-フェナントリル基、4-フェナントリル基、9-フェナントリル基、1-ナфтаセニル基、2-ナфтаセニル基、9-ナфтаセニル基、1-ピレニル基、2-ピレニル基、4-ピレニル基、2-ピフェニル基、3-ピフェニル基、4-ピフェニル基、p-ターフェニル-4-イル基、p-ターフェニル-3-イル基、p-ターフェニル-2-イル基、m-ターフェニル-4-イル基、m-ターフェニル-3-イル基、m-ターフェニル-2-イル基、o-トリル基、m-トリル基、p-トリル基、p-t-ブチルフェニル基、p-(2-フェニルプロピル)フェニル基、3-メチル-2-ナフチル基、4-メチル-1-ナフチル基、4-メチル-1-アントリル基、4'-メチルピフェニル基、4"-t-ブチル-p-ターフェニル-4-イル基などが挙げられる。

好ましくは、置換もしくは無置換の核原子数6～20のアリール基である。

【0014】

$X_1 \sim X_{12}$ の置換もしくは無置換の核原子数5～50のヘテロアリール基としては、1-ピロリル基、2-ピロリル基、3-ピロリル基、ピラジニル基、2-ピリジニル基、3-ピリジニル基、4-ピリジニル基、1-インドリル基、2-インドリル基、3-インドリル基、4-インドリル基、5-インドリル基、6-インドリル基、7-インドリル基、1-イソインドリル基、2-イソインドリル基、3-イソインドリル基、4-イソインドリル基、5-イソインドリル基、6-イソインドリル基、7-イソインドリル基、2-フリル基、3-フリル基、2-ベンゾフラニル基、3-ベンゾフラニル基、4-ベンゾフラニル基、5-ベンゾフラニル基、6-ベンゾフラニル基、7-ベンゾフラニル基、1-イソベンゾフラニル基、3-イソベンゾフラニル基、4-イソベンゾフラニル基、5-イソベンゾフラニル基、6-イソベンゾフラニル基、7-イソベンゾフラニル基、キノリル基、3-キノリル基、4-キノリル基、5-キノリル基、6-キノリル基、7-キノリル基、8-キノリル基、1-イソキノリル基、3-イソキノリル基、4-イソキノリル基、5-イソキノリル基、6-イソキノリル基、7-イソキノリル基、8-イソキノリル基、2-キノキサリニル基、5-キノキサリニル基、6-キノキサリニル基、1-カルバゾリル基、2-カルバゾリル基、3-カルバゾリル基、4-カルバゾリル基、9-カルバゾリル基、1-フェナントリジニル基、2-フェナントリジニル基、3-フェナントリジニル基、4-フェナントリジニル基、6-フェナントリジニル基、7-フェナントリジニル基、8-フェナントリジニル基、9-フェナントリジニル基、10-フェナントリジニル基、1-アクリジニル基、2-アクリジニル基、3-アクリジニル基、4-アクリジニル基、9-アクリジニル基、1,7-フェナントロリン-2-イル基、1,7-フェナントロリン-3-イル基、1,7-フェナントロリン-4-イル基、1,7-フェナントロリン-5-イル基、1,7-フェナントロリン-6-イル基、1,7-フェナントロリン-8-イル基、1,7-フェナントロリン-9-イル基、1,7-フェナントロリン-10-イル基、1,8-フェナントロリン-2-イル基、1,8-フェナントロリン-3-イル基、1,8-フェナントロリン-4-イル基、1,8-フェナントロリン-5-イル基、1,8-フェナントロリン-6-イル基、1,8-フェナントロリン-7-イル基、1,8-フェナントロリン-9-イル基、1,8-フェナントロリン-10-イル基、1,9-フェナントロリン-2-イル基、1,9-フェナントロリン-3-イル基、1,9-フェナ

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

好ましくは、置換もしくは無置換の核原子数 5 ~ 20 のヘテロアリール基である。

【0015】

$X_{11} \sim X_{12}$ の置換もしくは無置換の炭素数 1 ~ 50 のアルキル基としては、メチル基、エチル基、プロピル基、イソプロピル基、n - ブチル基、s - ブチル基、イソブチル基、t - ブチル基、n - ペンチル基、n - ヘキシル基、n - ヘプチル基、n - オクチル基、ヒドロキシメチル基、1 - ヒドロキシエチル基、2 - ヒドロキシエチル基、2 - ヒドロキシイソブチル基、1, 2 - ジヒドロキシエチル基、1, 3 - ジヒドロキシイソプロピル基、2, 3 - ジヒドロキシ - t - ブチル基、1, 2, 3 - トリヒドロキシプロピル基、クロロメチル基、1 - クロロエチル基、2 - クロロエチル基、2 - クロロイソブチル基、1, 2 - ジクロロエチル基、1, 3 - ジクロロイソプロピル基、2, 3 - ジクロロ - t - ブチル基、1, 2, 3 - トリクロロプロピル基、プロモメチル基、1 - プロモエチル基、2 - プロモエチル基、2 - プロモイソブチル基、1, 2 - ジプロモエチル基、1, 3 - ジプロモイソプロピル基、2, 3 - ジプロモ - t - ブチル基、1, 2, 3 - トリプロモプロピル基、ヨードメチル基、1 - ヨードエチル基、2 - ヨードエチル基、2 - ヨードイソブチル基、1, 2 - ジヨードエチル基、1, 3 - ジヨードイソプロピル基、2, 3 - ジヨード - t - ブチル基、1, 2, 3 - トリヨードプロピル基、アミノメチル基、1 - アミノエチル基、2 - アミノエチル基、2 - アミノイソブチル基、1, 2 - ジアミノエチル基、1, 3 - ジアミノイソプロピル基、2, 3 - ジアミノ - t - ブチル基、1, 2, 3 - トリアミノプロピル基、シアノメチル基、1 - シアノエチル基、2 - シアノエチル基、2 - シアノイソブチル基、1, 2 - ジシアノエチル基、1, 3 - ジシアノイソプロピル基、2, 3 - ジシア

ノ - t - ブチル基、1, 2, 3 - トリシアノプロピル基、ニトロメチル基、1 - ニトロエチル基、2 - ニトロエチル基、2 - ニトロイソブチル基、1, 2 - ジニトロエチル基、1, 3 - ジニトロイソプロピル基、2, 3 - ジニトロ - t - ブチル基、1, 2, 3 - トリニトロプロピル基、トリフルオロメチル基、パーフルオロエチル基、パーフルオロプロピル基、パーフルオロブチル基、パーフルオロペンチル基、パーフルオロヘキシル基、1 H, 1 H - パーフルオロエチル基、1 H, 1 H - パーフルオロプロピル基、1 H, 1 H - パーフルオロブチル基、1 H, 1 H - パーフルオロペンチル基、1 H, 1 H - パーフルオロヘキシル基などが挙げられる。

好ましくは、置換もしくは無置換の炭素数 1 ~ 20 のアルキル基である。

【0016】

10

$X_1 \sim X_{12}$ の置換もしくは無置換の炭素数 5 ~ 50 のシクロアルキル基としては、シクロプロピル基、シクロブチル基、シクロペンチル基、シクロヘキシル基、4 - メチルシクロヘキシル基、1 - アダマンチル基、2 - アダマンチル基、1 - ノルボルニル基、2 - ノルボルニル基などが挙げられる。

好ましくは、置換もしくは無置換の炭素数 5 ~ 10 のシクロアルキル基である。

$X_1 \sim X_{12}$ の置換もしくは無置換の炭素数 1 ~ 50 のアルコキシ基は - OY で表される基であり、Y としては、前記 $X_1 \sim X_{12}$ の置換もしくは無置換の炭素数 1 ~ 50 のアルキル基と同様の例が挙げられる。

好ましくは、置換もしくは無置換の炭素数 1 ~ 20 のアルコキシ基である。

【0017】

20

$X_1 \sim X_{12}$ の置換もしくは無置換の炭素数 6 ~ 50 のアラルキル基としては、ベンジル基、1 - フェニルエチル基、2 - フェニルエチル基、1 - フェニルイソプロピル基、2 - フェニルイソプロピル基、フェニル - t - ブチル基、 α - ナフチルメチル基、1 - α - ナフチルエチル基、2 - α - ナフチルエチル基、1 - α - ナフチルイソプロピル基、2 - α - ナフチルイソプロピル基、 β - ナフチルメチル基、1 - β - ナフチルエチル基、2 - β - ナフチルエチル基、1 - β - ナフチルイソプロピル基、2 - β - ナフチルイソプロピル基、1 - ピロリルメチル基、2 - (1 - ピロリル) エチル基、p - メチルベンジル基、m - メチルベンジル基、o - メチルベンジル基、p - クロロベンジル基、m - クロロベンジル基、o - クロロベンジル基、p - ブロモベンジル基、m - ブロモベンジル基、o - ブロモベンジル基、p - ヨードベンジル基、m - ヨードベンジル基、o - ヨードベンジル基、p - ヒドロキシベンジル基、m - ヒドロキシベンジル基、o - ヒドロキシベンジル基、p - アミノベンジル基、m - アミノベンジル基、o - アミノベンジル基、p - ニトロベンジル基、m - ニトロベンジル基、o - ニトロベンジル基、p - シアノベンジル基、m - シアノベンジル基、o - シアノベンジル基、1 - ヒドロキシ - 2 - フェニルイソプロピル基、1 - クロロ - 2 - フェニルイソプロピル基などが挙げられる。

30

好ましくは、置換もしくは無置換の炭素数 7 ~ 20 のアラルキル基である。

【0018】

$X_1 \sim X_{12}$ の置換もしくは無置換の核原子数 5 ~ 50 のアリアルオキシ基及び置換もしくは無置換の核原子数 5 ~ 50 のアリアルチオ基は、それぞれ - OY' 及び SY'' で表される基であり、Y' 及び Y'' としては、前記の置換もしくは無置換の核炭素数 5 ~ 50 のアリアル基と同様の例が挙げられる。

40

好ましくは、置換もしくは無置換の核原子数 5 ~ 20 のアリアルオキシ基である。

$X_1 \sim X_{12}$ の置換もしくは無置換の炭素数 2 ~ 50 のアルコキシカルボニル基は - COOZ と表される基であり、Z としては、前記の置換もしくは無置換の炭素数 1 ~ 50 のアルキル基と同様の例が挙げられる。

好ましくは、置換もしくは無置換の炭素数 1 ~ 20 のアルコキシカルボニル基である。

【0019】

$X_1 \sim X_{12}$ の置換もしくは無置換の核炭素数 5 ~ 50 のアリアル基で置換されたアミノ基の置換もしくは無置換の核炭素数 5 ~ 50 のアリアル基としては、前記の置換もしくは無置換の核炭素数 5 ~ 50 のアリアル基と同様の例が挙げられる。

50

好ましくは、置換もしくは無置換の核炭素数 5 ~ 20 のアリール基で置換されたアミノ基である。

$X_1 \sim X_6$ 及び $X_8 \sim X_{11}$ のハロゲン原子としては、フッ素原子、塩素原子、臭素原子、ヨウ素原子などが挙げられ、フッ素原子が好ましい。

$X_1 \sim X_6$ 及び $X_8 \sim X_{11}$ のシリル基としては、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、ビニルジメチルシリル基、プロピルジメチルシリル基、トリフェニルシリル基等が挙げられる。

前記 $X_1 \sim X_{12}$ の示す基における置換基としては、ハロゲン原子、ヒドロキシ基、ニトロ基、シアノ基、アルキル基、アリール基、シクロアルキル基、アルコキシ基、芳香族複素環基、アラルキル基、アリールオキシ基、アリールチオ基、アルコキシカルボニル基、又はカルボキシ基などが挙げられる。

10

【 0 0 2 0 】

$X_1 \sim X_{12}$ において、隣接する置換基同士が互いに結合して形成される飽和もしくは不飽和の環状構造は、好ましくは 5 員環又は 6 員環であり、これら環状構造は置換されても良い。

このような環状構造としては、シクロブタン、シクロペンタン、シクロヘキサン、アダマンタン、ノルボルナン等の炭素数 4 ~ 12 のシクロアルカン、シクロブテン、シクロペンテン、シクロヘキセン、シクロヘプテン、シクロオクテン等の炭素数 4 ~ 12 のシクロアルケン、シクロヘキサジエン、シクロヘプタジエン、シクロオクタジエン等の炭素数 6 ~ 12 のシクロアルカジエン、ベンゼン、ナフタレン、フェナントレン、アントラセン、ピレン、クリセン、アセナフチレン等の炭素数 6 ~ 50 の芳香族環などが挙げられる。また、置換基は前記の例と同様のものが挙げられる。

20

【 0 0 2 1 】

本発明のフルオランテン化合物は、一般式 (1) における X_4 が水素原子であると好ましい。

本発明のフルオランテン化合物は、一般式 (1) における X_7 および X_{12} が置換もしくは無置換の核原子数 5 ~ 50 のアリール基であると好ましい。

本発明のフルオランテン化合物は、一般式 (1) における X_7 および X_{12} がフェニル基であると好ましい。

本発明のフルオランテン化合物は、一般式 (1) における $X_1 \sim X_2$ 、 $X_4 \sim X_6$ および $X_8 \sim X_{11}$ が水素原子であり、 X_3 、 X_7 および X_{12} が置換もしくは無置換の核原子数 5 ~ 50 のアリール基であると好ましい。

30

本発明のフルオランテン化合物は、一般式 (1) における $X_1 \sim X_2$ 、 $X_4 \sim X_6$ および $X_8 \sim X_{11}$ が水素原子であり、 X_7 および X_{12} が置換もしくは無置換の核原子数 5 ~ 50 のアリール基、 X_3 が $Ar_1 - Ar_2$ (Ar_1 および Ar_2 はそれぞれ、置換もしくは無置換の核原子数 5 ~ 50 のアリール基 (Ar_1 および Ar_2 は結合し環状構造を形成してもよい)) であると好ましい。

本発明のフルオランテン化合物は、 $X_1 \sim X_2$ 、 $X_4 \sim X_6$ および $X_8 \sim X_{11}$ が水素原子であり、 X_7 および X_{12} が置換もしくは無置換の核原子数 5 ~ 50 のアリール基、 X_3 が $Ar_1 - Ar_2 - Ar_3$ (Ar_1 、 Ar_2 および Ar_3 はそれぞれ、置換もしくは無置換の核原子数 5 ~ 50 のアリール基 (Ar_1 、 Ar_2 および Ar_3 は結合し環状構造を形成してもよい)) であると好ましい。

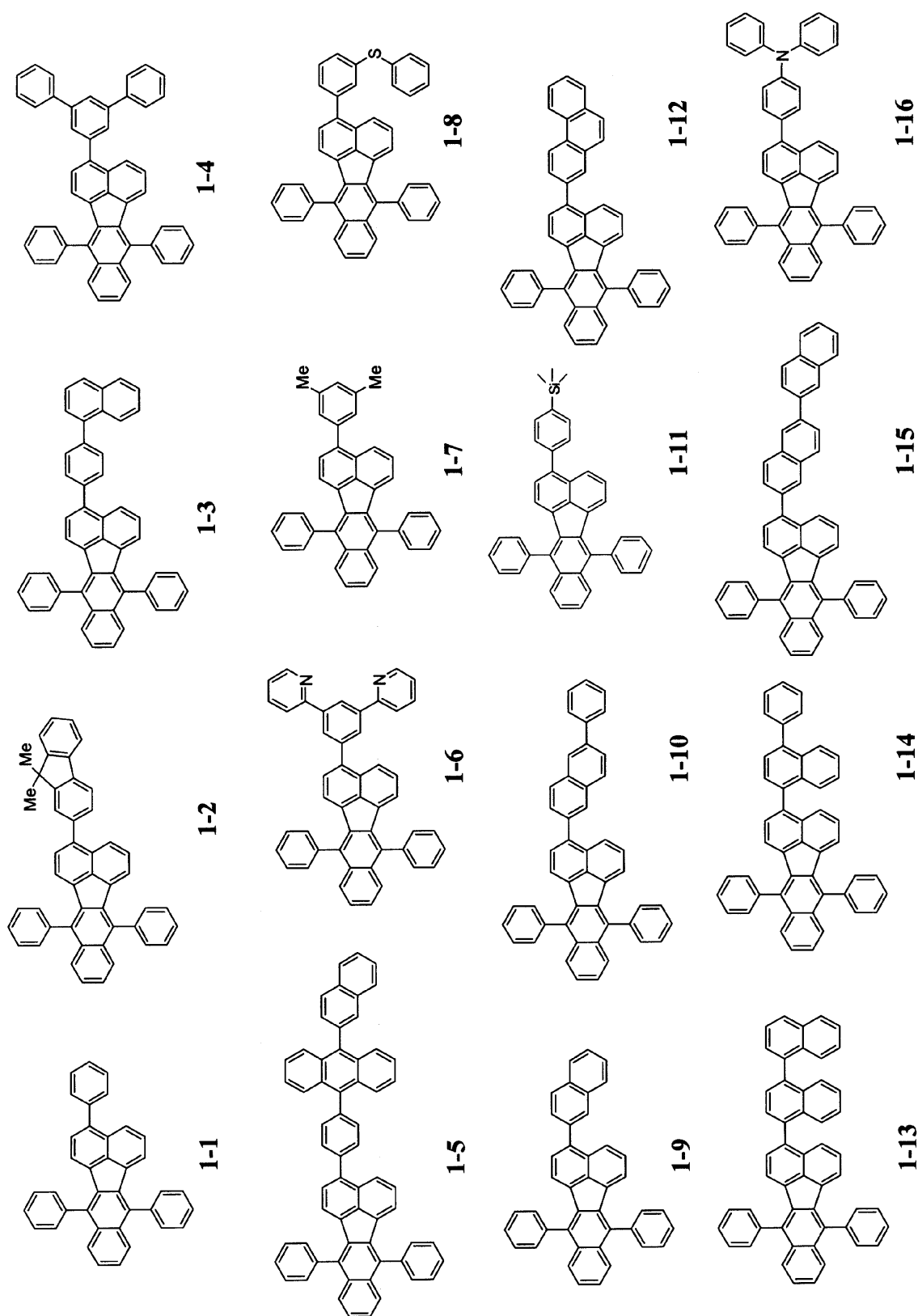
40

【 0 0 2 2 】

本発明の一般式 (1) で表されるフルオランテン化合物の具体例を以下に示すが、本発明のフルオランテン化合物はこれらの例示化合物に限定されるものではない。

【 0 0 2 3 】

【化 3】



10

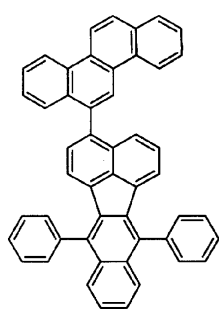
20

30

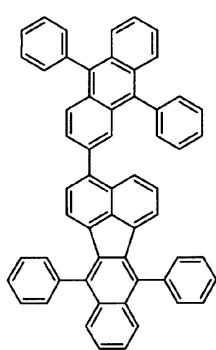
40

【 0 0 2 4 】

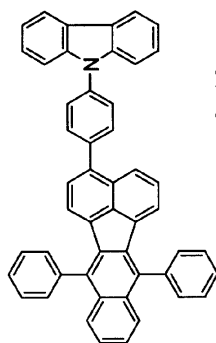
【化 4】



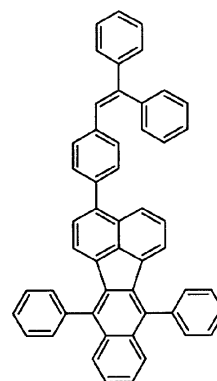
2-4



2-8

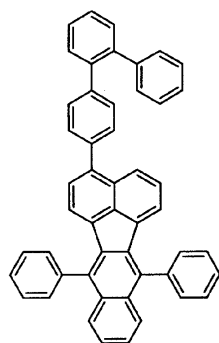


2-12

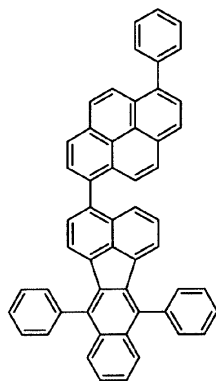


2-16

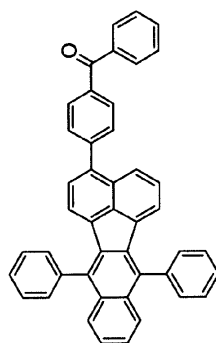
10



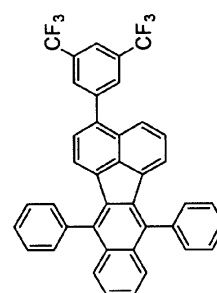
2-3



2-7

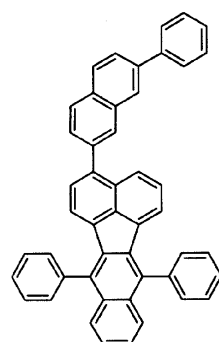


2-11

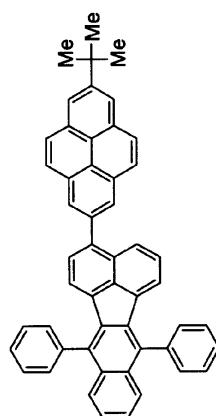


2-15

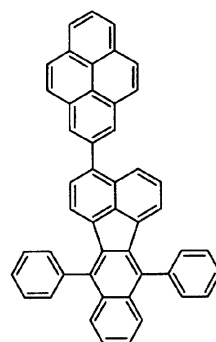
20



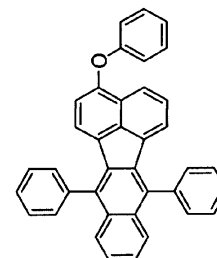
2-2



2-6

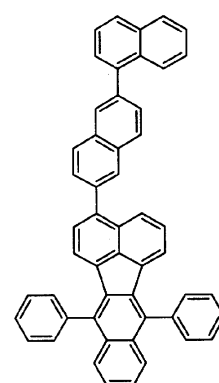


2-10

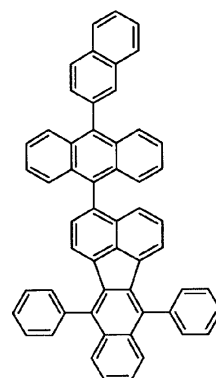


2-14

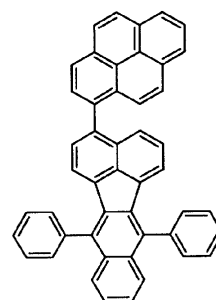
30



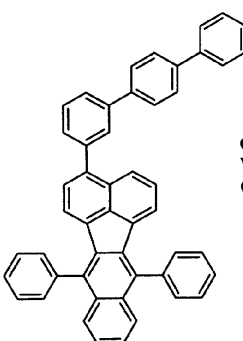
2-1



2-5



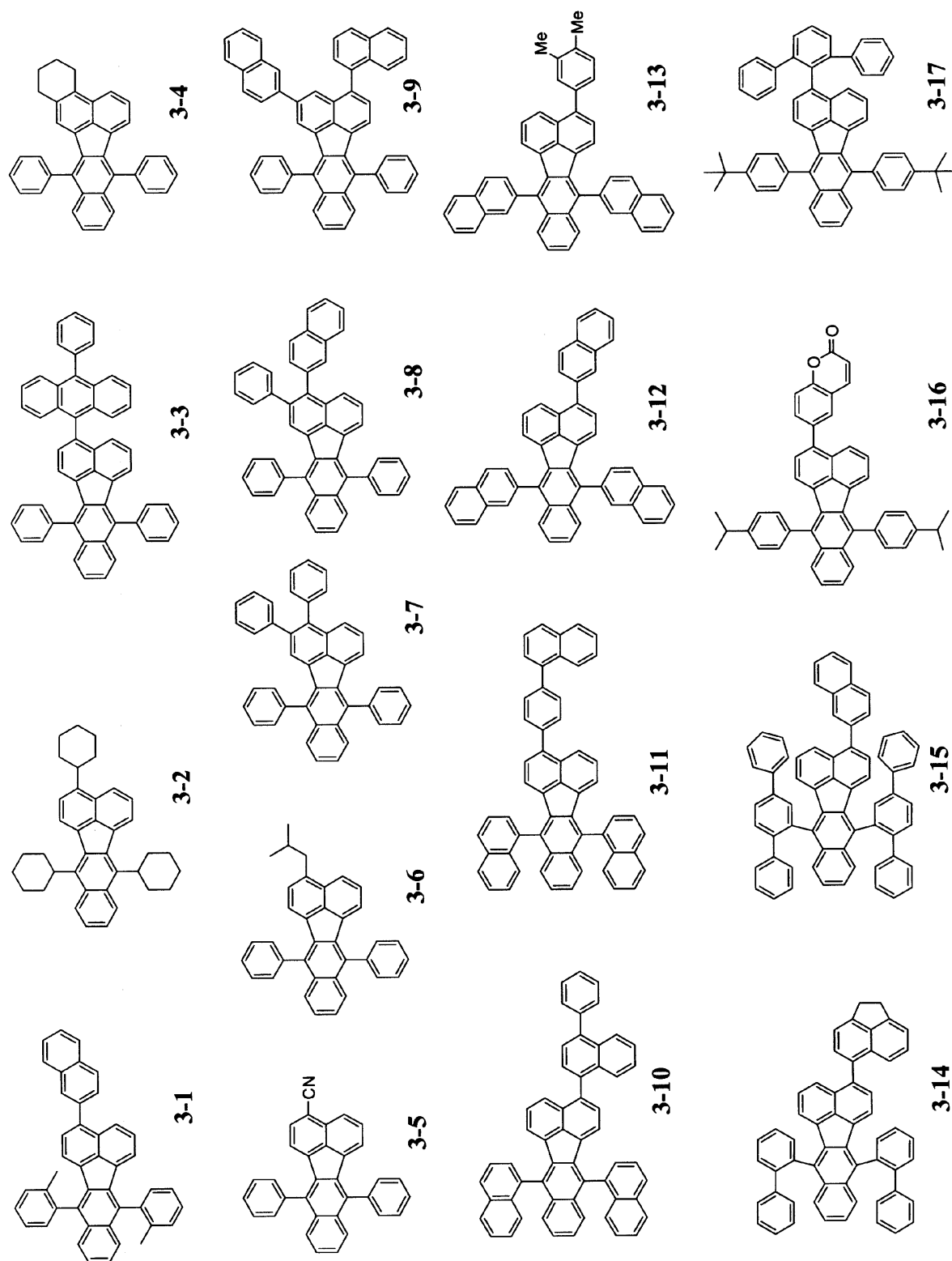
2-9



2-13

40

【化 5】



10

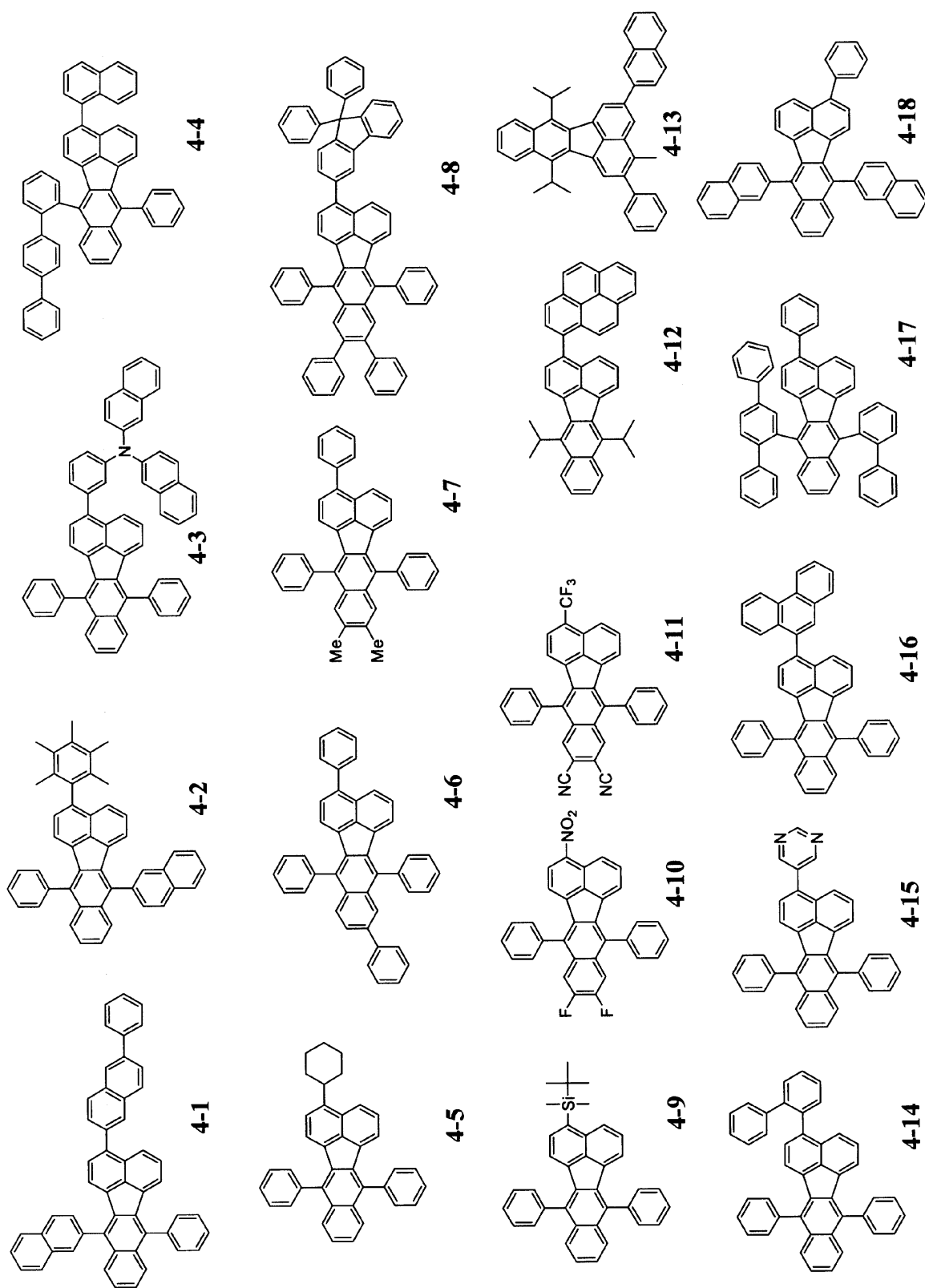
20

30

40

【 0 0 2 6 】

【化 6】



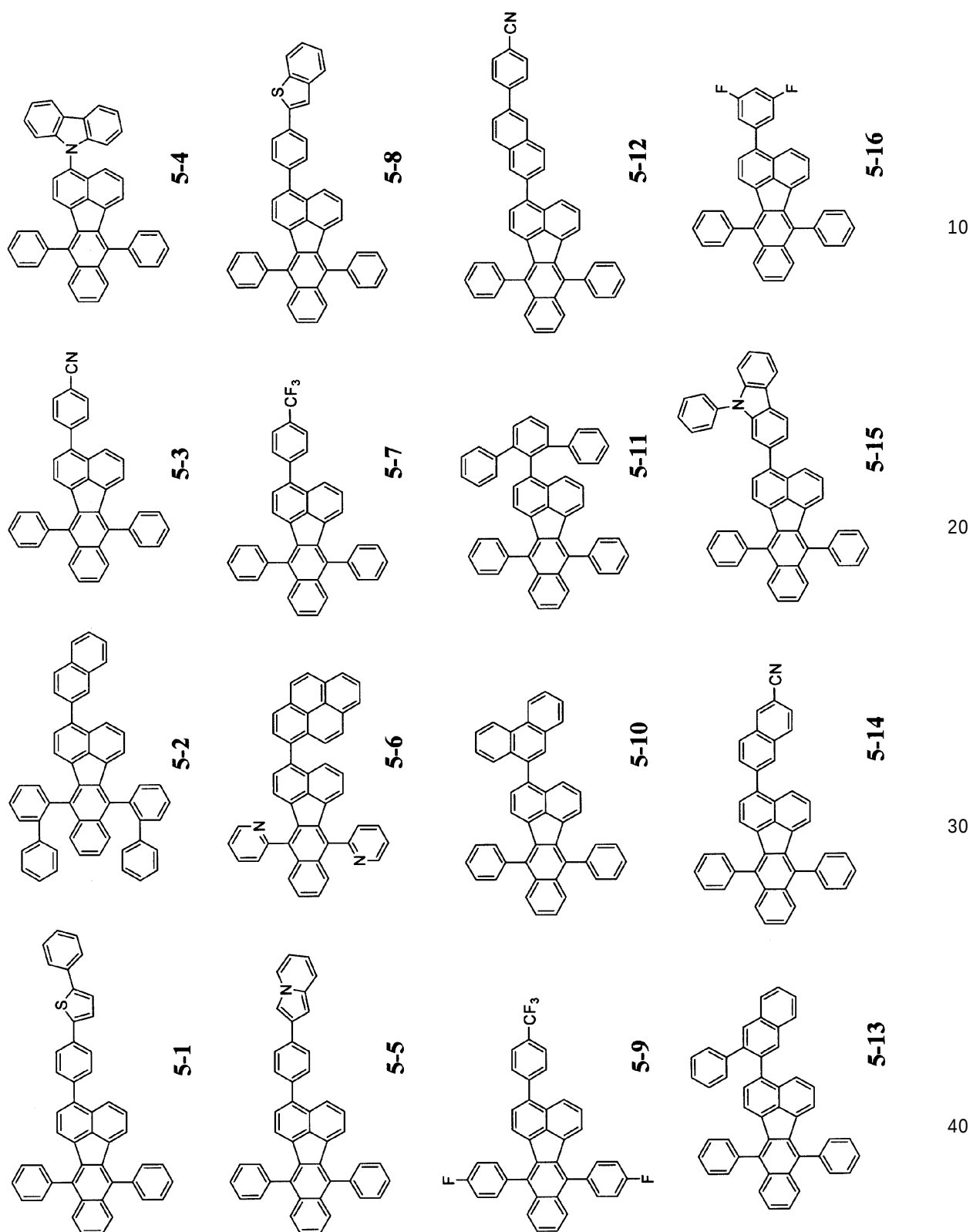
10

20

30

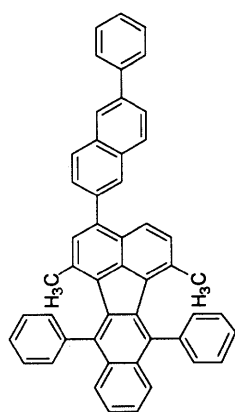
40

【化 7】

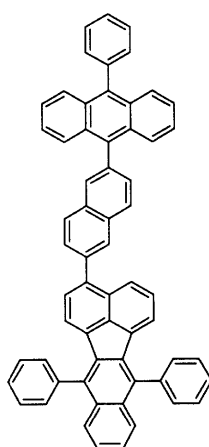


【 0 0 2 8 】

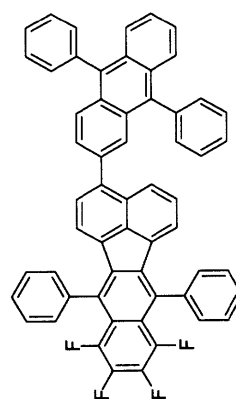
【化 8】



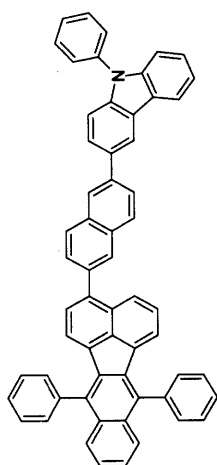
6-4



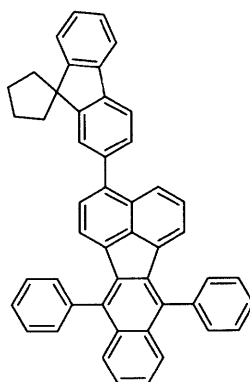
6-8



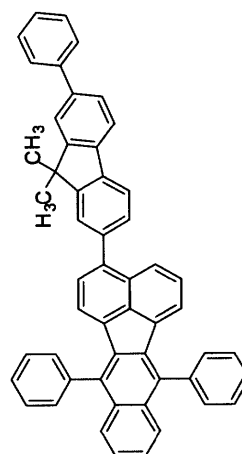
6-12



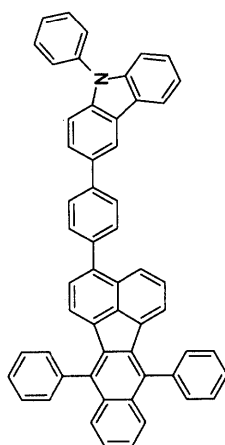
6-3



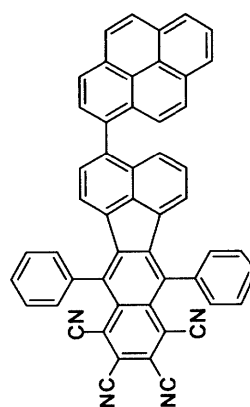
6-7



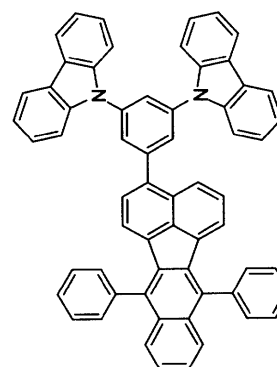
6-11



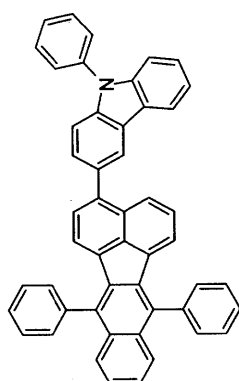
6-2



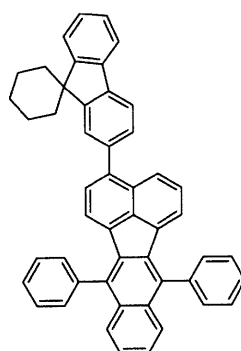
6-6



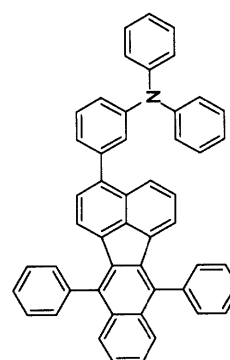
6-10



6-1



6-5



6-9

【 0 0 2 9 】

10

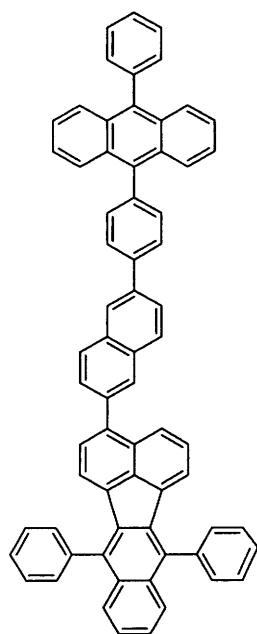
20

30

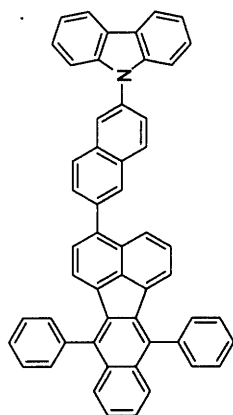
40

50

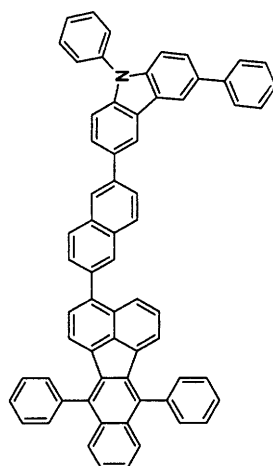
【化 9】



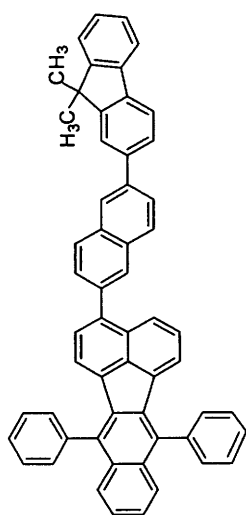
7-3



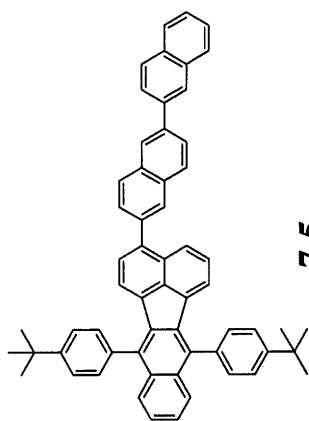
7-6



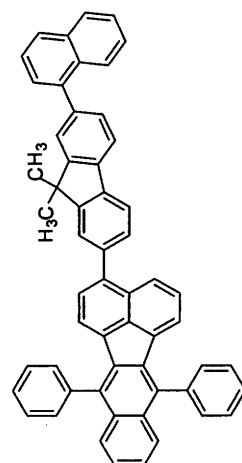
7-10



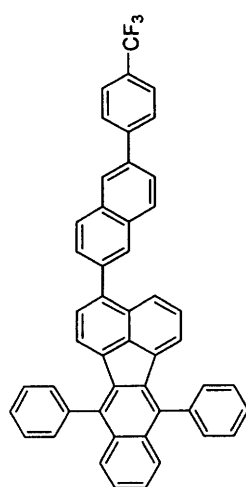
7-2



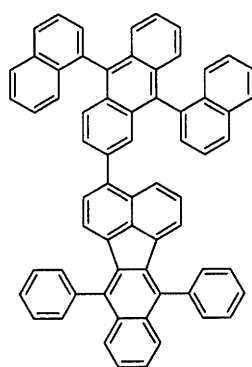
7-5



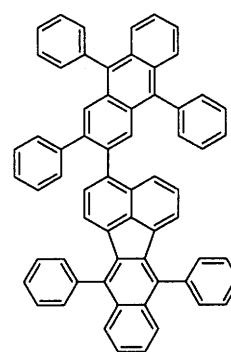
7-9



7-1



7-4



7-8

【 0 0 3 0 】

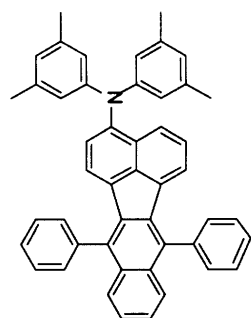
10

20

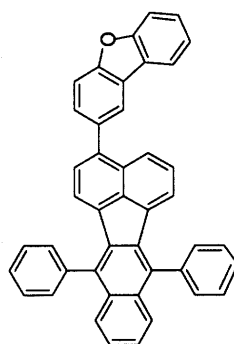
30

40

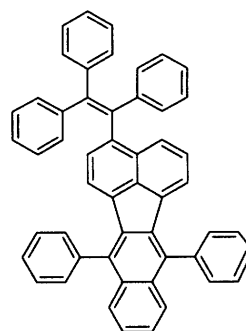
【化 1 0】



8-3

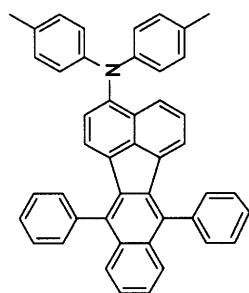


8-6

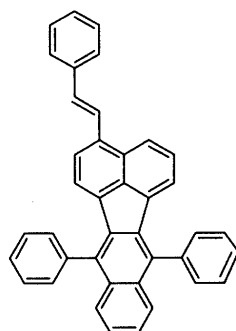


8-9

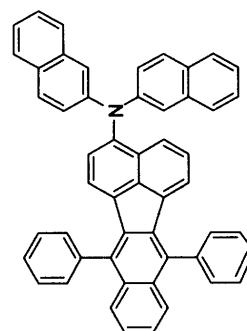
10



8-2

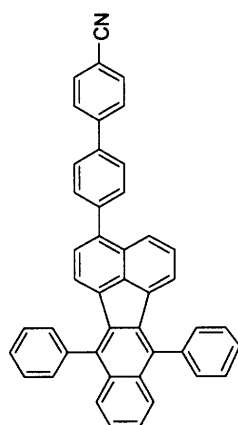


8-5

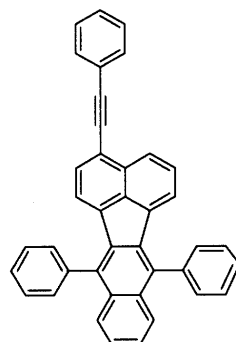


8-8

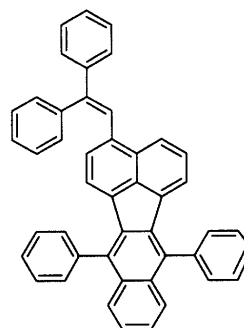
20



8-1



8-4



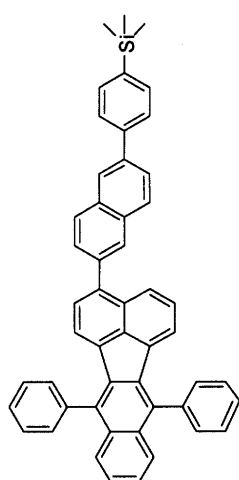
8-7

30

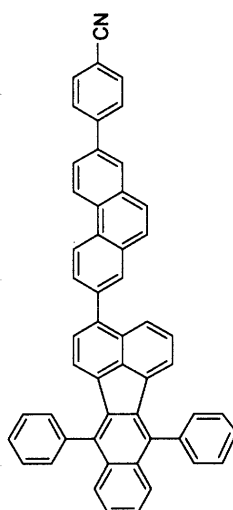
40

【 0 0 3 1】

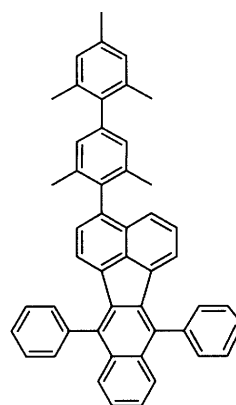
【化 1 1】



9-3

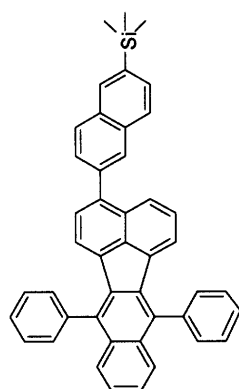


9-6

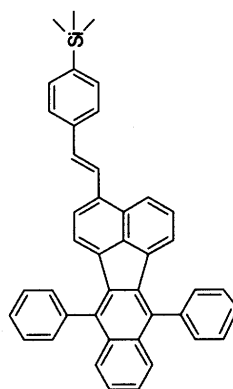


9-9

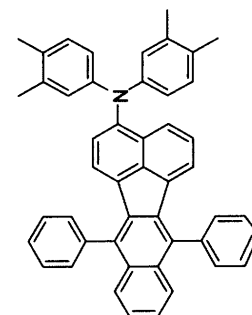
10



9-2

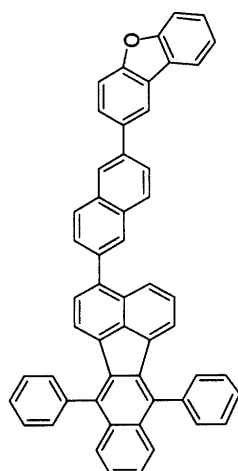


9-5

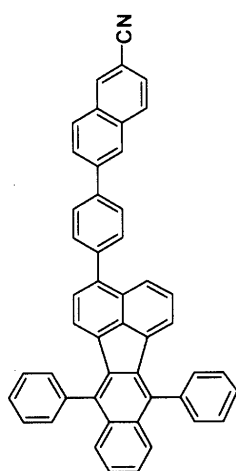


9-8

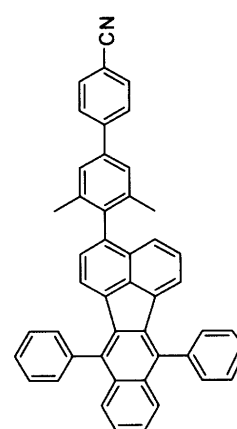
20



9-1



9-4

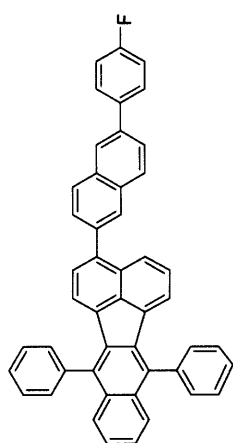


9-7

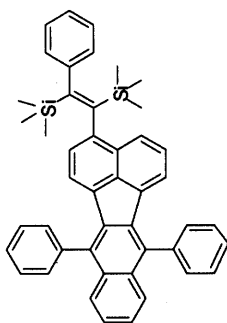
40

【 0 0 3 2】

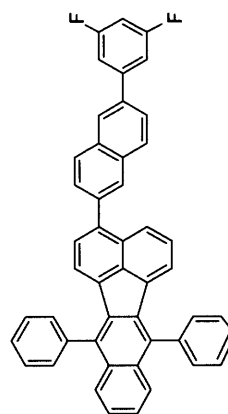
【化 1 2】



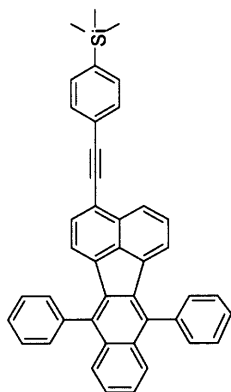
10-3



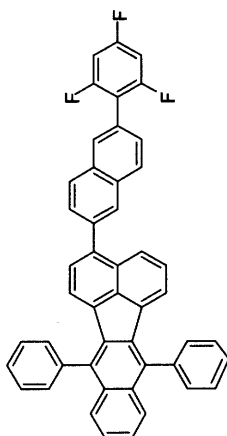
10-6



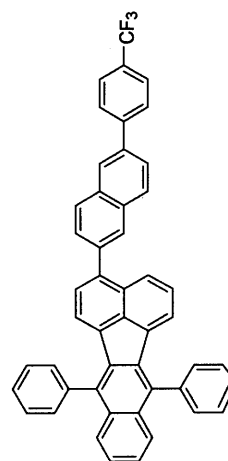
10-9



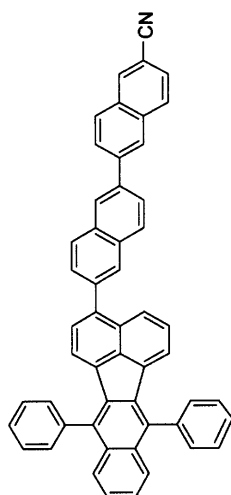
10-2



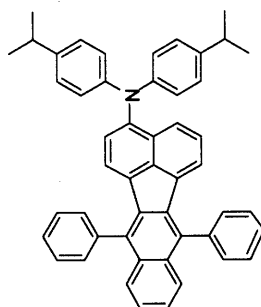
10-5



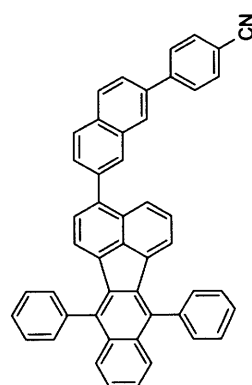
10-8



10-1



10-4



10-7

【 0 0 3 3】

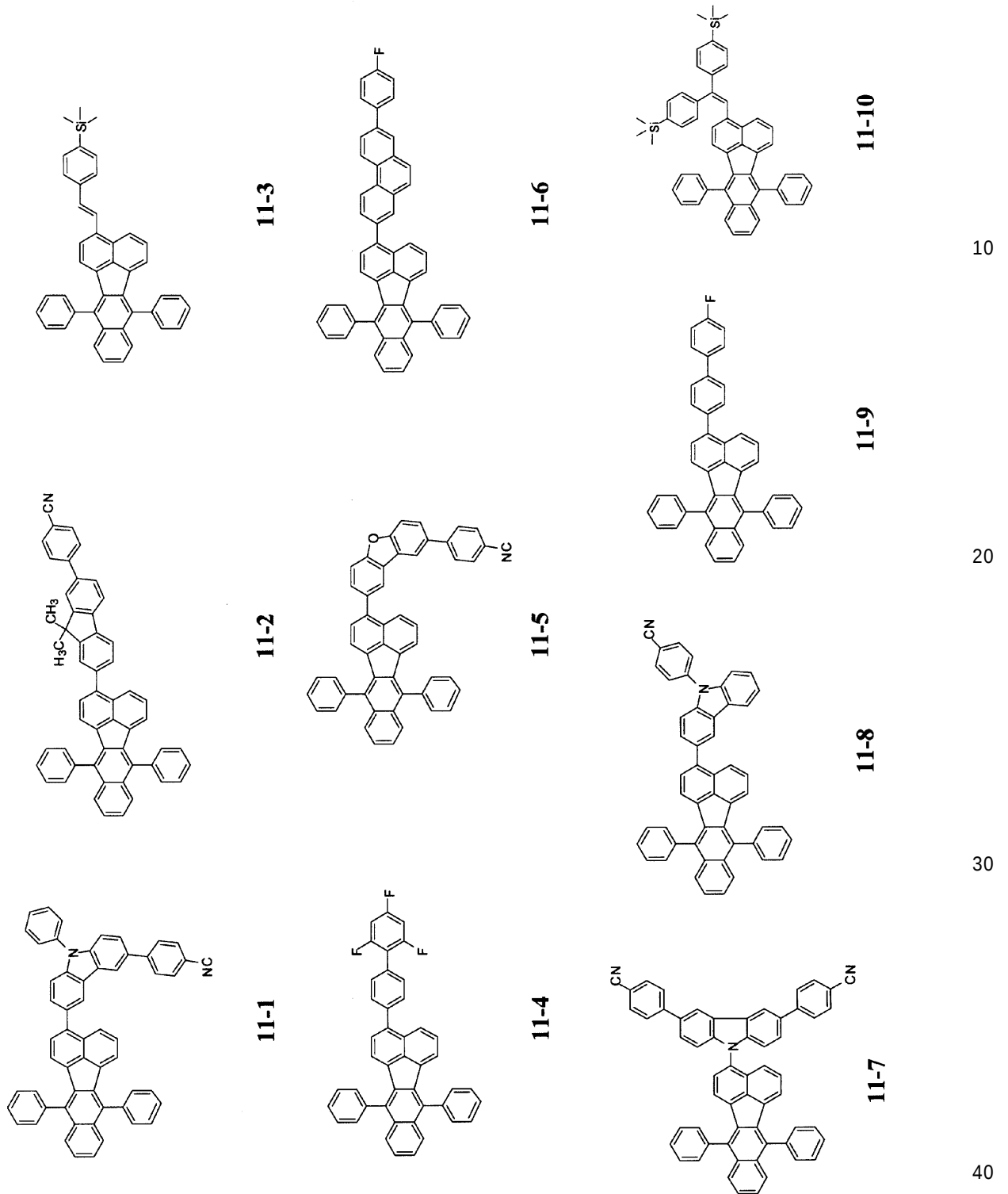
10

20

30

40

【化 1 3】



【 0 0 3 4 】

本発明のフルオランテン化合物は、例えば、J. Org. Chem. Chem., 62, 530, (1997)、J. Am. Chem. Soc., 74, 1075, (1952)、J. Am. Chem. Soc., 118, 2374, (1996)、Tetrahedron, 22, 2957, (1966)、Tetrahedron Lett., 38, 741, (1997)、Indian. J. Chem. sect B, 39, 173, (2000)、J. Phys. Chem. A, 106, 1961, (2002)等に記載の公知の方法で製造することができるが、例えば、イソベンゾフラン誘導体とプロモアセナフチレン誘導体を反応させ、脱水処理でプロモフルオランテン誘導体を製造する。続いて

、炭素—炭素結合生成反応（鈴木、熊田 - 玉尾、Still、園頭反応など）、炭素 - 窒素結合生成反応（Buchwald - Hartwig 反応など）により本発明の化合物に誘導できる。

【0035】

本発明のアミノジベンゾフルオレン誘導体は、有機EL素子用材料として用いると好ましく、有機EL素子用発光材料、特にドーピング材料として用いるとさらに好ましい。

本発明の有機EL素子は、一対の電極に少なくとも発光層を含む1層又は複数層からなる有機化合物層が挟持されている有機エレクトロルミネッセンス素子において、前記有機化合物層の少なくとも1層が、本発明のフルオランテン化合物を少なくとも1種含むものである。

10

本発明の有機EL素子においては、前記発光層が前記フルオランテン化合物を少なくとも1種含むと好ましく、前記発光層中に本発明のフルオランテン化合物が0.01～20重量%含有されていると好ましく、0.5～20重量%含有されているとさらに好ましく、8～20重量%含有されていると特に好ましく、15～20重量%含有されていると最も好ましい。

また、本発明のフルオランテン化合物を有機EL素子の発光材料として用いる場合、前記発光層が前記フルオランテン化合物を少なくとも1種と下記一般式(2a)～(2d)で表される化合物から選ばれる少なくとも1種とを含むと好ましく、下記一般式(2a)～(2d)で表される化合物から選ばれる少なくとも1種がホスト材料であると好ましい。

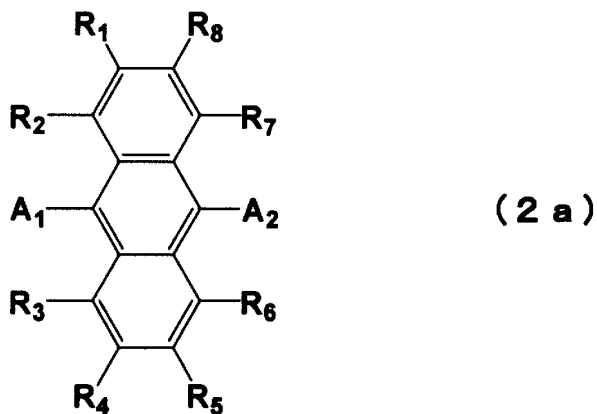
20

【0036】

以下、一般式(2a)～(2d)について説明する。

一般式(2a)

【化14】



30

【0037】

(式(2a)中、 A_1 及び A_2 は、それぞれ独立に、置換もしくは無置換の核炭素数6～20の芳香族環から誘導される基である。前記芳香族環は1又は2以上の置換基で置換されていてもよい。前記置換基は置換もしくは無置換の核炭素数6～50のアリール基、置換もしくは無置換の炭素数1～50のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数3～50のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数1～50のアルコキシ基、置換もしくは無置換の炭素数6～50のアラルキル基、置換もしくは無置換の核原子数5～50のアリールオキシ基、置換もしくは無置換の核原子数5～50のアリールチオ基、置換もしくは無置換の炭素数1～50のアルコキシカルボニル基、置換もしくは無置換のシリル基、カルボキシ基、ハロゲン原子、シアノ基、ニトロ基及びヒドロキシ基から選ばれる。前記芳香族環が2以上の置換基で置換されている場合、前記置換基は同一であっても異なってもよく、隣接する置換基同士は互いに結合して飽和又は不飽和の環状構造を形成していてもよい。

40

$R_1 \sim R_8$ は、それぞれ独立に、水素原子、置換もしくは無置換の核炭素数6～50のアリ

50

ール基、置換もしくは無置換の核原子数 5 ~ 50 のヘテロアリール基、置換もしくは無置換の炭素数 1 ~ 50 のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数 3 ~ 50 のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数 1 ~ 50 のアルコキシ基、置換もしくは無置換の炭素数 6 ~ 50 のアラルキル基、置換もしくは無置換の核原子数 5 ~ 50 のアリールオキシ基、置換もしくは無置換の核原子数 5 ~ 50 のアリールチオ基、置換もしくは無置換の炭素数 1 ~ 50 のアルコキシカルボニル基、置換もしくは無置換のシリル基、カルボキシル基、ハロゲン原子、シアノ基、ニトロ基及びヒドロキシル基から選ばれる。))

一般式 (2 a) は、前記 A_1 と A_2 とが異なる基であると好ましい。

前記一般式 (2 a) において、 A_1 と A_2 の少なくとも一は、置換もしくは無置換の核原子数 10 ~ 30 の縮合環基を有する置換基であると好ましい。

10

前記置換もしくは無置換の核原子数 10 ~ 30 の縮合環基が置換もしくは無置換のナフタレン環であると好ましい。

【 0 0 3 8 】

一般式 (2 a) における A_1 及び A_2 の置換もしくは無置換の核炭素数 6 ~ 20 の芳香族環から誘導される基としては、フェニル基、1 - ナフチル基、2 - ナフチル基、1 - アントリル基、2 - アントリル基、9 - アントリル基、1 - フェナントリル基、2 - フェナントリル基、3 - フェナントリル基、4 - フェナントリル基、9 - フェナントリル基、1 - ナフタセニル基、2 - ナフタセニル基、9 - ナフタセニル基、1 - ピレニル基、2 - ピレニル基、4 - ピレニル基、2 - ビフェニルイル基、3 - ビフェニルイル基、4 - ビフェニルイル基、p - ターフェニル - 4 - イル基、p - ターフェニル - 3 - イル基、p - ターフェニル - 2 - イル基、m - ターフェニル - 4 - イル基、m - ターフェニル - 3 - イル基、m - ターフェニル - 2 - イル基、o - トリル基、m - トリル基、p - トリル基、p - t - ブチルフェニル基、p - (2 - フェニルプロピル) フェニル基、3 - メチル - 2 - ナフチル基、4 - メチル - 1 - ナフチル基、4 - メチル - 1 - アントリル基、4' - メチルビフェニルイル基、4'' - t - ブチル - p - ターフェニル - 4 - イル基などが挙げられる。好ましくは、置換もしくは無置換の核炭素数 10 ~ 14 の芳香族環から誘導される基であり、特に 1 - ナフチル基、2 - ナフチル基、9 - フェナントリル基である。

20

【 0 0 3 9 】

前記芳香族環の置換基の置換もしくは無置換の核炭素数 6 ~ 50 のアリール基としては、フェニル基、1 - ナフチル基、2 - ナフチル基、1 - アントリル基、2 - アントリル基、9 - アントリル基、1 - フェナントリル基、2 - フェナントリル基、3 - フェナントリル基、4 - フェナントリル基、9 - フェナントリル基、1 - ナフタセニル基、2 - ナフタセニル基、9 - ナフタセニル基、1 - ピレニル基、2 - ピレニル基、4 - ピレニル基、2 - ビフェニルイル基、3 - ビフェニルイル基、4 - ビフェニルイル基、p - ターフェニル - 4 - イル基、p - ターフェニル - 3 - イル基、p - ターフェニル - 2 - イル基、m - ターフェニル - 4 - イル基、m - ターフェニル - 3 - イル基、m - ターフェニル - 2 - イル基、o - トリル基、m - トリル基、p - トリル基、p - t - ブチルフェニル基、p - (2 - フェニルプロピル) フェニル基、3 - メチル - 2 - ナフチル基、4 - メチル - 1 - ナフチル基、4 - メチル - 1 - アントリル基、4' - メチルビフェニルイル基、4'' - t - ブチル - p - ターフェニル - 4 - イル基等が挙げられる。好ましくは、置換もしくは無置換の核炭素数 6 ~ 18 のアリール基であり、特にフェニル基、1 - ナフチル基、2 - ナフチル基、9 - フェナントリル基、1 - ナフタセニル基、2 - ナフタセニル基、9 - ナフタセニル基、1 - ピレニル基、2 - ピレニル基、4 - ピレニル基、2 - ビフェニルイル基、3 - ビフェニルイル基、4 - ビフェニルイル基、o - トリル基、m - トリル基、p - トリル基、p - t - ブチルフェニル基である。

30

40

【 0 0 4 0 】

一般式 (2 a) における A_1 及び A_2 は、それぞれ独立に、置換もしくは無置換の核炭素数 10 ~ 30 の芳香族環基 (ただし、アントラセン残基を除く) である。 A_1 及び A_2 の置換基には、それぞれ独立に、水素原子、置換もしくは無置換の核炭素数 6 ~ 50 の芳香族環基、置換もしくは無置換の核原子数 5 ~ 50 の芳香族複素環基、置換もしくは無置換の

50

炭素数 1 ~ 50 のアルキル基、置換もしくは無置換のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数 1 ~ 50 のアルコキシ基、置換もしくは無置換の炭素数 6 ~ 50 のアラルキル基、置換もしくは無置換の核原子数 5 ~ 50 のアリールオキシ基、置換もしくは無置換の核原子数 5 ~ 50 のアリールチオ基、置換もしくは無置換の炭素数 1 ~ 50 のアルコキシカルボニル基、置換もしくは無置換のシリル基、カルボキシル基、ハロゲン原子、シアノ基、ニトロ基又はヒドロキシル基である。

【 0 0 4 1 】

一般式 (2 a) における A_1 及び A_2 の核炭素数 10 ~ 30 の芳香族環基 (ただし、アントラセン残基を除く) の例としては、置換もしくは無置換の α - ナフチル基および β - ナフチル基、置換もしくは無置換のフェナントレニル基、置換もしくは無置換のクリセニル基、置換もしくは無置換のテトラセニル基、置換もしくは無置換のピレニル基、置換もしくは無置換のフェニルナフチル基、置換もしくは無置換のナフチルナフチル基、置換もしくは無置換のナフチルフェニル基、置換もしくは無置換のフェニルピレニル基、置換もしくは無置換のピレニルフェニル基、置換もしくは無置換のナフチルナフチルナフチル基、置換もしくは無置換のナフチルナフチルフェニル基、置換もしくは無置換のナフチルフェニルフェニル基、置換もしくは無置換のナフチルフェニルナフチル基、置換もしくは無置換のフェニルナフチルナフチル基、置換もしくは無置換のフェニルナフチルフェニル基、置換もしくは無置換のフェニルフェニルナフチル基等が挙げられる。これらの中でも置換もしくは無置換の α - ナフチル基および β - ナフチル基、置換もしくは無置換のフェニルナフチル基、置換もしくは無置換のナフチルナフチル基、または置換もしくは無置換のナフチルフェニル基であると好ましい。

【 0 0 4 2 】

一般式 (2 a) における $R_1 \sim R_8$ の置換もしくは無置換の核炭素数 6 ~ 50 のアリール基としては、フェニル基、1 - ナフチル基、2 - ナフチル基、1 - アントリル基、2 - アントリル基、9 - アントリル基、1 - フェナントリル基、2 - フェナントリル基、3 - フェナントリル基、4 - フェナントリル基、9 - フェナントリル基、1 - ナфтаセニル基、2 - ナфтаセニル基、9 - ナфтаセニル基、1 - ピレニル基、2 - ピレニル基、4 - ピレニル基、2 - ビフェニルイル基、3 - ビフェニルイル基、4 - ビフェニルイル基、p - ターフェニル - 4 - イル基、p - ターフェニル - 3 - イル基、p - ターフェニル - 2 - イル基、m - ターフェニル - 4 - イル基、m - ターフェニル - 3 - イル基、m - ターフェニル - 2 - イル基、o - トリル基、m - トリル基、p - トリル基、p - t - ブチルフェニル基、p - (2 - フェニルプロピル) フェニル基、3 - メチル - 2 - ナフチル基、4 - メチル - 1 - ナフチル基、4 - メチル - 1 - アントリル基、4' - メチルビフェニルイル基、4" - t - ブチル - p - ターフェニル - 4 - イル基などが挙げられる。

【 0 0 4 3 】

一般式 (2 a) における $R_1 \sim R_8$ の置換もしくは無置換の核炭素数 5 ~ 50 のヘテロアリール基としては、1 - ピロリル基、2 - ピロリル基、3 - ピロリル基、ピラジニル基、2 - ピリジニル基、3 - ピリジニル基、4 - ピリジニル基、1 - インドリル基、2 - インドリル基、3 - インドリル基、4 - インドリル基、5 - インドリル基、6 - インドリル基、7 - インドリル基、1 - イソインドリル基、2 - イソインドリル基、3 - イソインドリル基、4 - イソインドリル基、5 - イソインドリル基、6 - イソインドリル基、7 - イソインドリル基、2 - フリル基、3 - フリル基、2 - ベンゾフラニル基、3 - ベンゾフラニル基、4 - ベンゾフラニル基、5 - ベンゾフラニル基、6 - ベンゾフラニル基、7 - ベンゾフラニル基、1 - イソベンゾフラニル基、3 - イソベンゾフラニル基、4 - イソベンゾフラニル基、5 - イソベンゾフラニル基、6 - イソベンゾフラニル基、7 - イソベンゾフラニル基、キノリル基、3 - キノリル基、4 - キノリル基、5 - キノリル基、6 - キノリル基、7 - キノリル基、8 - キノリル基、1 - イソキノリル基、3 - イソキノリル基、4 - イソキノリル基、5 - イソキノリル基、6 - イソキノリル基、7 - イソキノリル基、8 - イソキノリル基、2 - キノキサリニル基、5 - キノキサリニル基、6 - キノキサリニル基、1 - カルバゾリル基、2 - カルバゾリル基、3 - カルバゾリル基、4 - カルバゾリル基

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

【 0 0 4 4 】

一般式 (2 a) における $R_1 \sim R_8$ 及び前記芳香族環の置換基の置換もしくは無置換の炭素数 1 ~ 50 のアルキル基としては、メチル基、エチル基、プロピル基、イソプロピル基、n - ブチル基、s - ブチル基、イソブチル基、t - ブチル基、n - ペンチル基、n - ヘキシル基、n - ヘプチル基、n - オクチル基、ヒドロキシメチル基、1 - ヒドロキシエチル基、2 - ヒドロキシエチル基、2 - ヒドロキシイソブチル基、1, 2 - ジヒドロキシエチル基、1, 3 - ジヒドロキシイソプロピル基、2, 3 - ジヒドロキシ - t - ブチル基、1

10

20

30

40

50

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

【0045】

一般式(2a)における $R_1 \sim R_8$ 及び前記芳香族環の置換基の置換もしくは無置換の炭素数3~50のシクロアルキル基としては、シクロプロピル基、シクロブチル基、シクロペンチル基、シクロヘキシル基、4 - メチルシクロヘキシル基、1 - アダマンチル基、2 - アダマンチル基、1 - ノルボルニル基、2 - ノルボルニル基などが挙げられる。

一般式(2a)における $R_1 \sim R_8$ 及び前記芳香族環の置換基の置換もしくは無置換の炭素数1~50のアルコキシ基は - OY で表される基であり、Y としては、前記 $R_1 \sim R_8$ 及び前記芳香族環の置換基の置換もしくは無置換の炭素数1~50のアルキル基と同様の例が挙げられる。

【0046】

一般式(2a)における $R_1 \sim R_8$ 及び前記芳香族環の置換基の置換もしくは無置換の炭素数6~50のアラルキル基としては、ベンジル基、1 - フェニルエチル基、2 - フェニルエチル基、1 - フェニルイソプロピル基、2 - フェニルイソプロピル基、フェニル - t - ブチル基、 α - ナフチルメチル基、1 - α - ナフチルエチル基、2 - α - ナフチルエチル基、1 - α - ナフチルイソプロピル基、2 - α - ナフチルイソプロピル基、 β - ナフチルメチル基、1 - β - ナフチルエチル基、2 - β - ナフチルエチル基、1 - β - ナフチルイソプロピル基、2 - β - ナフチルイソプロピル基、1 - ピロリルメチル基、2 - (1 - ピロリル)エチル基、p - メチルベンジル基、m - メチルベンジル基、o - メチルベンジル基、p - クロロベンジル基、m - クロロベンジル基、o - クロロベンジル基、p - プロモベンジル基、m - プロモベンジル基、o - プロモベンジル基、p - ヨードベンジル基、m - ヨードベンジル基、o - ヨードベンジル基、p - ヒドロキシベンジル基、m - ヒドロキシベンジル基、o - ヒドロキシベンジル基、p - アミノベンジル基、m - アミノベンジル基、o - アミノベンジル基、p - ニトロベンジル基、m - ニトロベンジル基、o - ニトロベンジル基、p - シアノベンジル基、m - シアノベンジル基、o - シアノベンジル基、1 - ヒドロキシ - 2 - フェニルイソプロピル基、1 - クロロ - 2 - フェニルイソプロピル基などが挙げられる。

【0047】

一般式(2a)における $R_1 \sim R_8$ 及び前記芳香族環の置換基の置換もしくは無置換の核原子数5~50のアリールオキシ基及びアリールチオ基は、それぞれ - OY' 及び - SY'' と表され、Y' 及び Y'' としては、前記 $R_1 \sim R_8$ 及び前記芳香族環の置換基の置換もしくは無置換の核原子数6~50のアリール基と同様の例が挙げられる。

一般式(2a)における $R_1 \sim R_8$ 及び前記芳香族環の置換基の置換もしくは無置換の炭素数1~50のアルコキシカルボニル基は - COOZ と表され、Z としては、前記 $R_1 \sim R_8$ 及び前記芳香族環の置換基の置換もしくは無置換の炭素数1~50のアルキル基と同様の例

10

20

30

40

50

が挙げられる。

【 0 0 4 8 】

一般式 (2 a) における $R_1 \sim R_8$ 及び前記芳香族環の置換基のシリル基としては、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、ビニルジメチルシリル基、プロピルジメチルシリル基、トリフェニルシリル基等が挙げられる。

一般式 (2 a) における $R_1 \sim R_8$ 及び前記芳香族環の置換基のハロゲン原子としては、フッ素、塩素、臭素、ヨウ素などが挙げられる。

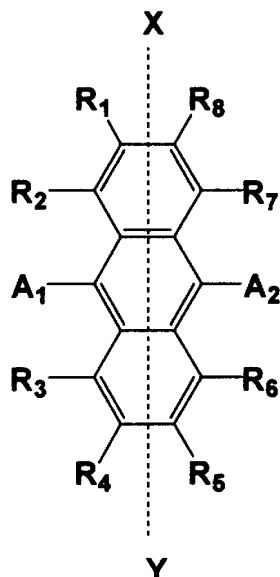
前記 $R_1 \sim R_8$ 及び前記芳香族環の置換基の示す基における置換基としては、ハロゲン原子、ヒドロキシル基、ニトロ基、シアノ基、アルキル基、アリール基、シクロアルキル基、アルコキシ基、芳香族複素環基、アラルキル基、アリールオキシ基、アリールチオ基、アルコキシカルボニル基、カルボキシル基などが挙げられる。

10

【 0 0 4 9 】

一般式 (2 a) で表されるアントラセン誘導体は下記一般式 (2 a') に示す構造を有する化合物であると好ましい。

【 化 1 5 】



(2 a')

20

30

【 0 0 5 0 】

(式 (2 a') 中、 A_1 及び A_2 、 $R_1 \sim R_8$ は、それぞれ独立に、一般式 (2 a) と同じであり、同様の具体例が挙げられる。

ただし、一般式 (2 a') において、中心のアントラセンの 9 位及び 10 位に、該アントラセン上に示す X - Y 軸に対して対称型となる基が結合する場合はない。)

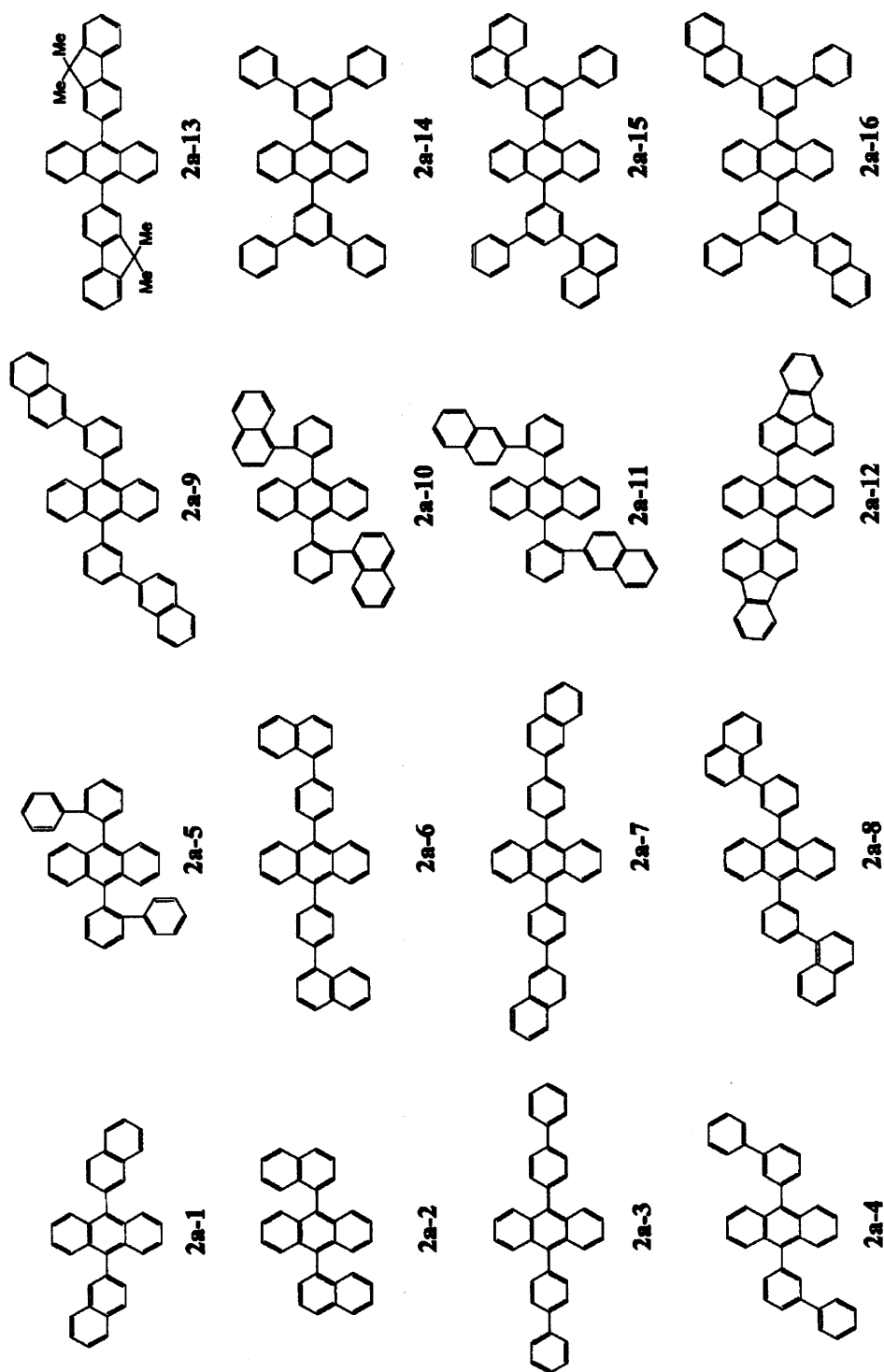
【 0 0 5 1 】

本発明の有機 EL 素子に用いられる一般式 (2 a) で表されるアントラセン誘導体の具体例としては、特開 2 0 0 4 - 3 5 6 0 3 3 号公報 [0 0 4 3] ~ [0 0 6 3] に示されている分子中にアントラセン骨格を 2 個有するものや、国際公開第 2 0 0 5 / 0 6 1 6 5 6 号パンフレットの 27 ~ 28 ページに示されているアントラセン骨格を 1 個有する化合物など公知の各種アントラセン誘導体を挙げることができる。代表的な具体例を下記に示す。

40

【 0 0 5 2 】

【化 1 6】



10

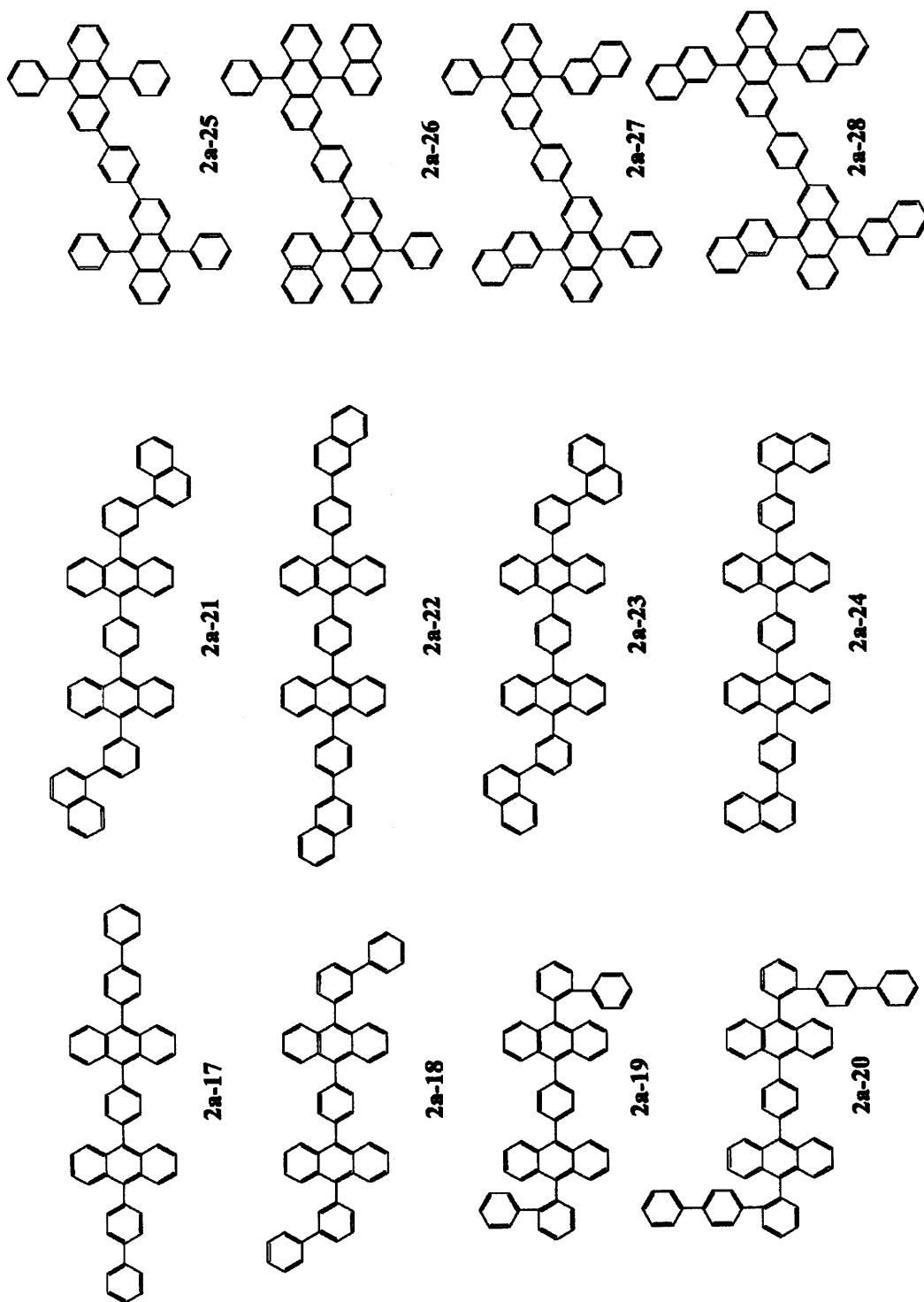
20

30

40

【 0 0 5 3 】

【化 1 7】



10

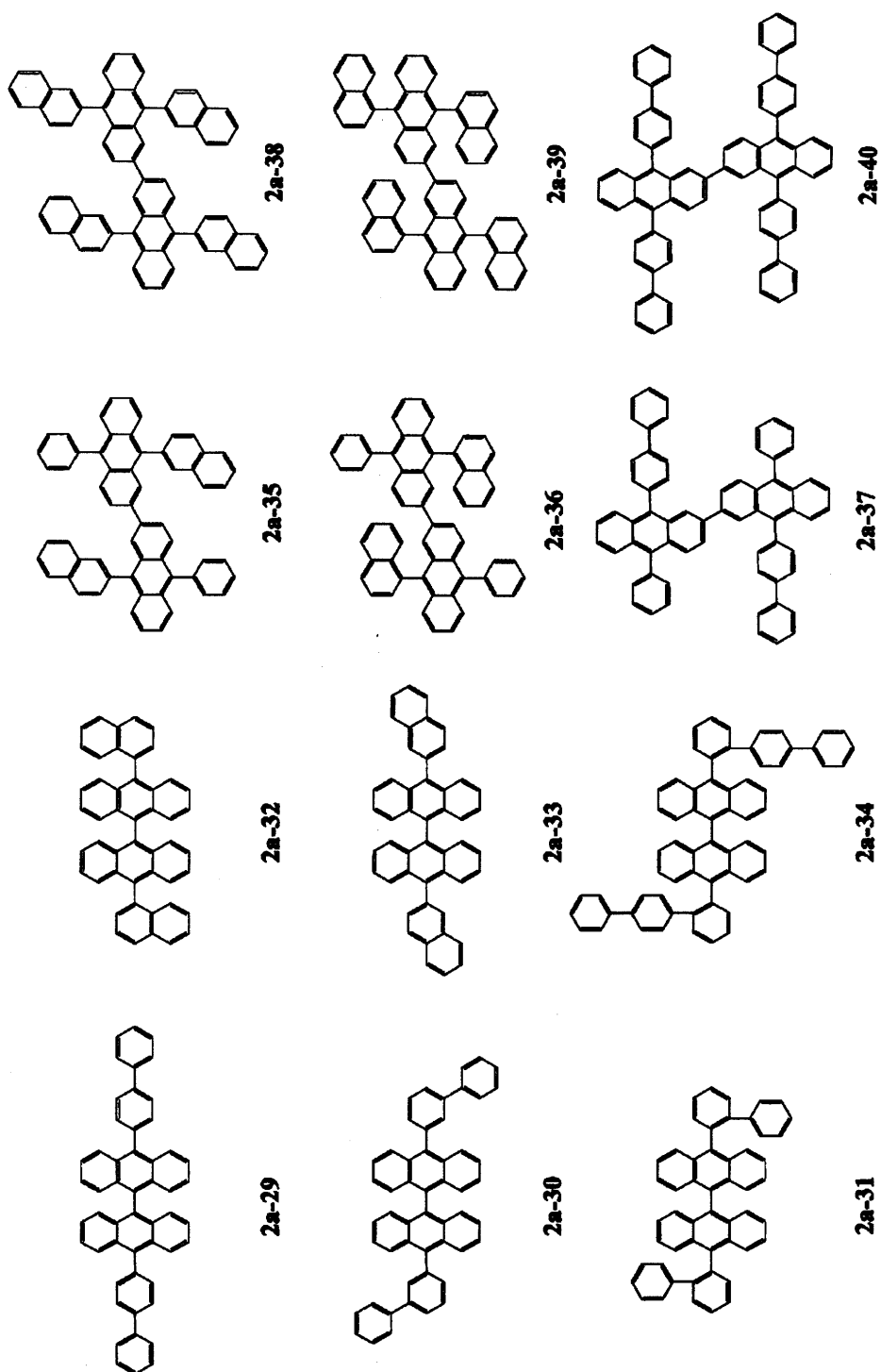
20

30

40

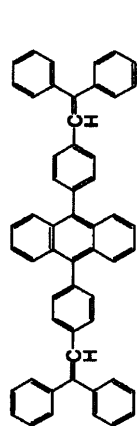
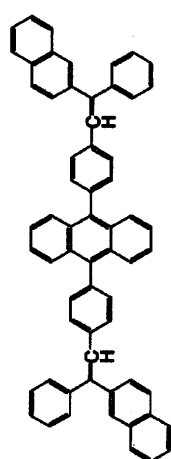
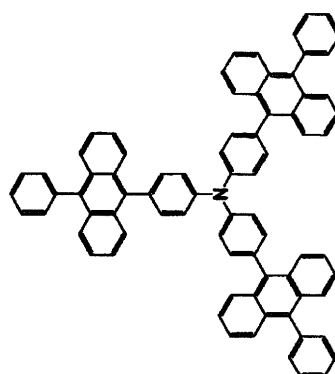
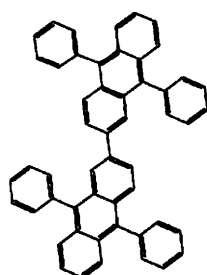
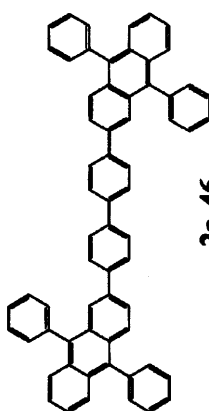
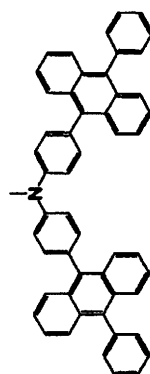
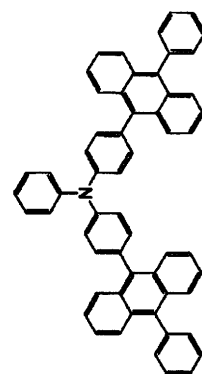
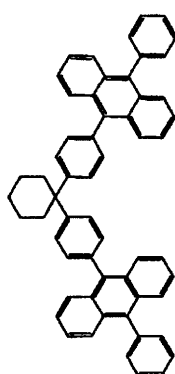
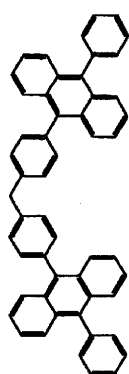
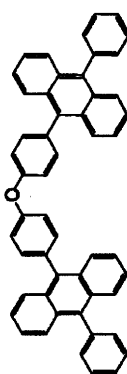
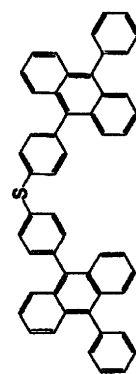
【 0 0 5 4 】

【化 1 8】



【 0 0 5 5 】

【化 1 9】

**2a-49****2a-50****2a-51****2a-45****2a-46****2a-47****2a-48****2a-41****2a-42****2a-43****2a-44**

【 0 0 5 6 】

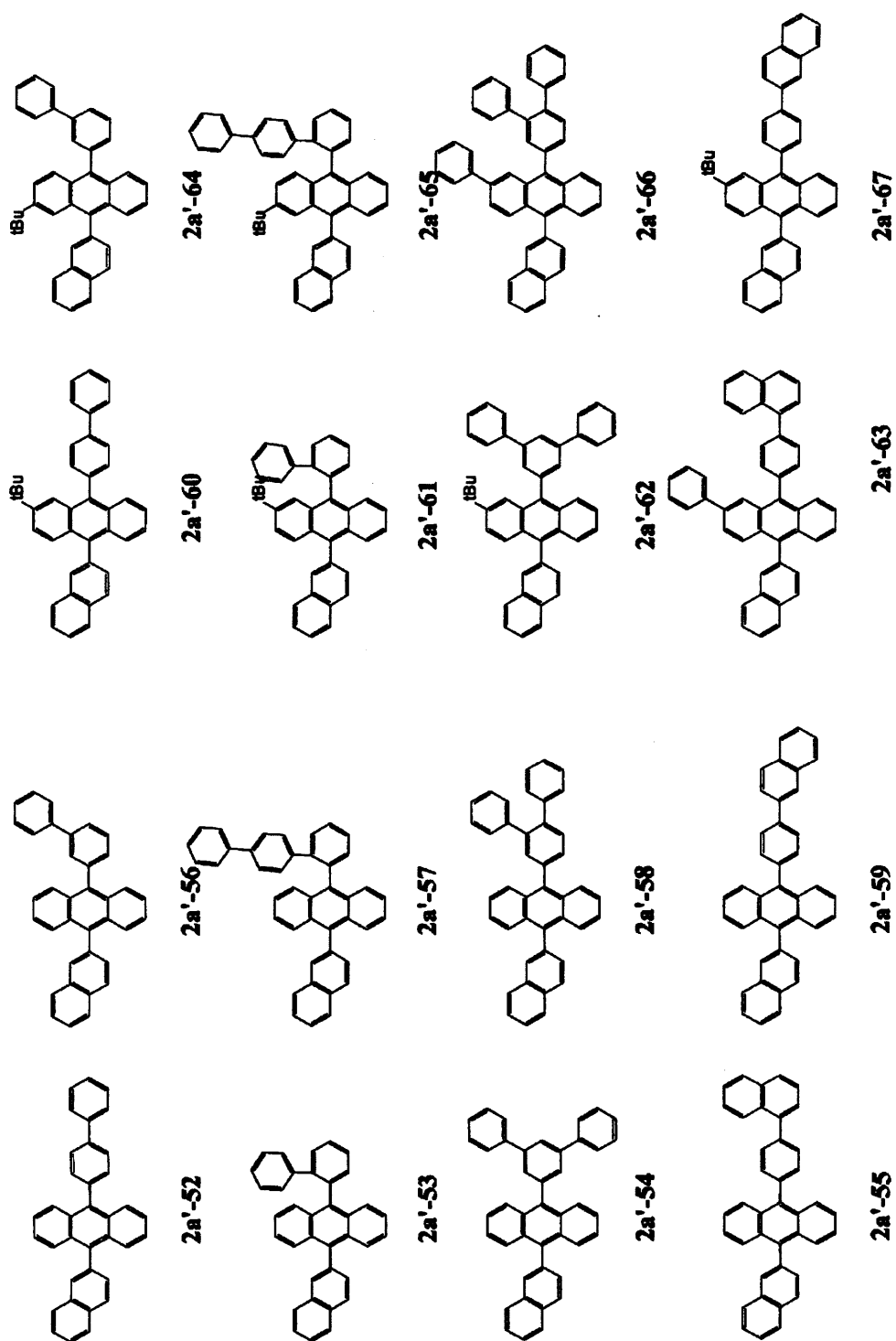
10

20

30

40

【化 20】



10

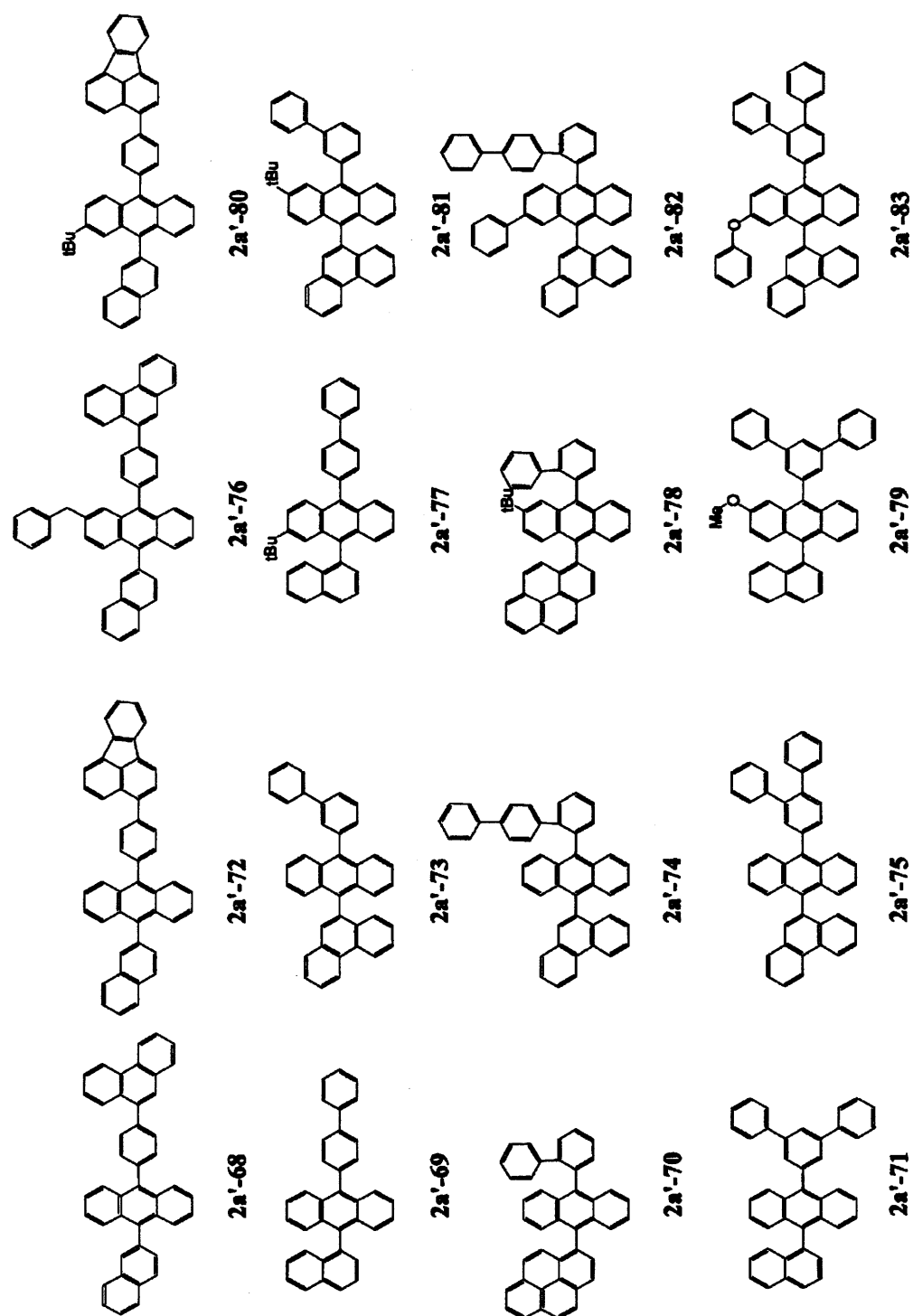
20

30

40

【 0057】

【化 2 1】



10

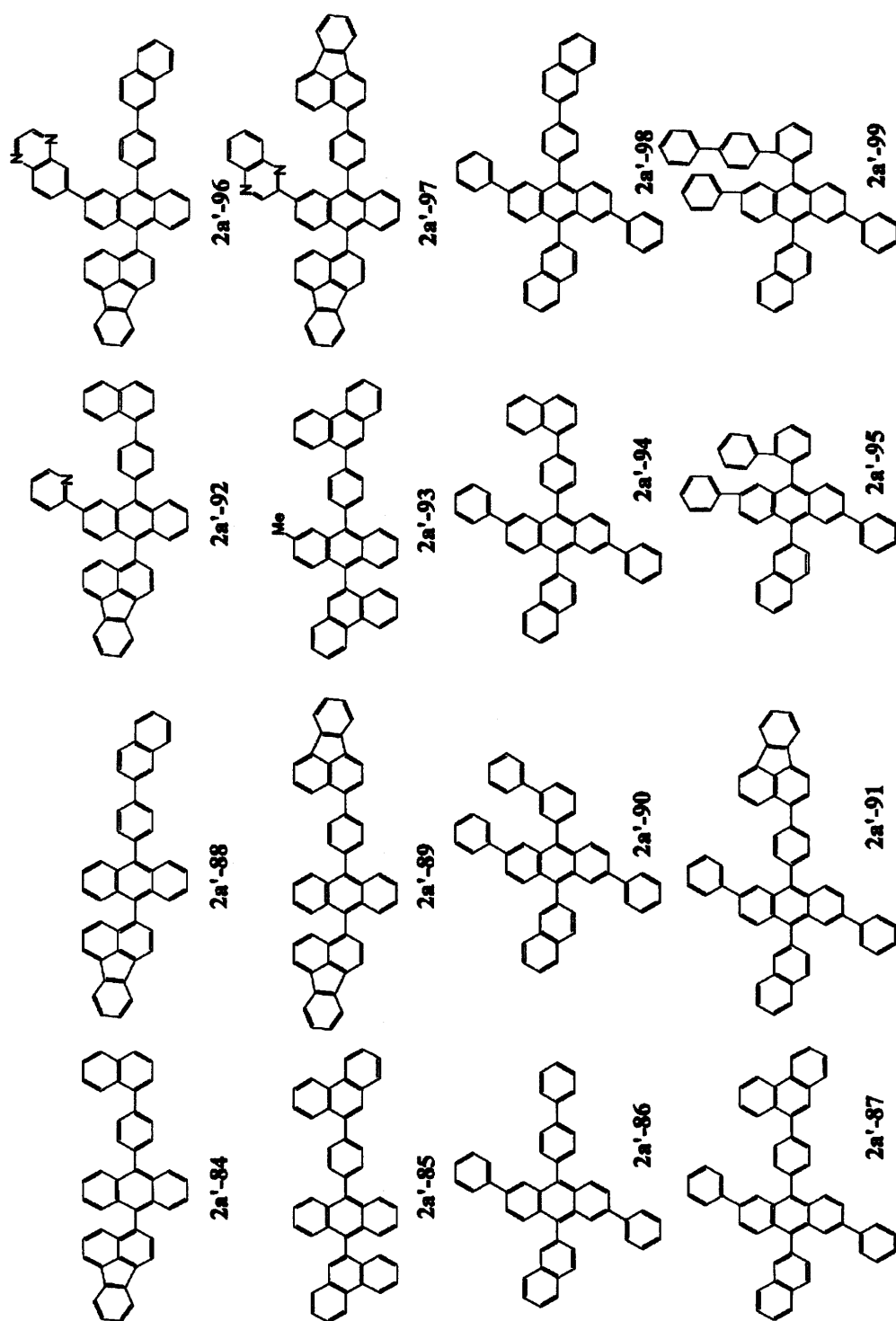
20

30

40

【 0 0 5 8 】

【化 2 2】



10

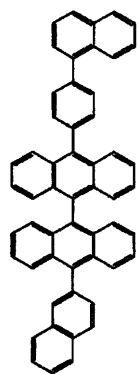
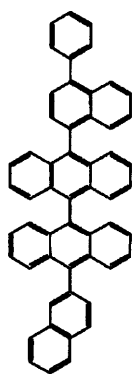
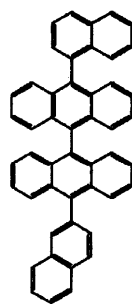
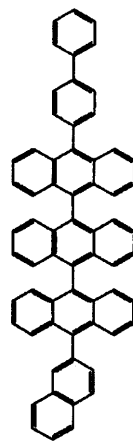
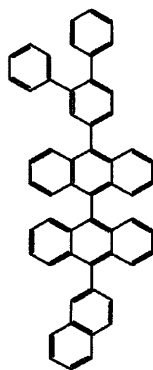
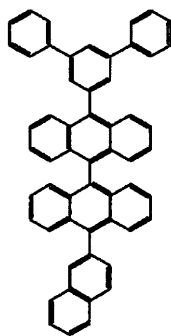
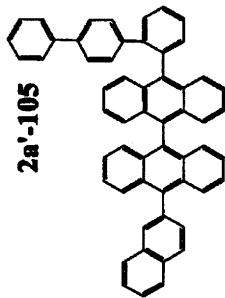
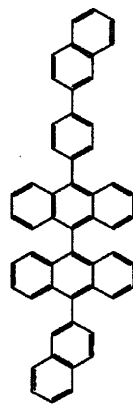
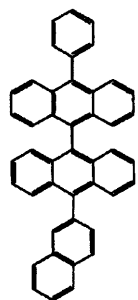
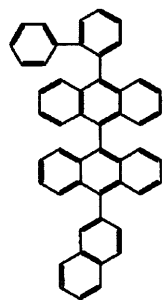
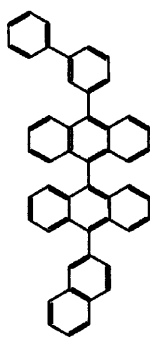
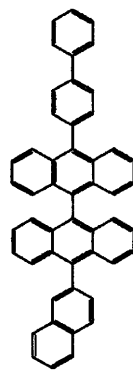
20

30

40

【 0 0 5 9】

【化 2 3】

**2a'-108****2a'-109****2a'-110****2a'-111****2a'-104****2a'-105****2a'-106****2a'-107****2a'-100****2a'-101****2a'-102****2a'-103**

【 0 0 6 0 】

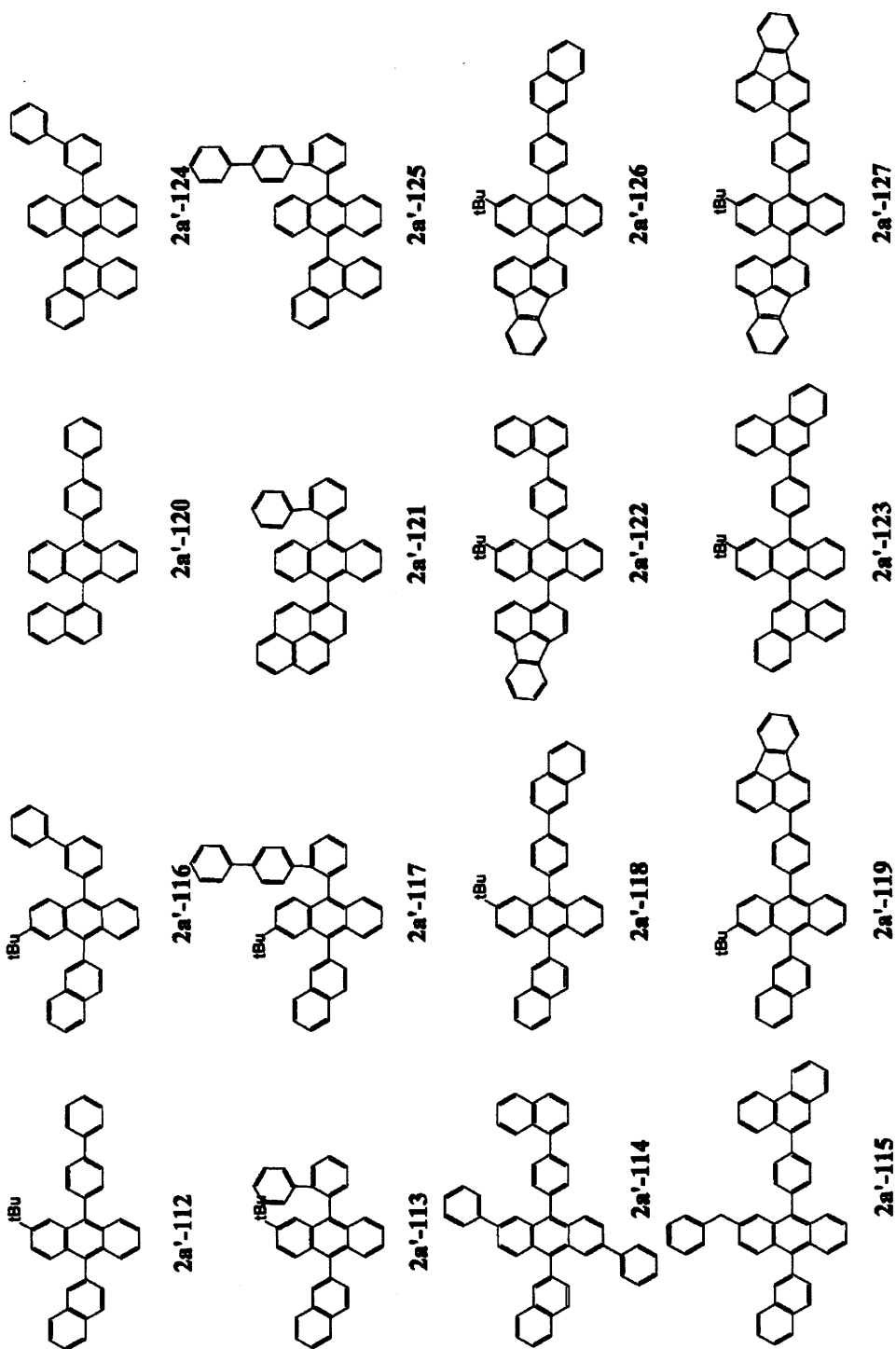
10

20

30

40

【化 2 4】



【 0 0 6 1】

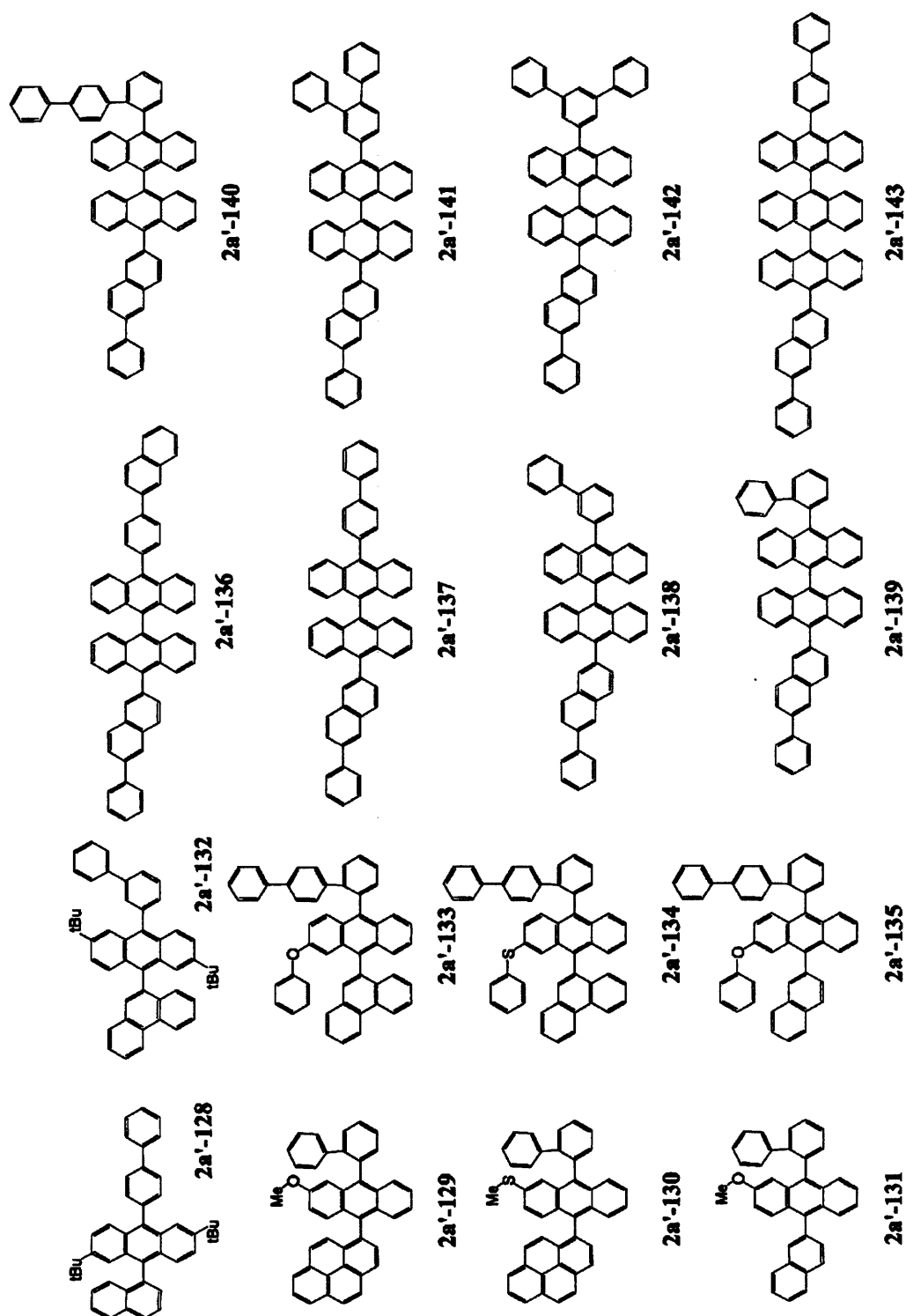
10

20

30

40

【化 2 5】



【 0 0 6 2 】
一般式 (2 b)

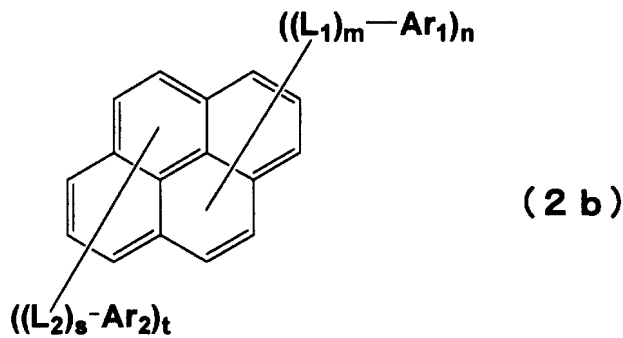
10

20

30

40

【化 2 6】



10

【0063】

(式(2b)中、 Ar_1 及び Ar_2 は、それぞれ独立に、置換もしくは無置換の核炭素数6～50のアリール基である。

L_1 及び L_2 は、それぞれ独立に、置換もしくは無置換のフェニレン基、置換もしくは無置換のナフタレニレン基、置換もしくは無置換のフルオレニレン基、及び置換もしくは無置換のジベンゾシロリレン基から選ばれる。

m は0～2の整数、 n は1～4の整数、 s は0～2の整数、 t は0～4の整数である。

また、 L_1 又は Ar_1 はピレンの1～5位のいずれかに結合し、 L_2 又は Ar_2 はピレンの6～10位のいずれかに結合する。)

20

【0064】

一般式(2b)における Ar_1 及び Ar_2 の核炭素数6～50のアリール基としては、フェニル基、1-ナフチル基、2-ナフチル基、1-アントリル基、2-アントリル基、9-アントリル基、9-(10-フェニル)アントリル基、9-(10-ナフチル-1-イル)アントリル基、9-(10-ナフチル-2-イル)アントリル基、1-フェナントリル基、2-フェナントリル基、3-フェナントリル基、4-フェナントリル基、9-フェナントリル基、1-ナフタセニル基、2-ナフタセニル基、9-ナフタセニル基、1-ピレニル基、2-ピレニル基、4-ピレニル基、2-ピフェニルイル基、3-ピフェニルイル基、4-ピフェニルイル基、p-ターフェニル-4-イル基、p-ターフェニル-3-イル基、p-ターフェニル-2-イル基、m-ターフェニル-4-イル基、m-ターフェニル-3-イル基、m-ターフェニル-2-イル基、o-トリル基、m-トリル基、p-トリル基、p-t-ブチルフェニル基、3-メチル-2-ナフチル基、4-メチル-1-ナフチル基、4-メチル-1-アントリル基等が挙げられる。好ましくは、核炭素数6～16の芳香族環基であり、特にフェニル基、1-ナフチル基、2-ナフチル基、9-(10-フェニル)アントリル基、9-(10-ナフチル-1-イル)アントリル基、9-(10-ナフチル-2-イル)アントリル基、9-フェナントリル基、1-ピレニル基、2-ピレニル基、4-ピレニル基、2-ピフェニルイル基、3-ピフェニルイル基、4-ピフェニルイル基、o-トリル基、m-トリル基、p-トリル基、p-t-ブチルフェニル基である。

30

40

【0065】

また、前記アリール基は、さらに置換基で置換されていても良く、置換基としては、アルキル基(メチル基、エチル基、プロピル基、イソプロピル基、n-ブチル基、s-ブチル基、イソブチル基、t-ブチル基、n-ペンチル基、n-ヘキシル基、n-ヘプチル基、n-オクチル基、ヒドロキシメチル基、1-ヒドロキシエチル基、2-ヒドロキシエチル基、2-ヒドロキシイソブチル基、1,2-ジヒドロキシエチル基、1,3-ジヒドロキシイソプロピル基、2,3-ジヒドロキシ-t-ブチル基、1,2,3-トリヒドロキシプロピル基、クロロメチル基、1-クロロエチル基、2-クロロエチル基、2-クロロイソブチル基、1,2-ジクロロエチル基、1,3-ジクロロイソプロピル基、2,3-ジクロロ-t-ブチル基、1,2,3-トリクロロプロピル基、プロモメチル基、1-ブ

50

ロモエチル基、2 - ブロモエチル基、2 - ブロモイソブチル基、1, 2 - ジブロモエチル基、1, 3 - ジブロモイソプロピル基、2, 3 - ジブロモ - t - ブチル基、1, 2, 3 - トリブロモプロピル基、ヨードメチル基、1 - ヨードエチル基、2 - ヨードエチル基、2 - ヨードイソブチル基、1, 2 - ジヨードエチル基、1, 3 - ジヨードイソプロピル基、2, 3 - ジヨード - t - ブチル基、1, 2, 3 - トリヨードプロピル基、アミノメチル基、1 - アミノエチル基、2 - アミノエチル基、2 - アミノイソブチル基、1, 2 - ジアミノエチル基、1, 3 - ジアミノイソプロピル基、2, 3 - ジアミノ - t - ブチル基、1, 2, 3 - トリアミノプロピル基、シアノメチル基、1 - シアノエチル基、2 - シアノエチル基、2 - シアノイソブチル基、1, 2 - ジシアノエチル基、1, 3 - ジシアノイソプロピル基、2, 3 - ジシアノ - t - ブチル基、1, 2, 3 - トリシアノプロピル基、ニトロメチル基、1 - ニトロエチル基、2 - ニトロエチル基、2 - ニトロイソブチル基、1, 2 - ジニトロエチル基、1, 3 - ジニトロイソプロピル基、2, 3 - ジニトロ - t - ブチル基、1, 2, 3 - トリニトロプロピル基、シクロプロピル基、シクロブチル基、シクロペンチル基、シクロヘキシル基、4 - メチルシクロヘキシル基、1 - アダマンチル基、2 - アダマンチル基、1 - ノルボルニル基、2 - ノルボルニル基など)、炭素数 1 ~ 6 のアルコキシ基 (エトキシ基、メトキシ基、i - プロポキシ基、n - プロポキシ基、s - ブトキシ基、t - ブトキシ基、ペントキシ基、ヘキシルオキシ基、シクロペントキシ基、シクロヘキシルオキシ基など)、核原子数 5 ~ 40 のアリール基、核原子数 5 ~ 40 のアリール基で置換されたアミノ基、核原子数 5 ~ 40 のアリール基を有するエステル基、炭素数 1 ~ 6 のアルキル基を有するエステル基、シアノ基、ニトロ基、ハロゲン原子などが挙げられる。

10

20

【0066】

一般式 (2b) における L_1 及び L_2 は、好ましくは置換もしくは無置換のフェニレン基及び置換もしくは無置換のフルオレニレン基から選ばれる。

また、この置換基としては、前記芳香族基で挙げたものと同様のものが挙げられる。

一般式 (2b) における m は、好ましくは 0 ~ 1 の整数である。一般式 (2b) における n は、好ましくは 1 ~ 2 の整数である。一般式 (2b) における s は、好ましくは 0 ~ 1 の整数である。

一般式 (2b) における t は、好ましくは 0 ~ 2 の整数である。

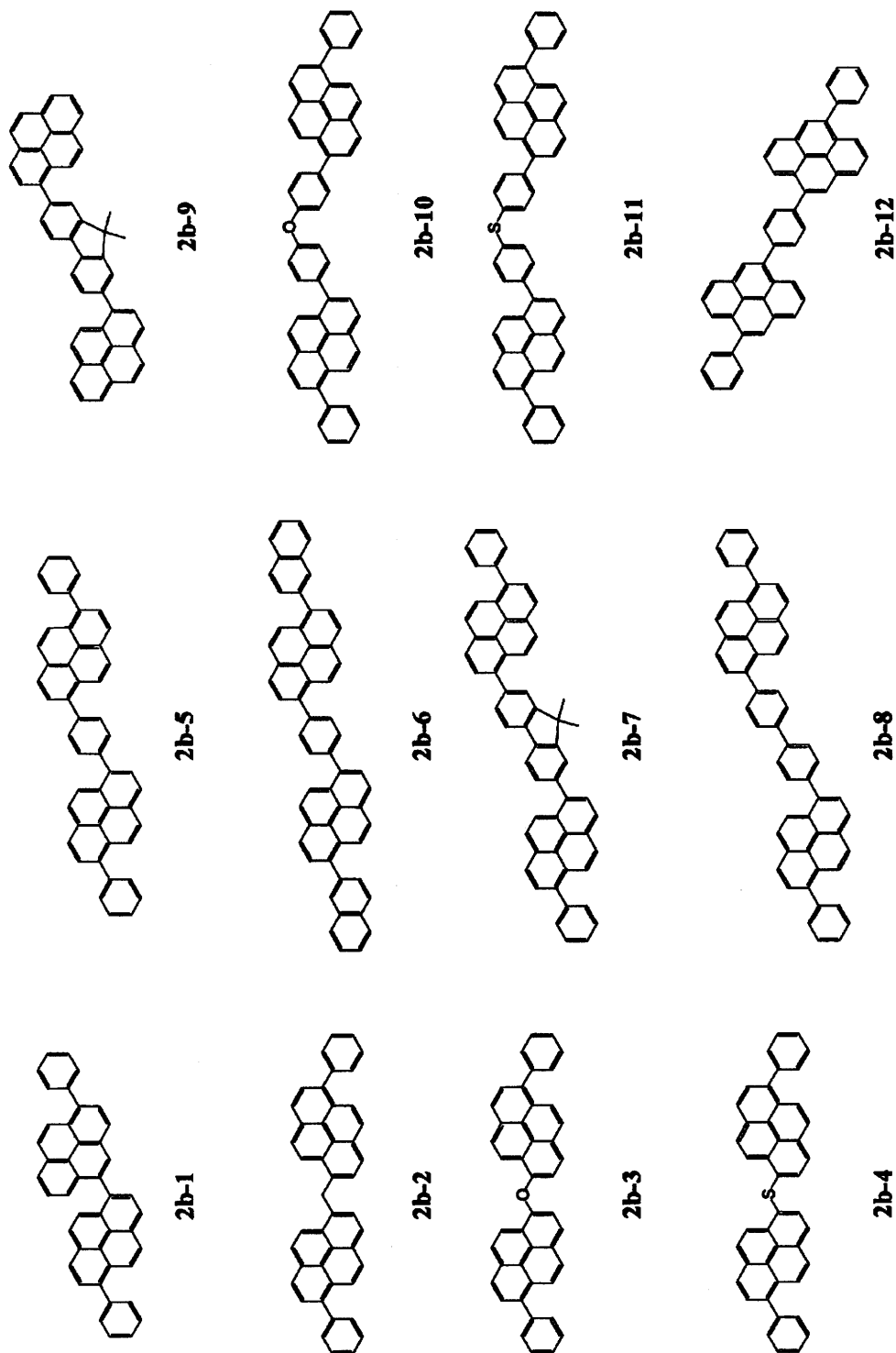
【0067】

30

本発明の有機 EL 素子に用いられる一般式 (2b) で表されるピレン誘導体の具体例としては、国際公開第 2005/115950 号パンフレット [0020] ~ [0023] に示されている非対称ピレン誘導体を挙げることができる。この他に対称ピレン誘導体も本発明の有機 EL 素子用材料として利用できる。代表的な具体例を下記に示す。

【0068】

【化 2 7】



10

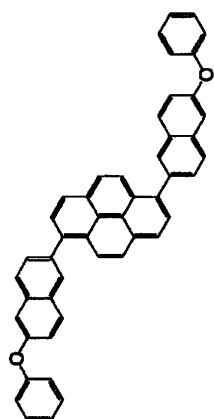
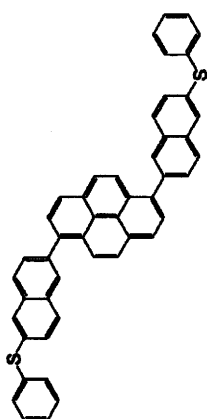
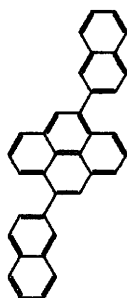
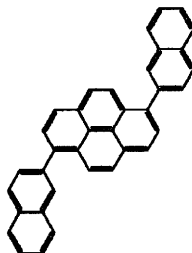
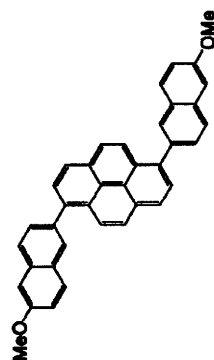
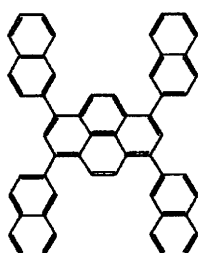
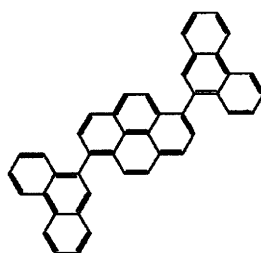
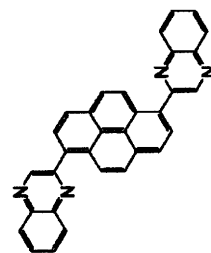
20

30

40

【 0 0 6 9 】

【化 2 8】

**2b-19****2b-20****2b-16****2b-17****2b-18****2b-13****2b-14****2b-15**

【 0 0 7 0】

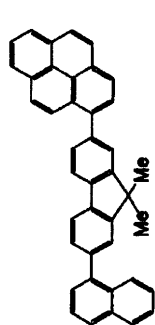
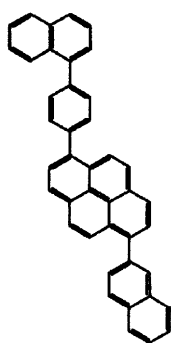
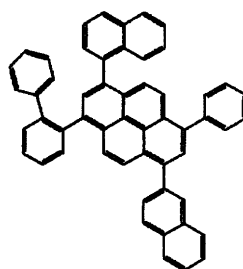
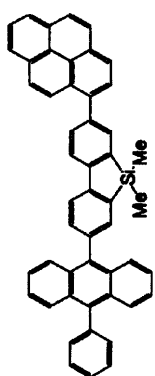
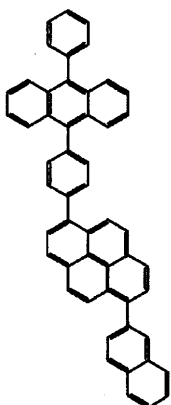
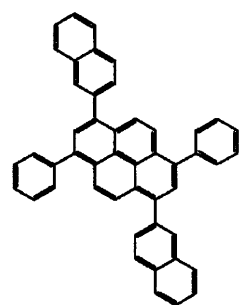
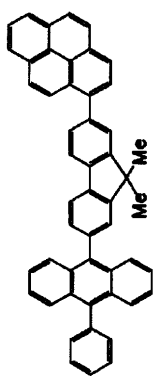
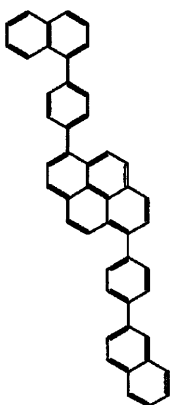
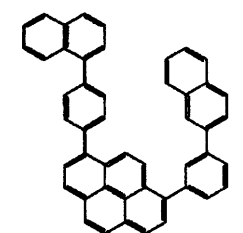
10

20

30

40

【化 2 9】

**2b-27****2b-28****2b-29****2b-24****2b-25****2b-26****2b-21****2b-22****2b-23**

【 0 0 7 1】

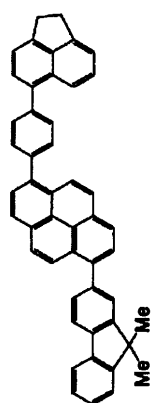
10

20

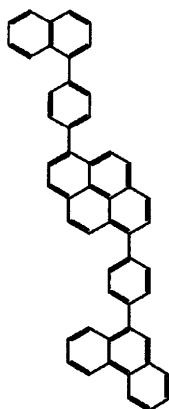
30

40

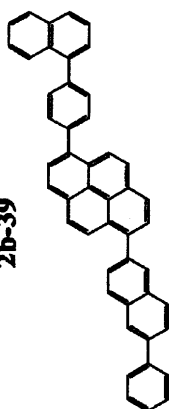
【化 3 0】



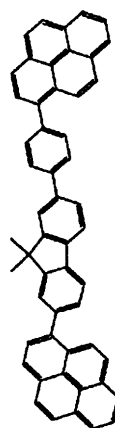
2b-38



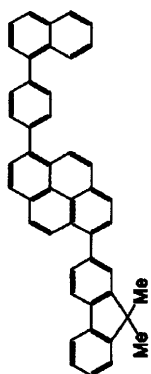
2b-39



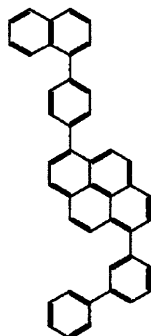
2b-40



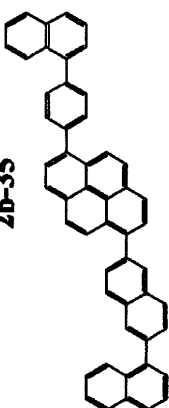
2b-42



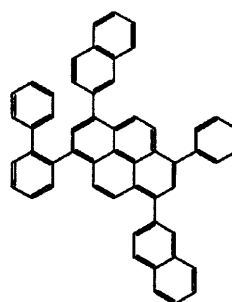
2b-34



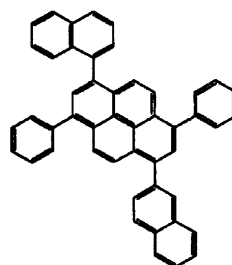
2b-35



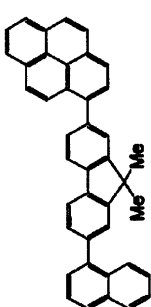
2b-36



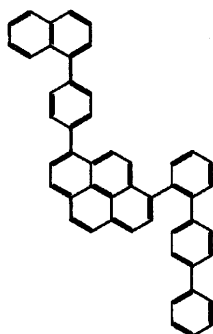
2b-41



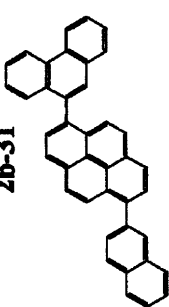
2b-37



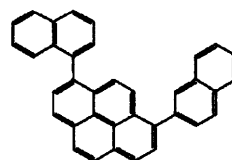
2b-30



2b-31



2b-32



2b-33

【 0 0 7 2】

一般式 (2 c)

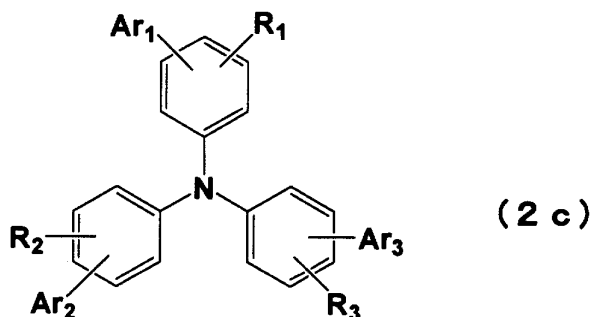
10

20

30

40

【化 3 1】



10

(式(2c)中、 Ar_1 、 Ar_2 及び Ar_3 は、それぞれ独立に、アントラセン構造を有する基、フェナントレン構造を有する基、及び、ピレン構造を有する基から選ばれる。

R_1 、 R_2 及び R_3 は、それぞれ独立に、水素原子又は置換基を表す。)

【0073】

一般式(2c)における Ar_1 、 Ar_2 及び Ar_3 は、好ましくは置換もしくは無置換のアントリルフェニル基、アントリル基、フェナントレニル基、ペリレニル基及びピレニル基から選ばれ、より好ましくはアルキル置換もしくは無置換のアントリルフェニル基、フェナントリル基及びピレニル基から選ばれ、特に好ましくはピレニル基及びフェナントリル基から選ばれる。

20

【0074】

一般式(2c)における R_1 、 R_2 及び R_3 としては、水素原子、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1~10であり、例えばメトキシ、エトキシ、ブトキシ、2-エチルヘキシロキシなどが挙げられる)、アリールオキシ基(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)、ヘテロアリールオキシ基(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、ピラジルオキシ、ピリミジルオキシ、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

30

40

50

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)、ヘテロアリールチオ基(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、例えばピリジルチオ、2 - ベンズイミダゾリルチオ、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、ヨウ素原子などが挙げられる)、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(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、具体的には例えばイミダゾリル、ピリジル、キノリル、フリル、チエニル、ピペリジル、モルホリノ、ベンズオキサゾリル、ベンズイミダゾリル、ベンズチアゾリルなどが挙げられる)、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)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い。

一般式(2c)における置換基 R^1 、 R^2 及び R^3 は、好ましくはアルキル基及びアリール基から選ばれる。

【0075】

本発明の有機 EL 素子に用いられる一般式(2c)で表されるアミン誘導体の具体例としては、特開 2002 - 324678 号公報 [0079] ~ [0083] に示されているアミン誘導体などの公知の各種アミン誘導体を挙げる事ができる。代表的な具体例を下記に示す。

【0076】

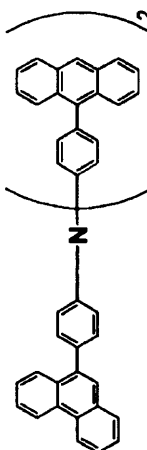
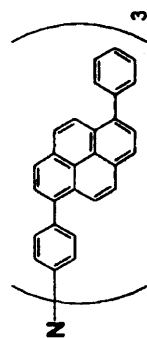
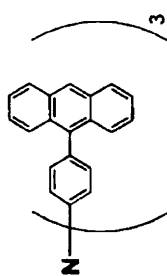
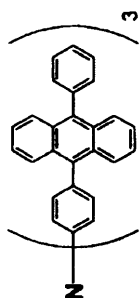
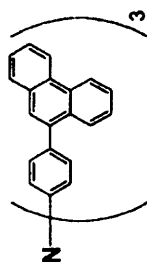
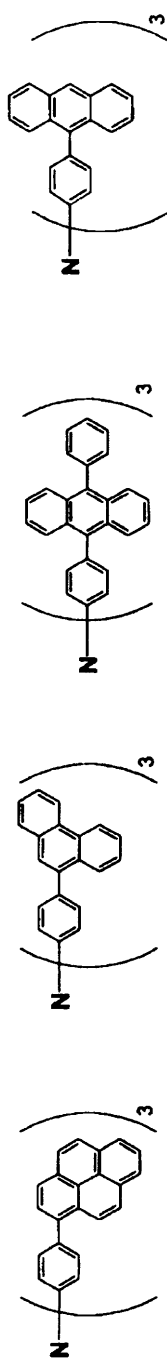
10

20

30

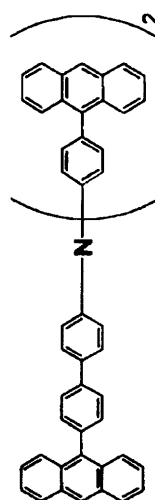
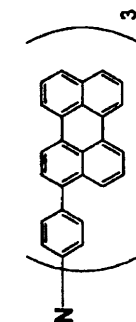
40

【化 3 2】



2c-5

2c-6



【 0 0 7 7 】

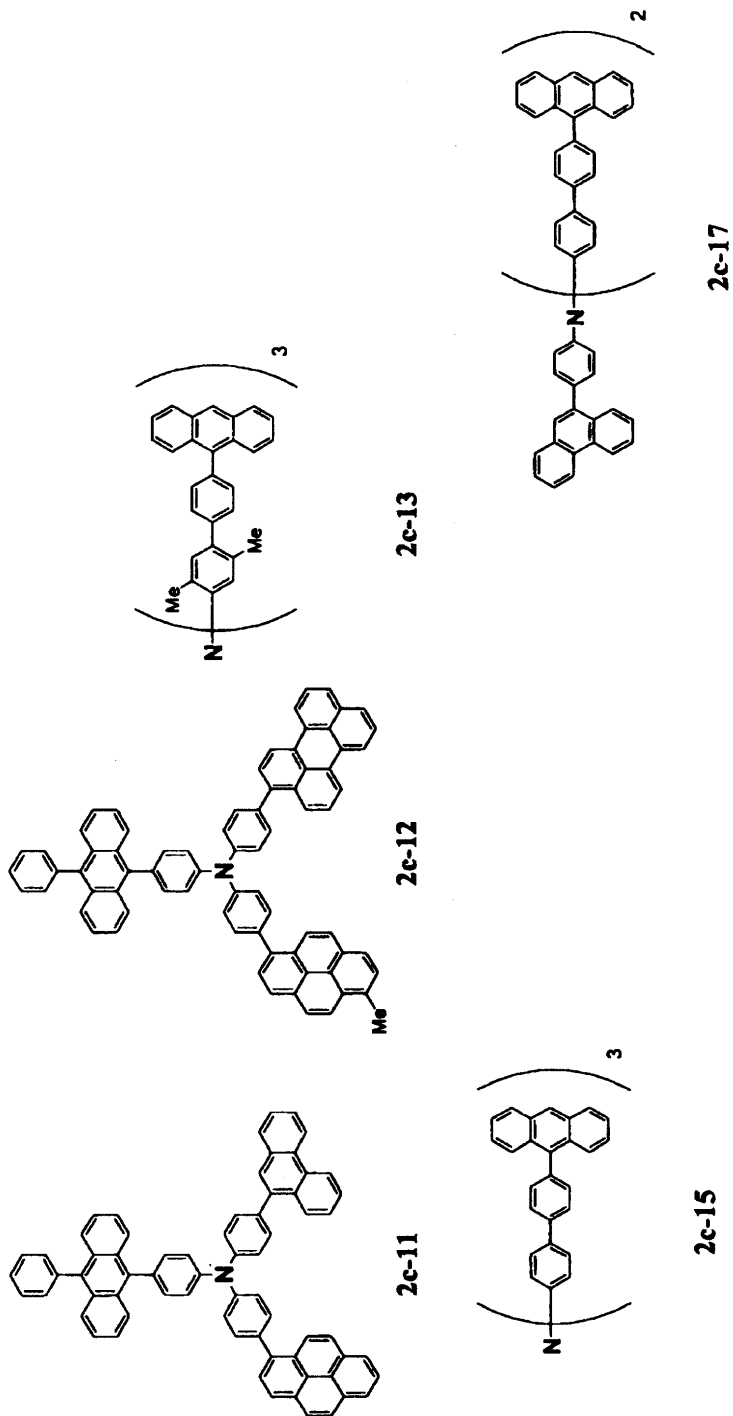
10

20

30

40

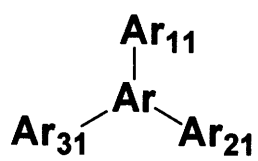
【化 3 3】



【 0 0 7 8】

一般式 (2 d)

【化 3 4】



(2 d)

(式 (2 d) 中、Ar₁₁、Ar₂₁及びAr₃₁は、それぞれ独立に、核炭素数 6 ~ 50のアリ

10

20

30

40

50

ール基を表す。前記アリール基は1又は2以上の置換基で置換されていてもよい。

$A r_{11}$ 、 $A r_{21}$ 、 $A r_{31}$ 及びこれらのアリール基が有する置換基の少なくとも1つは核炭素数10～20の縮環アリール構造又は核炭素数6～20の縮環ヘテロアリール構造を有する。

$A r$ は芳香族環又は複素芳香環から誘導される3価の基を表す。)

【0079】

一般式(2d)の $A r_{11}$ 、 $A r_{21}$ 及び $A r_{31}$ の核炭素数6～50のアリール基は、好ましくは核炭素数が6～30、より好ましくは6～20、さらに好ましくは6～16である。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、フェナントレニル基、ピレニル基、ペリレニル基、フルオレニル基、ピフェニルイル基、ターフェニルイル基、ルブレニル基、クリセニル基、トリフェニレニル基、ベンゾアントリル基、ベンゾフェナントレニル基、ジフェニルアントリル基などが挙げられ、これらのアリール基はさらに置換基を有していてもよい。

【0080】

アリール基上の置換基としては、例えば、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1～10であり、例えばメトキシ、エトキシ、ブトキシ、2-エチルヘキシロキシなどが挙げられる)、アリールオキシ基(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)、ヘテロアリールオキシ基(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、例えばビリジルオキシ、ピラジルオキシ、ピリミジルオキシ、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、例えばアセチル、ベンゾイル、ホルミル、ピパ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)、アリールオキシカルボニル基(好ましくは炭素数7～30、より好ましくは炭素数7～20、特に好ましくは炭素数7～12であり、例えばフェニルオキシカルボニルなどが挙げられる)、アシルオキシ基(好ましくは炭素数2～30、より好ましくは炭素数2～20、特に好ましくは炭素数2～10であり、例えばアセトキシ、ベンゾイルオキシなどが挙げられる)、アシルアミノ基(好ましくは炭素数2～30、より好ましくは炭素数2～20、特に好ましくは炭素数2～10であり、例えばアセチルアミノ、ベンゾイルアミノなどが挙げられる)、アルコキシカルボニルアミノ基(好ましくは炭素数2～30、より好ましくは炭素数2～20、特に好ましくは炭素数2～12であり、例えばメトキシカルボニルアミノなどが挙げられる)、アリールオキシカルボニルアミノ基(好ましくは炭素数7～30、より好ましくは炭素数7～20、特に好ましくは炭素数7～12であり、例えばフェニルオキシカルボニルアミノなどが挙げられる)、スルホニルアミノ基(好ましくは炭素数1～30、より好ましくは炭素数1～20、特に好ましくは炭素数1～12であり、例えばメタンスルホニルアミノ、

ベンゼンスルホニルアミノなどが挙げられる)、スルファモイル基(好ましくは炭素数0~30、より好ましくは炭素数0~20、特に好ましくは炭素数0~12であり、例えばスルファモイル、メチルスルファモイル、ジメチルスルファモイル、フェニルスルファモイルなどが挙げられる)、カルバモイル基(好ましくは炭素数1~30、より好ましくは炭素数1~20、特に好ましくは炭素数1~12であり、例えばカルバモイル、メチルカルバモイル、ジエチルカルバモイル、フェニルカルバモイルなどが挙げられる)、アルキルチオ基(好ましくは炭素数1~30、より好ましくは炭素数1~20、特に好ましくは炭素数1~12であり、例えばメチルチオ、エチルチオなどが挙げられる)、アリールチオ基(好ましくは炭素数6~30、より好ましくは炭素数6~20、特に好ましくは炭素数6~12であり、例えばフェニルチオなどが挙げられる)、ヘテロアリールチオ基(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、ヨウ素原子などが挙げられる)、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(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、具体的には例えばイミダゾリル、ピリジル、キノリル、フリル、チエニル、ピペリジル、モルホリノ、ベンズオキサゾリル、ベンズイミダゾリル、ベンズチアゾリル、カルバゾリル基、アゼピニ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)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い。

【0081】

一般式(2d)における Ar_{11} 、 Ar_{21} 、 Ar_{31} 及びこれらのアリール基が有する置換基の少なくとも1つが有する核炭素数10~20の縮環アリール構造としては、ナフタレン構造、アントラセン構造、フェナントレン構造、ピレン構造、ペリレン構造などが挙げられ、好ましくはナフタレン構造、アントラセン構造、ピレン構造、フェナントレン構造であり、より好ましくはフェナントレン構造、4環以上のアリール構造であり、特に好ましくはピレン構造である。

一般式(2d)における Ar_{11} 、 Ar_{21} 、 Ar_{31} 及びこれらのアリール基が有する置換基の少なくとも1つが有する核炭素数6~20の縮環ヘテロアリール構造としては、キノリン構造、キノキサリン構造、キナゾリン構造、アクリジン構造、フェナントリジン構造、フタラジン構造、フェナントロリン構造などが挙げられ、好ましくは、キノリン構造、キノキサリン構造、キナゾリン構造、フタラジン構造、フェナントロリン構造である。

【0082】

一般式(2d)における Ar の芳香環から誘導される3価の基は、好ましくは炭素数6~30であり、より好ましくは6~20であり、さらに好ましくは炭素数6~16である。具体的には、ベンゼン、ナフタレン、アントラン、フェナントレン、ピレン、トリフェニレンから誘導される3価の基などが挙げられる。

一般式(2d)における Ar の複素芳香環から誘導される3価の基は、好ましくはヘテロ原子として窒素原子、硫黄原子及び酸素原子から選ばれる原子を含み、より好ましくは窒素原子を含む。また、好ましくは炭素数2~30であり、より好ましくは炭素数3~20で

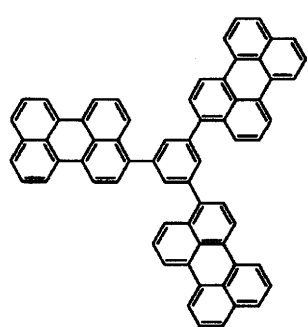
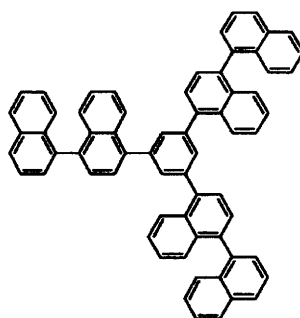
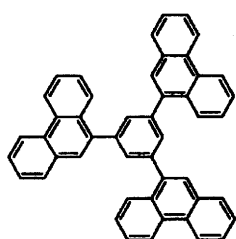
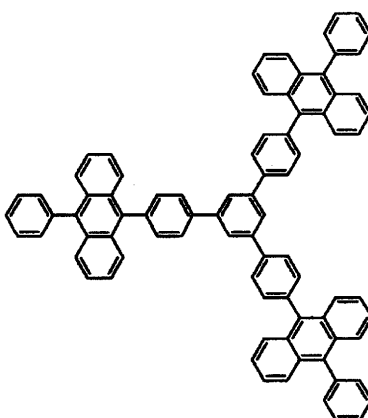
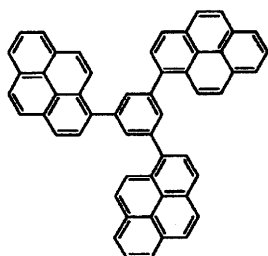
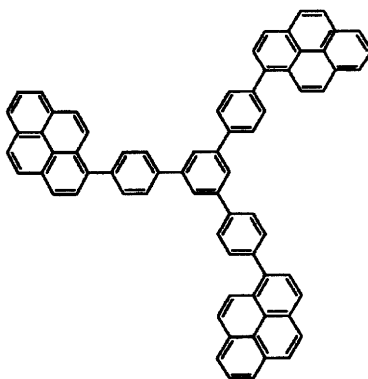
あり、さらに好ましくは炭素数 3 ~ 16 である。具体的には、ピリジン、ピラジン、チオピラン、キノリン、キノキサリン、トリアジンから誘導される 3 価の基などが挙げられる。これらの芳香環又は複素芳香環から誘導される 3 価の基は置換基を有していても良い。置換基としては、置換基 $A_{r_{11}}$ のアリール基上の置換基で示した基などが挙げられる。 A_r は、好ましくはベンゼントリイル、ナフタレントリイル、アントラセントリイル、ピレントリイル、トリフェニレンから誘導される 3 価の基であり、より好ましくはベンゼントリイルであり、さらに好ましくは無置換 ($A_{r_{11}}$ 、 $A_{r_{21}}$ 及び $A_{r_{31}}$ は置換されている) ベンゼントリイル、アルキル置換ベンゼントリイルである。

【 0 0 8 3 】

本発明の有機 EL 素子に用いられる一般式 (2 d) で表されるベンゼン誘導体の具体例としては、特開 2 0 0 2 - 3 2 4 6 7 8 号公報 [0 0 7 9] ~ [0 0 8 3] に示されているベンゼン誘導体などの公知の各種ベンゼン誘導体を挙げることができる。代表的な具体例を下記に示す。

【 0 0 8 4 】

【化 3 5】

**2d-3****2d-6****2d-2****2d-5****2d-1****2d-4**

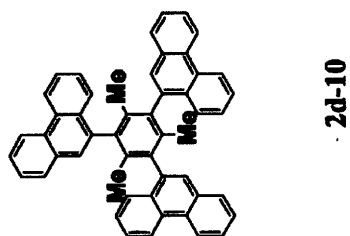
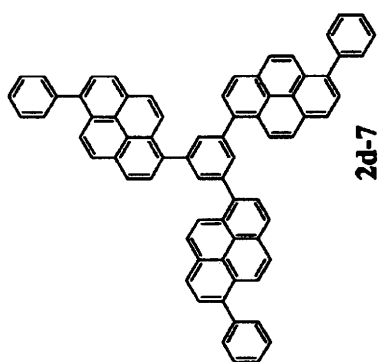
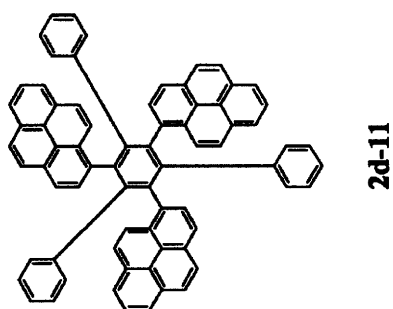
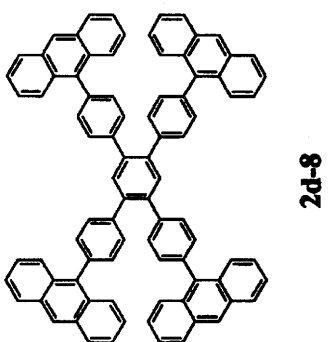
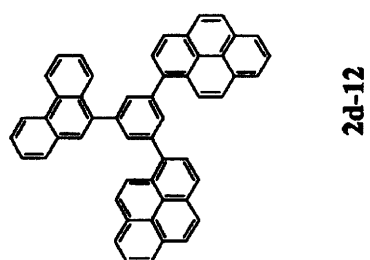
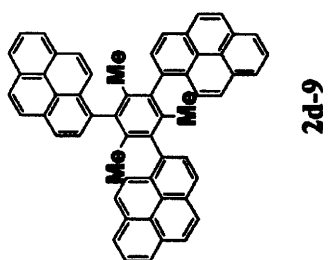
【 0 0 8 5 】

10

20

30

【化 3 6】



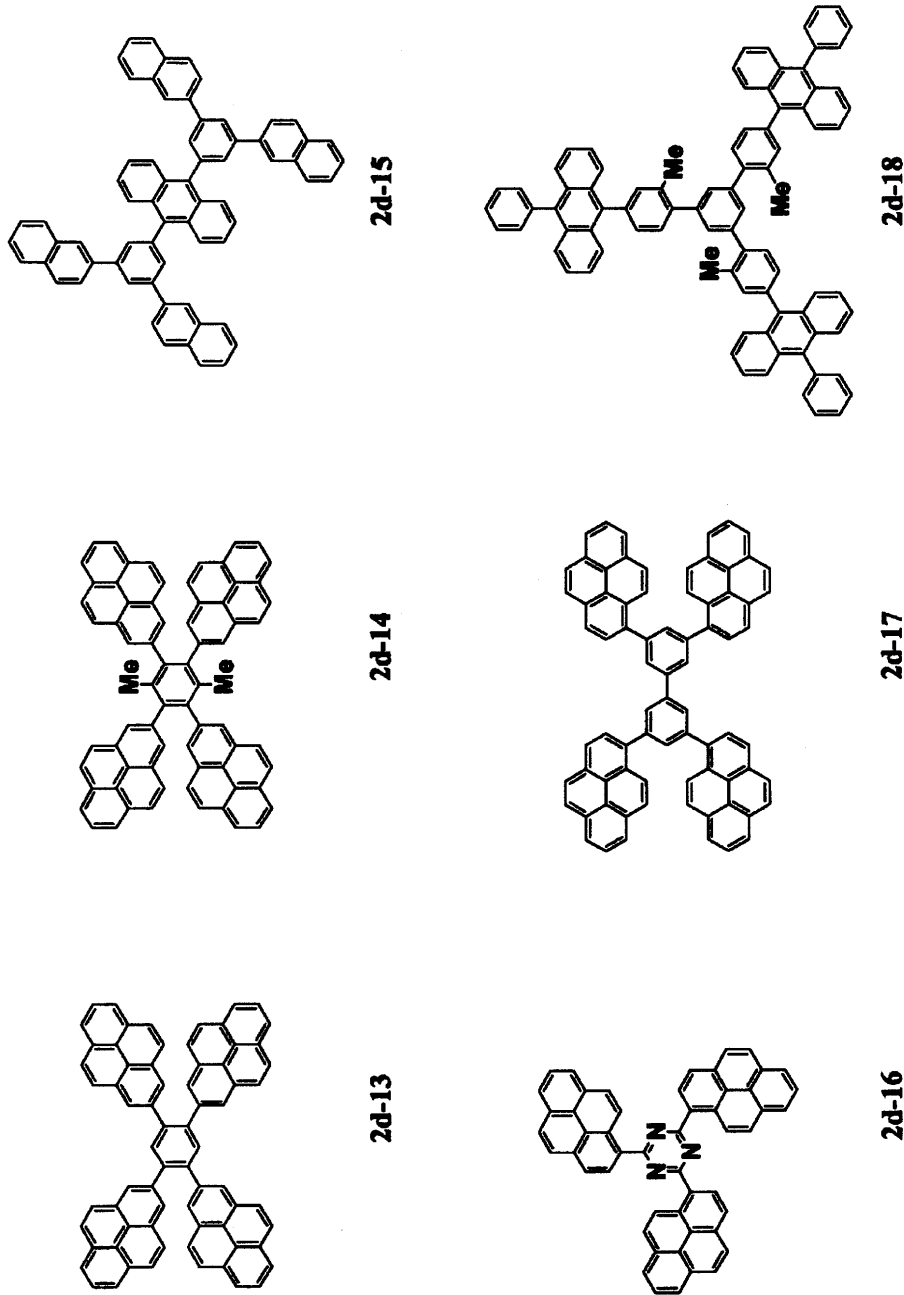
【 0 0 8 6 】

10

20

30

【化 3 7】



【 0 0 8 7】

本発明の有機EL素子において、発光層等の各有機層の形成は、真空蒸着、分子線蒸着法(MBE法)、スパッタリング、プラズマ、イオンプレーティング等の乾式成膜法や溶媒に解かした溶液のスピコート、ディッピング、キャスト、バーコート、ロールコート、フローコート、インクジェット等の塗布法が適用することができる。

特に、本発明のフルオランテン化合物を用いて有機EL素子を製造する場合、有機化合物層及び発光層は、蒸着ばかりでなく、湿式でも成膜できる。

有機化合物層の各層の膜厚は特に限定されるものではないが、適切な膜厚に設定する必要がある。一般に膜厚が薄すぎるとピンホール等が発生して、電界を印加しても十分な発光輝度が得られなくなるおそれがあり、逆に厚すぎると一定の光出力を得るために高い印加電圧が必要となり効率が悪くなるため、通常、膜厚は5nm~10μmの範囲が適して

10

20

30

40

50

いるが、 $10\text{ nm} \sim 0.2\text{ }\mu\text{m}$ の範囲がさらに好ましい。

【0088】

湿式成膜法の場合、有機EL素子用材料として本発明のフルオランテン化合物と、溶媒とを含有する有機EL材料含有溶液を用いることができ、この有機EL材料含有溶液は、本発明のフルオランテン化合物を少なくとも1種と、前記一般式(2a)～(2d)で表される化合物から選ばれる少なくとも1種とを含む有機EL材料含有溶液を用いると好ましい。

この場合、各層を形成する有機EL材料を、適切な溶媒に溶解又は分散させて有機EL材料含有溶液を調製し、薄膜を形成するが、その溶媒はいずれであってもよい。溶媒としては、例えば、ジクロロメタン、ジクロロエタン、クロロホルム、四塩化炭素、テトラクロロエタン、トリクロロエタン、クロロベンゼン、ジクロロベンゼン、クロロトルエン、トリフルオロトルエンなどのハロゲン系炭化水素系溶媒や、ジブチルエーテル、テトラヒドロフラン、テトラヒドロピラン、ジオキサン、アニソール、ジメトキシエタン、などのエーテル系溶媒、メタノールやエタノール、プロパノール、イソプロパノール、ブタノール、ペンタノール、ヘキサノール、シクロヘキサノール、メチルセロソルブ、エチルセロソルブ、エチレングリコールなどのアルコール系溶媒、アセトン、メチルエチルケトン、ジエチルケトン、2-ヘキサノン、メチルイソブチルケトン、2-ヘプタノン、4-ヘプタノン、ジイソブチルケトン、アセトニルアセトン、イソホロン、シクロヘキサノン、メチルヘキサノン、アセトフェノンなどのケトン系溶媒、ベンゼン、トルエン、キシレン、エチルベンゼン、ヘキサン、シクロヘキサン、オクタン、デカン、テトラリンなどの炭化水素系溶媒、酢酸エチル、酢酸ブチル、酢酸アミルなどのエステル系溶媒、ジメチルカーボネート、メチルエチルカーボネート、ジエチルカーボネートなどの鎖状炭酸エステル系溶媒、エチレンカーボネート、プロピレンカーボネートなどの環状炭酸エステル系溶媒などが挙げられる。なかでも、トルエン、ジオキサンなどの炭化水素系溶媒やエーテル系溶媒が好ましい。また、これらの溶媒は一種を単独で使用しても二種以上を混合して用いてもよい。なお、使用し得る溶媒はこれらに限定されるものではない。

【0089】

また、いずれの有機化合物層においても、成膜性向上、膜のピンホール防止等のため適切な樹脂や添加剤を使用してもよい。使用の可能な樹脂としては、ポリスチレン、ポリカーボネート、ポリアリレート、ポリエステル、ポリアミド、ポリウレタン、ポリスルホン、ポリメチルメタクリレート、ポリメチルアクリレート、セルロース等の絶縁性樹脂及びそれらの共重合体、ポリ-N-ビニルカルバゾール、ポリシラン等の光導電性樹脂、ポリアニリン、ポリチオフェン、ポリピロール等の導電性樹脂などが挙げられる。また、添加剤としては、酸化防止剤、紫外線吸収剤、可塑剤などが挙げられる。

本発明により得られた有機EL素子の、温度、湿度、雰囲気等に対する安定性の向上のために、素子の表面に保護層を設けたり、シリコンオイル、樹脂等により素子全体を保護することも可能である。

本発明の有機EL素子においては、好ましくは一対の電極の少なくとも一方の表面に、カルコゲニド層、ハロゲン化金属層及び金属酸化物層から選ばれる層を配置したものである。

【0090】

(有機EL素子の構成)

以下、本発明の有機EL素子の素子構成について説明する。

(1) 有機EL素子の構成

本発明の有機EL素子の代表的な素子構成としては、

- (1) 陽極 / 発光層 / 陰極
- (2) 陽極 / 正孔注入層 / 発光層 / 陰極
- (3) 陽極 / 発光層 / 電子注入層 / 陰極
- (4) 陽極 / 正孔注入層 / 発光層 / 電子注入層 / 陰極
- (5) 陽極 / 有機半導体層 / 発光層 / 陰極

- (6) 陽極 / 有機半導体層 / 電子障壁層 / 発光層 / 陰極
 - (7) 陽極 / 有機半導体層 / 発光層 / 付着改善層 / 陰極
 - (8) 陽極 / 正孔注入層 / 正孔輸送層 / 発光層 / 電子注入層 / 陰極
 - (9) 陽極 / 絶縁層 / 発光層 / 絶縁層 / 陰極
 - (10) 陽極 / 無機半導体層 / 絶縁層 / 発光層 / 絶縁層 / 陰極
 - (11) 陽極 / 有機半導体層 / 絶縁層 / 発光層 / 絶縁層 / 陰極
 - (12) 陽極 / 絶縁層 / 正孔注入層 / 正孔輸送層 / 発光層 / 絶縁層 / 陰極
 - (13) 陽極 / 絶縁層 / 正孔注入層 / 正孔輸送層 / 発光層 / 電子注入層 / 陰極
- などの構造を挙げることができる。

これらの中で通常(8)の構成が好ましく用いられる。

10

本発明の化合物は、上記のどの有機層に用いられてもよいが、これらの構成要素の中の発光帯域もしくは正孔輸送帯域に含有されていることが好ましい。含有させる量は30～100モル%から選ばれる。

【0091】

(2) 透光性基板

本発明の有機EL素子は、透光性の基板上に作製する。ここでいう透光性基板は有機EL素子を支持する基板であり、400～700nmの可視領域の光の透過率が50%以上で平滑な基板が好ましい。

具体的には、ガラス板、ポリマー板等が挙げられる。ガラス板としては、特にソーダ石灰ガラス、バリウム・ストロンチウム含有ガラス、鉛ガラス、アルミノケイ酸ガラス、ホウケイ酸ガラス、バリウムホウケイ酸ガラス、石英等が挙げられる。またポリマー板としては、ポリカーボネート、アクリル、ポリエチレンテレフタレート、ポリエーテルサルファイド、ポリサルフォン等を挙げることができる。

20

【0092】

(3) 陽極

本発明の有機EL素子の陽極は、正孔を正孔輸送層又は発光層に注入する役割を担うものであり、4.5eV以上の仕事関数を有することが効果的である。本発明に用いられる陽極材料の具体例としては、酸化インジウム錫合金(ITO)、酸化錫(NESA)、金、銀、白金、銅等が適用できる。また、陽極としては、電子輸送層又は発光層に電子を注入する目的で、仕事関数の小さい材料が好ましい。

30

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

このように発光層からの発光を陽極から取り出す場合、陽極の発光に対する透過率が10%より大きくすることが好ましい。また、陽極のシート抵抗は、数百 $\Omega/\square$ 以下が好ましい。陽極の膜厚は材料にもよるが、通常10nm～1 μ m、好ましくは10～200nmの範囲で選択される。

【0093】

(4) 発光層

有機EL素子の発光層は以下の機能を併せ持つものである。すなわち、

- (1) 注入機能；電界印加時に陽極又は正孔注入層より正孔を注入することができ、陰極又は電子注入層より電子を注入することができる機能
 - (2) 輸送機能；注入した電荷(電子と正孔)を電界の力で移動させる機能
 - (3) 発光機能；電子と正孔の再結合の場を提供し、これを発光につなげる機能
- がある。ただし、正孔の注入されやすさと電子の注入されやすさに違いがあってもよく、また、正孔と電子の移動度で表される輸送能に大小があってもよいが、どちらか一方の電荷を移動することが好ましい。

40

この発光層を形成する方法としては、例えば蒸着法、スピンコート法、LB法等の公知の方法を適用することができる。発光層は、特に分子堆積膜であることが好ましい。

ここで分子堆積膜とは、気相状態の材料化合物から沈着され形成された薄膜や、溶液状態又は液相状態の材料化合物から固体化され形成された膜のことであり、通常この分子堆

50

積膜は、LB法により形成された薄膜（分子累積膜）とは凝集構造、高次構造の相違や、それに起因する機能的な相違により区分することができる。

また、特開昭57-51781号公報に開示されているように、樹脂等の結着剤と材料化合物とを溶剤に溶かして溶液とした後、これをスピンコート法等により薄膜化することによっても、発光層を形成することができる。

本発明においては、本発明の目的が損なわれない範囲で、所望により発光層に、本発明のフルオランテン構造を有する化合物及び縮合環含有化合物からなる発光材料以外の他の公知の発光材料を含有させても良く、また本発明の発光材料を含む発光層に、他の公知の発光材料を含む発光層を積層しても良い。

さらに、発光層の膜厚は、好ましくは5~50nm、より好ましくは7~50nm、最も好ましくは10~50nmである。5nm未満では発光層形成が困難となり、色度の調整が困難となる恐れがあり、50nmを超えると駆動電圧が上昇する恐れがある。

【0094】

(5) 正孔注入・輸送層（正孔輸送帯域）

正孔注入・輸送層は発光層への正孔注入を助け、発光領域まで輸送する層であって、正孔移動度が大きく、イオン化エネルギーが通常5.5eV以下と小さい。このような正孔注入・輸送層としては、より低い電界強度で正孔を発光層に輸送する材料が好ましく、さらに正孔の移動度が、例えば $10^4 \sim 10^6 \text{V/cm}$ の電界印加時に、少なくとも $10^{-4} \text{cm}^2/\text{V} \cdot \text{秒}$ であれば好ましい。

本発明のフルオランテン化合物を正孔輸送帯域に用いる場合、本発明のフルオランテン化合物単独で正孔注入、輸送層を形成してもよく、他の材料と混合して用いてもよい。

本発明のフルオランテン化合物と混合して正孔注入・輸送層を形成する材料としては、前記の好ましい性質を有するものであれば特に制限はなく、従来、光導伝材料において正孔の電荷輸送材料として慣用されているものや、有機EL素子の正孔注入・輸送層に使用される公知のものの中から任意のものを選択して用いることができる。

【0095】

具体例としては、トリアゾール誘導体（米国特許3,112,197号明細書等参照）、オキサジアゾール誘導体（米国特許3,189,447号明細書等参照）、イミダゾール誘導体（特公昭37-16096号公報等参照）、ポリアリールアルカン誘導体（米国特許3,615,402号明細書、同第3,820,989号明細書、同第3,542,544号明細書、特公昭45-555号公報、同51-10983号公報、特開昭51-93224号公報、同55-17105号公報、同56-4148号公報、同55-108667号公報、同55-156953号公報、同56-36656号公報等参照）、ピラゾリン誘導体及びピラズロン誘導体（米国特許第3,180,729号明細書、同第4,278,746号明細書、特開昭55-88064号公報、同55-88065号公報、同49-105537号公報、同55-51086号公報、同56-80051号公報、同56-88141号公報、同57-45545号公報、同54-112637号公報、同55-74546号公報等参照）、フェニレンジアミン誘導体（米国特許第3,615,404号明細書、特公昭51-10105号公報、同46-3712号公報、同47-25336号公報、特開昭54-119925号公報等参照）、アリールアミン誘導体（米国特許第3,567,450号明細書、同第3,240,597号明細書、同第3,658,520号明細書、同第4,232,103号明細書、同第4,175,961号明細書、同第4,012,376号明細書、特公昭49-35702号公報、同39-27577号公報、特開昭55-144250号公報、同56-119132号公報、同56-22437号公報、西独特許第1,110,518号明細書等参照）、アミノ置換カルコン誘導体（米国特許第3,526,501号明細書等参照）、オキサゾール誘導体（米国特許第3,257,203号明細書等参照）、スチリルアントラセン誘導体（特開昭56-46234号公報等参照）、フルオレノン誘導体（特開昭54-110837号公報等参照）、ヒドラゾン誘導体（米国特許第3,717,462号明細書、特開昭54-59143号公報、同55-52063号公報、同55-52064号公報、

同 5 5 - 4 6 7 6 0 号公報、同 5 7 - 1 1 3 5 0 号公報、同 5 7 - 1 4 8 7 4 9 号公報、特開平 2 - 3 1 1 5 9 1 号公報等参照)、スチルベン誘導体(特開昭 6 1 - 2 1 0 3 6 3 号公報、同第 6 1 - 2 2 8 4 5 1 号公報、同 6 1 - 1 4 6 4 2 号公報、同 6 1 - 7 2 2 5 5 号公報、同 6 2 - 4 7 6 4 6 号公報、同 6 2 - 3 6 6 7 4 号公報、同 6 2 - 1 0 6 5 2 号公報、同 6 2 - 3 0 2 5 5 号公報、同 6 0 - 9 3 4 5 5 号公報、同 6 0 - 9 4 4 6 2 号公報、同 6 0 - 1 7 4 7 4 9 号公報、同 6 0 - 1 7 5 0 5 2 号公報等参照)、シラザン誘導体(米国特許第 4, 9 5 0, 9 5 0 号明細書)、ポリシラン系(特開平 2 - 2 0 4 9 9 6 号公報)、アニリン系共重合体(特開平 2 - 2 8 2 2 6 3 号公報)等を挙げることができる。

【0096】

10

正孔注入・輸送層の材料としては上記のものを使用することができるが、ポルフィリン化合物(特開昭 6 3 - 2 9 5 6 9 5 号公報等)に開示のもの)、芳香族第三級アミン化合物及びスチリルアミン化合物(米国特許第 4, 1 2 7, 4 1 2 号明細書、特開昭 5 3 - 2 7 0 3 3 号公報、同 5 4 - 5 8 4 4 5 号公報、同 5 5 - 7 9 4 5 0 号公報、同 5 5 - 1 4 4 2 5 0 号公報、同 5 6 - 1 1 9 1 3 2 号公報、同 6 1 - 2 9 5 5 5 8 号公報、同 6 1 - 9 8 3 5 3 号公報、同 6 3 - 2 9 5 6 9 5 号公報等参照)、特に芳香族第三級アミン化合物を用いることが好ましい。

また、米国特許第 5, 0 6 1, 5 6 9 号に記載されている 2 個の縮合芳香族環を分子内に有する、例えば、4, 4' - ビス(N - (1 - ナフチル) - N - フェニルアミノ)ピフェニル(以下 N P D と略記する)、また特開平 4 - 3 0 8 6 8 8 号公報に記載されているトリフェニルアミンユニットが 3 つスターバースト型に連結された 4, 4', 4'' - トリス(N - (3 - メチルフェニル) - N - フェニルアミノ)トリフェニルアミン(以下 M T D A T A と略記する)等を挙げることができる。

20

また発光層の材料として示した前述の芳香族ジメチリデン系化合物の他、p 型 S i、p 型 S i C 等の無機化合物も正孔注入層の材料として使用することができる。

正孔注入・輸送層は上述した化合物を、例えば、真空蒸着法、スピンコート法、キャスト法、L B 法等の公知の方法により薄膜化することにより形成することができる。正孔注入・輸送層としての膜厚は特に制限はないが、通常は 5 nm ~ 5 μm である。

【0097】

(6) 電子注入層

30

電子注入層は、発光層への電子の注入を助ける層であって、電子移動度が大きく、また付着改善層は、この電子注入層の中で特に陰極との付着が良い材料からなる層である。電子注入層に用いられる材料としては、8 - ヒドロキシキノリン又はその誘導体の金属錯体が好適である。

上記 8 - ヒドロキシキノリン又はその誘導体の金属錯体の具体例としては、オキシノ(一般に 8 - キノリノール又は 8 - ヒドロキシキノリン)のキレートを含む金属キレートオキシノイド化合物が挙げられる。

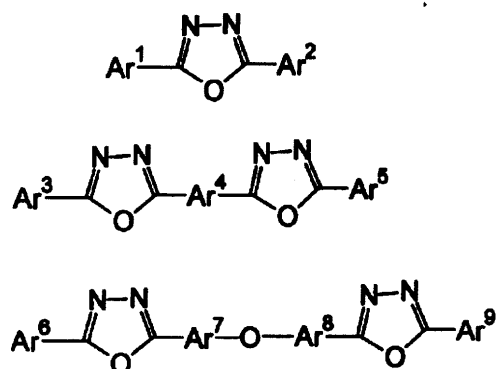
例えば発光材料の項で記載した A 1 q を電子注入層として用いることができる。

【0098】

一方、オキサジアゾール誘導体としては、以下の一般式で表される電子伝達化合物が挙げられる。

40

【化 3 8】



10

(式中、 Ar^1 、 Ar^2 、 Ar^3 、 Ar^5 、 Ar^6 及び Ar^9 は置換もしくは無置換のアリール基を示し、それぞれ互いに同一であっても異なってもよい。また Ar^4 、 Ar^7 及び Ar^8 は置換もしくは無置換のアリーレン基を示し、それぞれ同一であっても異なってもよい。)

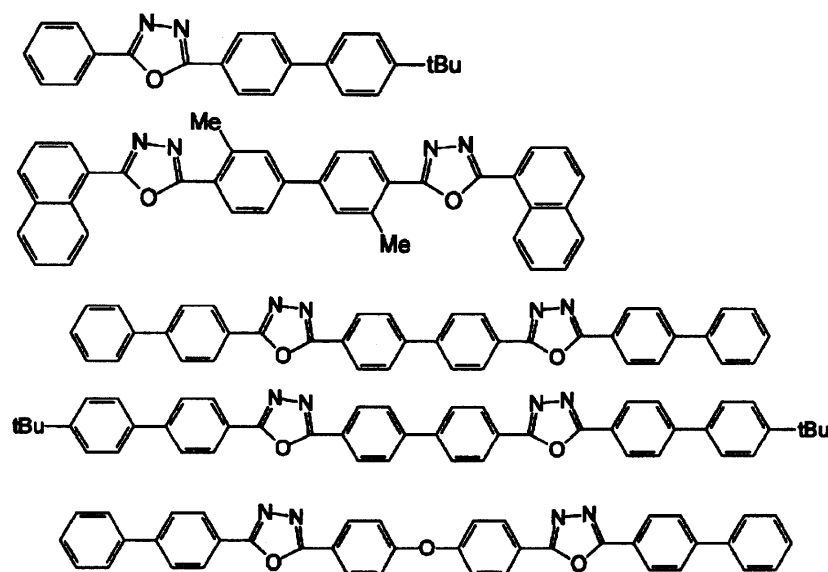
ここでアリール基としてはフェニル基、ピフェニル基、アントラニル基、ペリレニル基、ピレニル基が挙げられる。また、アリーレン基としてはフェニレン基、ナフチレン基、ピフェニレン基、アントラニレン基、ペリレニレン基、ピレニレン基などが挙げられる。また、置換基としては炭素数 1 ~ 10 のアルキル基、炭素数 1 ~ 10 のアルコキシ基又はシアノ基等が挙げられる。この電子伝達化合物は薄膜形成性のものが好ましい。

20

【0099】

上記電子伝達性化合物の具体例としては下記のことを挙げるができる。

【化 3 9】



30

40

【0100】

本発明の有機 EL 素子の好ましい形態に、電子を輸送する領域又は陰極と有機層の界面領域に、還元性ドーパントを含有する素子がある。ここで、還元性ドーパントとは、電子輸送性化合物を還元ができる物質と定義される。したがって、一定の還元性を有するものであれば、様々なものが用いられ、例えば、アルカリ金属、アルカリ土類金属、希土類金属、アルカリ金属の酸化物、アルカリ金属のハロゲン化物、アルカリ土類金属の酸化物、アルカリ土類金属のハロゲン化物、希土類金属の酸化物又は希土類金属のハロゲン化物、アルカリ金属の有機錯体、アルカリ土類金属の有機錯体、希土類金属の有機錯体からなる群から選択される少なくとも一つの物質を好適に使用することができる。

また、より具体的に、好ましい還元性ドーパントとしては、Li (仕事関数：2.9eV)

50

、Na (仕事関数: 2.36eV)、K (仕事関数: 2.28eV)、Rb (仕事関数: 2.16eV) 及び Cs (仕事関数: 1.95eV) からなる群から選択される少なくとも1つのアルカリ金属や、Ca (仕事関数: 2.9eV)、Sr (仕事関数: 2.0~2.5eV)、及びBa (仕事関数: 2.52eV) からなる群から選択される少なくとも1つのアルカリ土類金属が挙げられる仕事関数が2.9eV以下のものが特に好ましい。これらのうち、より好ましい還元性ドーパントは、K、Rb及びCsからなる群から選択される少なくとも1つのアルカリ金属であり、さらに好ましくは、Rb又はCsであり、最も好ましいのは、Csである。これらのアルカリ金属は、特に還元能力が高く、電子注入域への比較的少量の添加により、有機EL素子における発光輝度の向上や長寿命化が図られる。また、仕事関数が2.9eV以下の還元性ドーパントとして、これら2種以上のアルカリ金属の組み合わせも好ましく、特に、Csを含んだ組み合わせ、例えば、CsとNa、CsとK、CsとRbあるいはCsとNaとKとの組み合わせであることが好ましい。Csを組み合わせることで、還元能力を効率的に発揮することができ、電子注入域への添加により、有機EL素子における発光輝度の向上や長寿命化が図られる。

10

【0101】

本発明においては陰極と有機層の間に絶縁体や半導体で構成される電子注入層をさらに設けても良い。この時、電流のリークを有効に防止して、電子注入性を向上させることができる。このような絶縁体としては、アルカリ金属カルコゲニド、アルカリ土類金属カルコゲニド、アルカリ金属のハロゲン化物及びアルカリ土類金属のハロゲン化物からなる群から選択される少なくとも1つの金属化合物を使用するのが好ましい。電子注入層がこれらのアルカリ金属カルコゲニド等で構成されていれば、電子注入性をさらに向上させることができる点で好ましい。具体的に、好ましいアルカリ金属カルコゲニドとしては、例えば、 Li_2O 、 K_2O 、 Na_2S 、 Na_2Se 及び Na_2O が挙げられ、好ましいアルカリ土類金属カルコゲニドとしては、例えば、 CaO 、 BaO 、 SrO 、 BeO 、 BaS 、及び CaSe が挙げられる。また、好ましいアルカリ金属のハロゲン化物としては、例えば、 LiF 、 NaF 、 KF 、 LiCl 、 KCl 及び NaCl 等が挙げられる。また、好ましいアルカリ土類金属のハロゲン化物としては、例えば、 CaF_2 、 BaF_2 、 SrF_2 、 MgF_2 及び BeF_2 といったフッ化物や、フッ化物以外のハロゲン化物が挙げられる。

20

また、電子輸送層を構成する半導体としては、Ba、Ca、Sr、Yb、Al、Ga、In、Li、Na、Cd、Mg、Si、Ta、Sb 及び Zn の少なくとも1つの元素を含む酸化物、窒化物又は酸化窒化物等の1種単独又は2種以上の組み合わせが挙げられる。また、電子輸送層を構成する無機化合物が、微結晶又は非晶質の絶縁性薄膜であることが好ましい。電子輸送層がこれらの絶縁性薄膜で構成されていれば、より均質な薄膜が形成されるために、ダークスポット等の画素欠陥を減少させることができる。なお、このような無機化合物としては、上述したアルカリ金属カルコゲニド、アルカリ土類金属カルコゲニド、アルカリ金属のハロゲン化物及びアルカリ土類金属のハロゲン化物等が挙げられる。

30

【0102】

(7) 陰極

陰極としては、電子注入・輸送層又は発光層に電子を注入するため、仕事関数の小さい(4eV以下)金属、合金、電気伝導性化合物及びこれらの混合物を電極物質とするものが用いられる。このような電極物質の具体例としては、ナトリウム、ナトリウム・カリウム合金、マグネシウム、リチウム、マグネシウム・銀合金、アルミニウム/酸化アルミニウム、アルミニウム・リチウム合金、インジウム、希土類金属などが挙げられる。

40

この陰極はこれらの電極物質を蒸着やスパッタリング等の方法により薄膜を形成させることにより、作製することができる。

ここで発光層からの発光を陰極から取り出す場合、陰極の発光に対する透過率は10%より大きくすることが好ましい。

また、陰極としてのシート抵抗は数百 $\Omega/\square$ 以下が好ましく、膜厚は通常10nm~1 μm 、好ましくは50~200nmである。

50

【 0 1 0 3 】

(8) 絶縁層

有機 E L 素子は超薄膜に電界を印可するために、リークやショートによる画素欠陥が生じやすい。これを防止するために、一对の電極間に絶縁性の薄膜層を挿入することが好ましい。

絶縁層に用いられる材料としては例えば酸化アルミニウム、弗化リチウム、酸化リチウム、弗化セシウム、酸化セシウム、酸化マグネシウム、弗化マグネシウム、酸化カルシウム、弗化カルシウム、窒化アルミニウム、酸化チタン、酸化珪素、酸化ゲルマニウム、窒化珪素、窒化ホウ素、酸化モリブデン、酸化ルテニウム、酸化バナジウム等が挙げられる。

10

これらの混合物や積層物を用いてもよい。

【 0 1 0 4 】

(9) 有機 E L 素子の製造方法

以上例示した材料及び形成方法により陽極、発光層、必要に応じて正孔注入層、及び必要に応じて電子注入層を形成し、さらに陰極を形成することにより有機 E L 素子を作製することができる。また陰極から陽極へ、前記と逆の順序で有機 E L 素子を作製することもできる。

以下、透光性基板上に陽極 / 正孔注入層 / 発光層 / 電子注入層 / 陰極が順次設けられた構成の有機 E L 素子の作製例を記載する。

まず適当な透光性基板上に陽極材料からなる薄膜を $1\ \mu\text{m}$ 以下、好ましくは $10\sim 200\text{nm}$ の範囲の膜厚になるように蒸着やスパッタリング等の方法により形成して陽極を作製する。次にこの陽極上に正孔注入層を設ける。正孔注入層の形成は、前述したように真空蒸着法、スピコート法、キャスト法、LB 法等の方法により行うことができるが、均質な膜が得られやすく、かつピンホールが発生しにくい等の点から真空蒸着法により形成することが好ましい。真空蒸着法により正孔注入層を形成する場合、その蒸着条件は使用する化合物（正孔注入層の材料）、目的とする正孔注入層の結晶構造や再結合構造等により異なるが、一般に蒸着源温度 $50\sim 450^\circ\text{C}$ 、真空度 $10^{-7}\sim 10^{-3}\text{Torr}$ 、蒸着速度 $0.01\sim 50\text{nm/秒}$ 、基板温度 $-50\sim 300^\circ\text{C}$ 、膜厚 $5\text{nm}\sim 5\ \mu\text{m}$ の範囲で適宜選択することが好ましい。

20

【 0 1 0 5 】

次に、正孔注入層上に発光層を設ける発光層の形成も、所望の有機発光材料を用いて真空蒸着法、スパッタリング、スピコート法、キャスト法等の方法により有機発光材料を薄膜化することにより形成できるが、均質な膜が得られやすく、かつピンホールが発生しにくい等の点から真空蒸着法により形成することが好ましい。真空蒸着法により発光層を形成する場合、その蒸着条件は使用する化合物により異なるが、一般的に正孔注入層と同じような条件範囲の中から選択することができる。

30

次に、この発光層上に電子注入層を設ける。正孔注入層、発光層と同様、均質な膜を得る必要から真空蒸着法により形成することが好ましい。蒸着条件は正孔注入層、発光層と同様の条件範囲から選択することができる。

本発明の化合物は、発光帯域や正孔輸送帯域のいずれの層に含有させるかによって異なるが、真空蒸着法を用いる場合は他の材料との共蒸着をすることができる。また、スピコート法を用いる場合は、他の材料と混合することによって含有させることができる。

40

最後に陰極を積層して有機 E L 素子を得ることができる。

陰極は金属から構成されるもので、蒸着法、スパッタリングを用いることができる。しかし下地の有機物層を製膜時の損傷から守るためには真空蒸着法が好ましい。

これまで記載してきた有機 E L 素子の作製は一回の真空引きで一貫して陽極から陰極まで作製することが好ましい。

【 0 1 0 6 】

本発明の有機 E L 素子の各有機層の膜厚は特に制限されないが、一般に膜厚が薄すぎるとピンホール等の欠陥が生じやすく、逆に厚すぎると高い印加電圧が必要となり効率が悪くなるため、通常は数 nm から $1\ \mu\text{m}$ の範囲が好ましい。

50

なお、有機EL素子に直流電圧を印加する場合、陽極を+、陰極を-の極性にして、5～40Vの電圧を印加すると発光が観測できる。また、逆の極性で電圧を印加しても電流は流れず、発光は全く生じない。さらに交流電圧を印加した場合には陽極が+、陰極が-の極性になった時のみ均一な発光が観測される。印加する交流の波形は任意でよい。

【0107】

(有機EL素子の応用)

本発明の有機EL素子は、低電圧であっても高輝度及び高発光効率が求められる製品に応用が可能である。応用例としては、表示装置、ディスプレイ、照明装置、プリンター光源、液晶表示装置のバックライトなどが挙げられ、標識、看板、インテリア等の分野にも適用できる。表示装置としては、省エネルギーや高視認性のフラットパネルディスプレイが挙げられる。また、プリンター光源としては、レーザービームプリンタの光源として使用することができる。また、本発明の素子を用いることで、装置体積を大幅に減少することもできる。照明装置やバックライトに関しては、本発明の有機EL素子を用いることで省エネルギー効果が期待できる。

【実施例】

【0108】

以下、本発明を実施例をもとに詳細に説明するが、本発明はその要旨を越えない限り、以下の実施例に限定されない。

合成実施例1(化合物1-2の合成)

(1) 5-プロモアセナフチレンの合成

5-プロモアセナフテン 25.4g(107.3mmol)、dry Benzene 500mlに、2,3-ジクロロ-5,6-ジシアノ-1,4-ベンゾキノン(DDQ) 29.2g(128.7mmol)を加え、加熱還流下、6時間攪拌した。さらに、反応混合物にDDQ 6.0g(26.4mmol)を加え、4時間加熱攪拌した。放冷後、沈殿物を濾別し、クロロホルムで洗浄した。濾液を合わせて、10%水酸化ナトリウム水溶液、水で洗浄した。分液後、有機相を無水硫酸ナトリウムで乾燥し、溶媒を留去した。減圧下、乾燥し、褐色の固体、5-プロモアセナフチレン13.0g(収率51.6%)を得た。

(2) 3-プロモ-7,12-ジベンゾ[k]フルオランテンの合成

1,3-ジフェニルイソベンゾフラン14.9g(55.2mmol)、5-プロモアセナフチレン12.8g(55.2mmol)のトルエン50mlの混合物を加熱還流下、16時間攪拌した。溶媒を留去後、酢酸1200mlを加え、80℃に加熱した。この混合物に、48%HBr水溶液150mlを加え、80℃にて1時間攪拌した。室温まで冷却後、沈殿物を濾取し、メタノールで洗浄した。得られた黄色固体をトルエン200mlで再結晶化した。結晶を濾取し、黄色固体、3-プロモ-7,12-ジベンゾ[k]フルオランテン19.8g(収率：74%)を得た。

【0109】

(3) 3-(9,9-ジメチル-9H-フルオレン-2-イル)-7,12-ジフェニルベンゾ[k]フルオランテン(化合物1-2)の合成

アルゴン雰囲気下、3-プロモ-7,12-ジベンゾ[k]フルオランテン4.00g(8.27mmol)、9,9-ジメチル-9H-フルオレン-2-イルボロン酸 2.36g(9.92mmol)、トルエン25ml、ジメトキシエタン25mlの混合物に、2M炭酸ナトリウム水溶液(6.2ml, 12.4mmol)、テトラキス(トリフェニルホスフィノ)パラジウム0.29g(0.25mmol)を加え、80℃にて8時間攪拌した。更に、テトラキス(トリフェニルホスフィノ)パラジウム0.29g(0.25mmol)を加え、80℃にて11時間攪拌した。室温まで冷却後、メタノールを加え、固体を濾取し、メタノールで洗浄した。得られた固体をジクロロメタン、メタノールで再結晶化を行い、黄色の固体の3-(9,9-ジメチル-9H-フルオレン-2-イル)-7,12-ジフェニルベンゾ[k]フルオランテン 4.78g(収率96.8%)を得た。

得られた化合物について、FDMS（フィールドディソープションマスペクトル）、トルエン溶液中の紫外線吸収極大波長 $\lambda_{\max}$ （モル吸光係数 ε ）及び蛍光発光極大波長（FL）を測定した結果を以下に示す。また $^1\text{H-NMR}$ を測定した結果を図 1 に示す。なお、NMR 測定は、日本電子株式会社製 FT-NMR 装置 AL400 にて行った。FDMS, calcd for $\text{C}_{47}\text{H}_{32}=596$, found $m/z=596$ (M^+)

UV(PhMe); $\lambda_{\max}$, 424nm (ε 4.37)、FL(PhMe, $\lambda_{\text{ex}}=320\text{nm}$); $\lambda_{\max}$, 444nm

【0110】

合成実施例 2（化合物 1 - 3 の合成）

合成実施例 1 において、9, 9 - ジメチル - 9H - フルオレン - 2 - イルボロン酸を用いた代わりに、4 - (ナフタレン - 1 - イル) フェニルボロン酸を用いた以外、合成実施例 1 と同様の方法で 3 - (4 - (ナフタレン - 1 - イル) フェニル) - 7, 12 - ジフェニルベンゾ [k] フルオランテン（化合物 1 - 3）を得た。

得られた化合物について、FDMS、トルエン溶液中の紫外線吸収極大波長 $\lambda_{\max}$ （モル吸光係数 ε ）及び蛍光発光極大波長（FL）を測定した結果を以下に示す。また、 $^1\text{H-NMR}$ を測定した結果を図 2 に示す。

FDMS, calcd for $\text{C}_{48}\text{H}_{30}=606$, found $m/z=606$ (M^+)

UV(PhMe); $\lambda_{\max}$, 422nm (ε 4.35)、FL(PhMe, $\lambda_{\text{ex}}=319\text{nm}$); $\lambda_{\max}$, 438nm

【0111】

合成実施例 3（化合物 1 - 5 の合成）

合成実施例 1 において、9, 9 - ジメチル - 9H - フルオレン - 2 - イルボロン酸を用いた代わりに、4 - (10 - (ナフタレン - 2 - イル) アントラセン - 9 - イル) フェニルボロン酸を用いた以外、合成実施例 1 と同様の方法で、3 - (4 - (10 - (ナフタレン - 2 - イル) アントラセン - 9 - イル) フェニル) - 7, 12 - ジフェニルベンゾ [k] フルオランテン（化合物 1 - 5）を得た。

得られた化合物について、FDMS、トルエン溶液中の紫外線吸収極大波長 $\lambda_{\max}$ （モル吸光係数 ε ）及び蛍光発光極大波長（FL）を測定した結果を以下に示す。また、 $^1\text{H-NMR}$ を測定した結果を図 3 に示す。

FDMS, calcd for $\text{C}_{62}\text{H}_{38}=782$, found $m/z=782$ (M^+)

UV(PhMe); $\lambda_{\max}$, 422nm (ε 4.37)、FL(PhMe, $\lambda_{\text{ex}}=317\text{nm}$); $\lambda_{\max}$, 439nm

【0112】

合成実施例 4（化合物 1 - 10 の合成）

合成実施例 1 において、9, 9 - ジメチル - 9H - フルオレン - 2 - イルボロン酸を用いた代わりに、6 - フェニルナフタレン - 2 - イルボロン酸を用いた以外、合成実施例 1 と同様の方法で、7, 12 - ジフェニル - 3 - (6 - フェニルナフタレン - 2 - イル) ベンゾ [k] フルオランテン（化合物 1 - 10）を得た。

得られた化合物について、FDMS、トルエン溶液中の紫外線吸収極大波長 $\lambda_{\max}$ （モル吸光係数 ε ）及び蛍光発光極大波長（FL）を測定した結果を以下に示す。また、 $^1\text{H-NMR}$ を測定した結果を図 4 に示す。

FDMS, calcd for $\text{C}_{48}\text{H}_{30}=606$, found $m/z=606$ (M^+)

UV(PhMe); $\lambda_{\max}$, 424 (ε 4.24)、FL(PhMe, $\lambda_{\text{ex}}=318\text{nm}$); $\lambda_{\max}$, 443nm

【0113】

合成実施例 5（化合物 2 - 8 の合成）

合成実施例 1 において、9, 9 - ジメチル - 9H - フルオレン - 2 - イルボロン酸を用いた代わりに、9, 10 - ジフェニルアントラセン - 2 - イルボロン酸を用いた以外、合成実施例 1 と同様の方法で、3 - (9, 10 - ジフェニルアントラセン - 2 - イル) - 7, 12 - ジフェニルベンゾ [k] フルオランテン（化合物 2 - 8）を得た。

得られた化合物について、FDMS、トルエン溶液中の紫外線吸収極大波長 $\lambda_{\max}$ （モル吸光係数 ε ）及び蛍光発光極大波長（FL）を測定した結果を以下に示す。また、 $^1\text{H-NMR}$ を測定した結果を図 5 に示す。

FDMS, calcd for $\text{C}_{58}\text{H}_{36}=732$, found $m/z=732$ (M^+)

10

20

30

40

50

UV(PhMe); $\lambda_{\max}$, 427nm (ϵ 4.37)、FL(PhMe, λ_{ex} =315nm); $\lambda_{\max}$, 455nm

【0114】

合成実施例6 (化合物2-9の合成)

合成実施例1において、9,9-ジメチル-9H-フルオレン-2-イルボロン酸を用いた代わりに、ピレン-1-イルボロン酸を用いた以外、合成実施例1と同様の方法で、7,12-ジフェニル-3-(ピレン-4-イル)ベンゾ[k]フルオランテン(化合物2-9)を得た。

得られた化合物について、FDMS、トルエン溶液中の紫外線吸収極大波長 $\lambda_{\max}$ (モル吸光係数 ϵ)及び蛍光発光極大波長(FL)を測定した結果を以下に示す。また、 $^1\text{H-NMR}$ を測定した結果を図6に示す。

FDMS, calcd for $\text{C}_{48}\text{H}_{28}$ =604, found m/z =604 (M^+)

UV(PhMe); $\lambda_{\max}$, 419nm (ϵ 4.45)、FL(PhMe, λ_{ex} =315nm); $\lambda_{\max}$, 451nm

【0115】

合成実施例7 (化合物4-3の合成)

アルゴン雰囲気下、3-(3-プロモフェニル)-7,12-ジフェニルベンゾ[k]フルオランテン3.50g(6.26mmol)、ジナフタレン-2-イルアミン2.53g(9.39mmol)、トリス(ジベンジリデンアセトン)ジパラジウム(II)0.17g(0.19mmol)、t-ブトキシナトリウム0.90g(9.39mmol)の脱水トルエン30mlの懸濁液に、トリt-ブチルホスフィン/トルエン溶液0.10ml(62質量%, 0.30mmol)を加え、加熱還流下、7時間反応させた。反応混合物にメタノールを加え、析出した固体を濾取し、メタノールで洗浄した。得られた固体をカラムクロマト(シリカゲル:トルエン)により精製した。更に、トルエン、メタノールで再結晶化し、3-(3-(ジナフタレン-2-イルアミノ)フェニル)-7,12-ジフェニルベンゾ[k]フルオランテン(化合物4-3)0.52g(収率11%)を得た。

得られた化合物について、FDMS、トルエン溶液中の紫外線吸収極大波長 $\lambda_{\max}$ (モル吸光係数 ϵ)及び蛍光発光極大波長(FL)を測定した結果を以下に示す。また、 $^1\text{H-NMR}$ を測定した結果を図7に示す。

FDMS, calcd for $\text{C}_{58}\text{H}_{37}\text{N}$ =747, found m/z =747 (M^+)

UV(PhMe); $\lambda_{\max}$, 422nm (ϵ 4.28)、FL(PhMe, λ_{ex} =322nm); $\lambda_{\max}$, 461nm

【0116】

合成実施例8 (化合物1-1の合成)

合成実施例1において、9,9-ジメチル-9H-フルオレン-2-イルボロン酸を用いた代わりに、フェニルボロン酸を用いた以外、合成実施例1と同様の方法で3-フェニル-7,12-ジフェニルベンゾ[k]フルオランテン(化合物1-1)を得た。

得られた化合物について、FDMS、トルエン溶液中の紫外線吸収極大波長 $\lambda_{\max}$ (モル吸光係数 ϵ)及び蛍光発光極大波長を示す。

FDMS, calcd for $\text{C}_{38}\text{H}_{24}$ =481, found m/z =481 (M^+)

UV(PhMe); $\lambda_{\max}$, 420 (ϵ 4.31)、FL(PhMe, λ_{ex} =318nm); $\lambda_{\max}$, 433nm

【0117】

合成実施例9 (化合物1-9の合成)

合成実施例1において、9,9-ジメチル-9H-フルオレン-2-イルボロン酸を用いた代わりに、2-ナフチルボロン酸を用いた以外、合成実施例1と同様の方法で3-(ナフタレン-2-イル)-7,12-ジフェニルベンゾ[k]フルオランテン(化合物1-9)を得た。

得られた化合物について、FDMS、トルエン溶液中の紫外線吸収極大波長 $\lambda_{\max}$ (モル吸光係数 ϵ)及び蛍光発光極大波長を示す。

FDMS, calcd for $\text{C}_{42}\text{H}_{26}$ =531, found m/z =531 (M^+)

UV(PhMe); $\lambda_{\max}$, 422 (ϵ 4.72)、FL(PhMe, λ_{ex} =319nm); $\lambda_{\max}$, 439nm

【0118】

合成実施例 10 (化合物 1 - 15 の合成)

合成実施例 1 において、9, 9 - ジメチル - 9 H - フルオレン - 2 - イルボロン酸を用いた代わりに、6 - (ナフタレン - 2 - イル) ナフタレン - 2 - イルボロン酸を用いた以外、合成実施例 1 と同様の方法で 3 - (6 - (ナフタレン - 2 - イル) ナフタレン - 2 - イル) - 7, 12 - ジフェニルベンゾ [k] フルオランテン (化合物 1 - 15) を得た。

得られた化合物について、FDMS、トルエン溶液中の紫外線吸収極大波長 $\lambda_{\max}$ (モル吸光係数 ϵ) 及び蛍光発光極大波長を示す。

FDMS, calcd for C52H32=657, found m/z=657 (M+)

UV(PhMe); $\lambda_{\max}$, 424 (ϵ 4.73)、FL(PhMe, λ_{ex} =332nm); $\lambda_{\max}$, 443nm

【0119】

10

合成実施例 11 (化合物 1 - 16 の合成)

合成実施例 1 において、9, 9 - ジメチル - 9 H - フルオレン - 2 - イルボロン酸を用いた代わりに、4 - (ジフェニルアミノ) フェニルボロン酸を用いた以外、合成実施例 1 と同様の方法で 3 - (4 - (ジフェニルアミノ) フェニル) - 7, 12 - ジフェニルベンゾ [k] フルオランテン (化合物 1 - 16) を得た。

得られた化合物について、FDMS、トルエン溶液中の紫外線吸収極大波長 $\lambda_{\max}$ (モル吸光係数 ϵ) 及び蛍光発光極大波長を示す。

FDMS, calcd for C50H33N=648, found m/z=648 (M+)

UV(PhMe); $\lambda_{\max}$, 426 (ϵ 4.41)、FL(PhMe, λ_{ex} =316nm); $\lambda_{\max}$, 472nm

【0120】

20

合成実施例 12 (化合物 2 - 12 の合成)

合成実施例 1 において、9, 9 - ジメチル - 9 H - フルオレン - 2 - イルボロン酸を用いた代わりに、4 - (カルバゾール - 9 - イル) フェニルボロン酸を用いた以外、合成実施例 1 と同様の方法で 3 - (4 - (カルバゾール - 9 - イル) フェニル) - 7, 12 - ジフェニルベンゾ [k] フルオランテン (化合物 2 - 12) を得た。

得られた化合物について、FDMS、トルエン溶液中の紫外線吸収極大波長 $\lambda_{\max}$ (モル吸光係数 ϵ) 及び蛍光発光極大波長を示す。

FDMS, calcd for C50H33N=646, found m/z=646 (M+)

UV(PhMe); $\lambda_{\max}$, 422 (ϵ 4.35)、FL(PhMe, λ_{ex} =315nm); $\lambda_{\max}$, 443nm

【0121】

30

合成実施例 13 (化合物 4 - 14 の合成)

合成実施例 1 において、9, 9 - ジメチル - 9 H - フルオレン - 2 - イルボロン酸を用いた代わりに、1 - ビフェニルボロン酸を用いた以外、合成実施例 1 と同様の方法で 3 - (1 - ビフェニル) - 7, 12 - ジフェニルベンゾ [k] フルオランテン (化合物 4 - 14) を得た。

得られた化合物について、FDMS、トルエン溶液中の紫外線吸収極大波長 $\lambda_{\max}$ (モル吸光係数 ϵ) 及び蛍光発光極大波長を示す。

FDMS, calcd for C44H28=557, found m/z=557 (M+)

UV(PhMe); $\lambda_{\max}$, 419、FL(PhMe, λ_{ex} =254nm); $\lambda_{\max}$, 436nm

【0122】

40

合成実施例 14 (化合物 5 - 3 の合成)

合成実施例 1 において、9, 9 - ジメチル - 9 H - フルオレン - 2 - イルボロン酸を用いた代わりに、4 - シアノフェニルボロン酸を用いた以外、合成実施例 1 と同様の方法で 3 - (4 - シアノフェニル) - 7, 12 - ジフェニルベンゾ [k] フルオランテン (化合物 5 - 3) を得た。

得られた化合物について、FDMS、トルエン溶液中の紫外線吸収極大波長 $\lambda_{\max}$ (モル吸光係数 ϵ) 及び蛍光発光極大波長を示す。

FDMS, calcd for C39H23N=506, found m/z=506 (M+)

UV(PhMe); $\lambda_{\max}$, 424 (ϵ 4.28)、FL(PhMe, λ_{ex} =318nm); $\lambda_{\max}$, 443nm

【0123】

50

合成実施例 15 (化合物 5 - 7 の合成)

合成実施例 1 において、9, 9 - ジメチル - 9 H - フルオレン - 2 - イルボロン酸を用いた代わりに、4 - トリフルオロメチルフェニルボロン酸を用いた以外、合成実施例 1 と同様の方法で 3 - (4 - トリフルオロメチルフェニル) - 7, 12 - ジフェニルベンゾ [k] フルオランテン (化合物 5 - 7) を得た。

得られた化合物について、FDMS、トルエン溶液中の紫外線吸収極大波長 $\lambda_{\max}$ (モル吸光係数 ϵ) 及び蛍光発光極大波長を示す。

FDMS, calcd for C₃₉H₂₃F₃=549, found m/z=549 (M⁺)

UV(PhMe); $\lambda_{\max}$, 421 (ϵ 4.28)、FL(PhMe, λ_{ex} =318nm); $\lambda_{\max}$, 436nm

【0124】

10

合成実施例 16 (化合物 5 - 16 の合成)

合成実施例 1 において、9, 9 - ジメチル - 9 H - フルオレン - 2 - イルボロン酸を用いた代わりに、3, 5 - ジフルオロフェニルボロン酸を用いた以外、合成実施例 1 と同様の方法で 3 - (3, 5 - フルオロフェニル) - 7, 12 - ジフェニルベンゾ [k] フルオランテン (化合物 5 - 16) を得た。

得られた化合物について、FDMS、トルエン溶液中の紫外線吸収極大波長 $\lambda_{\max}$ (モル吸光係数 ϵ) 及び蛍光発光極大波長を示す。

FDMS, calcd for C₃₈H₂₂F₂=517, found m/z=517 (M⁺)

UV(PhMe); $\lambda_{\max}$, 421 (ϵ 4.23)、FL(PhMe, λ_{ex} =318nm); $\lambda_{\max}$, 437nm

【0125】

20

合成実施例 17 (化合物 6 - 1 の合成)

合成実施例 1 において、9, 9 - ジメチル - 9 H - フルオレン - 2 - イルボロン酸を用いた代わりに、9 - フェニルカルバゾール - 3 - イルボロン酸を用いた以外、合成実施例 1 と同様の方法で 3 - (9 - フェニルカルバゾール - 3 - イル) - 7, 12 - ジフェニルベンゾ [k] フルオランテン (化合物 6 - 1) を得た。

得られた化合物について、FDMS、トルエン溶液中の紫外線吸収極大波長 $\lambda_{\max}$ (モル吸光係数 ϵ) 及び蛍光発光極大波長を示す。

FDMS, calcd for C₅₀H₃₁N=646, found m/z=646 (M⁺)

UV(PhMe); $\lambda_{\max}$, 424 (ϵ 4.33)、FL(PhMe, λ_{ex} =324nm); $\lambda_{\max}$, 450nm

【0126】

30

合成実施例 18 (化合物 6 - 8 の合成)

合成実施例 1 において、9, 9 - ジメチル - 9 H - フルオレン - 2 - イルボロン酸を用いた代わりに、6 - (10 - フェニルアントラセン - 9 - イル) ナフチル - 2 - イルボロン酸を用いた以外、合成実施例 1 と同様の方法で、3 - (6 - (10 - フェニルアントラセン - 9 - イル) ナフチル - 2 - イル) - 7, 12 - ジフェニルベンゾ [k] フルオランテン (化合物 6 - 8) を得た。

得られた化合物について、FDMS、トルエン溶液中の紫外線吸収極大波長 $\lambda_{\max}$ (モル吸光係数 ϵ) 及び蛍光発光極大波長を示す。

FDMS, calcd for C₆₂H₃₈=783, found m/z=783(M⁺)

UV(PhMe); $\lambda_{\max}$, 423 (ϵ 4.42)、FL(PhMe, λ_{ex} =318nm); $\lambda_{\max}$, 440nm

【0127】

40

合成実施例 19 (化合物 8 - 5 の合成)

合成実施例 1 において、9, 9 - ジメチル - 9 H - フルオレン - 2 - イルボロン酸を用いた代わりに、トランス - 2 - フェニルビニルボロン酸を用いた以外、合成実施例 1 と同様の方法で、3 - (トランス - 2 - フェニルビニル) - 7, 12 - ジフェニルベンゾ [k] フルオランテン (化合物 8 - 5) を得た。

得られた化合物について、FDMS、トルエン溶液中の紫外線吸収極大波長 $\lambda_{\max}$ (モル吸光係数 ϵ) 及び蛍光発光極大波長を示す。

FDMS, calcd for C₄₀H₂₆=507, found m/z=507(M⁺)

UV(PhMe); $\lambda_{\max}$, 442 (ϵ 4.41)、FL(PhMe, λ_{ex} =345nm); $\lambda_{\max}$, 460nm

50

【 0 1 2 8 】

合成実施例 2 0 (化合物 8 - 6 の合成)

合成実施例 1 において、9, 9 - ジメチル - 9 H - フルオレン - 2 - イルボロン酸を用いた代わりに、ジベンゾフラン - 2 - イルボロン酸を用いた以外、合成実施例 1 と同様の方法で、3 - (ジベンゾフラン - 2 - イル) - 7, 1 2 - ジフェニルベンゾ [k] フルオランテン (化合物 8 - 6) を得た。

得られた化合物について、FDMS、トルエン溶液中の紫外線吸収極大波長 $\lambda_{\max}$ (モル吸光係数 ϵ) 及び蛍光発光極大波長を示す。

FDMS, calcd for C₄₄H₂₆O=571, found m/z=571(M⁺)

UV(PhMe); $\lambda_{\max}$, 420 (ϵ 4.34), FL(PhMe, λ_{ex} =376nm); $\lambda_{\max}$, 435nm

10

【 0 1 2 9 】

合成実施例 2 1 (化合物 8 - 8 の合成)

合成実施例 7 において、3 - (3 - プロモフェニル) - 7, 1 2 - ジフェニルベンゾ [k] フルオランテンを用いた代わりに、3 - プロモ - 7, 1 2 - ジベンゾ [k] フルオランテンを用いた以外、合成実施例 7 と同様の方法で、3 - (ビス - 2 - ナフチルアミノ) - 7, 1 2 - ジフェニルベンゾ [k] フルオランテン (化合物 8 - 8) を得た。

得られた化合物について、FDMS、トルエン溶液中の紫外線吸収極大波長 $\lambda_{\max}$ (モル吸光係数 ϵ) 及び蛍光発光極大波長を示す。

FDMS, calcd for C₅₂H₃₃N=672, found m/z=672(M⁺)

UV(PhMe); $\lambda_{\max}$, 445 (ϵ 4.26), FL(PhMe, λ_{ex} =317nm); $\lambda_{\max}$, 507nm

20

【 0 1 3 0 】

合成実施例 2 2 (化合物 9 - 8 の合成)

合成実施例 7 において、3 - (3 - プロモフェニル) - 7, 1 2 - ジフェニルベンゾ [k] フルオランテンを用いた代わりに、3 - プロモ - 7, 1 2 - ジベンゾ [k] フルオランテンを用い、ジナフタレン - 2 - イルアミンを用いた代わりに、ビス (3, 4 - ジメチルフェニル) アミンを用いた以外、合成実施例 7 と同様の方法で、3 - (ビス (3, 4 - ジメチルフェニル) アミノ) - 7, 1 2 - ジフェニルベンゾ [k] フルオランテン (化合物 9 - 8) を得た。

得られた化合物について、FDMS、トルエン溶液中の紫外線吸収極大波長 $\lambda_{\max}$ (モル吸光係数 ϵ) 及び蛍光発光極大波長を示す。

30

FDMS, calcd for C₄₈H₃₇N=628, found m/z=628(M⁺)

UV(PhMe); $\lambda_{\max}$, 453 (ϵ 4.20), FL(PhMe, λ_{ex} =420nm); $\lambda_{\max}$, 518nm

【 0 1 3 1 】

合成実施例 2 3

(1) 7, 1 2 - ジベンゾ [k] フルオランテン - 3 - イルボロン酸の合成

3 - プロモ - 7, 1 2 - ジベンゾ [k] フルオランテン 30.8g (64.0mmol) を dry THF 400 ml, dry toluene 300ml に溶解させ、-70 に冷却し、n-ブチルリチウム 44.6ml (70.4mmol) を滴下して 1 時間攪拌し、トリイソプリピルボロン酸エステル 44.0ml (192mmol) を加え、2 時間かけて室温まで昇温した。沈殿物を濾取し、トルエンで洗浄し、減圧下、乾燥し、黄色の固体 7, 1 2 - ジフェニルベンゾ [k] フルオランテン - 3 - イルボロン酸 25.14g (収率 88%) を得た。

40

【 0 1 3 2 】

(2) 3 - (6 - プロモナフタレン - 2 - イル) - 7, 1 2 - ジフェニルベンゾ [k] フルオランテンの合成

合成実施例 1 において、9, 9 - ジメチル - 9 H - フルオレン - 2 - イルボロン酸を用いた代わりに、7, 1 2 - ジフェニルベンゾ [k] フルオランテン - 3 - イルボロン酸を用い、3 - プロモ - 7, 1 2 - ジベンゾ [k] フルオランテンの代わりに、2, 6 - ジプロモナフタレンを用いた以外、合成実施例 1 と同様の方法で、3 - (6 - プロモナフタレン - 2 - イル) - 7, 1 2 - ジフェニルベンゾ [k] フルオランテンを得た。

【 0 1 3 3 】

50

(3) 3 - (6 - (4 - シアノフェニル) ナフタレン - 2 - イル) - 7 , 1 2 - ジフェニルベンゾ [k] フルオランテン (化合物 5 - 1 2) の合成

合成実施例 1 において、9 , 9 - ジメチル - 9 H - フルオレン - 2 - イルボロン酸を用いた代わりに、4 - シアノフェニルボロン酸を用い、3 - プロモ - 7 , 1 2 - ジベンゾ [k] フルオランテンの代わりに、3 - (6 - ブロモナフタレン - 2 - イル) - 7 , 1 2 - ジフェニルベンゾ [k] フルオランテンを用いた以外、合成実施例 1 と同様の方法で、3 - (6 - (4 - シアノフェニル) ナフタレン - 2 - イル) - 7 , 1 2 - ジフェニルベンゾ [k] フルオランテン (化合物 5 - 1 2) を得た。

得られた化合物について、FDMS、トルエン溶液中の紫外線吸収極大波長 $\lambda_{\max}$ (モル吸光係数 ϵ) 及び蛍光発光極大波長を示す。

FDMS, calcd for C₄₉H₂₉N=632, found m/z=632(M⁺)

UV(PhMe); $\lambda_{\max}$, 424 (ϵ 4.37)、FL(PhMe, λ_{ex} =420nm); $\lambda_{\max}$, 444nm

【 0 1 3 4 】

合成実施例 2 4 (化合物 8 - 4 の合成)

3 - プロモ - 7 , 1 2 - ジベンゾ [k] フルオランテン 4.8g (10.0mmol)、フェニルアセチレン 1.5g (15mmol)、(Ph₃P)₂PdCl₂ 140mg (0.2mmol)、ヨウ化銅 38mg (0.2mmol) を加熱還流下 8 時間攪拌した。放冷後、沈殿物を濾取し、メタノール、ジメトキシエタンで 3 洗浄し、トルエンとエタノールで再結晶し、減圧下、乾燥し、黄色の固体 3 - (2 - フェニルアセチルニル) - 7 , 1 2 - ジフェニルベンゾ [k] フルオランテン - 3 - イルボロン酸 2.5g (収率 50%) を得た。

得られた化合物について、FDMS、トルエン溶液中の紫外線吸収極大波長 $\lambda_{\max}$ (モル吸光係数 ϵ) 及び蛍光発光極大波長を示す。

FDMS, calcd for C₄₀H₂₄=505, found m/z=505(M⁺)

UV(PhMe); $\lambda_{\max}$, 437 (ϵ 4.50)、FL(PhMe, λ_{ex} =333nm); $\lambda_{\max}$, 447nm

【 0 1 3 5 】

実施例 1

(1) 有機 E L 素子の製造

2 5 mm × 7 5 mm × 1 . 1 mm 厚のガラス基板上に、膜厚 1 2 0 nm のインジウムスズ酸化物からなる透明電極を設けた。このガラス基板をイソプロピルアルコールで超音波洗浄し、紫外線及びオゾン照射して洗浄した。

次いで、透明電極付きガラス基板を、真空蒸着装置の蒸着槽内の基板ホルダーに装着するとともに、真空槽内の真空度を 1×10^{-3} Pa に減圧した。

まず、透明電極が形成されている側の面上に前記透明電極を覆うようにして N' , N' - ビス [4 - (ジフェニルアミノ) フェニル] - N' , N' - ジフェニルビフェニル - 4 , 4' - ジアミンの層を、蒸着速度 2 nm / sec、膜厚 6 0 nm で成膜した。この膜は正孔注入層として機能する。

次に、この正孔注入層の上に N , N , N' , N' - テトラ (4 - ビフェニル) ベンジジンの層を、蒸着速度 2 nm / sec、膜厚 2 0 nm に成膜した。この膜は正孔輸送層として機能する。

正孔輸送層の上に、上記化合物 (2 a' - 5 5) [発光材料 1] と合成実施例 1 で得られた上記化合物 (1 - 3) [発光材料 2] を、それぞれ蒸着速度 2 nm / sec 及び 0 . 2 nm / sec、膜厚 4 0 nm に、重量比が (2 a' - 5 5) : (1 - 3) = 4 0 : 2 となるように同時蒸着した。この膜は発光層として機能する。

その上に、トリス (8 - ヒドロキシキノリノラート) アルミニウムを、蒸着速度 2 nm / sec、膜厚 2 0 nm で蒸着し、電子輸送層を成膜した。

さらに、フッ化リチウムを、蒸着速度 0 . 1 nm / sec、膜厚 1 nm で、電子注入層を成膜した。

最後に、アルミニウムを蒸着速度 2 nm / sec、膜厚 2 0 0 nm で、陰極層を形成し、有機 E L 素子を製造した。

(2) 有機 E L 素子の評価

次にこの素子に通電試験を行ったところ、電圧 6.3 V にて発光輝度が 313 cd/m^2 であり、発光ピーク波長 (EL λ_{max}) 及び色度を測定したところ発光色は青色であることを確認した。また、初期発光輝度を 100 cd/m^2 として定電流駆動させたところ、半減寿命は 10,000 時間以上であり、十分、実用領域であることを確認した。得られた結果を第 1 表に示す。

【0136】

実施例 2 ~ 6

実施例 1 の化合物 (2a' - 55) と化合物 (1 - 3) に代えて、それぞれ実施例 2 では化合物 (2a' - 55) と化合物 (1 - 5) を、実施例 3 では化合物 (2a' - 55) と化合物 (1 - 10) を、実施例 4 では化合物 (2a' - 59) と化合物 (2 - 9) を、
10
実施例 5 では化合物 (2b - 42) と化合物 (1 - 13) を、実施例 6 では化合物 (2a' - 59) と化合物 (4 - 17) を用いた以外は、実施例 1 と同様に有機 EL 素子を作製した。

実施例 1 と同様にして有機 EL 素子を評価したところ、第 1 表に示すように全て青色発光が観察され、発光輝度は $280 \sim 550 \text{ cd/m}^2$ であり、半減寿命は 10,000 時間以上であった。

【0137】

実施例 7 ~ 8

実施例 1 の化合物 (2a' - 55) (1 - 3) に代えて、それぞれ実施例 7 では化合物 (2c - 1) と (1 - 13) を、実施例 8 では化合物 (2d - 1) と (1 - 13) を用い
20
た以外は、実施例 1 と同様に有機 EL 素子を作製した。

実施例 1 と同様にして有機 EL 素子を評価したところ、第 1 表に示すように全て青色発光が観察され、発光輝度は $180, 240 \text{ cd/m}^2$ であり、半減寿命は 5,500 ~ 6,500 時間であった。

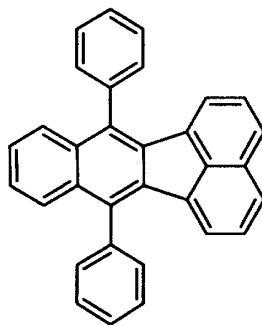
【0138】

比較例 1

実施例 1 の化合物 (1 - 3) に代えて、それぞれ比較例 1 ではフルオランテン化合物 (A) [UV(PhMe); λ_{max} , 410, FL(PhMe); λ_{max} , 424nm] を用いた以外は、実施例 1 と同様に有機 EL 素子を作製した。

実施例 1 と同様にして有機 EL 素子を評価したところ、第 1 表に示すように全て青色発
30
光が観察されたが、発光輝度は 125 cd/m^2 と発光効率が低く、半減寿命は 2,000 時間以下と短かった。

【化 40】



化合物 (A)

【0139】

10

20

30

40

【表 1】

第 1 表 - 1

	実施例 1	実施例 2	実施例 3	実施例 4	実施例 5
発光材料 1	2a' -55	2a' -55	2a' -55	2a' -59	2b-42
発光材料 2	1 - 3	1 - 5	1 - 1 0	2 - 9	1 - 1 3
駆動電圧 (V)	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3
EL λ max	445	445	449	458	445
発光輝度 (cd/m ²)	313	318	409	550	320
半減寿命 (時間)	>10,000	>10,000	>10,000	>10,000	>10,000

10

【 0 1 4 0 】

【表 2】

第 1 表 - 2

	実施例 6	実施例 7	実施例 8	比較例 1
発光材料 1	2a-7	2c-1	2d-1	2a' -55
発光材料 2	4 - 1 7	1 - 1 3	1 - 1 3	化合物A
駆動電圧 (V)	6.3	6.3	6.3	6.3
EL λ max	443	445	446	448
発光輝度 (cd/m ²)	280	180	240	150
半減寿命 (時間)	8,000	5,500	6,500	2,000

20

30

【 0 1 4 1 】

実施例 9

25 mm × 75 mm × 1.1 mm 厚の ITO 透明電極付きガラス基板 (ジオマテック社製) をイソプロピルアルコール中で超音波洗浄を 5 分間行なった後、UV オゾン洗浄を 30 分間行なった。

この基板の上に、積層構造の正孔注入・輸送層を形成した。まず、スピコート法でポリエチレンジオキシチオフエン・ポリスチレンスルホン酸 (PEDOT・PSS) を 100 nm の膜厚で成膜した。ついで、下記に示すポリマー 1 (分子量 (Mw) : 145000) のトルエン溶液 (0.6 重量%) をスピコート法で 20 nm の膜厚で成膜し、170℃ で 30 分間乾燥した。

40

次に、発光層を、発光材料として上記化合物 (2a' - 55) 及び合成実施例 1 で得られた上記化合物 (1 - 2) ((2a' - 55) : (1 - 2) = 20 : 2 (重量比)) を 1 重量% 含むトルエン溶液を用いて、スピコート法で成膜した。この発光層の膜厚は 50 nm であった。

この発光層上に、膜厚 10 nm のトリス (8 - ヒドロキシキノリノラート) アルミニウム膜 (以下「Alq 膜」と略記する。) を成膜した。この Alq 膜は、電子輸送層として

50

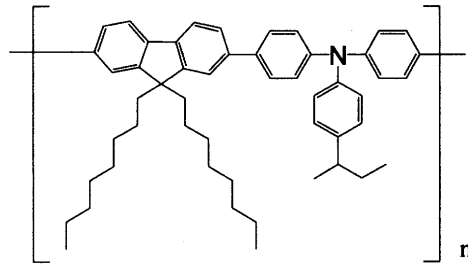
機能する。

この後、還元性ドーパントであるLi (Li源：サエスゲッター社製) とAlqを二元蒸着させ、電子注入層(陰極)としてAlq:Li膜を形成した。このAlq:Li膜上に金属Alを蒸着させ金属陰極を形成し、有機EL素子を形成した。

この素子は青色発光し、発光面は均一であった。このときの発光効率は2.9 cd/Aであった。

【0142】

【化41】



ポリマー 1

10

【0143】

実施例 10

実施例 8 の化合物 (1-2) に代えて、合成実施例 2 で得られた上記化合物 (1-3) を用いた以外は、実施例 9 と同様に有機EL素子を作製した。

この素子は青色発光し、発光面は均一であった。このときの発光効率は2.5 cd/Aであった。

【産業上の利用可能性】

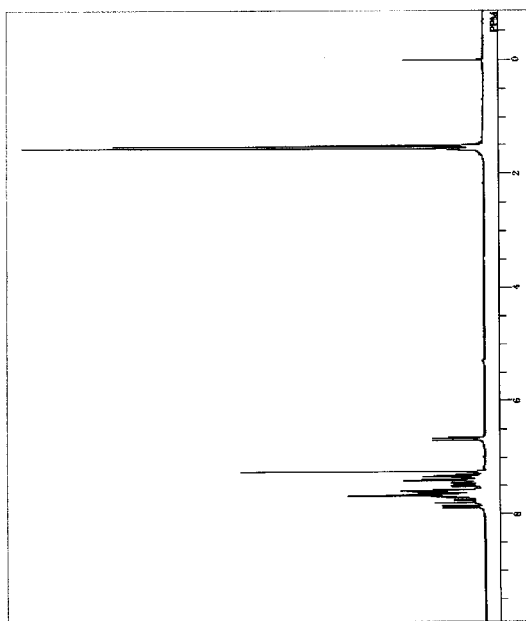
【0144】

以上詳細に説明したように、本発明のフルオランテン化合物を、有機EL素子用材料、特に有機EL素子用発光材料として用いた有機EL素子は、発光輝度及び発光効率が高く、寿命が長い。また、本発明のフルオランテン化合物を含む有機EL材料含有溶液を用いると、湿式法で有機EL素子の有機化合物層を製膜することができる。

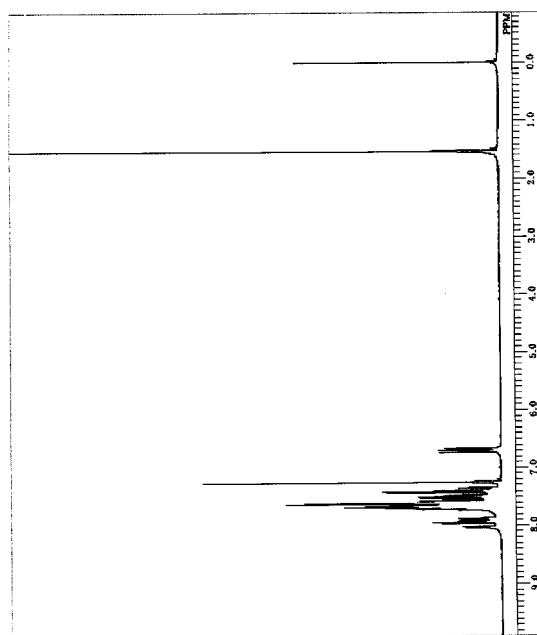
このため、本発明の有機EL素子は、実用性が高く、壁掛テレビの平面発光体やディスプレイのバックライト等の光源として有用である。本発明のフルオランテン化合物は、有機EL素子の正孔注入・輸送材料、さらには電子写真感光体や有機半導体の電荷輸送材料としても用いることができる。

30

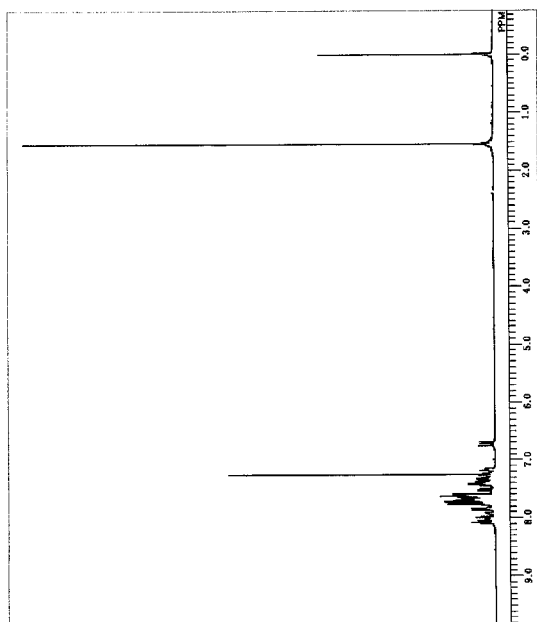
【図 1】



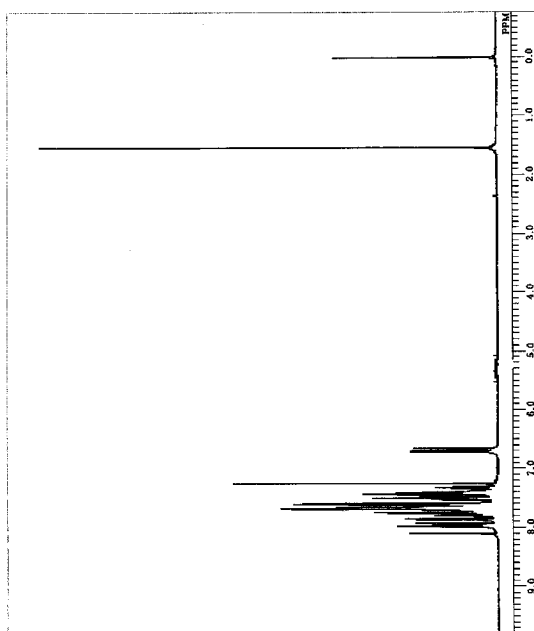
【図 2】



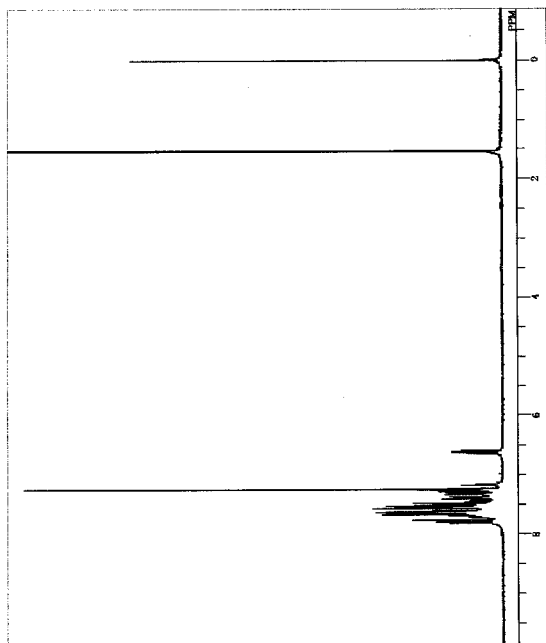
【図 3】



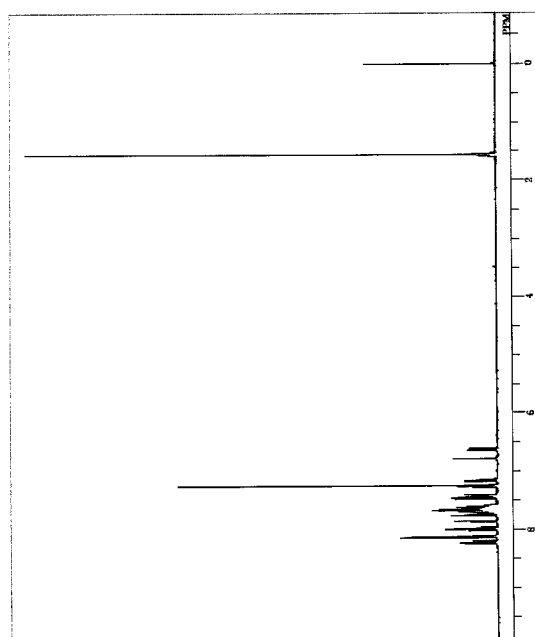
【図 4】



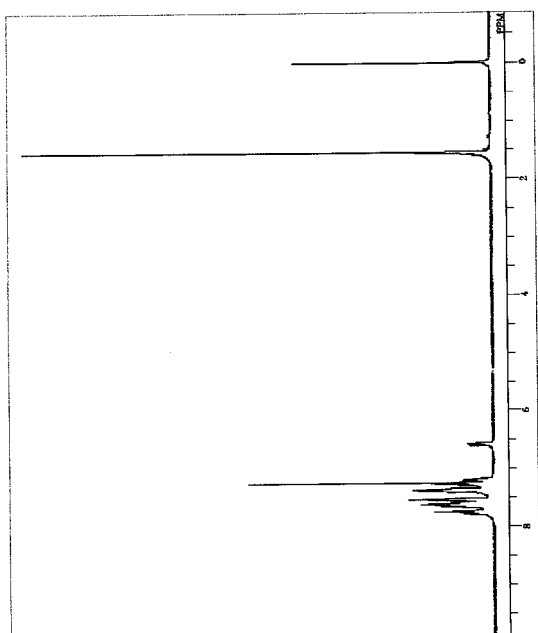
【図 5】



【図 6】



【図 7】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.			F I		
C 0 7 C	255/50	(2006.01)	C 0 9 K	11/06	6 3 5
C 0 7 C	22/08	(2006.01)	C 0 9 K	11/06	6 1 5
C 0 7 C	25/22	(2006.01)	H 0 5 B	33/14	B
C 0 7 D	209/86	(2006.01)	C 0 7 C	13/62	
C 0 7 D	307/91	(2006.01)	C 0 7 C	211/54	
			C 0 7 C	211/61	
			C 0 7 C	255/50	
			C 0 7 C	22/08	
			C 0 7 C	25/22	
			C 0 7 D	209/86	
			C 0 7 D	307/91	

(72)発明者 細川 地潮
千葉県袖ヶ浦市上泉 1 2 8 0 番地

(72)発明者 水木 由美子
千葉県袖ヶ浦市上泉 1 2 8 0 番地

審査官 富永 保

(56)参考文献 特開 2 0 0 3 - 0 2 6 6 1 6 (J P , A)
特開 2 0 0 5 - 2 7 2 8 0 5 (J P , A)
特開 2 0 0 5 - 1 0 8 5 5 6 (J P , A)
特開 2 0 0 5 - 0 9 3 1 3 4 (J P , A)
特開 2 0 0 5 - 0 6 8 0 8 7 (J P , A)
特開 2 0 0 4 - 0 0 2 3 5 1 (J P , A)
特開 2 0 0 3 - 2 7 2 8 6 6 (J P , A)
特開 2 0 0 2 - 0 2 5 7 7 4 (J P , A)
特開 2 0 0 1 - 2 6 7 0 7 8 (J P , A)
特開 2 0 0 4 - 3 0 3 4 8 8 (J P , A)
特開 2 0 0 2 - 0 2 5 7 7 6 (J P , A)
国際公開第 2 0 0 5 / 1 1 5 9 5 0 (W O , A 1)
特開 2 0 0 7 - 3 1 4 5 0 6 (J P , A)
特表 2 0 0 8 - 5 0 2 8 2 5 (J P , A)
特開 2 0 0 2 - 0 2 5 7 7 7 (J P , A)
特開平 1 0 - 1 8 9 2 4 7 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
C A p l u s / R E G I S T R Y (S T N)

专利名称(译)	荧蒽化合物和使用该荧蒽化合物和含有机电致发光材料的溶液的有机电致发光器件		
公开(公告)号	JP5305919B2	公开(公告)日	2013-10-02
申请号	JP2008544106	申请日	2007-10-30
[标]申请(专利权)人(译)	出光兴产株式会社		
申请(专利权)人(译)	出光兴产株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	出光兴产株式会社		
[标]发明人	高嶋 頼由 舟橋 正和 池田 潔 井上 哲也 細川 地潮 水木 由美子		
发明人	高嶋 頼由 舟橋 正和 池田 潔 井上 哲也 細川 地潮 水木 由美子		
IPC分类号	C09K11/06 H01L51/50 C07C13/62 C07C211/54 C07C211/61 C07C255/50 C07C22/08 C07C25/22 C07D209/86 C07D307/91		
CPC分类号	C07D209/86 C07C13/62 C07C13/72 C07C22/08 C07C25/22 C07C43/267 C07C49/784 C07C205/12 C07C211/54 C07C211/58 C07C211/60 C07C255/50 C07C255/52 C07C321/30 C07C2601/14 C07C2603/18 C07C2603/20 C07C2603/24 C07C2603/26 C07C2603/48 C07C2603/50 C07C2603/52 C07C2603/54 C07C2603/94 C07D307/91 C07F7/0805 C09K11/06 C09K2211/1011 C09K2211/1014 C09K2211/1029 C09K2211/1044 C09K2211/1048 C09K2211/1059 C09K2211/1088 H01L51/0055 H01L51/0058 H01L51/006 H01L51/0067 H01L51/0094		
FI分类号	C09K11/06.610 C09K11/06.620 C09K11/06.660 C09K11/06.645 C09K11/06.650 C09K11/06.635 C09K11/06.615 H05B33/14.B C07C13/62 C07C211/54 C07C211/61 C07C255/50 C07C22/08 C07C25/22 C07D209/86 C07D307/91		
审查员(译)	Tamotsu富永		
优先权	2006308640 2006-11-15 JP 2007050373 2007-02-28 JP		
其他公开文献	JPWO2008059713A1		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

一种有机EL器件，包括具有特定结构的不对称荧蒽化合物，有机化合物层包括一层或多层，所述层包括至少一对电极中的发光层，其中至少一层有机化合物层含有荧蒽化合物通过含有至少一种有机EL材料的有机EL材料和含有荧蒽化合物和溶剂作为有机EL材料的含有机EL材料的溶液，具有高发光亮度和高发光效率以及长寿命的有机电致发光（EL）元件，提供由下式（1）表示的化合物。（其中X₁至X₁₂如权利要求1中所定义；

