

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2015-177137

(P2015-177137A)

(43) 公開日 平成27年10月5日(2015.10.5)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 L 51/50 (2006.01)	HO 5 B 33/14 B	3 K 1 0 7
CO 7 C 15/60 (2006.01)	CO 7 C 15/60	4 CO 3 7
CO 7 C 15/62 (2006.01)	CO 7 C 15/62	4 CO 6 3
CO 7 C 211/61 (2006.01)	CO 7 C 211/61	4 HO 0 6
CO 9 K 11/06 (2006.01)	CO 9 K 11/06 6 9 0	
審査請求 未請求 請求項の数 30 O L (全 69 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2014-54194 (P2014-54194)
 (22) 出願日 平成26年3月17日 (2014. 3. 17)

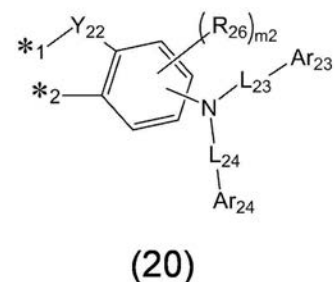
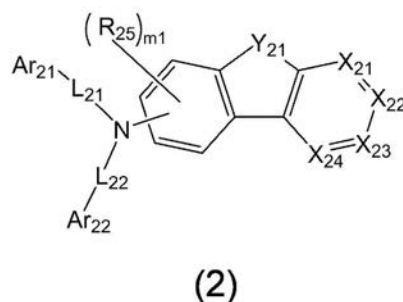
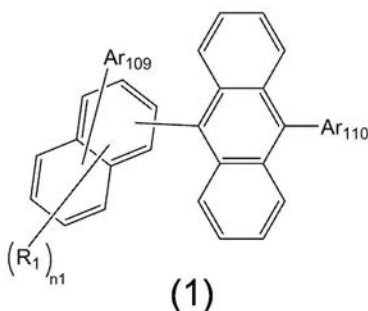
(71) 出願人 000183646
 出光興産株式会社
 東京都千代田区丸の内3丁目1番1号
 (74) 代理人 110000637
 特許業務法人樹之下知的財産事務所
 (72) 発明者 河村 昌宏
 千葉県袖ヶ浦市上泉1280番地
 (72) 発明者 西村 和樹
 千葉県袖ヶ浦市上泉1280番地
 Fターム(参考) 3K107 AA01 BB01 BB02 BB08 CC04
 CC21 DD53 DD59 DD68 DD69
 4C037 SA10
 4C063 AA01 BB06 CC29 DD08 EE10
 4H006 AA03 AB91 AB92

(54) 【発明の名称】 有機エレクトロルミネッセンス素子および電子機器

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 発光効率を向上させるとともに、長寿命で発光させることのできる有機エレクトロルミネッセンス素子を提供する。

【解決手段】 発光層は、下記一般式(1)で表される第一の化合物、および下記一般式(2)で表される第二の化合物を含有し、下記一般式(1)において、Ar¹⁰⁹は、置換もしくは無置換の環形成炭素数6~30の芳香族炭化水素基、または置換もしくは無置換の環形成原子数5~30の複素環基であり、Ar¹¹⁰は、置換もしくは無置換の環形成炭素数6~30の芳香族炭化水素基であり、下記一般式(2)におけるX₂₁~X₂₄のうち少なくともいずれか2つは、下記一般式(20)で表される構造と結合する炭素原子である。



10

20

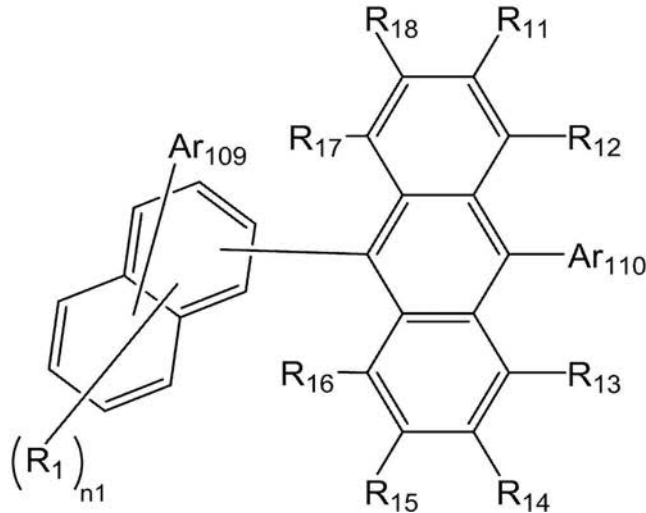
【特許請求の範囲】

【請求項 1】

陽極と、
陰極と、
発光層と、を含み、

前記発光層は、下記一般式(1)で表される第一の化合物、および下記一般式(2)で表される第二の化合物を含有することを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

【化 1】



10

20

(前記一般式(1)において、

Ar¹⁰⁹は、

置換もしくは無置換の環形成炭素数6~30の芳香族炭化水素基、または
置換もしくは無置換の環形成原子数5~30の複素環基であり、

Ar¹¹⁰は、ナフタレン環の任意の炭素原子に結合し、

Ar¹¹⁰は、置換もしくは無置換の環形成炭素数6~30の芳香族炭化水素基であり

30

n1は、6であり、

R1は、それぞれ独立に、水素原子、または置換基であり、R1が置換基である場合の置換基としては、

ハロゲン原子、

シアノ基、

置換もしくは無置換の炭素数1~20のアルキル基、

置換もしくは無置換の環形成炭素数3~20のシクロアルキル基、

置換もしくは無置換の炭素数1~20のアルコキシ基、

置換もしくは無置換の環形成炭素数6~30のアリールオキシ基、

置換もしくは無置換の炭素数1~20のアルキルチオ基、

置換もしくは無置換の環形成炭素数6~30のアリールチオ基、

40

-Si(R100)3で表されるシリル基、

-N(R101)2で表されるアミノ基、

置換もしくは無置換の環形成炭素数6~30の芳香族炭化水素基、および

置換もしくは無置換の環形成原子数5~30の複素環基からなる群から選択される置換基であり、

複数のR1は、互いに同一でも異なっていてもよく、

R100は、それぞれ独立に、水素原子または置換基であり、R100が置換基である場合の置換基としては、

置換もしくは無置換の炭素数1~20のアルキル基、または

置換もしくは無置換の環形成炭素数6~30の芳香族炭化水素基であり、

50

複数の R_{100} は、互いに同一でも異なってもよく、

R_{101} は、それぞれ独立に、水素原子または置換基であり、 R_{101} が置換基である場合の置換基としては、

置換もしくは無置換の炭素数 1 ~ 20 のアルキル基、または

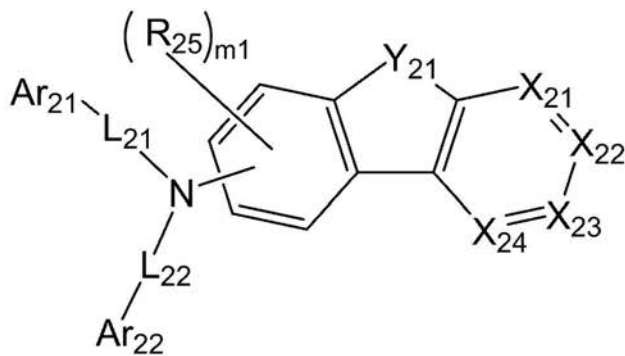
置換もしくは無置換の環形成炭素数 6 ~ 30 の芳香族炭化水素基であり、

複数の R_{101} は、互いに同一でも異なってもよく、

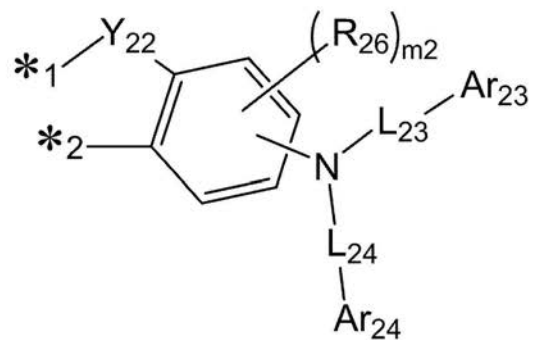
$R_{11} \sim R_{18}$ は、それぞれ独立に、水素原子、または置換基であり、 $R_{11} \sim R_{18}$ が置換基である場合の置換基としては、前記 R_1 が置換基である場合に挙げた置換基の群から選択され、

なお、 Ar_{110} が結合しているアントラセン環は、ナフタレン環を構成する任意の炭素原子に結合する。) 10

【化 2】



(2)



(20)

(前記一般式(2)において、 $X_{21} \sim X_{24}$ は、それぞれ独立に、 R_2 と結合する炭素原子、または前記一般式(20)で表される構造と結合する炭素原子であり、ただし、 X_{21} と X_{22} の組、 X_{22} と X_{23} の組、並びに X_{23} と X_{24} の組のうち少なくともいずれかの組が前記一般式(20)で表される構造と結合する炭素原子であり、

前記一般式(20)において、 $*_1$ および $*_2$ は、それぞれ独立に、 X_{21} と X_{22} の組、 X_{22} と X_{23} の組、並びに X_{23} と X_{24} の組から選ばれる組における炭素原子との結合部位を示す。 30

R_2 は、それぞれ独立に、水素原子または置換基であり、 R_2 が置換基である場合の置換基としては、

ハロゲン原子、

シアノ基、

置換もしくは無置換の炭素数 1 ~ 20 のアルキル基、

置換もしくは無置換の環形成炭素数 3 ~ 20 のシクロアルキル基、

置換もしくは無置換の炭素数 1 ~ 20 のアルコキシ基、

置換もしくは無置換の環形成炭素数 6 ~ 30 のアリーロキシ基、

置換もしくは無置換の炭素数 1 ~ 20 のアルキルチオ基、 40

置換もしくは無置換の環形成炭素数 6 ~ 30 のアリールチオ基、

- $Si(R_{210})_3$ で表されるシリル基、

置換もしくは無置換の環形成炭素数 6 ~ 30 の芳香族炭化水素基、および

置換もしくは無置換の環形成原子数 5 ~ 30 の複素環基からなる群から選択される置換基であり、

複数の R_2 は、互いに同一でも異なってもよく、

R_{210} は、それぞれ独立に、水素原子または置換基であり、 R_{210} が置換基である場合の置換基としては、置換もしくは無置換の炭素数 1 ~ 20 のアルキル基、または置換もしくは無置換の環形成炭素数 6 ~ 30 の芳香族炭化水素基であり、

複数の R_{210} は、互いに同一でも異なってもよく、 50

Ar_{21} 、 Ar_{22} 、 Ar_{23} および Ar_{24} は、それぞれ独立に、置換もしくは無置換の環形成炭素数 6 ~ 30 の芳香族炭化水素基であり、

L_{21} 、 L_{22} 、 L_{23} および L_{24} は、それぞれ独立に、単結合または連結基であり、

L_{21} 、 L_{22} 、 L_{23} および L_{24} における連結基としては、それぞれ独立に、置換もしくは無置換の環形成炭素数 6 ~ 30 の芳香族炭化水素基、置換もしくは無置換の環形成原子数 5 ~ 30 の複素環基、または多重連結基であり、

前記多重連結基は、置換もしくは無置換の環形成炭素数 6 ~ 30 の芳香族炭化水素基、および置換もしくは無置換の環形成原子数 5 ~ 30 の複素環基からなる群から選択される 2 つもしくは 3 つの基が結合してなり、前記多重連結基を構成する個々の基は、互いに同一でも異なってもよく、隣り合う基が結合してさらに環を形成する場合と、環を形成しない場合とがあり、

Y_{21} 、および Y_{22} は、それぞれ独立に、 $CR_{20}R_{21}$ 、 NR_{22} 、 S 、 O 、または $SiR_{23}R_{24}$ であり、

Y_{22} が複数個ある場合には、それらは、互いに同一でも異なってもよく、

m_1 は、3 であり、複数の R_{25} は、同一でも異なってもよく、

m_2 は、3 であり、複数の R_{26} は、同一でも異なってもよく、

$R_{20} \sim R_{26}$ は、それぞれ独立に、水素原子または置換基であり、 $R_{20} \sim R_{26}$ が置換基である場合の置換基としては、前記 R_2 が置換基である場合に挙げた置換基の群から選択され、

R_{25} のうち少なくとも 2 つが 6 員環の炭素原子に結合する置換基である場合、置換基 R_{25} 同士は、互いに結合して環構造が構築されていてもよく、

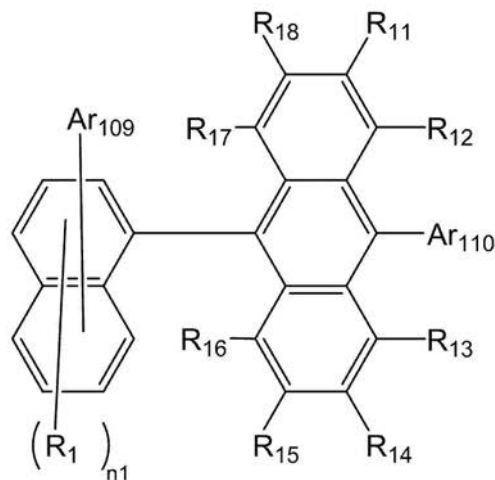
R_{26} のうち少なくとも 2 つが 6 員環の炭素原子に結合する置換基であり、置換基 R_{26} 同士は、互いに結合して環構造が構築されている。))

【請求項 2】

請求項 1 に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子において、

前記第一の化合物は、下記一般式 (10A) で表されることを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

【化 3】



(10A)

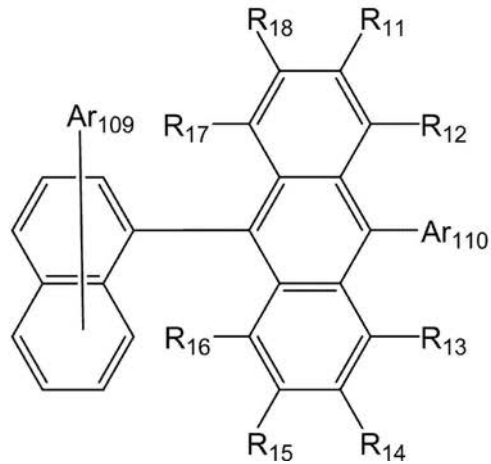
(前記一般式 (10A) において、 R_1 、 $R_{11} \sim R_{18}$ 、 n_1 、 Ar^{109} および Ar^{110} は、それぞれ前記一般式 (1) における R_1 、 $R_{11} \sim R_{18}$ 、 n_1 、 Ar^{109} および Ar^{110} と同義である。)

【請求項 3】

請求項 1 または請求項 2 に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子において、

前記第一の化合物は、下記一般式 (11A) で表されることを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

【化 4】



(11A)

10

(前記一般式(11A)において、 $R_{11} \sim R_{18}$ 、 Ar^{109} および Ar^{110} は、それぞれ前記一般式(1)における $R_{11} \sim R_{18}$ 、 Ar^{109} および Ar^{110} と同義であり、ただし、 Ar^{109} は、1-ナフチル基の2位から8位までのいずれかの炭素原子に結合する。)

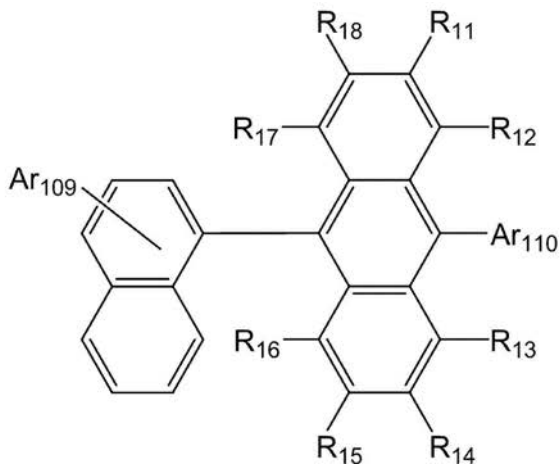
【請求項 4】

請求項1から請求項3までのいずれか一項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子において、

20

前記第一の化合物は、下記一般式(12A)で表されることを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

【化 5】



(12A)

30

(前記一般式(12A)において、 $R_{11} \sim R_{18}$ は、それぞれ前記一般式(1)における $R_{11} \sim R_{18}$ と同義であり、 Ar^{109} および Ar^{110} は、それぞれ前記一般式(1)における Ar^{109} および Ar^{110} と同義であり、ただし、 Ar^{109} は、1-ナフチル基の2位から4位までのいずれかの炭素原子に結合する。)

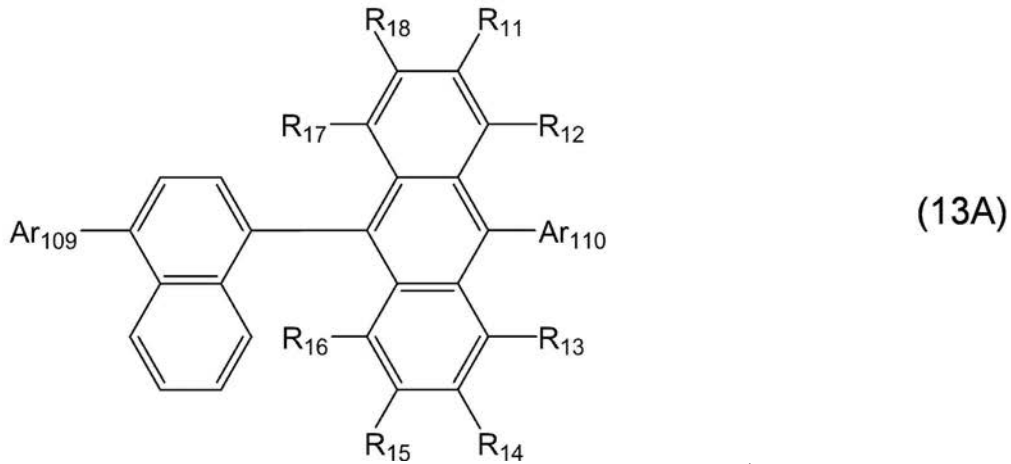
40

【請求項 5】

請求項1から請求項4までのいずれか一項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子において、

前記第一の化合物は、下記一般式(13A)で表されることを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

【化 6】



10

(前記一般式(13A)において、 $R_{11} \sim R_{18}$ は、それぞれ前記一般式(1)における $R_{11} \sim R_{18}$ と同義であり、 Ar^{109} および Ar^{110} は、それぞれ前記一般式(1)における Ar^{109} および Ar^{110} と同義である。)

【請求項 6】

請求項 1 から請求項 5 までのいずれか一項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子において、

前記 Ar^{110} における環形成炭素数 6 ~ 30 の芳香族炭化水素基は、それぞれ独立に、フェニル基、ビフェニル基、ターフェニル基、ナフチル基、アントリル基、フェナントリル基、フルオレニル基、ピレニル基、クリセニル基、フルオランテニル基、ベンゾ[a]アントリル基、ベンゾ[c]フェナントリル基、トリフェニレニル基、ベンゾ[k]フルオランテニル基、ベンゾ[g]クリセニル基、ベンゾ[b]トリフェニレニル基、ピセニル基、およびペリレニル基からなる群から選択される芳香族炭化水素基であることを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

20

【請求項 7】

請求項 1 から請求項 6 までのいずれか一項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子において、

前記 Ar^{110} における環形成炭素数 6 ~ 30 の芳香族炭化水素基は、それぞれ独立に、フェニル基、ビフェニル基、ナフチル基、フェナントリル基、ターフェニル基、およびフルオレニル基からなる群から選択される芳香族炭化水素基であることを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

30

【請求項 8】

請求項 1 から請求項 7 までのいずれか一項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子において、

前記 Ar^{110} における環形成炭素数 6 ~ 30 の芳香族炭化水素基は、それぞれ独立に、フェニル基、ナフチル基、フェナントリル基、およびフルオレニル基からなる群から選択される芳香族炭化水素基であることを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

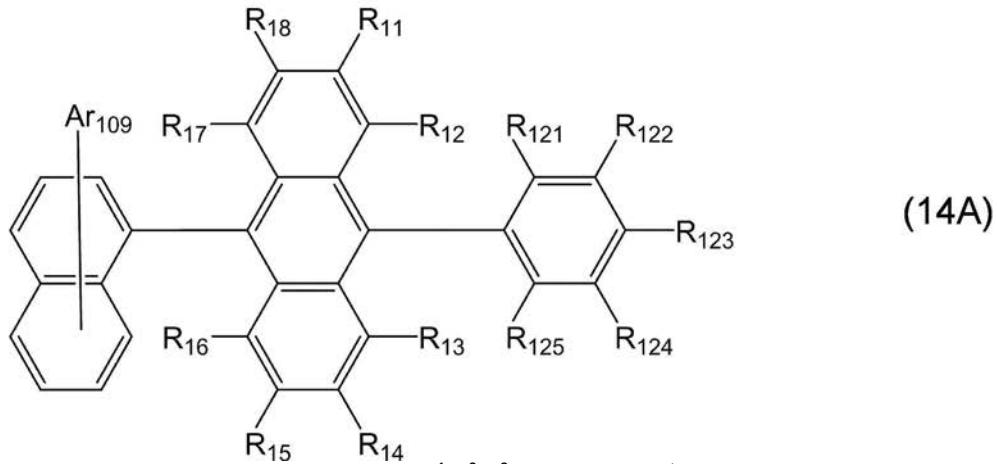
【請求項 9】

請求項 1 から請求項 8 までのいずれか一項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子において、

前記第一の化合物は、下記一般式(14A)で表されることを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

40

【化7】



10

(前記一般式(14A)において、 Ar^{109} は、それぞれ前記一般式(1)における Ar^{109} と同義であり、ただし、 Ar^{109} は、1-ナフチル基の2位から8位までのいずれかの炭素原子に結合し、

$R_{11} \sim R_{18}$ は、それぞれ前記一般式(1)における $R_{11} \sim R_{18}$ と同義であり、

$R_{121} \sim R_{125}$ は、それぞれ独立に、水素原子または置換基であり、 $R_{121} \sim R_{125}$ が置換基である場合の置換基としては、前記 R_1 が置換基である場合に挙げた置換基の群から選択され、

20

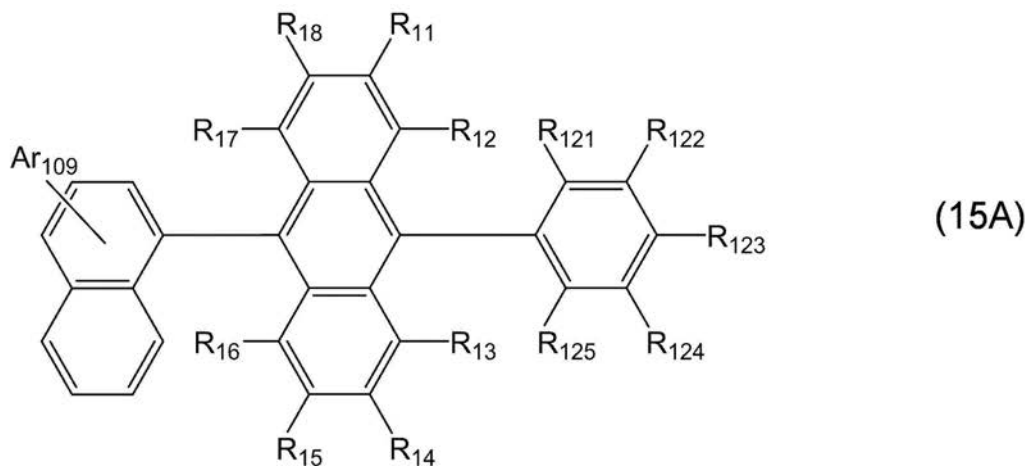
$R_{121} \sim R_{125}$ のうち少なくとも2つが6員環の炭素原子に結合する置換基である場合、2つの炭素原子の当該置換基同士は、互いに結合して環構造が構築されていてもよい。)

【請求項10】

請求項1から請求項9までのいずれか一項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子において、

前記第一の化合物は、下記一般式(15A)で表されることを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

【化8】



30

40

(前記一般式(15A)において、

Ar^{109} は、前記一般式(1)における Ar^{109} と同義であり、ただし、 Ar^{109} は、1-ナフチル基の2位から4位までのいずれかの炭素原子に結合し、

$R_{11} \sim R_{18}$ は、それぞれ前記一般式(1)における $R_{11} \sim R_{18}$ と同義であり、

$R_{121} \sim R_{125}$ は、それぞれ独立に、水素原子または置換基であり、 $R_{121} \sim R_{125}$ が置換基である場合の置換基としては、前記 R_1 が置換基である場合に挙げた置換基の群から選択され、

$R_{121} \sim R_{125}$ のうち少なくとも2つが6員環の炭素原子に結合する置換基である場合、2つの炭素原子の当該置換基同士は、互いに結合して環構造が構築されていてもよ

50

い。)

【請求項 1 1】

請求項 9 または請求項 1 0 に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子において、前記 $R_{11} \sim R_{18}$ 、 $R_{121} \sim R_{125}$ は、それぞれ独立に、水素原子または置換基であり、 $R_{11} \sim R_{18}$ 、 $R_{121} \sim R_{125}$ が置換基である場合の置換基としては、ハロゲン原子、

置換もしくは無置換の炭素数 1 ~ 2 0 のアルキル基、
置換もしくは無置換の環形成炭素数 3 ~ 2 0 のシクロアルキル基、
置換もしくは無置換の炭素数 1 ~ 2 0 のアルコキシ基、
- Si (R_{103})₃ で表されるシリル基、および

置換もしくは無置換の環形成炭素数 6 ~ 3 0 の芳香族炭化水素基からなる群から選択される置換基であり、

R_{103} は、それぞれ独立に、水素原子または置換基であり、 R_{103} が置換基である場合の置換基としては、

置換もしくは無置換の炭素数 1 ~ 2 0 のアルキル基、または

置換もしくは無置換の環形成炭素数 6 ~ 3 0 の芳香族炭化水素基であることを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項 1 2】

請求項 1 から請求項 1 1 までのいずれか一項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子において、

前記 Ar^{109} は、置換もしくは無置換の環形成炭素数 6 ~ 3 0 の芳香族炭化水素基であることを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項 1 3】

請求項 1 から請求項 1 2 までのいずれか一項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子において、

前記 Ar^{109} は、

置換もしくは無置換のフェニル基、
置換もしくは無置換のビフェニル基、
置換もしくは無置換ピフェニル基、
置換もしくは無置換のターフェニル基、
置換もしくは無置換のナフチル基、
置換もしくは無置換のアントリル基、
置換もしくは無置換のフェナントリル基、および

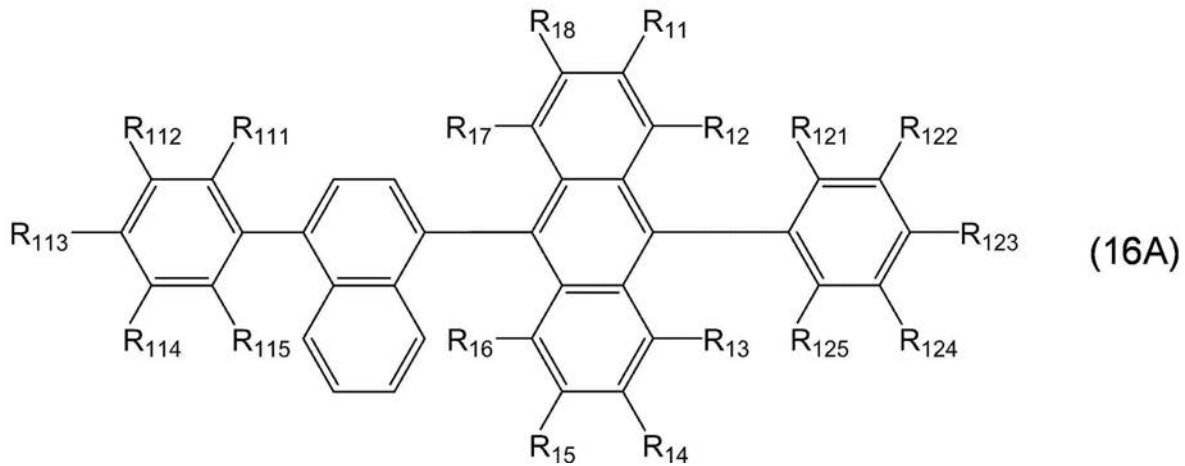
置換もしくは無置換のトリフェニレニル基からなる群から選択される芳香族炭化水素基であることを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項 1 4】

請求項 1 から請求項 1 3 までのいずれか一項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子において、

前記第一の化合物は、下記一般式 (1 6 A) で表されることを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

【化 9】



10

(前記一般式(16A)において、

$R_{111} \sim R_{118}$ は、それぞれ前記一般式(1)における $R_{111} \sim R_{118}$ と同義であり、
 $R_{1111} \sim R_{1115}$ 、 $R_{1211} \sim R_{1215}$ は、それぞれ独立に、水素原子または置換基
 であり、 $R_{1111} \sim R_{1115}$ 、 $R_{1211} \sim R_{1215}$ が置換基である場合の置換基としては
 、前記 R_1 が置換基である場合に挙げた置換基の群から選択され、

$R_{1111} \sim R_{1115}$ のうち少なくとも2つが6員環の炭素原子に結合する置換基である
 場合、2つの炭素原子の当該置換基同士は、互いに結合して環構造が構築されていてもよ
 く、

$R_{1211} \sim R_{1215}$ のうち少なくとも2つが6員環の炭素原子に結合する置換基である
 場合、2つの炭素原子の当該置換基同士は、互いに結合して環構造が構築されていてもよ
 い。)

20

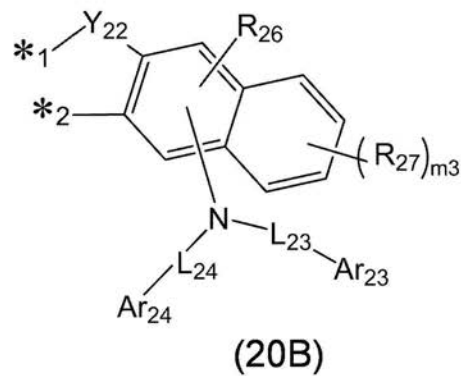
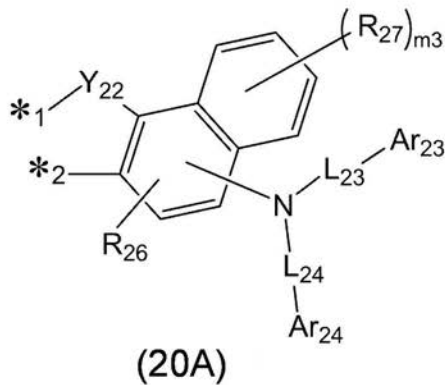
【請求項15】

請求項1から請求項14までのいずれか一項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素
 子において、

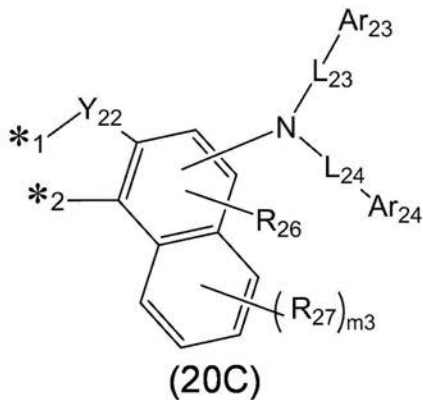
前記一般式(20)で表される構造は、下記一般式(20A)、下記一般式(20B)
 、または下記一般式(20C)で表される構造のいずれかであることを特徴とする有機エ
 レクトロルミネッセンス素子。

30

【化 1 0】



10



20

(前記一般式(20A), (20B), (20C)において、

*₁および*₂は、それぞれ、前記一般式(20)における*₁および*₂と同義であり、

Y₂₂, Ar₂₃, Ar₂₄, L₂₃およびL₂₄は、それぞれ独立に、前記一般式(20)におけるY₂₂, Ar₂₃, Ar₂₄, L₂₃およびL₂₄と同義であり、

30

Y₂₂が複数個ある場合には、それらは、互いに同一でも異なっていてもよく、

m₃は、4であり、複数のR₂₇は、互いに同一でも異なっていてもよく、

R₂₆およびR₂₇は、それぞれ独立に、水素原子または置換基であり、R₂₆およびR₂₇が置換基である場合の置換基としては、前記R₂が置換基である場合に挙げた置換基の群から選択され、

R₂₇のうち少なくとも2つが6員環の炭素原子に結合する置換基である場合、2つの炭素原子の置換基R₂₇同士は、互いに結合して環構造が構築されていてもよい。))

【請求項16】

請求項15に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子において、

前記一般式(20)で表される構造は、前記一般式(20C)で表される構造であることを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

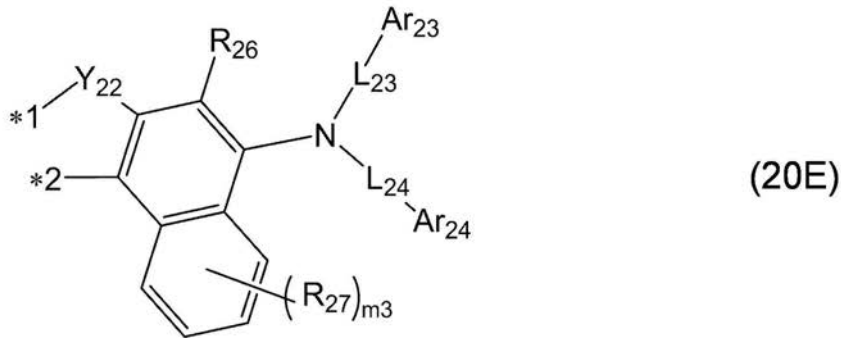
40

【請求項17】

請求項15または請求項16に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子において、

前記一般式(20)で表される構造は、下記一般式(20E)で表される構造であることを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

【化 1 1】



10

(前記一般式(20E)において、

*₁ および *₂ は、それぞれ、前記一般式(20)における *₁ および *₂ と同義であり、

Y₂₂, Ar₂₃, Ar₂₄, L₂₃ および L₂₄ は、それぞれ独立に、前記一般式(20)における Y₂₂, Ar₂₃, Ar₂₄, L₂₃ および L₂₄ と同義であり、

Y₂₂ が複数個ある場合には、それらは、互いに同一でも異なっていてもよく、

m₃ は、4 であり、複数の R₂₇ は、互いに同一でも異なっていてもよく、

R₂₆ および R₂₇ は、それぞれ独立に、水素原子または置換基であり、R₂₆ および R₂₇ が置換基である場合の置換基としては、前記 R₂ が置換基である場合に挙げた置換基の群から選択され、

20

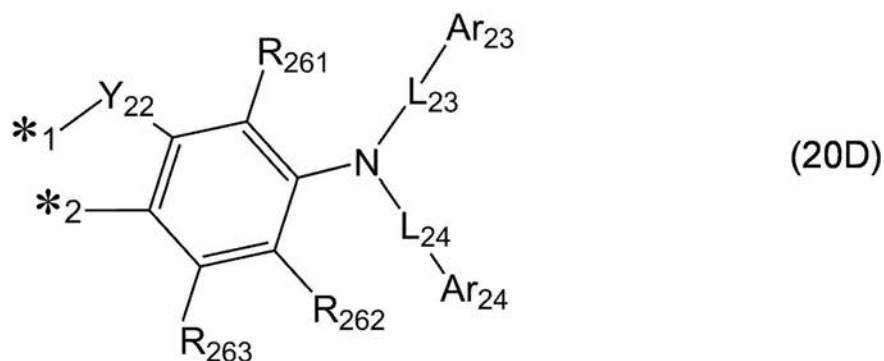
R₂₇ のうち少なくとも 2 つが 6 員環の炭素原子に結合する置換基である場合、2 つの炭素原子の置換基 R₂₇ 同士は、互いに結合して環構造が構築されていてもよい。))

【請求項 1 8】

請求項 1 から請求項 1 7 までのいずれか一項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子において、

前記一般式(20)で表される構造は、下記一般式(20D)で表される構造であることを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

【化 1 2】



30

(前記一般式(20D)において、

*₁ および *₂ は、それぞれ、前記一般式(20)における *₁ および *₂ と同義であり、

40

Y₂₂, Ar₂₃, Ar₂₄, L₂₃ および L₂₄ は、それぞれ独立に、前記一般式(20)における Y₂₂, Ar₂₃, Ar₂₄, L₂₃ および L₂₄ と同義であり、

R₂₆₁ は、水素原子または置換基であり、R₂₆₂ および R₂₆₃ は、置換基であり、R₂₆₁ ~ R₂₆₃ が置換基である場合の置換基としては、前記 R₂ が置換基である場合に挙げた置換基の群から選択され、

置換基 R₂₆₂ および置換基 R₂₆₃ は、互いに結合して環構造が構築されている。))

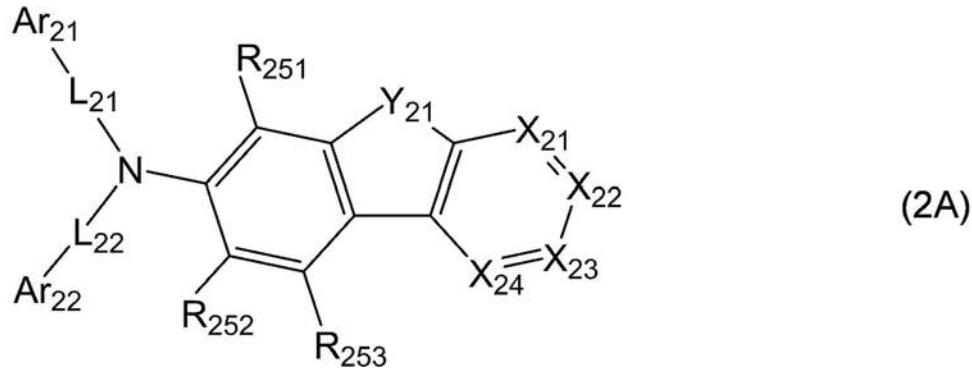
【請求項 1 9】

請求項 1 から請求項 1 8 までのいずれか一項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子において、

50

前記一般式(2)は、下記一般式(2A)で表されることを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

【化13】



10

(前記一般式(2A)において、

$X_{21} \sim X_{24}$ は、それぞれ独立に、前記 R_2 と結合する炭素原子、前記 $*_1$ と結合する炭素原子、または前記 $*_2$ と結合する炭素原子であり、ただし、 X_{21} と X_{22} の組、 X_{22} と X_{23} の組、並びに X_{23} と X_{24} の組のうち少なくともいずれかの組の炭素原子が前記 $*_1$ および前記 $*_2$ と結合し、

Y_{21} 、 Ar_{21} 、 Ar_{22} 、 L_{21} および L_{22} は、それぞれ独立に、前記一般式(2)における Y_{21} 、 Ar_{21} 、 Ar_{22} 、 L_{21} および L_{22} と同義であり、

20

$R_{251} \sim R_{253}$ は、それぞれ独立に、水素原子または置換基であり、 $R_{251} \sim R_{253}$ が置換基である場合の置換基としては、前記 R_2 が置換基である場合に挙げた置換基の群から選択され、

R_{252} および R_{253} が6員環の炭素原子に結合する置換基である場合、2つの炭素原子の置換基 R_{252} および置換基 R_{253} は、互いに結合して環構造が構築されていてもよい。))

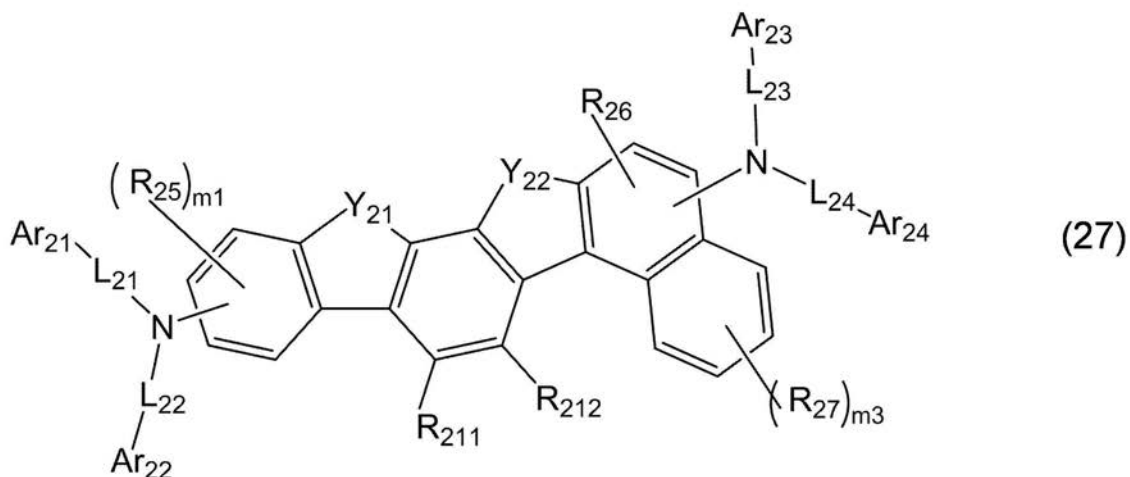
【請求項20】

請求項1における有機エレクトロルミネッセンス素子において、

前記第二の化合物は、下記一般式(27)で表されることを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

30

【化14】



40

(前記一般式(27)において、

Y_{21} 、 Ar_{21} 、 Ar_{22} 、 L_{21} および L_{22} は、それぞれ独立に、前記一般式(2)における Y_{21} 、 Ar_{21} 、 Ar_{22} 、 L_{21} および L_{22} と同義であり、

Y_{22} 、 Ar_{23} 、 Ar_{24} 、 L_{23} および L_{24} は、それぞれ独立に、前記一般式(20)における Y_{22} 、 Ar_{23} 、 Ar_{24} 、 L_{23} および L_{24} と同義であり、

m_1 は、3であり、 R_{25} は、6員環の炭素原子に結合し、複数の R_{25} は、互いに同

50

一でも異なってもよく、

R_{27} は、4であり、 R_{27} は、6員環の炭素原子に結合し、複数の R_{27} は、互いに同一でも異なってもよく、

$R_{25} \sim R_{27}$ は、それぞれ独立に、水素原子または置換基であり、 $R_{25} \sim R_{27}$ が置換基である場合の置換基としては、前記 R_2 が置換基である場合に挙げた置換基の群から選択され、

R_{25} のうち少なくとも2つが6員環の炭素原子に結合する置換基である場合、2つの炭素原子の置換基 R_{25} 同士は、互いに結合して環構造が構築されていてもよく、

R_{211} および R_{212} が置換基である場合、 R_{211} および R_{212} が互いに結合して環構造が構築されていてもよく、

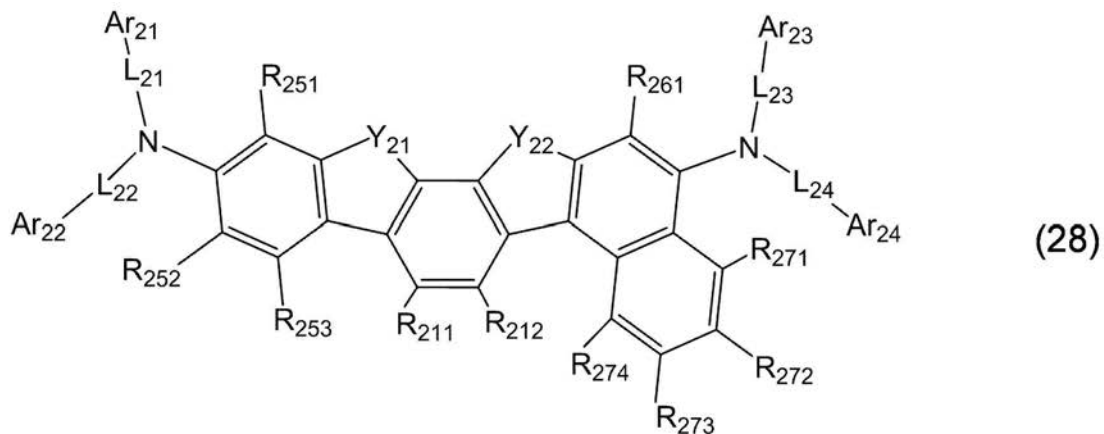
R_{27} のうち少なくとも2つが6員環の炭素原子に結合する置換基である場合、2つの炭素原子の置換基 R_{27} 同士は、互いに結合して環構造が構築されていてもよい。))

【請求項 2 1】

請求項 1 における有機エレクトロルミネッセンス素子において、

前記第二の化合物は、下記一般式 (28) で表されることを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

【化 1 5】



(前記一般式 (28) において、

Y_{21} , Ar_{21} , Ar_{22} , L_{21} および L_{22} は、それぞれ独立に、前記一般式 (2) における Y_{21} , Ar_{21} , Ar_{22} , L_{21} および L_{22} と同義であり、

Y_{22} , Ar_{23} , Ar_{24} , L_{23} および L_{24} は、それぞれ独立に、前記一般式 (20) における Y_{22} , Ar_{23} , Ar_{24} , L_{23} および L_{24} と同義であり、

$R_{251} \sim R_{253}$, R_{261} , $R_{271} \sim R_{274}$ は、それぞれ独立に、水素原子または置換基であり、 $R_{251} \sim R_{253}$, R_{261} , $R_{271} \sim R_{274}$ が置換基である場合の置換基としては、前記 R_2 が置換基である場合に挙げた置換基の群から選択され、

R_{252} および R_{253} が置換基である場合、置換基 R_{252} および置換基 R_{253} は、互いに結合して環構造が構築されていてもよく、

$R_{271} \sim R_{275}$ のうち少なくとも2つが置換基である場合、当該置換基同士は、互いに結合して環構造が構築されていてもよい。))

【請求項 2 2】

請求項 1 から請求項 2 1 までのいずれか一項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子において、

前記 Y_{21} および前記 Y_{22} は、それぞれ独立に、 $CR_{20}R_{21}$ であり、 R_{20} および R_{21} は、それぞれ独立に、水素原子または置換基であり、 R_{20} および R_{21} が置換基である場合の置換基としては、前記 R_2 が置換基である場合に挙げた置換基の群から選択されることを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項 2 3】

請求項 2 2 に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子において、

前記 R₂₀ および前記 R₂₁ は、それぞれ独立に、
置換もしくは無置換の炭素数 1 ~ 20 のアルキル基、または
置換もしくは無置換の環形成炭素数 6 ~ 30 の芳香族炭化水素基であることを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項 24】

請求項 1 から請求項 23 までのいずれか一項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子において、

前記 Ar₂₁ ~ Ar₂₄ における環形成炭素数 6 ~ 30 の芳香族炭化水素基は、フェニル基、ピフェニル基、ターフェニル基、ナフチル基、アントリル基、フェナントリル基、フルオレニル基、ピレニル基、クリセニル基、フルオランテニル基、ベンゾ [a] アントリル基、ベンゾ [c] フェナントリル基、トリフェニレニル基、ベンゾ [k] フルオランテニル基、ベンゾ [g] クリセニル基、ベンゾ [b] トリフェニレニル基、ピセニル基、およびペリレニル基からなる群から選択される芳香族炭化水素基であることを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

10

【請求項 25】

請求項 1 から請求項 24 までのいずれか一項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子において、

前記 Ar₂₁ ~ Ar₂₄ における環形成炭素数 6 ~ 30 の芳香族炭化水素基は、フェニル基、ピフェニル基、ナフチル基、フェナントリル基、ターフェニル基、およびフルオレニル基からなる群から選択される芳香族炭化水素基であることを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

20

【請求項 26】

請求項 1 から請求項 25 までのいずれか一項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子において、

前記 L₂₁ ~ L₂₄ は、それぞれ独立に、単結合または連結基であり、

L₂₁ ~ L₂₄ における連結基としては、それぞれ独立に、置換もしくは無置換の環形成炭素数 6 ~ 30 の芳香族炭化水素基または置換もしくは無置換の環形成原子数 5 ~ 30 の複素環基であることを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項 27】

請求項 1 から請求項 26 までのいずれか一項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子において、

前記 L₂₁ ~ L₂₄ は、単結合であることを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

30

【請求項 28】

請求項 1 から請求項 27 までのいずれか一項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子において、

前記発光層と前記陰極との間に電子輸送層を有することを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項 29】

請求項 1 から請求項 28 までのいずれか一項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子において、

前記発光層と前記陽極との間に正孔輸送層を有することを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

40

【請求項 30】

請求項 1 から請求項 29 までのいずれか一項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子を備えた電子機器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、有機エレクトロルミネッセンス素子および電子機器に関する。

50

【背景技術】

【0002】

有機物質を使用した有機エレクトロルミネッセンス素子（以下、有機EL素子と略記する場合がある。）は、固体発光型の安価な大面積フルカラー表示素子としての用途が有望視され、多くの開発が行われている。一般に有機EL素子は、発光層および該発光層を挟んだ一对の対向電極を備えている。両電極間に電界が印加されると、陰極側から電子が注入され、陽極側から正孔が注入される。さらに、この電子が発光層において正孔と再結合し、励起状態を生成し、励起状態が基底状態に戻る際にエネルギーを光として放出する。

【0003】

近年、発光層にホスト材料とドーパント材料を含有させ、励起はホスト材料、発光はドーパント材料と、それぞれ機能を分離させることで、素子性能を改善する技術が開発されている。

例えば、特許文献1や特許文献2には、ドーパント材料としてのジアリールアミノ基で置換されたベンゾフルオレン化合物、及びホスト材料としてのアントラセン誘導体を含有する発光層を備えた有機電界発光素子が記載されている。

また、特許文献3には、ドーパント材料としてのベンゾインデノフルオレンジアミン、およびホスト材料としてのアントラセン誘導体と含有する発光層を備えた有機エレクトロルミネッセンス素子が記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2008-291006号公報

【特許文献2】特開2011-225546号公報

【特許文献3】特表2009-542735号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、有機EL素子の実用化のためには、さらなる発光効率の向上、および長寿命化が求められる。

【0006】

本発明の目的は、発光効率を向上させるとともに、長寿命で発光させることのできる有機エレクトロルミネッセンス素子、並びにこの有機エレクトロルミネッセンス素子を備えた電子機器を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の一態様に係る有機エレクトロルミネッセンス素子は、陽極と、陰極と、発光層と、を含み、前記発光層は、下記一般式(1)で表される第一の化合物、および下記一般式(2)で表される第二の化合物を含有する。

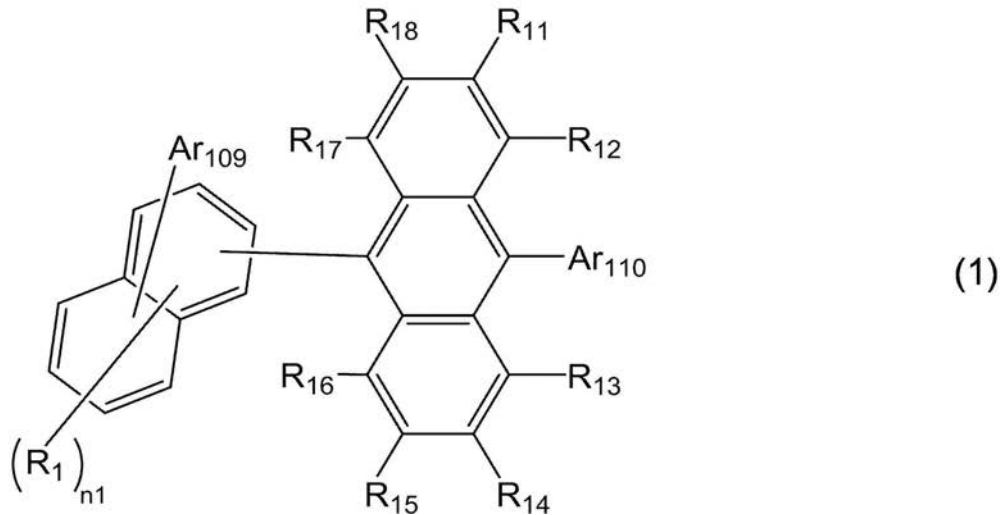
【0008】

10

20

30

【化 1】



10

【0009】

(前記一般式(1)において、

Ar^{109} は、

置換もしくは無置換の環形成炭素数 6 ~ 30 の芳香族炭化水素基、または
置換もしくは無置換の環形成原子数 5 ~ 30 の複素環基であり、

20

Ar^{109} は、ナフタレン環の任意の炭素原子に結合し、

Ar^{110} は、置換もしくは無置換の環形成炭素数 6 ~ 30 の芳香族炭化水素基であり、

n_1 は、6 であり、

R_1 は、それぞれ独立に、水素原子、または置換基であり、 R_1 が置換基である場合の置換基としては、

ハロゲン原子、

シアノ基、

置換もしくは無置換の炭素数 1 ~ 20 のアルキル基、

置換もしくは無置換の環形成炭素数 3 ~ 20 のシクロアルキル基、

30

置換もしくは無置換の炭素数 1 ~ 20 のアルコキシ基、

置換もしくは無置換の環形成炭素数 6 ~ 30 のアリーロキシ基、

置換もしくは無置換の炭素数 1 ~ 20 のアルキルチオ基、

置換もしくは無置換の環形成炭素数 6 ~ 30 のアリールチオ基、

- $Si(R_{100})_3$ で表されるシリル基、

- $N(R_{101})_2$ で表されるアミノ基、

置換もしくは無置換の環形成炭素数 6 ~ 30 の芳香族炭化水素基、および

置換もしくは無置換の環形成原子数 5 ~ 30 の複素環基からなる群から選択される置換基であり、

複数の R_1 は、互いに同一でも異なっていてもよく、

40

R_{100} は、それぞれ独立に、水素原子または置換基であり、 R_{100} が置換基である場合の置換基としては、

置換もしくは無置換の炭素数 1 ~ 20 のアルキル基、または

置換もしくは無置換の環形成炭素数 6 ~ 30 の芳香族炭化水素基であり、

複数の R_{100} は、互いに同一でも異なっていてもよく、

R_{101} は、それぞれ独立に、水素原子または置換基であり、 R_{101} が置換基である場合の置換基としては、

置換もしくは無置換の炭素数 1 ~ 20 のアルキル基、または

置換もしくは無置換の環形成炭素数 6 ~ 30 の芳香族炭化水素基であり、

複数の R_{101} は、互いに同一でも異なっていてもよく、

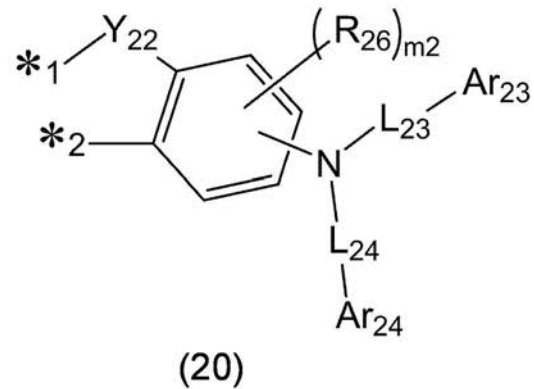
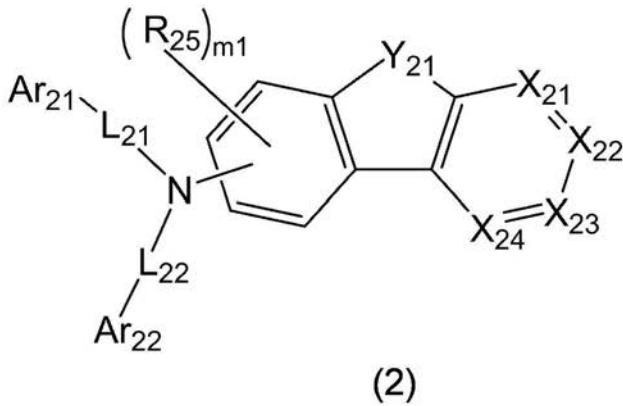
50

R₁₁ ~ R₁₈ は、それぞれ独立に、水素原子、または置換基であり、R₁₁ ~ R₁₈ が置換基である場合の置換基としては、前記 R₁ が置換基である場合に挙げた置換基の群から選択され、

なお、Ar₁₁₀ が結合しているアントラセン環は、ナフタレン環を構成する任意の炭素原子に結合する。)

【0010】

【化2】



10

【0011】

(前記一般式(2)において、X₂₁ ~ X₂₄ は、それぞれ独立に、R₂ と結合する炭素原子、または前記一般式(20)で表される構造と結合する炭素原子であり、ただし、X₂₁ と X₂₂ の組、X₂₂ と X₂₃ の組、並びに X₂₃ と X₂₄ の組のうち少なくともいずれかの組が前記一般式(20)で表される構造と結合する炭素原子であり、

前記一般式(20)において、*₁ および *₂ は、それぞれ独立に、X₂₁ と X₂₂ の組、X₂₂ と X₂₃ の組、並びに X₂₃ と X₂₄ の組から選ばれる組における炭素原子との結合部位を示す。

R₂ は、それぞれ独立に、水素原子または置換基であり、R₂ が置換基である場合の置換基としては、

ハロゲン原子、

シアノ基、

置換もしくは無置換の炭素数 1 ~ 20 のアルキル基、

置換もしくは無置換の環形成炭素数 3 ~ 20 のシクロアルキル基、

置換もしくは無置換の炭素数 1 ~ 20 のアルコキシ基、

置換もしくは無置換の環形成炭素数 6 ~ 30 のアリーロキシ基、

置換もしくは無置換の炭素数 1 ~ 20 のアルキルチオ基、

置換もしくは無置換の環形成炭素数 6 ~ 30 のアリールチオ基、

- Si (R₂₁₀)₃ で表されるシリル基、

置換もしくは無置換の環形成炭素数 6 ~ 30 の芳香族炭化水素基、および

置換もしくは無置換の環形成原子数 5 ~ 30 の複素環基からなる群から選択される置換基であり、

複数の R₂ は、互いに同一でも異なっていてもよく、

R₂₁₀ は、それぞれ独立に、水素原子または置換基であり、R₂₁₀ が置換基である場合の置換基としては、置換もしくは無置換の炭素数 1 ~ 20 のアルキル基、または置換もしくは無置換の環形成炭素数 6 ~ 30 の芳香族炭化水素基であり、

複数の R₂₁₀ は、互いに同一でも異なっていてもよく、

Ar₂₁、Ar₂₂、Ar₂₃ および Ar₂₄ は、それぞれ独立に、置換もしくは無置換の環形成炭素数 6 ~ 30 の芳香族炭化水素基であり、

L₂₁、L₂₂、L₂₃ および L₂₄ は、それぞれ独立に、単結合または連結基であり、

30

40

50

L_{21} 、 L_{22} 、 L_{23} および L_{24} における連結基としては、それぞれ独立に、置換もしくは無置換の環形成炭素数 6 ~ 30 の芳香族炭化水素基、置換もしくは無置換の環形成原子数 5 ~ 30 の複素環基、または多重連結基であり、

前記多重連結基は、置換もしくは無置換の環形成炭素数 6 ~ 30 の芳香族炭化水素基、および置換もしくは無置換の環形成原子数 5 ~ 30 の複素環基からなる群から選択される 2 つもしくは 3 つの基が結合してなり、前記多重連結基を構成する個々の基は、互いに同一でも異なってもよく、隣り合う基が結合してさらに環を形成する場合と、環を形成しない場合とがあり、

Y_{21} 、および Y_{22} は、それぞれ独立に、 $CR_{20}R_{21}$ 、 NR_{22} 、 S 、 O 、または $SiR_{23}R_{24}$ であり、

Y_{22} が複数個ある場合には、それらは、互いに同一でも異なってもよく、

m_1 は、3 であり、複数の R_{25} は、同一でも異なってもよく、

m_2 は、3 であり、複数の R_{26} は、同一でも異なってもよく、

$R_{20} \sim R_{26}$ は、それぞれ独立に、水素原子または置換基であり、 $R_{20} \sim R_{26}$ が置換基である場合の置換基としては、前記 R_2 が置換基である場合に挙げた置換基の群から選択され、

R_{25} のうち少なくとも 2 つが 6 員環の炭素原子に結合する置換基である場合、置換基 R_{25} 同士は、互いに結合して環構造が構築されていてもよく、

R_{26} のうち少なくとも 2 つが 6 員環の炭素原子に結合する置換基であり、置換基 R_{26} 同士は、互いに結合して環構造が構築されている。

)

【0012】

本発明の一態様に係る電子機器は、上述の本発明の一態様に係る有機エレクトロルミネッセンス素子を備えることを特徴とする。

【発明の効果】

【0013】

本発明によれば、発光効率を向上させるとともに、長寿命で発光させることのできる有機エレクトロルミネッセンス素子を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図 1】本発明の一実施形態に係る有機 EL 素子の一例の概略構成を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0015】

本発明の一実施形態に係る有機 EL 素子は、陰極と、陽極と、陰極と陽極との間に配置された有機層とを有する。有機層は、一層または複数層で構成される。

また、本実施形態に係る有機 EL 素子において、有機層のうち少なくとも 1 層は、発光層である。そのため、有機層は、例えば、一層の発光層で構成されていてもよいし、正孔注入層、正孔輸送層、電子注入層、電子輸送層、正孔障壁層、電子障壁層等の公知の有機 EL 素子で採用される層を有していてもよい。有機層は、無機化合物を含んでいてもよい。

【0016】

有機 EL 素子の代表的な素子構成としては、例えば、次の (a) ~ (e) などの構成を挙げることができる。

(a) 陽極 / 発光層 / 陰極

(b) 陽極 / 正孔注入・輸送層 / 発光層 / 陰極

(c) 陽極 / 発光層 / 電子注入・輸送層 / 陰極

(d) 陽極 / 正孔注入・輸送層 / 発光層 / 電子注入・輸送層 / 陰極

(e) 陽極 / 正孔注入・輸送層 / 発光層 / 障壁層 / 電子注入・輸送層 / 陰極

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

10

20

30

40

50

はない。

なお、上記「発光層」とは、発光機能を有する有機層である。

上記「正孔注入・輸送層」は「正孔注入層および正孔輸送層のうち少なくともいずれか1つ」を意味し、「電子注入・輸送層」は「電子注入層および電子輸送層のうち少なくともいずれか1つ」を意味する。ここで、正孔注入層および正孔輸送層を有する場合には、正孔輸送層と陽極との間に正孔注入層が設けられていることが好ましい。また、電子注入層および電子輸送層を有する場合には、電子輸送層と陰極側との間に電子注入層が設けられていることが好ましい。

【0017】

図1に、本発明の実施形態における有機EL素子の一例の概略構成を示す。

10

図1に示す有機EL素子1は、基板2と、陽極3と、陰極4と、陽極3と陰極4との間に配置された有機層10と、を有する。

そして、有機層10は、陽極3側から順に、正孔注入・輸送層6、発光層5、および電子注入・輸送層7が積層されて構成される。

【0018】

(発光層)

本実施形態に係る発光層5は、第一の化合物および第二の化合物を含む。

【0019】

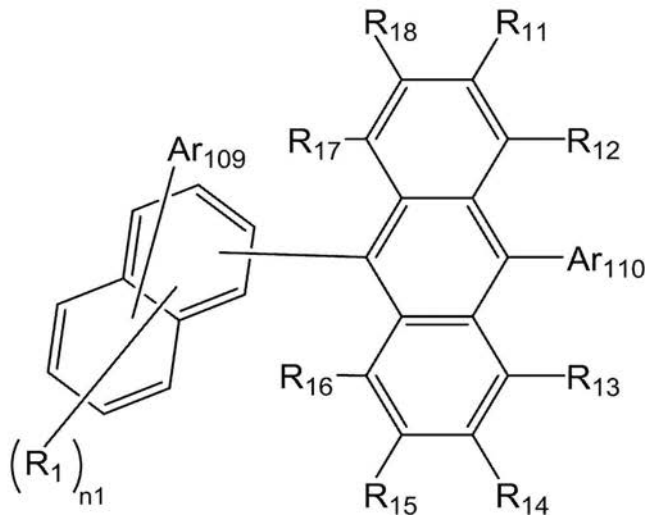
・第一の化合物

第一の化合物は、下記一般式(1)で表される。

20

【0020】

【化3】



(1)

30

【0021】

(前記一般式(1)において、

Ar¹⁰⁹は、

置換もしくは無置換の環形成炭素数6~30の芳香族炭化水素基、または置換もしくは無置換の環形成原子数5~30の複素環基であり、

40

Ar¹⁰⁹は、ナフタレン環の任意の炭素原子に結合し、

Ar¹¹⁰は、置換もしくは無置換の環形成炭素数6~30の芳香族炭化水素基であり、

n1は、6であり、

R1は、それぞれ独立に、水素原子、または置換基であり、R1が置換基である場合の置換基としては、

ハロゲン原子、

シアノ基、

置換もしくは無置換の炭素数1~20のアルキル基、

50

置換もしくは無置換の環形成炭素数 3 ~ 20 のシクロアルキル基、
 置換もしくは無置換の炭素数 1 ~ 20 のアルコキシ基、
 置換もしくは無置換の環形成炭素数 6 ~ 30 のアリールオキシ基、
 置換もしくは無置換の炭素数 1 ~ 20 のアルキルチオ基、
 置換もしくは無置換の環形成炭素数 6 ~ 30 のアリールチオ基、
 - Si (R₁₀₀)₃ で表されるシリル基、
 - N (R₁₀₁)₂ で表されるアミノ基、
 置換もしくは無置換の環形成炭素数 6 ~ 30 の芳香族炭化水素基、および
 置換もしくは無置換の環形成原子数 5 ~ 30 の複素環基からなる群から選択される置換基であり、

10

複数の R₁ は、互いに同一でも異なっていてもよく、
 R₁₀₀ は、それぞれ独立に、水素原子または置換基であり、R₁₀₀ が置換基である場合の置換基としては、

置換もしくは無置換の炭素数 1 ~ 20 のアルキル基、または
 置換もしくは無置換の環形成炭素数 6 ~ 30 の芳香族炭化水素基であり、
 複数の R₁₀₀ は、互いに同一でも異なっていてもよく、
 R₁₀₁ は、それぞれ独立に、水素原子または置換基であり、R₁₀₁ が置換基である場合の置換基としては、

20

置換もしくは無置換の炭素数 1 ~ 20 のアルキル基、または
 置換もしくは無置換の環形成炭素数 6 ~ 30 の芳香族炭化水素基であり、
 複数の R₁₀₁ は、互いに同一でも異なっていてもよく、
 R₁₁ ~ R₁₈ は、それぞれ独立に、水素原子、または置換基であり、R₁₁ ~ R₁₈ が置換基である場合の置換基としては、前記 R₁ が置換基である場合に挙げた置換基の群から選択され、

なお、Ar₁₁₀ が結合しているアントラセン環は、ナフタレン環を構成する任意の炭素原子に結合する。)

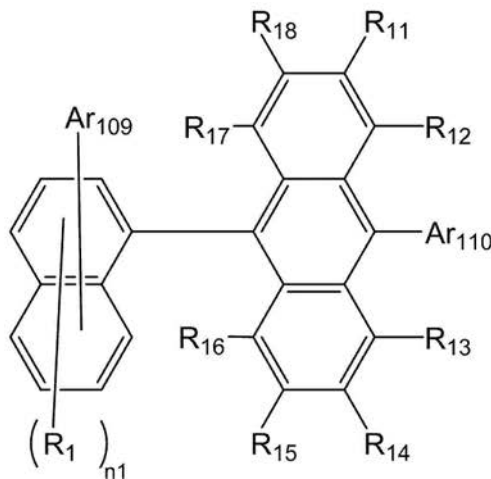
【0022】

本実施形態において、前記第一の化合物は、下記一般式(10A)で表されることが好ましい。

【0023】

30

【化4】



(10A)

40

【0024】

(前記一般式(10A)において、R₁、R₁₁ ~ R₁₈、n1、Ar¹⁰⁹ および Ar¹¹⁰ は、それぞれ前記一般式(1)における R₁、R₁₁ ~ R₁₈、n1、Ar¹⁰⁹ および Ar¹¹⁰ と同義である。)

【0025】

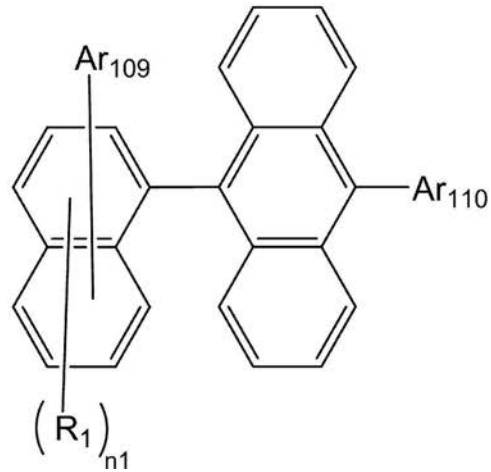
本実施形態において、前記第一の化合物は、下記一般式(10)で表されることも好ま

50

しい。

【0026】

【化5】



(10)

10

【0027】

(前記一般式(10)において、 R_1 、 $n1$ 、 Ar^{109} および Ar^{110} は、それぞれ前記一般式(1)における R_1 、 $n1$ 、 Ar^{109} および Ar^{110} と同義である。)

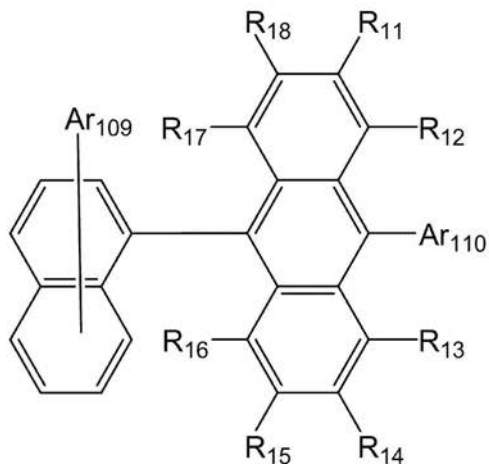
【0028】

20

また、本実施形態において、前記第一の化合物は、下記一般式(11A)で表されることが好ましい。

【0029】

【化6】



(11A)

30

【0030】

(前記一般式(11A)において、 $R_{11} \sim R_{18}$ 、 Ar^{109} および Ar^{110} は、それぞれ前記一般式(1)における $R_{11} \sim R_{18}$ 、 Ar^{109} および Ar^{110} と同義であり、ただし、 Ar^{109} は、1-ナフチル基の2位から8位までのいずれかの炭素原子に結合する。)

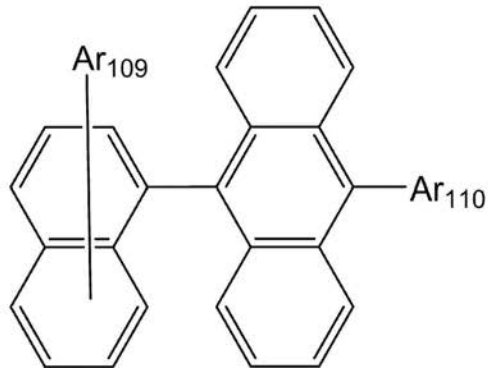
40

【0031】

本実施形態において、前記第一の化合物は、下記一般式(11)で表されることも好ましい。

【0032】

【化 7】



(11)

10

【0033】

(前記一般式(11)において、 Ar^{109} および Ar^{110} は、それぞれ前記一般式(1)における Ar^{109} および Ar^{110} と同義であり、ただし、 Ar^{109} は、1-ナフチル基の2位から8位までのいずれかの炭素原子に結合する。)

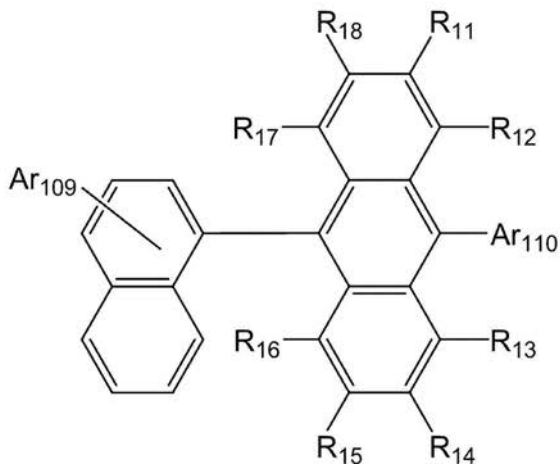
【0034】

また、本実施形態において、前記第一の化合物は、下記一般式(12A)で表されることが好ましい。

【0035】

【化 8】

20



(12A)

30

【0036】

(前記一般式(12A)において、 $R_{11} \sim R_{18}$ は、それぞれ前記一般式(1)における $R_{11} \sim R_{18}$ と同義であり、 Ar^{109} および Ar^{110} は、それぞれ前記一般式(1)における Ar^{109} および Ar^{110} と同義であり、ただし、 Ar^{109} は、1-ナフチル基の2位から4位までのいずれかの炭素原子に結合する。)

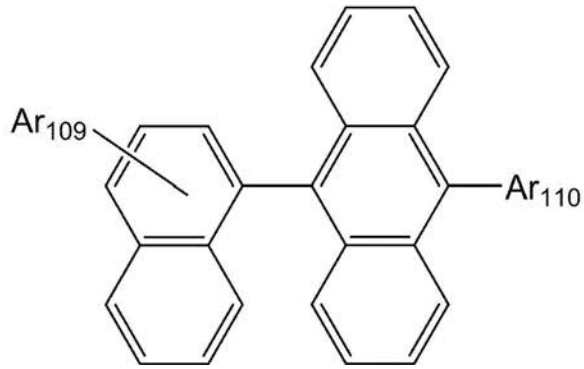
【0037】

また、本実施形態において、前記第一の化合物は、下記一般式(12)で表されることも好ましい。

40

【0038】

【化 9】



(12)

10

【0039】

(前記一般式(12)において、 Ar^{109} および Ar^{110} は、それぞれ前記一般式(1)における Ar^{109} および Ar^{110} と同義であり、ただし、 Ar^{109} は、1-ナフチル基の2位から4位までのいずれかの炭素原子に結合する。)

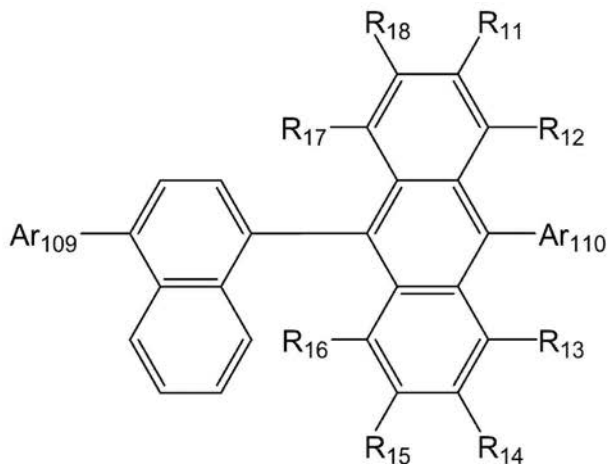
【0040】

本実施形態において、前記第一の化合物は、下記一般式(13A)で表されることが好ましい。

【0041】

【化10】

20



(13A)

30

【0042】

(前記一般式(13A)において、 $R_{11} \sim R_{18}$ は、それぞれ前記一般式(1)における $R_{11} \sim R_{18}$ と同義であり、 Ar^{109} および Ar^{110} は、それぞれ前記一般式(1)における Ar^{109} および Ar^{110} と同義である。)

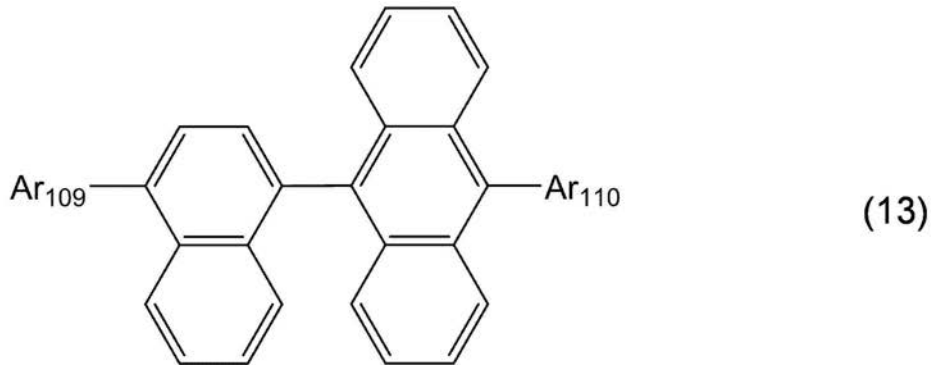
【0043】

本実施形態において、前記第一の化合物は、下記一般式(13)で表されることも好ましい。

【0044】

40

【化 1 1】



10

【0045】

(前記一般式(13)において、 Ar^{109} および Ar^{110} は、それぞれ前記一般式(1)における Ar^{109} および Ar^{110} と同義である。)

【0046】

本実施形態において、前記 Ar^{110} における環形成炭素数 6 ~ 30 の芳香族炭化水素基は、それぞれ独立に、フェニル基、ビフェニル基、ターフェニル基、ナフチル基、アントリル基、フェナントリル基、フルオレニル基、ピレニル基、クリセニル基、フルオランテニル基、ベンゾ[a]アントリル基、ベンゾ[c]フェナントリル基、トリフェニレニル基、ベンゾ[k]フルオランテニル基、ベンゾ[g]クリセニル基、ベンゾ[b]トリ

20

フェニレニル基、ピセニル基、およびペリレニル基からなる群から選択される芳香族炭化水素基であることが好ましい。

本実施形態において、前記 Ar^{110} における環形成炭素数 6 ~ 30 の芳香族炭化水素基は、それぞれ独立に、フェニル基、ビフェニル基、ナフチル基、フェナントリル基、ターフェニル基、およびフルオレニル基からなる群から選択される芳香族炭化水素基であることがより好ましい。

本実施形態において、前記 Ar^{110} における環形成炭素数 6 ~ 30 の芳香族炭化水素基は、それぞれ独立に、フェニル基、ナフチル基、フェナントリル基、およびフルオレニル基からなる群から選択される芳香族炭化水素基であることがさらに好ましい。

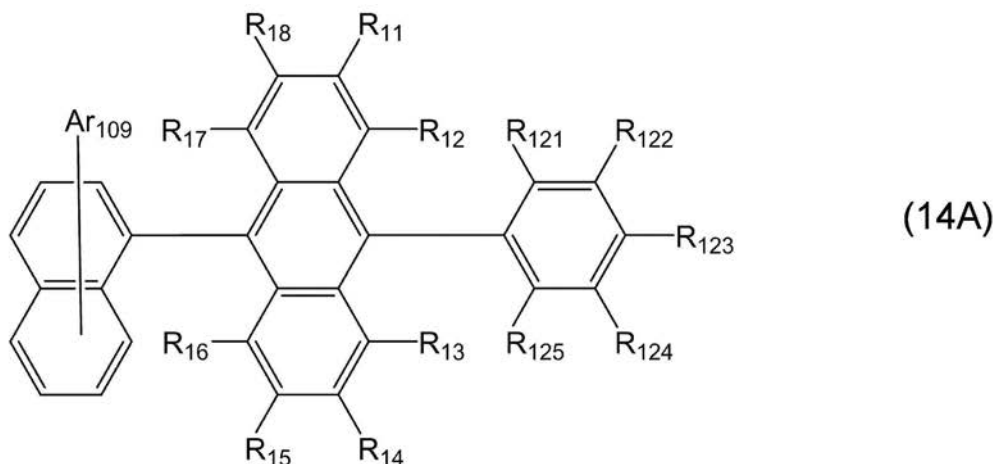
30

【0047】

本実施形態において、前記第一の化合物は、下記一般式(14A)で表されることが好ましい。

【0048】

【化 1 2】



40

【0049】

(前記一般式(14A)において、 Ar^{109} は、それぞれ前記一般式(1)における Ar^{109} と同義であり、ただし、 Ar^{109} は、1-ナフチル基の2位から8位までのいずれかの炭素原子に結合し、

50

$R_{11} \sim R_{18}$ は、それぞれ前記一般式 (1) における $R_{11} \sim R_{18}$ と同義であり、
 $R_{121} \sim R_{125}$ は、それぞれ独立に、水素原子または置換基であり、 $R_{121} \sim R_{125}$ が置換基である場合の置換基としては、前記 R_1 が置換基である場合に挙げた置換基の群から選択され、

$R_{121} \sim R_{125}$ のうち少なくとも2つが6員環の炭素原子に結合する置換基である場合、2つの炭素原子の当該置換基同士は、互いに結合して環構造が構築されていてもよい。))

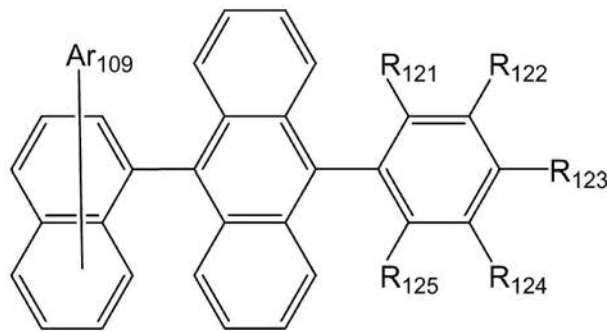
【0050】

本実施形態において、前記第一の化合物は、下記一般式 (14) で表されることが好ましい。

10

【0051】

【化13】



(14)

20

【0052】

(前記一般式 (14) において、 Ar^{109} は、それぞれ前記一般式 (1) における Ar^{109} と同義であり、ただし、 Ar^{109} は、1-ナフチル基の2位から8位までのいずれかの炭素原子に結合し、

$R_{121} \sim R_{125}$ は、それぞれ独立に、水素原子または置換基であり、 $R_{121} \sim R_{125}$ が置換基である場合の置換基としては、前記 R_1 が置換基である場合に挙げた置換基の群から選択され、

$R_{121} \sim R_{125}$ のうち少なくとも2つが6員環の炭素原子に結合する置換基である場合、2つの炭素原子の当該置換基同士は、互いに結合して環構造が構築されていてもよい。))

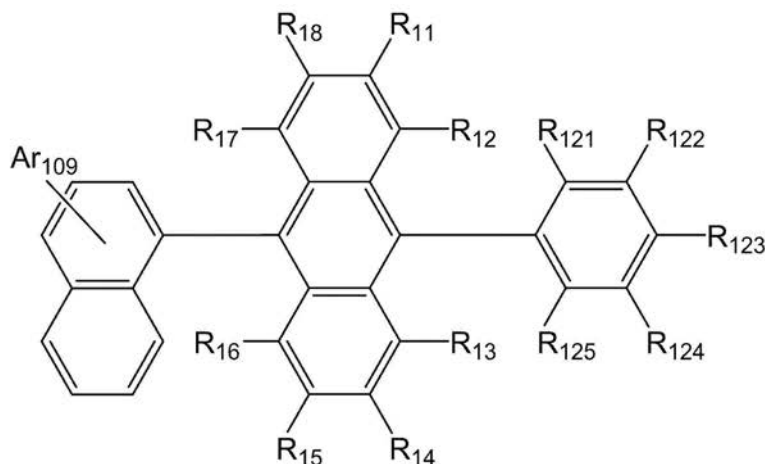
30

【0053】

本実施形態において、前記第一の化合物は、下記一般式 (15A) で表されることが好ましい。

【0054】

【化14】



(15A)

40

【0055】

(前記一般式 (15A) において、

50

Ar^{109} は、前記一般式(1)における Ar^{109} と同義であり、ただし、 Ar^{109} は、1-ナフチル基の2位から4位までのいずれかの炭素原子に結合し、

$R_{11} \sim R_{18}$ は、それぞれ前記一般式(1)における $R_{11} \sim R_{18}$ と同義であり、

$R_{121} \sim R_{125}$ は、それぞれ独立に、水素原子または置換基であり、 $R_{121} \sim R_{125}$ が置換基である場合の置換基としては、前記 R_1 が置換基である場合に挙げた置換基の群から選択され、

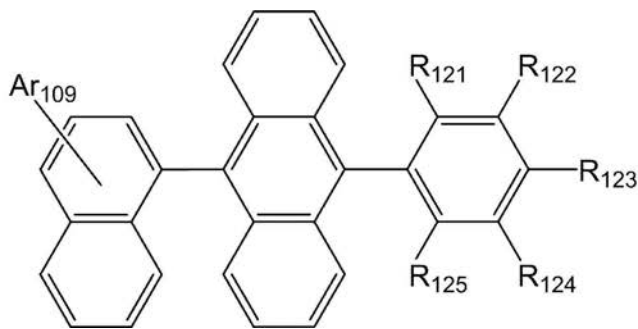
$R_{121} \sim R_{125}$ のうち少なくとも2つが6員環の炭素原子に結合する置換基である場合、2つの炭素原子の当該置換基同士は、互いに結合して環構造が構築されていてもよい。

【0056】

本実施形態において、前記第一の化合物は、下記一般式(15)で表されることも好ましい。

【0057】

【化15】



(15)

【0058】

(前記一般式(15)において、

Ar^{109} は、前記一般式(1)における Ar^{109} と同義であり、ただし、 Ar^{109} は、1-ナフチル基の2位から4位までのいずれかの炭素原子に結合し、

$R_{121} \sim R_{125}$ は、それぞれ独立に、水素原子または置換基であり、 $R_{121} \sim R_{125}$ が置換基である場合の置換基としては、前記 R_1 が置換基である場合に挙げた置換基の群から選択され、

$R_{121} \sim R_{125}$ のうち少なくとも2つが6員環の炭素原子に結合する置換基である場合、2つの炭素原子の当該置換基同士は、互いに結合して環構造が構築されていてもよい。

【0059】

本実施形態において、前記 Ar^{109} は、置換もしくは無置換の環形成炭素数6~30の芳香族炭化水素基であることが好ましい。

また、本実施形態において、前記 Ar^{109} は、置換もしくは無置換のフェニル基、置換もしくは無置換のビフェニル基、置換もしくは無置換のピフェニル基、置換もしくは無置換のターフェニル基、置換もしくは無置換のナフチル基、置換もしくは無置換のアントリル基、置換もしくは無置換のフェナントリル基、および置換もしくは無置換のトリフェニル基からなる群から選択される芳香族炭化水素基であることが好ましい。

【0060】

本実施形態において、前記第一の化合物は、下記一般式(16A)で表されることが好ましい。

【0061】

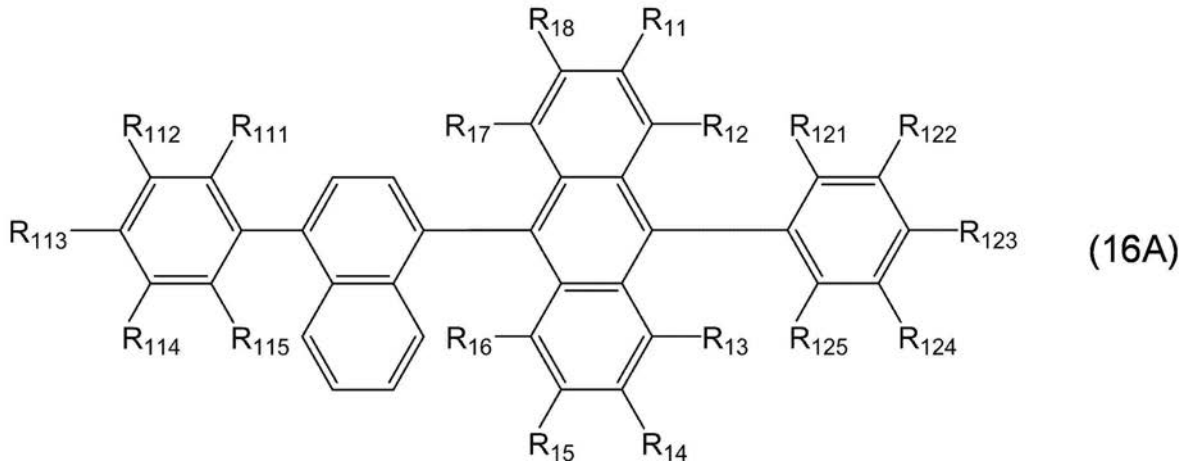
10

20

30

40

【化 1 6】



10

【 0 0 6 2】

(前記一般式(16A)において、

$R_{111} \sim R_{118}$ は、それぞれ前記一般式(1)における $R_{111} \sim R_{118}$ と同義であり、
 $R_{1111} \sim R_{1115}$ 、 $R_{1211} \sim R_{1215}$ は、それぞれ独立に、水素原子または置換基
 であり、 $R_{1111} \sim R_{1115}$ 、 $R_{1211} \sim R_{1215}$ が置換基である場合の置換基としては、
 前記 R_1 が置換基である場合に挙げた置換基の群から選択され、

$R_{1111} \sim R_{1115}$ のうち少なくとも2つが6員環の炭素原子に結合する置換基である
 場合、2つの炭素原子の当該置換基同士は、互いに結合して環構造が構築されていてもよ
 く、

$R_{1211} \sim R_{1215}$ のうち少なくとも2つが6員環の炭素原子に結合する置換基である
 場合、2つの炭素原子の当該置換基同士は、互いに結合して環構造が構築されていてもよ
 い。)

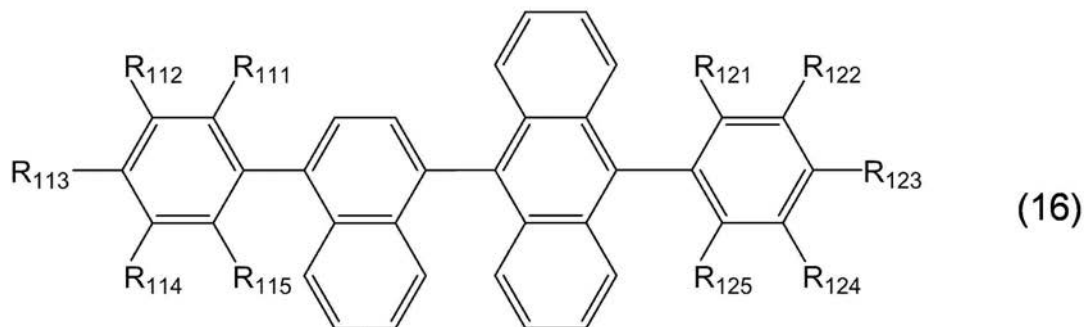
20

【 0 0 6 3】

本実施形態において、前記第一の化合物は、下記一般式(16)で表されることも好ま
 しい。

【 0 0 6 4】

【化 1 7】



30

【 0 0 6 5】

(前記一般式(16)において、 $R_{1111} \sim R_{1115}$ 、 $R_{1211} \sim R_{1215}$ は、それぞれ
 独立に、水素原子または置換基であり、 $R_{1111} \sim R_{1115}$ 、 $R_{1211} \sim R_{1215}$ が置換
 基である場合の置換基としては、前記 R_1 が置換基である場合に挙げた置換基の群から選
 択され、

$R_{1111} \sim R_{1115}$ のうち少なくとも2つが6員環の炭素原子に結合する置換基である
 場合、2つの炭素原子の当該置換基同士は、互いに結合して環構造が構築されていてもよ
 く、

$R_{1211} \sim R_{1215}$ のうち少なくとも2つが6員環の炭素原子に結合する置換基である
 場合、2つの炭素原子の当該置換基同士は、互いに結合して環構造が構築されていてもよ
 い。)

40

50

【0066】

本実施形態において、前記 $R_{11} \sim R_{18}$ 、 $R_{111} \sim R_{115}$ 、 $R_{121} \sim R_{125}$ は、それぞれ独立に、水素原子または置換基であり、 $R_{11} \sim R_{18}$ 、 $R_{111} \sim R_{115}$ 、 $R_{121} \sim R_{125}$ が置換基である場合の置換基としては、ハロゲン原子、置換もしくは無置換の炭素数 1 ~ 20 のアルキル基、置換もしくは無置換の環形成炭素数 3 ~ 20 のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数 1 ~ 20 のアルコキシ基、 $-Si(R_{103})_3$ で表されるシリル基、および置換もしくは無置換の環形成炭素数 6 ~ 30 の芳香族炭化水素基からなる群から選択される置換基であることが好ましい。

R_{103} は、それぞれ独立に、水素原子または置換基であり、 R_{103} が置換基である場合の置換基としては、置換もしくは無置換の炭素数 1 ~ 20 のアルキル基、または置換もしくは無置換の環形成炭素数 6 ~ 30 の芳香族炭化水素基である。

10

【0067】

本実施形態において、前記一般式 (14) ~ (16) の $R_{121} \sim R_{125}$ における置換基同士の結合による環構造は、構築されていないことが好ましい。

本実施形態において、前記一般式 (16) の $R_{111} \sim R_{115}$ における置換基同士の結合による環構造は、構築されていないことが好ましい。

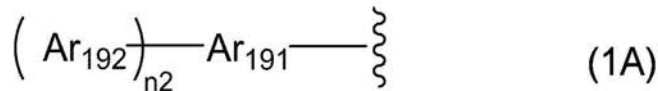
【0068】

本実施形態において、前記 Ar_{109} は、下記一般式 (1A) で表される基であることが好ましい。

【0069】

20

【化18】



【0070】

(前記一般式 (1A) において、

Ar_{191} および Ar_{192} は、それぞれ独立に、前記 Ar_{109} と同義であり、 Ar_{191} は、ナフタレン環の任意の炭素原子に結合し、

$n2$ は、1 または 2 であり、 $n2$ が 2 のとき、2 つの Ar_{192} は、同一でも異なってもよい。)

30

【0071】

前記一般式 (1A) において、 Ar_{191} および Ar_{192} は、それぞれ独立に、置換もしくは無置換の環形成炭素数 6 ~ 30 の芳香族炭化水素基であることが好ましい。

Ar_{191} および Ar_{192} は、それぞれ独立に、置換もしくは無置換のベンゼン環、置換もしくは無置換のナフタレン環、置換もしくは無置換のフルオレン環、置換もしくは無置換のアントラセン環、置換もしくは無置換のフェナントレン環、または置換もしくは無置換のトリフェニレン環であることがより好ましい。

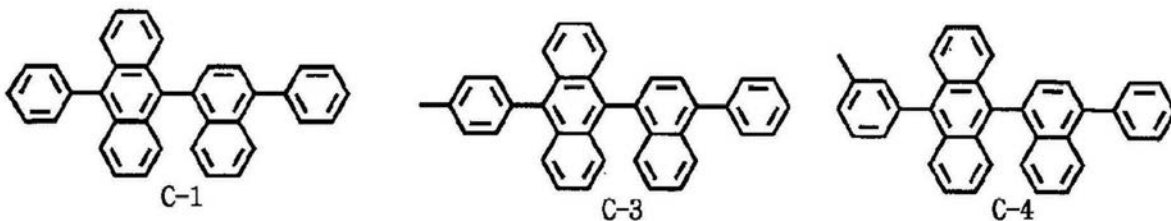
【0072】

本実施形態に係る第一の化合物の具体例を次に示すが、本発明は、これらの例示化合物に限定されるものではない。

40

【0073】

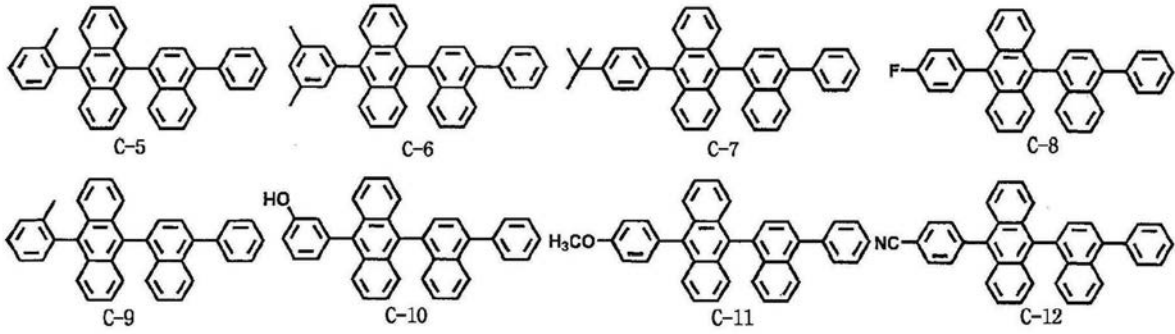
【化19】



【0074】

50

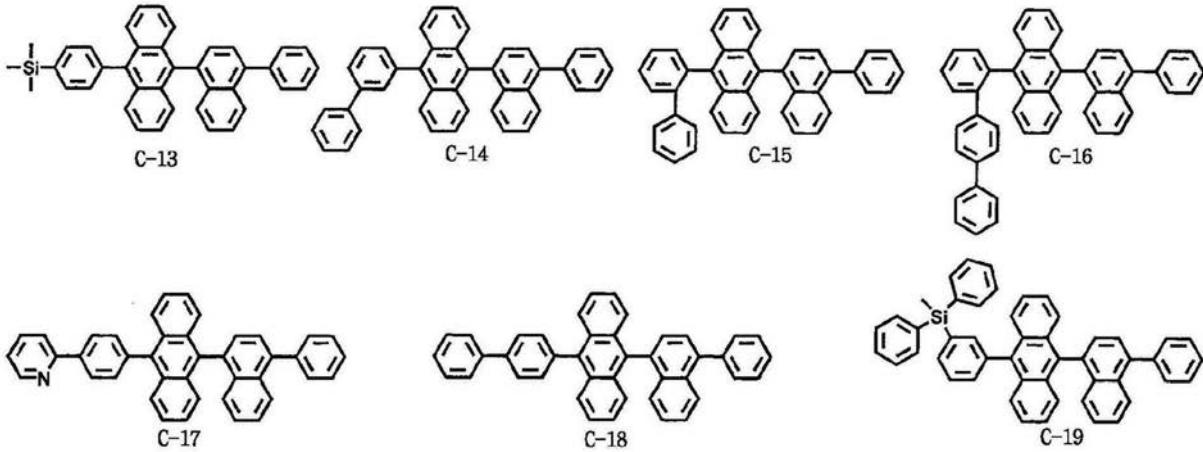
【化 2 0】



10

【 0 0 7 5】

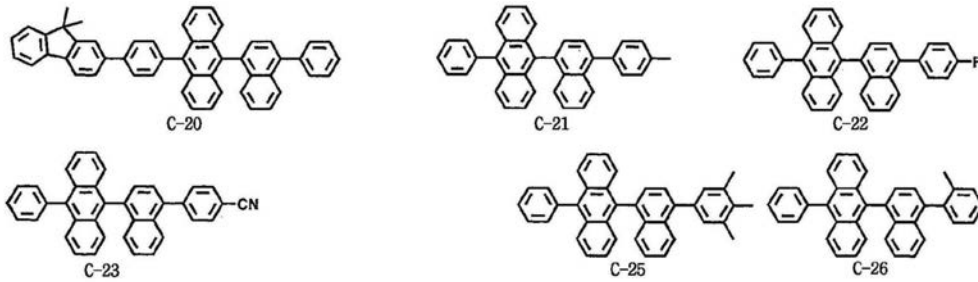
【化 2 1】



20

【 0 0 7 6】

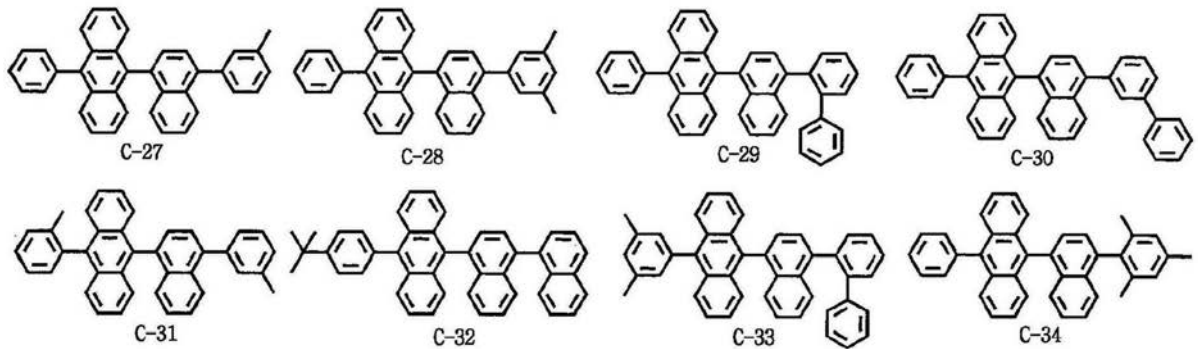
【化 2 2】



30

【 0 0 7 7】

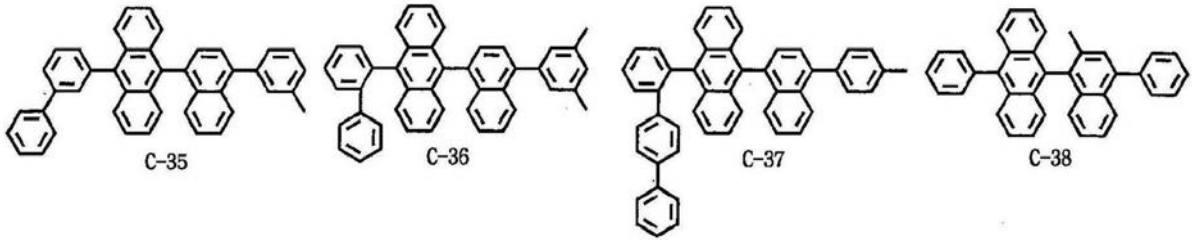
【化 2 3】



40

【 0 0 7 8】

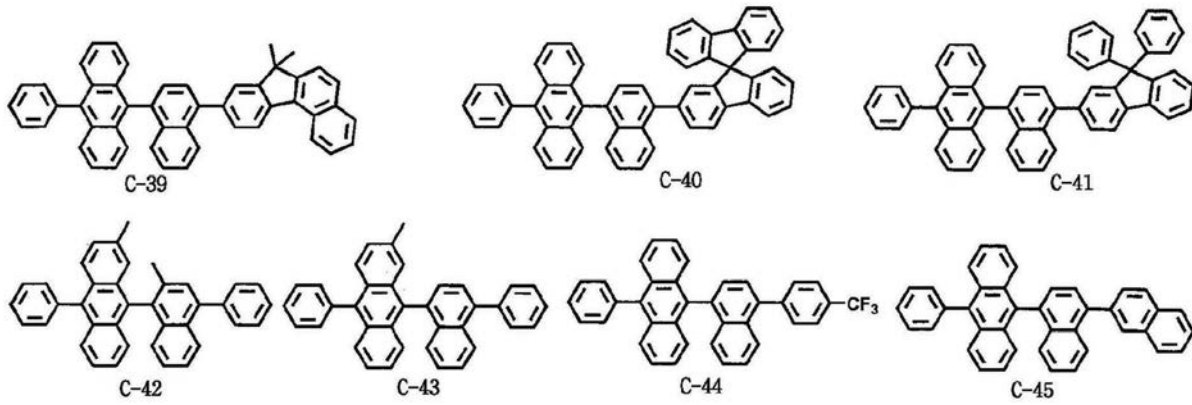
【化 2 4】



【 0 0 7 9】

【化 2 5】

10

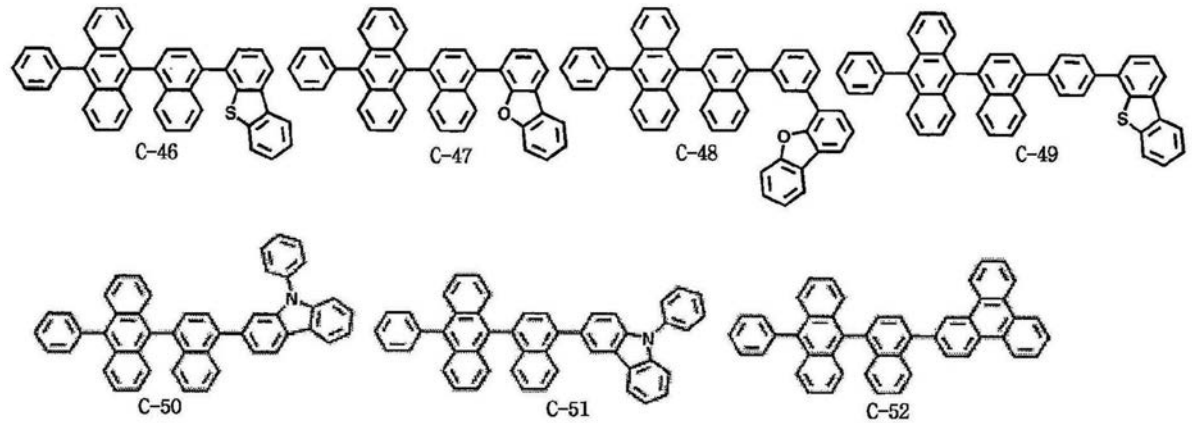


20

【 0 0 8 0】

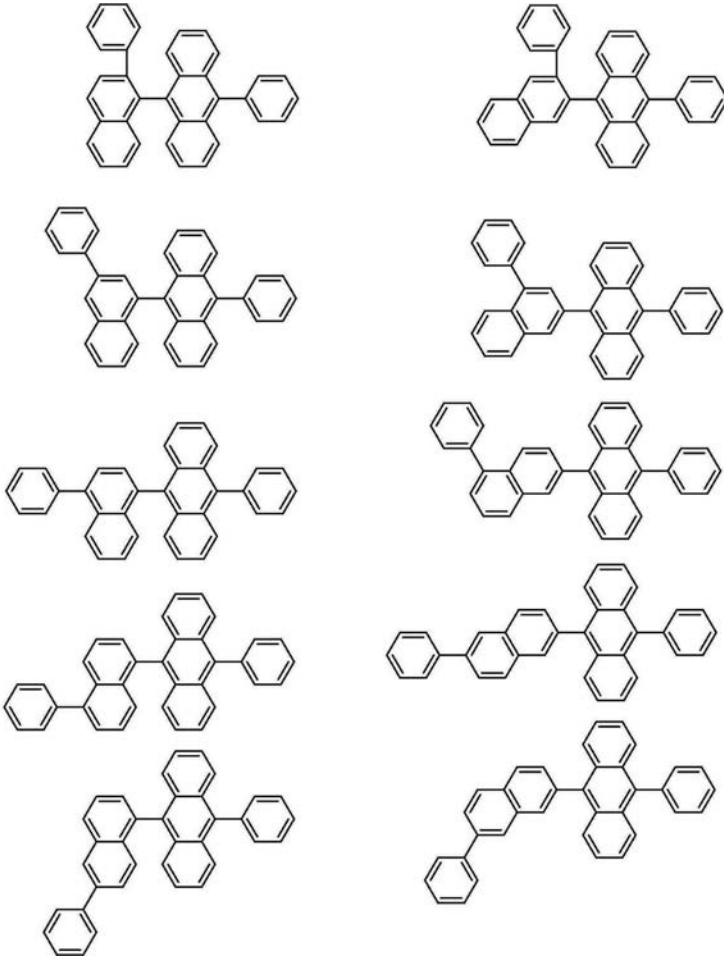
【化 2 6】

30



【 0 0 8 1】

【化 2 7】

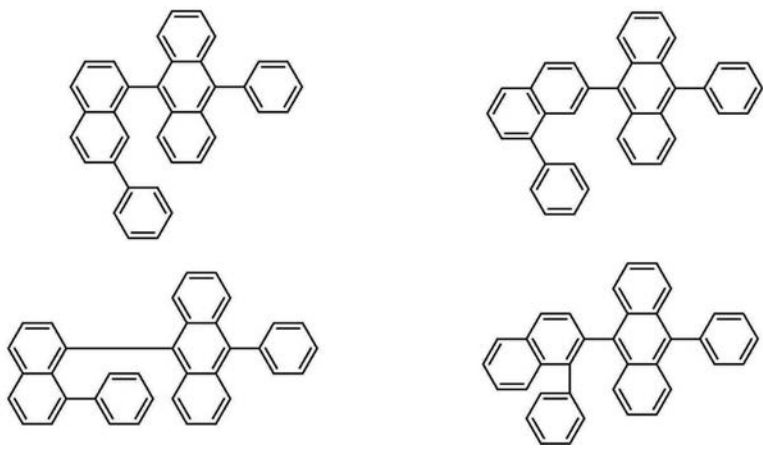


10

20

【 0 0 8 2】

【化 2 8】

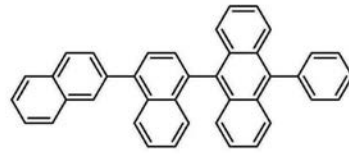
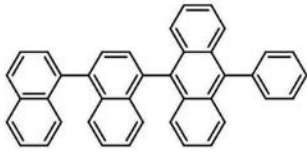
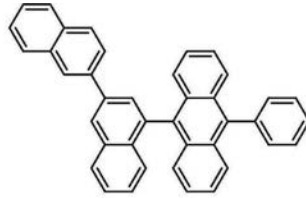
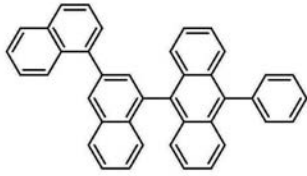


30

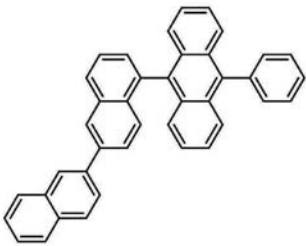
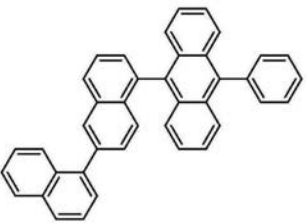
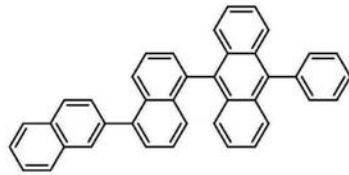
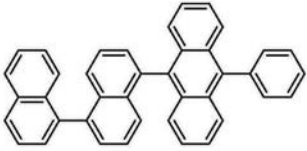
40

【 0 0 8 3】

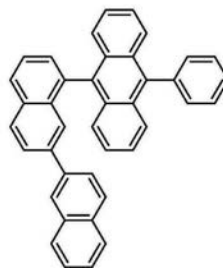
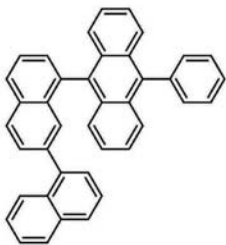
【化 2 9】



10



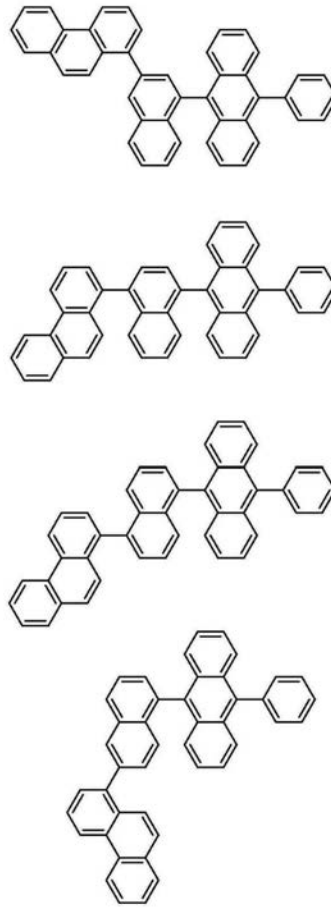
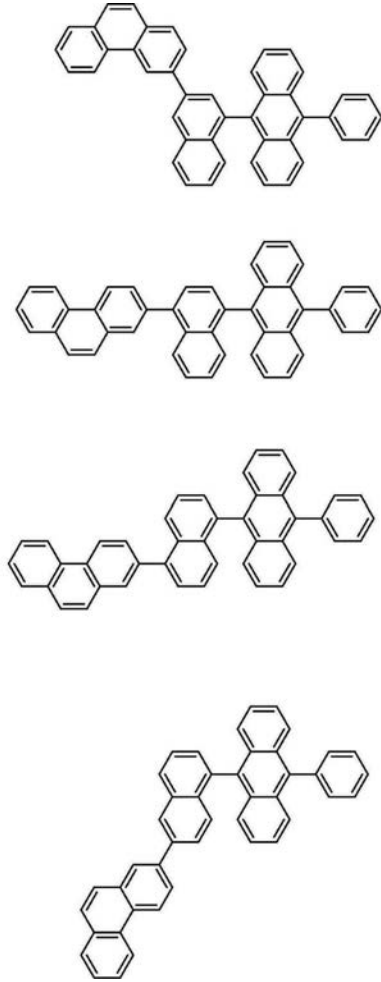
20



30

【 0 0 8 4 】

【化 3 0】

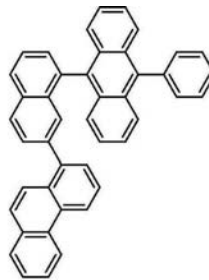
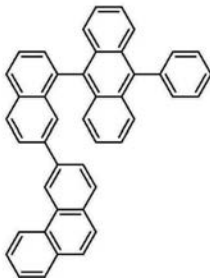


10

20

【 0 0 8 5】

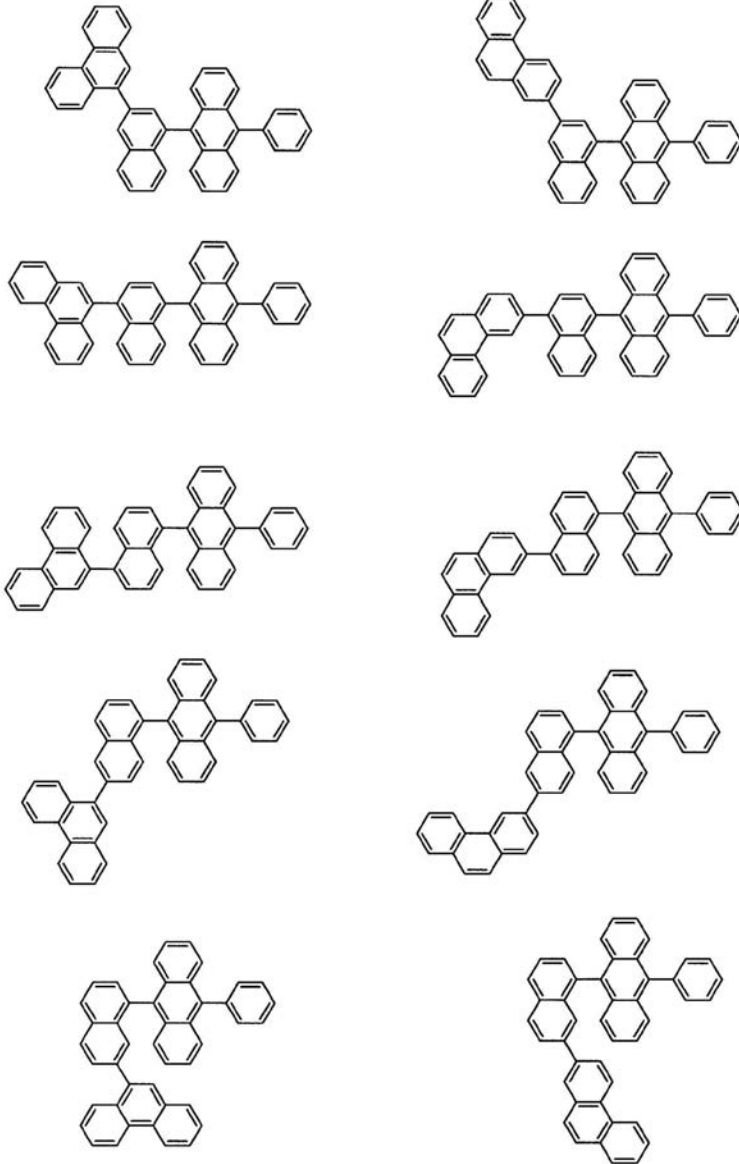
【化 3 1】



30

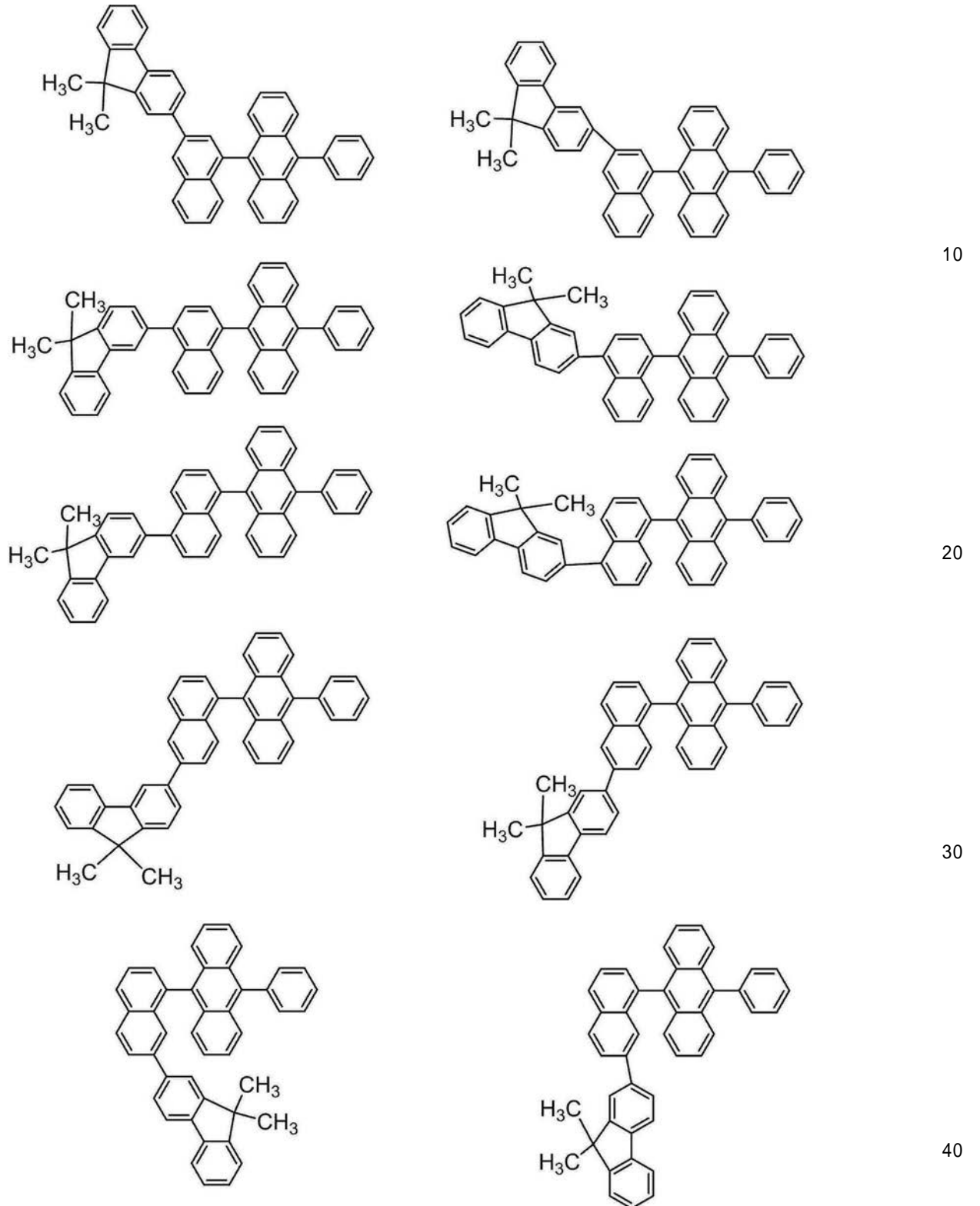
【 0 0 8 6】

【化 3 2】



【 0 0 8 7 】

【化 3 3】



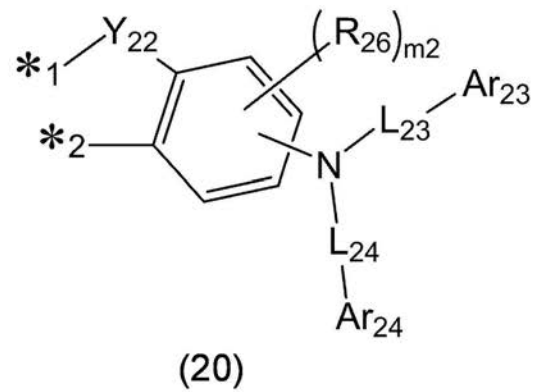
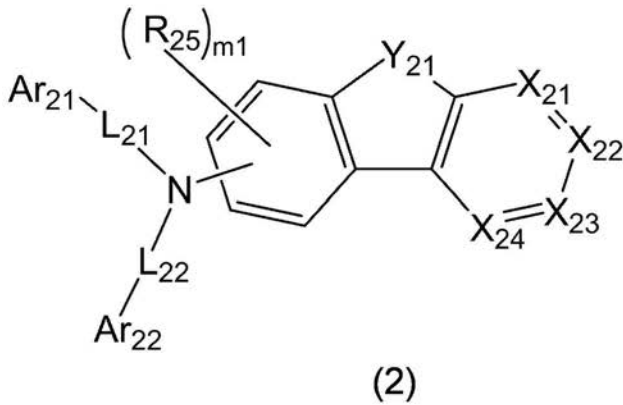
【 0 0 8 8 】

・ 第二の化合物

第二の化合物は、下記一般式(2)で表される。

【 0 0 8 9 】

【化 3 4】



10

【 0 0 9 0 】

(前記一般式(2)において、 $X_{21} \sim X_{24}$ は、それぞれ独立に、 R_2 と結合する炭素原子、または前記一般式(20)で表される構造と結合する炭素原子であり、ただし、 X_{21} と X_{22} の組、 X_{22} と X_{23} の組、並びに X_{23} と X_{24} の組のうち少なくともいずれかの組が前記一般式(20)で表される構造と結合する炭素原子であり、

前記一般式(20)において、 $*_1$ および $*_2$ は、それぞれ独立に、 X_{21} と X_{22} の組、 X_{22} と X_{23} の組、並びに X_{23} と X_{24} の組から選ばれる組における炭素原子との結合部位を示す。

20

R_2 は、それぞれ独立に、水素原子または置換基であり、 R_2 が置換基である場合の置換基としては、

ハロゲン原子、

シアノ基、

置換もしくは無置換の炭素数1~20のアルキル基、

置換もしくは無置換の環形成炭素数3~20のシクロアルキル基、

置換もしくは無置換の炭素数1~20のアルコキシ基、

置換もしくは無置換の環形成炭素数6~30のアリールオキシ基、

置換もしくは無置換の炭素数1~20のアルキルチオ基、

置換もしくは無置換の環形成炭素数6~30のアリールチオ基、

-Si(R_{210})₃で表されるシリル基、

置換もしくは無置換の環形成炭素数6~30の芳香族炭化水素基、および

30

置換もしくは無置換の環形成原子数5~30の複素環基からなる群から選択される置換基であり、

複数の R_2 は、互いに同一でも異なってもよく、

R_{210} は、それぞれ独立に、水素原子または置換基であり、 R_{210} が置換基である場合の置換基としては、置換もしくは無置換の炭素数1~20のアルキル基、または置換もしくは無置換の環形成炭素数6~30の芳香族炭化水素基であり、

複数の R_{210} は、互いに同一でも異なってもよく、

40

Ar_{21} 、 Ar_{22} 、 Ar_{23} および Ar_{24} は、それぞれ独立に、置換もしくは無置換の環形成炭素数6~30の芳香族炭化水素基であり、

L_{21} 、 L_{22} 、 L_{23} および L_{24} は、それぞれ独立に、単結合または連結基であり、

L_{21} 、 L_{22} 、 L_{23} および L_{24} における連結基としては、それぞれ独立に、

置換もしくは無置換の環形成炭素数6~30の芳香族炭化水素基、

置換もしくは無置換の環形成原子数5~30の複素環基、または

多重連結基であり、

前記多重連結基は、置換もしくは無置換の環形成炭素数6~30の芳香族炭化水素基、および置換もしくは無置換の環形成原子数5~30の複素環基からなる群から選択される

50

2つもしくは3つの基が結合してなり、前記多重連結基を構成する個々の基は、互いに同一でも異なってもよく、隣り合う基が結合してさらに環を形成する場合と、環を形成しない場合とがあり、

Y_{21} 、および Y_{22} は、それぞれ独立に、 $CR_{20}R_{21}$ 、 NR_{22} 、 S 、 O 、または $SiR_{23}R_{24}$ であり、

Y_{22} が複数個ある場合には、それらは、互いに同一でも異なってもよく、

m_1 は、3であり、複数の R_{25} は、同一でも異なってもよく、

m_2 は、3であり、複数の R_{26} は、同一でも異なってもよく、

$R_{20} \sim R_{26}$ は、それぞれ独立に、水素原子または置換基であり、 $R_{20} \sim R_{26}$ が置換基である場合の置換基としては、前記 R_2 が置換基である場合に挙げた置換基の群から選択され、

R_{25} のうち少なくとも2つが6員環の炭素原子に結合する置換基である場合、置換基 R_{25} 同士は、互いに結合して環構造が構築されていてもよく、

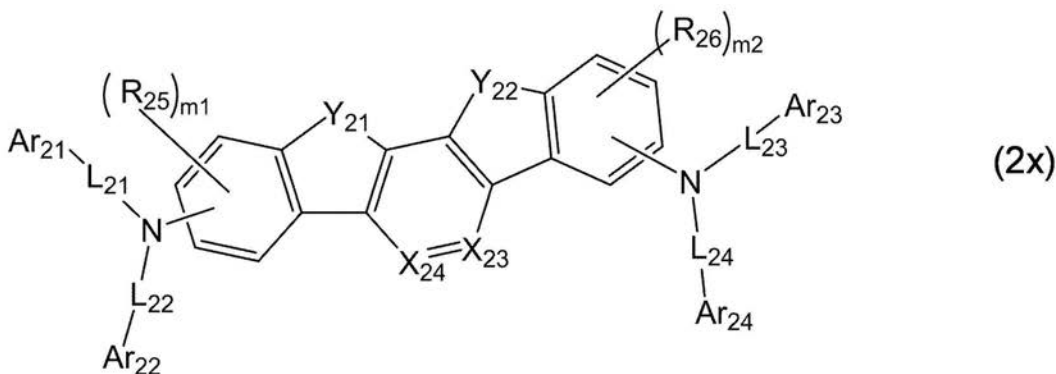
R_{26} のうち少なくとも2つが6員環の炭素原子に結合する置換基であり、置換基 R_{26} 同士は、互いに結合して環構造が構築されている。) 10

【0091】

X_{21} と X_{22} の組、 X_{22} と X_{23} の組、並びに X_{23} と X_{24} の組のうち少なくともいずれかの組が、炭素原子であって、前記一般式(20)で表される構造における結合部位 $*_1$ または結合部位 $*_2$ と結合する場合について説明する。例えば、 X_{21} と X_{22} の組について、 X_{21} が、結合部位 $*_1$ と結合する炭素原子であり、 X_{22} が、結合部位 $*_2$ と結合する炭素原子である場合、前記一般式(2)で表される化合物は、下記一般式(2x)で表される。 20

【0092】

【化35】



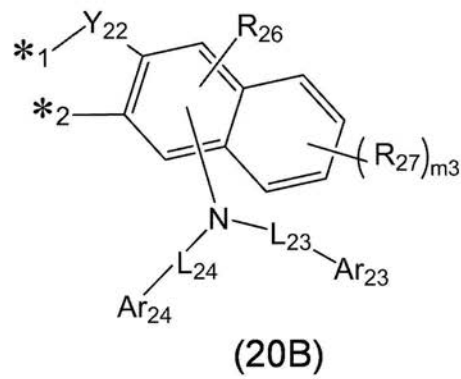
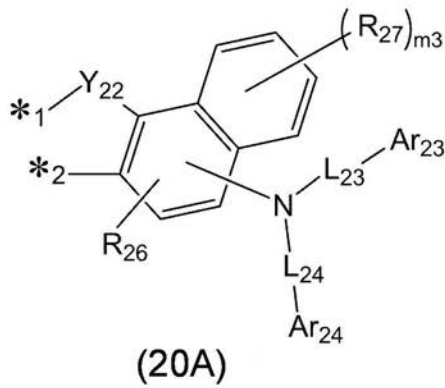
30

【0093】

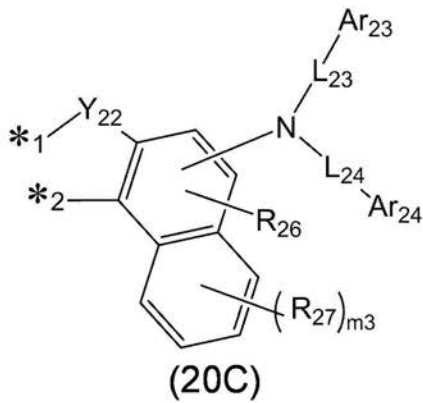
本実施形態において、前記一般式(20)で表される構造は、下記一般式(20A)、下記一般式(20B)、または下記一般式(20C)で表される構造のいずれかであることが好ましい。

【0094】

【化 3 6】



10



20

【 0 0 9 5 】

(前記一般式(20A), (20B), (20C)において、

*₁ および *₂ は、それぞれ、前記一般式(20)における *₁ および *₂ と同義であり、

Y₂₂, Ar₂₃, Ar₂₄, L₂₃ および L₂₄ は、それぞれ独立に、前記一般式(20)における Y₂₂, Ar₂₃, Ar₂₄, L₂₃ および L₂₄ と同義であり、

30

Y₂₂ が複数個ある場合には、それらは、互いに同一でも異なっていてもよく、

m₃ は、4 であり、複数の R₂₇ は、同一でも異なっていてもよく、

R₂₆ および R₂₇ は、それぞれ独立に、水素原子または置換基であり、R₂₆ および R₂₇ が置換基である場合の置換基としては、前記 R₂ が置換基である場合に挙げた置換基の群から選択され、

R₂₇ のうち少なくとも 2 つが 6 員環の炭素原子に結合する置換基である場合、2 つの炭素原子の置換基 R₂₇ 同士は、互いに結合して環構造が構築されていてもよい。))

【 0 0 9 6 】

本実施形態において、前記一般式(20)で表される構造は、前記一般式(20C)で表される構造であることが好ましい。

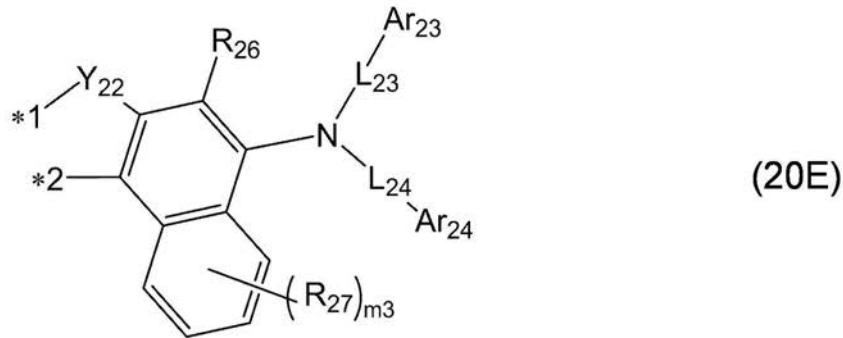
40

【 0 0 9 7 】

本実施形態において、前記一般式(20)で表される構造は、下記一般式(20E)で表される構造であることが好ましい。

【 0 0 9 8 】

【化37】



10

【0099】

(前記一般式(20E)において、

*₁ および *₂ は、それぞれ、前記一般式(20)における *₁ および *₂ と同義であり、

Y₂₂, Ar₂₃, Ar₂₄, L₂₃ および L₂₄ は、それぞれ独立に、前記一般式(20)における Y₂₂, Ar₂₃, Ar₂₄, L₂₃ および L₂₄ と同義であり、

Y₂₂ が複数個ある場合には、それらは、互いに同一でも異なってもよく、

m₃ は、4 であり、複数の R₂₇ は、同一でも異なってもよく、

R₂₆ および R₂₇ は、それぞれ独立に、水素原子または置換基であり、R₂₆ および R₂₇ が置換基である場合の置換基としては、前記 R₂ が置換基である場合に挙げた置換基の群から選択され、

20

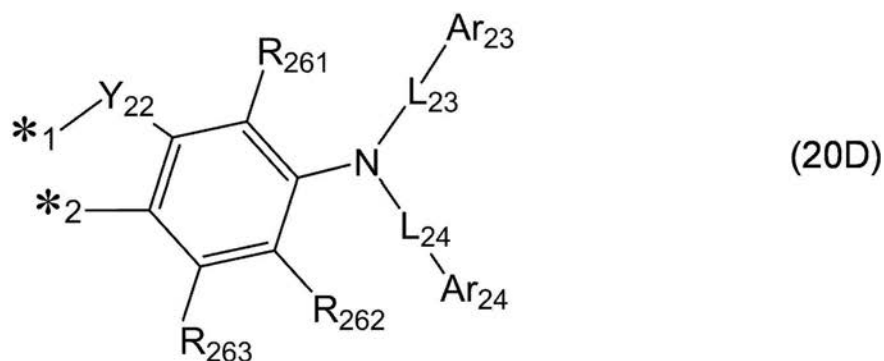
R₂₇ のうち少なくとも2つが6員環の炭素原子に結合する置換基である場合、2つの炭素原子の置換基 R₂₇ 同士は、互いに結合して環構造が構築されていてもよい。))

【0100】

本実施形態において、前記一般式(20)で表される構造は、下記一般式(20D)で表される構造であることが好ましい。

【0101】

【化38】



30

【0102】

(前記一般式(20D)において、

40

*₁ および *₂ は、それぞれ、前記一般式(20)における *₁ および *₂ と同義であり、

Y₂₂, Ar₂₃, Ar₂₄, L₂₃ および L₂₄ は、それぞれ独立に、前記一般式(20)における Y₂₂, Ar₂₃, Ar₂₄, L₂₃ および L₂₄ と同義であり、

R₂₆₁ は、水素原子または置換基であり、R₂₆₂ および R₂₆₃ は、置換基であり、R₂₆₁ ~ R₂₆₃ が置換基である場合の置換基としては、前記 R₂ が置換基である場合に挙げた置換基の群から選択され、

置換基 R₂₆₂ および置換基 R₂₆₃ は、互いに結合して環構造が構築されていてもよい。))

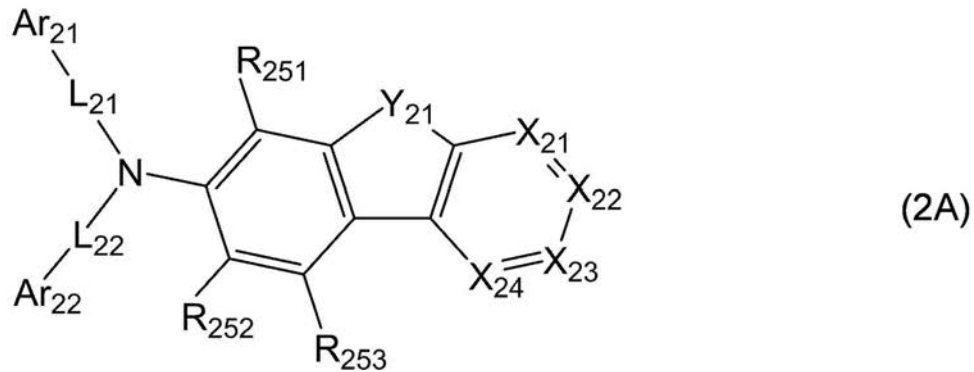
【0103】

50

本実施形態において、前記一般式(2)は、下記一般式(2A)で表されることが好ましい。

【0104】

【化39】



10

【0105】

(前記一般式(2A)において、

$X_{21} \sim X_{24}$ は、それぞれ独立に、前記 R_2 と結合する炭素原子、前記 $*_1$ と結合する炭素原子、または前記 $*_2$ と結合する炭素原子であり、ただし、 X_{21} と X_{22} の組、 X_{22} と X_{23} の組、並びに X_{23} と X_{24} の組のうち少なくともいずれかの組の炭素原子が前記 $*_1$ および前記 $*_2$ と結合し、

20

Y_{21} 、 Ar_{21} 、 Ar_{22} 、 L_{21} および L_{22} は、それぞれ独立に、前記一般式(2)における Y_{21} 、 Ar_{21} 、 Ar_{22} 、 L_{21} および L_{22} と同義であり、

$R_{251} \sim R_{253}$ は、それぞれ独立に、水素原子または置換基であり、 $R_{251} \sim R_{253}$ が置換基である場合の置換基としては、前記 R_2 が置換基である場合に挙げた置換基の群から選択され、

R_{252} および R_{253} が6員環の炭素原子に結合する置換基である場合、2つの炭素原子の置換基 R_{252} および置換基 R_{253} は、互いに結合して環構造が構築されていてもよい。

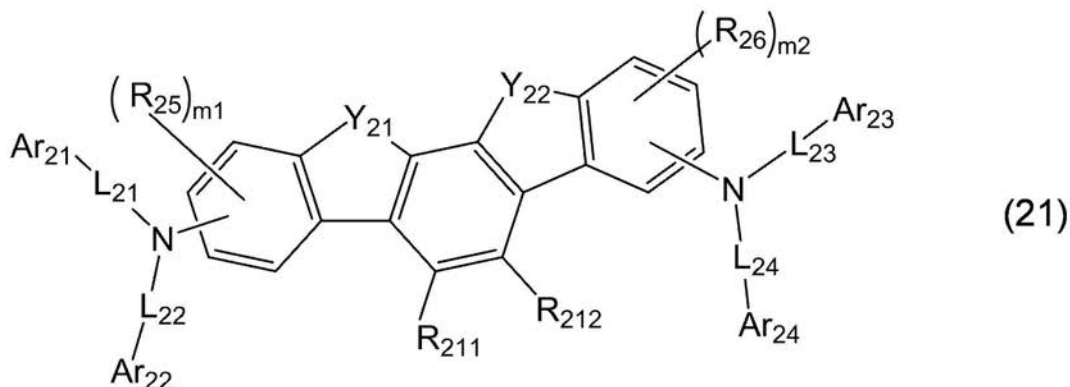
【0106】

本実施形態において、前記第二の化合物は、下記一般式(21)~(26)のいずれかで表されることも好ましい。

30

【0107】

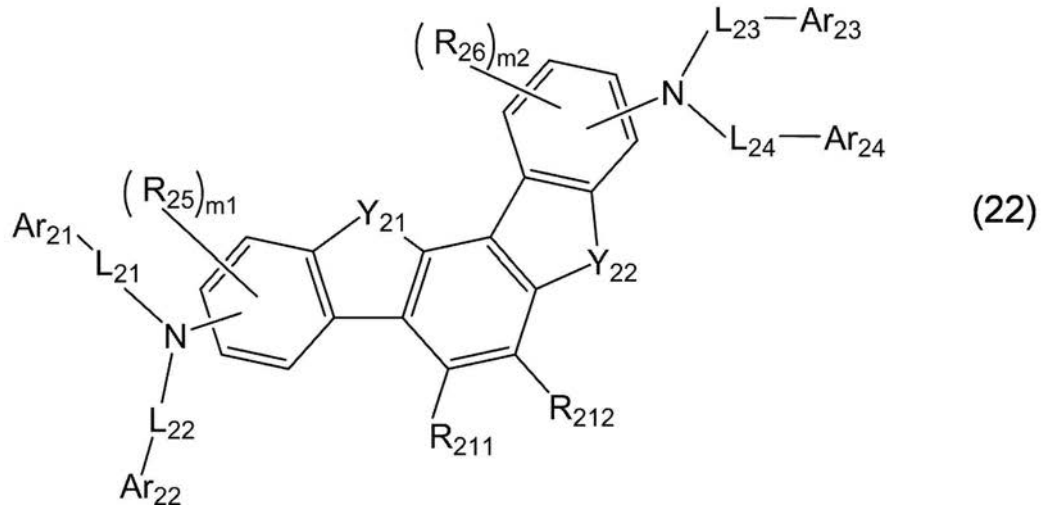
【化40】



40

【0108】

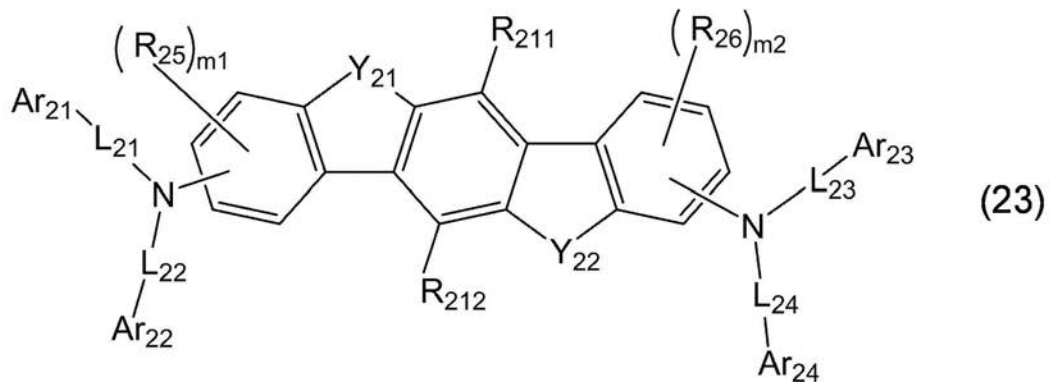
【化 4 1】



10

【 0 1 0 9】

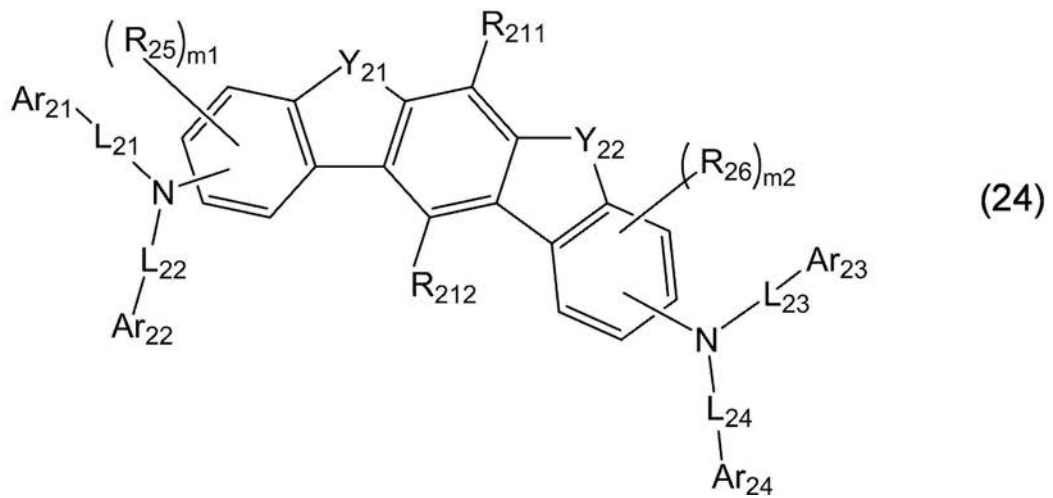
【化 4 2】



20

【 0 1 1 0】

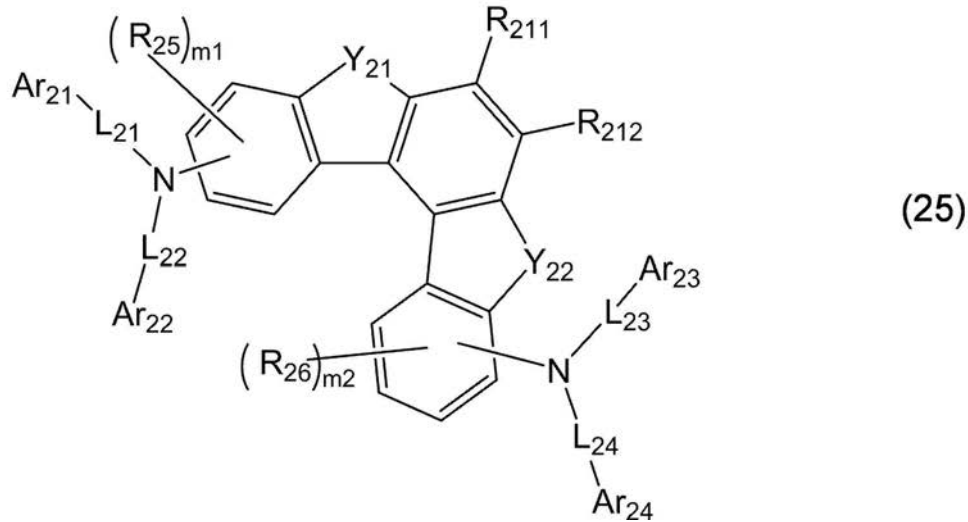
【化 4 3】



40

【 0 1 1 1】

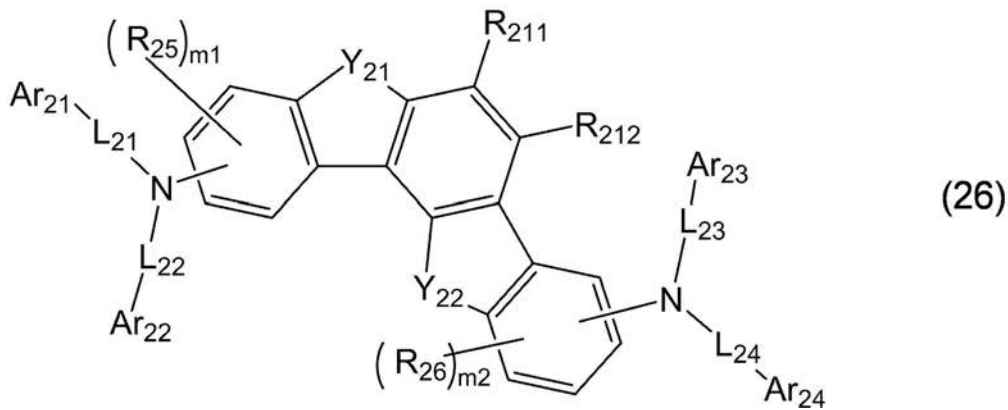
【化 4 4】



10

【 0 1 1 2】

【化 4 5】



20

【 0 1 1 3】

(前記一般式(21)~(26)において、

30

Y_{21} , Ar_{21} , Ar_{22} , L_{21} および L_{22} は、それぞれ独立に、前記一般式(2)における Y_{21} , Ar_{21} , Ar_{22} , L_{21} および L_{22} と同義であり、

Y_{22} , Ar_{23} , Ar_{24} , L_{23} および L_{24} は、それぞれ独立に、前記一般式(20)における Y_{22} , Ar_{23} , Ar_{24} , L_{23} および L_{24} と同義であり、

m_1 および m_2 は、3であり、 R_{25} , R_{26} は、6員環の炭素原子に結合し、複数の R_{25} は、同一でも異なってもよく、複数の R_{26} は、同一でも異なってもよく、

$R_{25} \sim R_{26}$, R_{211} , R_{212} は、それぞれ独立に、水素原子または置換基であり、 $R_{25} \sim R_{26}$, R_{211} , R_{212} が置換基である場合の置換基としては、前記 R_2 が置換基である場合に挙げた置換基の群から選択され、

40

R_{25} のうち少なくとも2つが6員環の炭素原子に結合する置換基である場合、2つの炭素原子の置換基 R_{25} 同士は、互いに結合して環構造が構築されていてもよく、

R_{26} のうち少なくとも2つが6員環の炭素原子に結合する置換基であり、置換基 R_{26} 同士は、互いに結合して環構造が構築されており、

R_{211} および R_{212} が置換基である場合、 R_{211} および R_{212} が互いに結合して環構造が構築されていてもよい。))

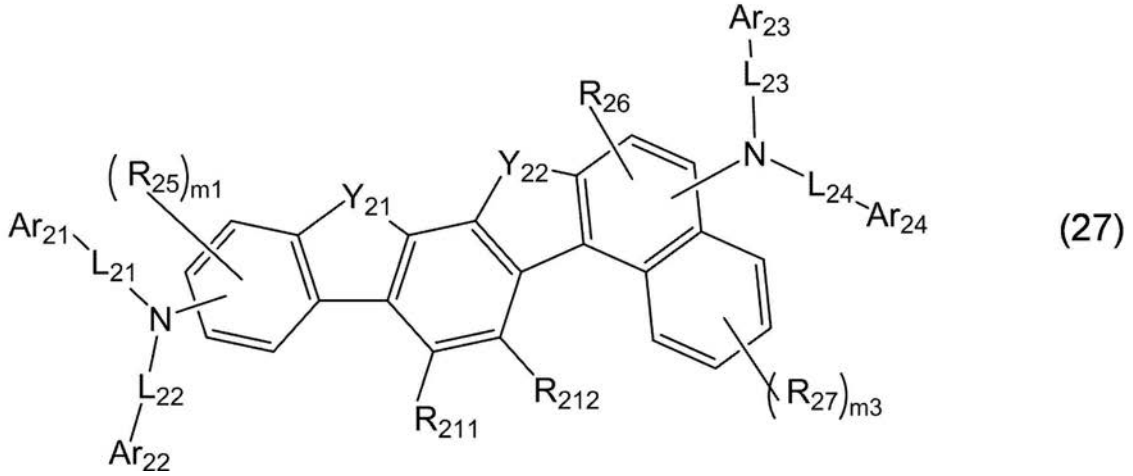
【 0 1 1 4】

本実施形態において、前記第二の化合物は、下記一般式(27), (27A)~(27E)のいずれかで表されることも好ましい。

【 0 1 1 5】

50

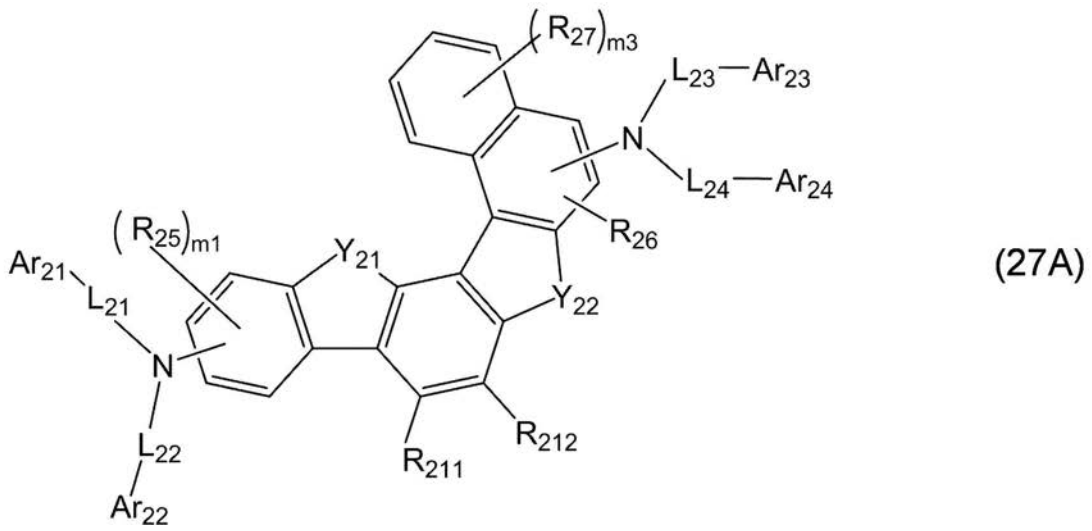
【化 4 6】



10

【 0 1 1 6】

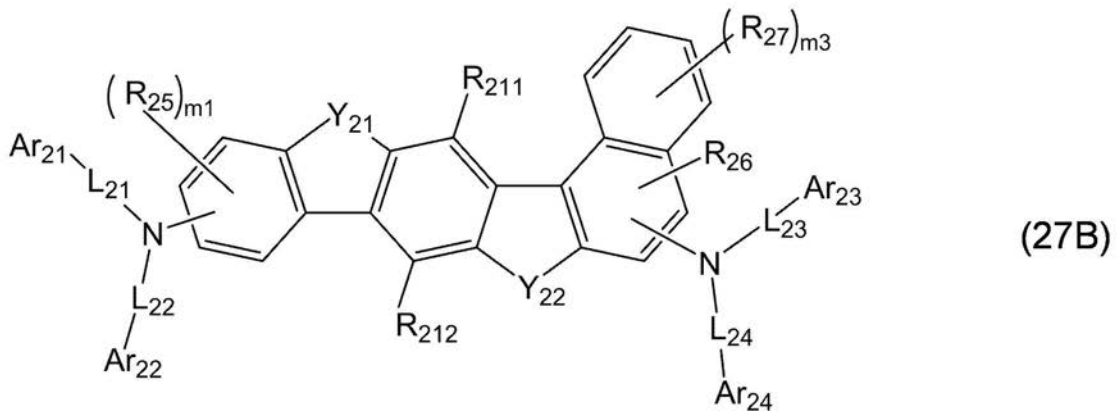
【化 4 7】



20

【 0 1 1 7】

【化 4 8】

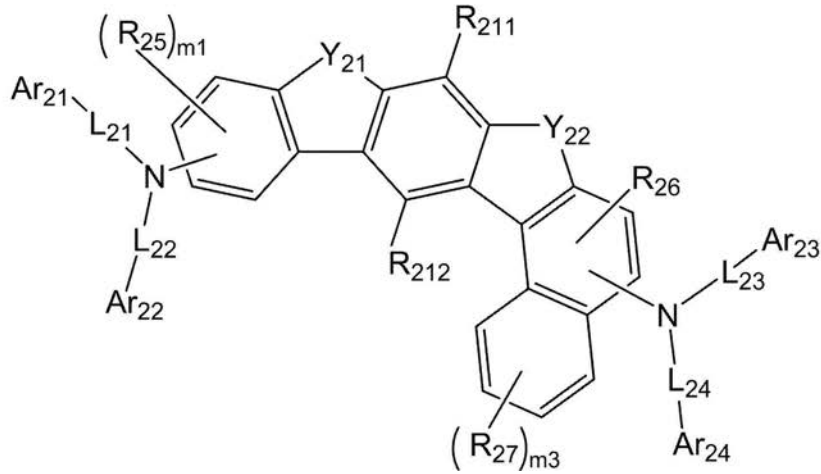


30

40

【 0 1 1 8】

【化 4 9】

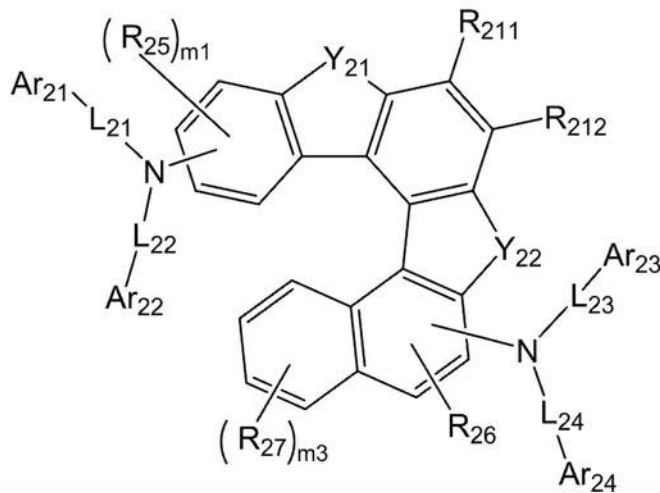


(27C)

10

【 0 1 1 9】

【化 5 0】

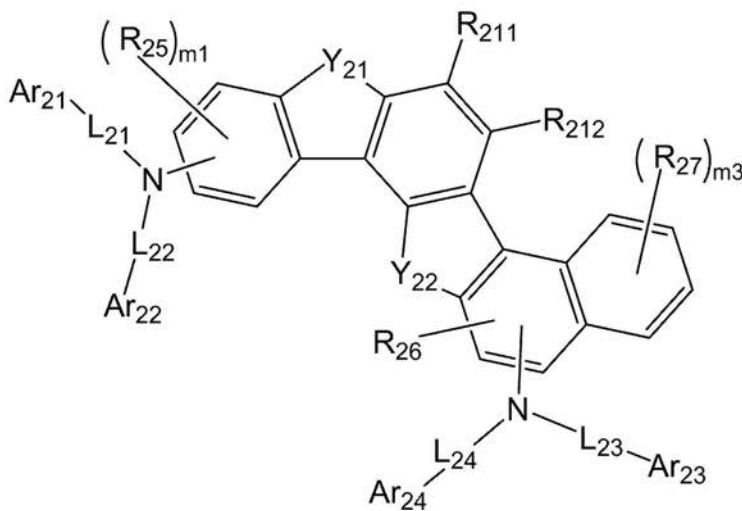


(27D)

20

【 0 1 2 0】

【化 5 1】



(27E)

30

40

【 0 1 2 1】

(前記一般式(27), (27A)~(27E)において、

Y_{21} , Ar_{21} , Ar_{22} , L_{21} および L_{22} は、それぞれ独立に、前記一般式(2)における Y_{21} , Ar_{21} , Ar_{22} , L_{21} および L_{22} と同義であり、

Y_{22} , Ar_{23} , Ar_{24} , L_{23} および L_{24} は、それぞれ独立に、前記一般式(

50

20)における Y_{22} , Ar_{23} , Ar_{24} , L_{23} および L_{24} と同義であり、
 $m1$ は、3であり、 R_{25} は、6員環の炭素原子に結合し、複数の R_{25} は、同一でも異なってもよく、

$m3$ は、4であり、 R_{27} は、6員環の炭素原子に結合し、複数の R_{27} は、同一でも異なってもよく、

$R_{25} \sim R_{27}$ は、それぞれ独立に、水素原子または置換基であり、 $R_{25} \sim R_{27}$ が置換基である場合の置換基としては、前記 R_2 が置換基である場合に挙げた置換基の群から選択され、

R_{25} のうち少なくとも2つが6員環の炭素原子に結合する置換基である場合、2つの炭素原子の置換基 R_{25} 同士は、互いに結合して環構造が構築されていてもよく、

R_{211} および R_{212} が置換基である場合、 R_{211} および R_{212} が互いに結合して環構造が構築されていてもよく、

R_{27} のうち少なくとも2つが6員環の炭素原子に結合する置換基である場合、2つの炭素原子の置換基 R_{27} 同士は、互いに結合して環構造が構築されていてもよい。))

【0122】

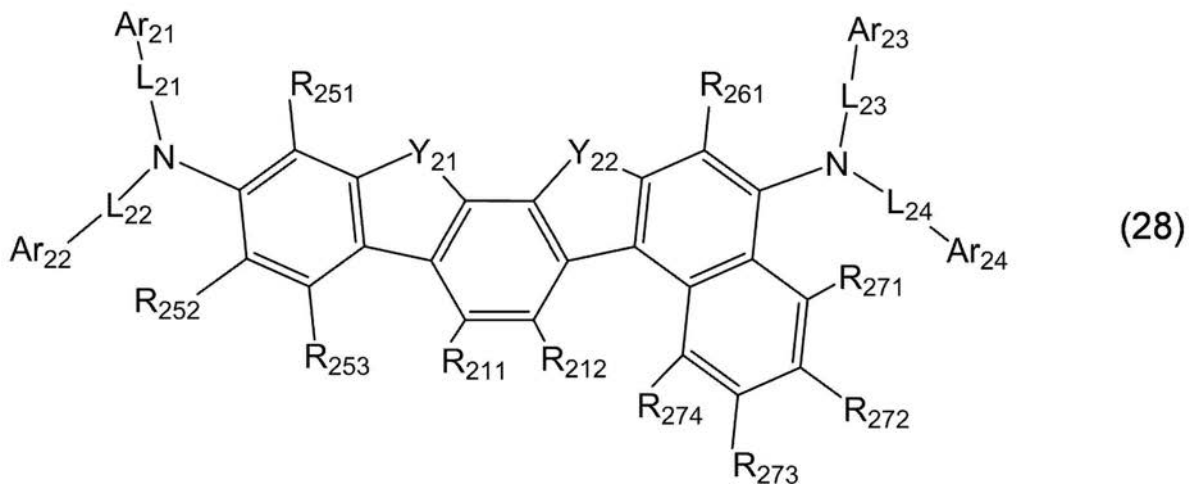
本実施形態において、前記第二の化合物は、前記一般式(27), (27A) ~ (27E)のうち、前記一般式(27)で表されることが好ましい。

【0123】

本実施形態において、前記第二の化合物は、下記一般式(28)で表されることが好ましい。

【0124】

【化52】



【0125】

(前記一般式(28)において、

Y_{21} , Ar_{21} , Ar_{22} , L_{21} および L_{22} は、それぞれ独立に、前記一般式(2)における Y_{21} , Ar_{21} , Ar_{22} , L_{21} および L_{22} と同義であり、

Y_{22} , Ar_{23} , Ar_{24} , L_{23} および L_{24} は、それぞれ独立に、前記一般式(20)における Y_{22} , Ar_{23} , Ar_{24} , L_{23} および L_{24} と同義であり、

$R_{251} \sim R_{253}$, R_{261} , $R_{271} \sim R_{274}$ は、それぞれ独立に、水素原子または置換基であり、 $R_{251} \sim R_{253}$, R_{261} , $R_{271} \sim R_{274}$ が置換基である場合の置換基としては、前記 R_2 が置換基である場合に挙げた置換基の群から選択され、

R_{252} および R_{253} が置換基である場合、置換基 R_{252} および置換基 R_{253} は、互いに結合して環構造が構築されていてもよく、

$R_{271} \sim R_{275}$ のうち少なくとも2つが置換基である場合、当該置換基同士は、互いに結合して環構造が構築されていてもよい。))

【0126】

本実施形態において、前記 $R_{20} \sim R_{24}$ は、それぞれ独立に、置換もしくは無置換の

10

20

30

40

50

炭素数 1 ~ 20 のアルキル基、または置換もしくは無置換の環形成炭素数 6 ~ 30 の芳香族炭化水素基であることが好ましい。

【0127】

本実施形態において、前記 Y_{21} および前記 Y_{22} は、それぞれ独立に、 $CR_{20}R_{21}$ であり、 R_{20} および R_{21} は、それぞれ独立に、水素原子または置換基であり、 R_{20} および R_{21} が置換基である場合の置換基としては、前記 R_2 が置換基である場合に挙げた置換基の群から選択されることが好ましい。

本実施形態において、前記 R_{20} および前記 R_{21} は、それぞれ独立に、置換もしくは無置換の炭素数 1 ~ 20 のアルキル基、または置換もしくは無置換の環形成炭素数 6 ~ 30 の芳香族炭化水素基であることが好ましい。

10

【0128】

本実施形態において、前記 $Ar_{21} \sim Ar_{24}$ における環形成炭素数 6 ~ 30 の芳香族炭化水素基は、フェニル基、ピフェニル基、ターフェニル基、ナフチル基、アントリル基、フェナントリル基、フルオレニル基、ピレニル基、クリセニル基、フルオランテニル基、ベンゾ[a]アントリル基、ベンゾ[c]フェナントリル基、トリフェニレニル基、ベンゾ[k]フルオランテニル基、ベンゾ[g]クリセニル基、ベンゾ[b]トリフェニレニル基、ピセニル基、およびペリレニル基からなる群から選択される芳香族炭化水素基であることが好ましい。

また、本実施形態において、前記 $Ar_{21} \sim Ar_{24}$ における環形成炭素数 6 ~ 30 の芳香族炭化水素基は、フェニル基、ピフェニル基、ナフチル基、フェナントリル基、ターフェニル基、およびフルオレニル基からなる群から選択される芳香族炭化水素基であることがより好ましい。

20

【0129】

本実施形態において、前記 $L_{21} \sim L_{24}$ は、それぞれ独立に、単結合または連結基であり、 $L_{21} \sim L_{24}$ における連結基としては、それぞれ独立に、置換もしくは無置換の環形成炭素数 6 ~ 30 の芳香族炭化水素基または置換もしくは無置換の環形成原子数 5 ~ 30 の複素環基であることが好ましい。

【0130】

本実施形態において、前記 $L_{21} \sim L_{24}$ は、単結合であることが好ましい。

【0131】

本実施形態において、前記 R_2 は、それぞれ独立に、水素原子または置換基であり、 R_2 が置換基である場合の置換基としては、ハロゲン原子、シアノ基、置換もしくは無置換の炭素数 1 ~ 20 のアルキル基、置換もしくは無置換の環形成炭素数 3 ~ 20 のシクロアルキル基、 $-Si(R_{210})_3$ で表されるシリル基、置換もしくは無置換の環形成炭素数 6 ~ 30 の芳香族炭化水素基、および置換もしくは無置換の環形成原子数 5 ~ 30 の複素環基からなる群から選択される置換基であり、 R_{210} は、水素原子または置換基であり、 R_{210} が置換基である場合の置換基としては、前記 R_2 が置換基である場合に挙げた置換基の群から選択されることが好ましい。

30

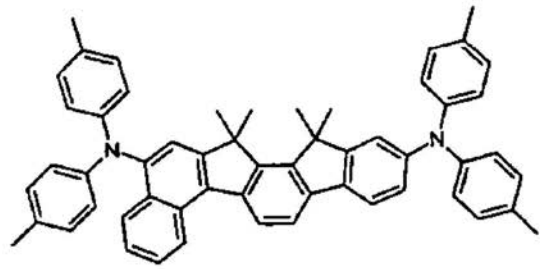
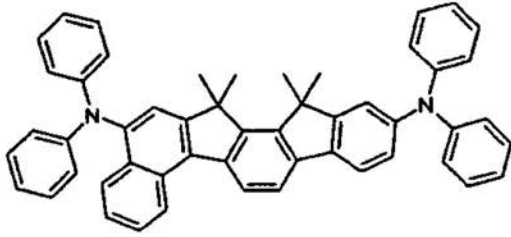
【0132】

本実施形態に係る第二の化合物の具体例を次に示すが、本発明は、これらの例示化合物に限定されるものではない。

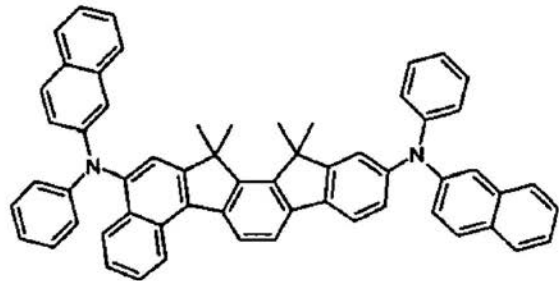
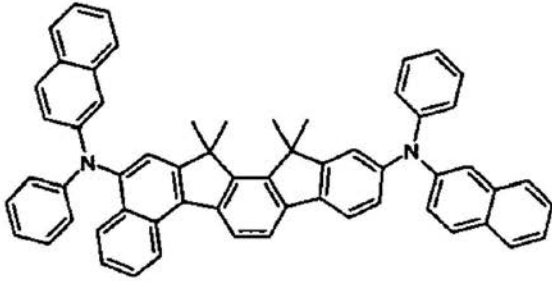
40

【0133】

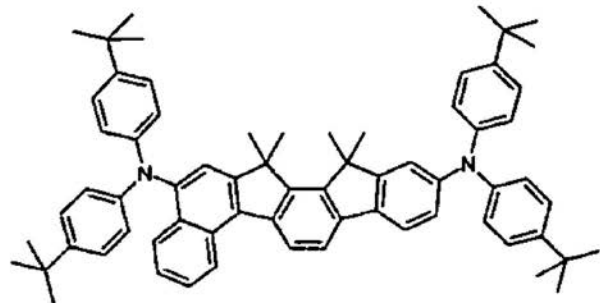
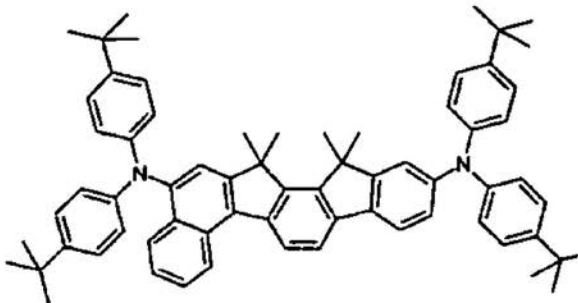
【化 5 3】



10

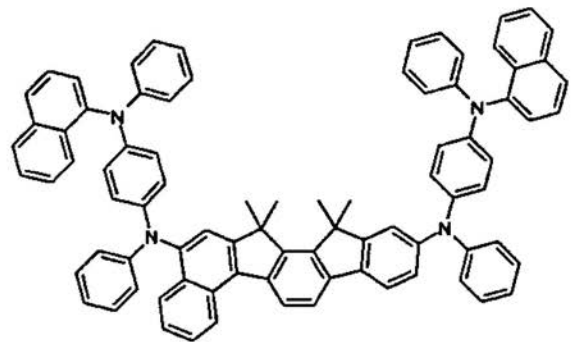
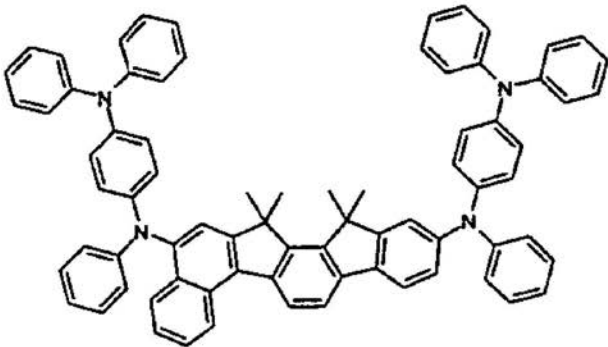


20

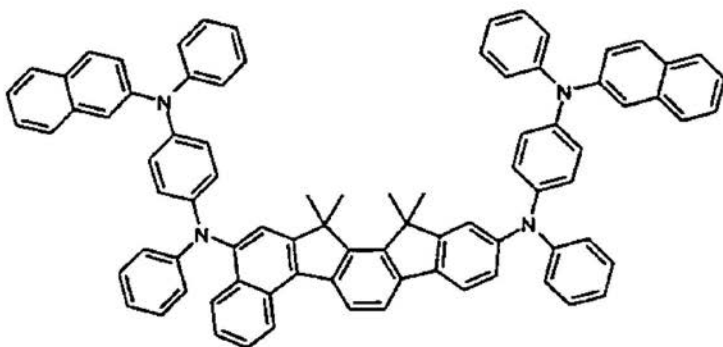


【 0 1 3 4】

【化 5 4】



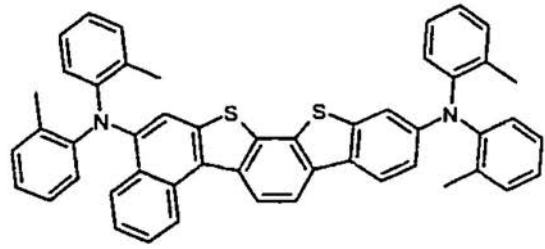
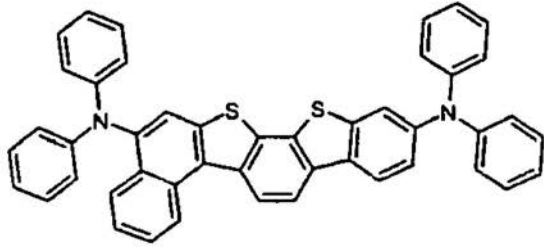
30



40

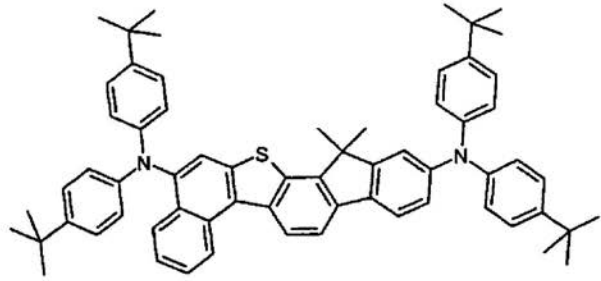
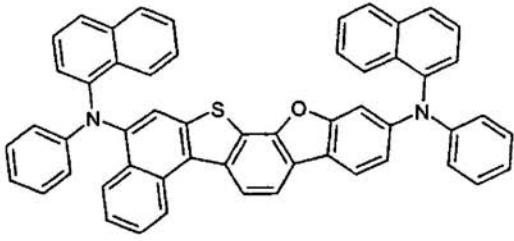
【 0 1 3 5】

【化 5 5】

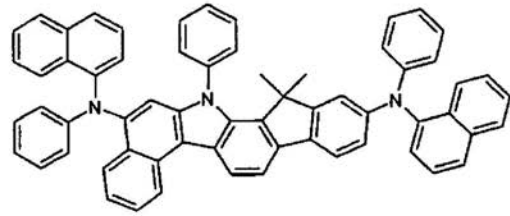
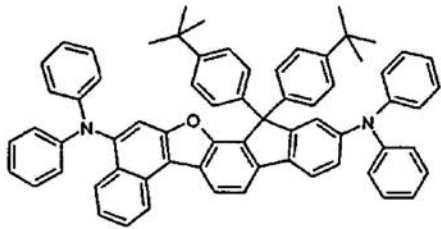


【 0 1 3 6】

【化 5 6】



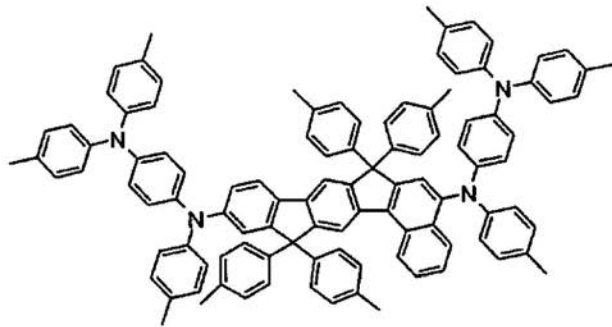
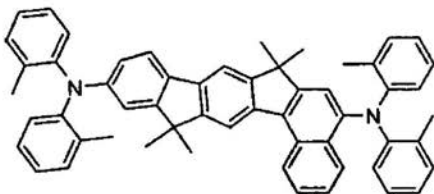
10



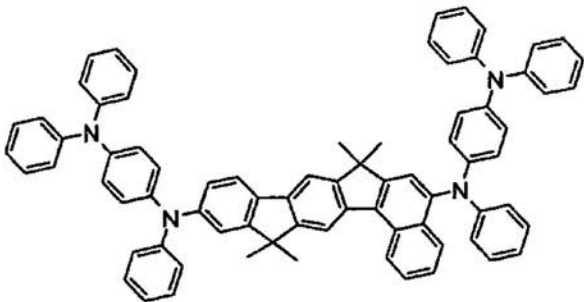
20

【 0 1 3 7】

【化 5 7】



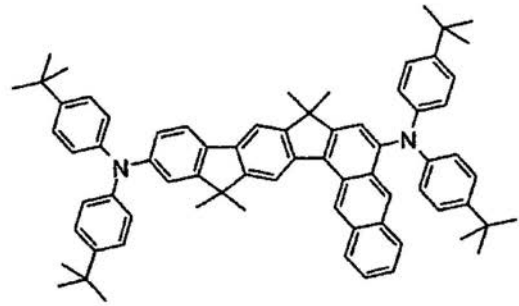
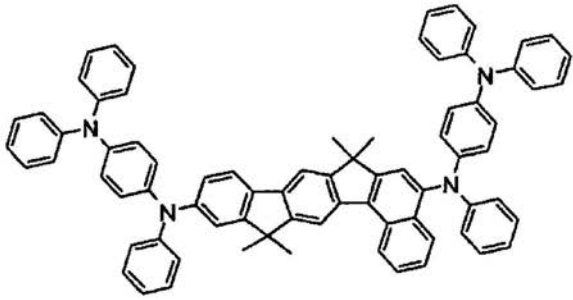
30



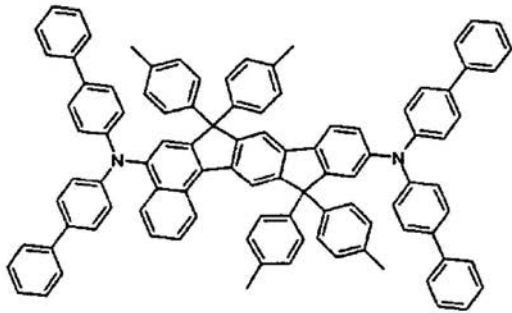
40

【 0 1 3 8】

【化 5 8】

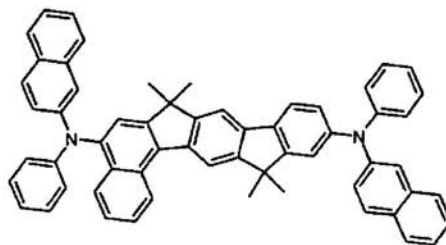
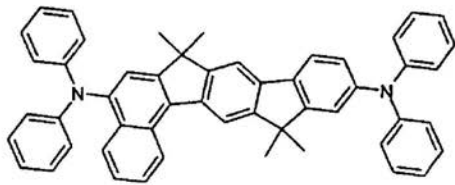


10

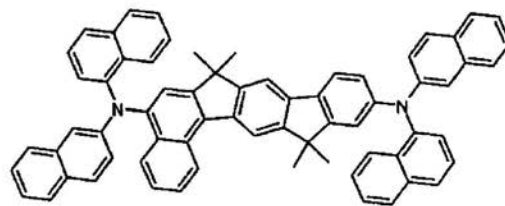
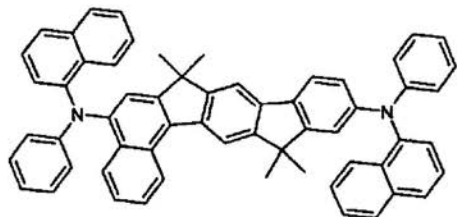


【 0 1 3 9】

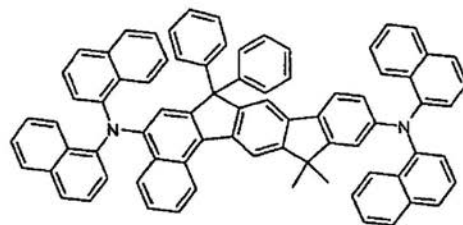
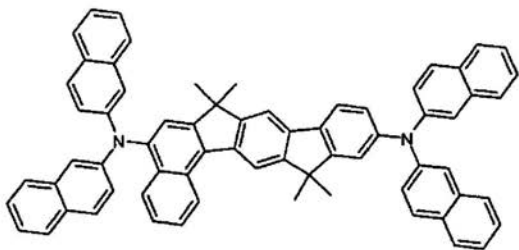
【化 5 9】



20



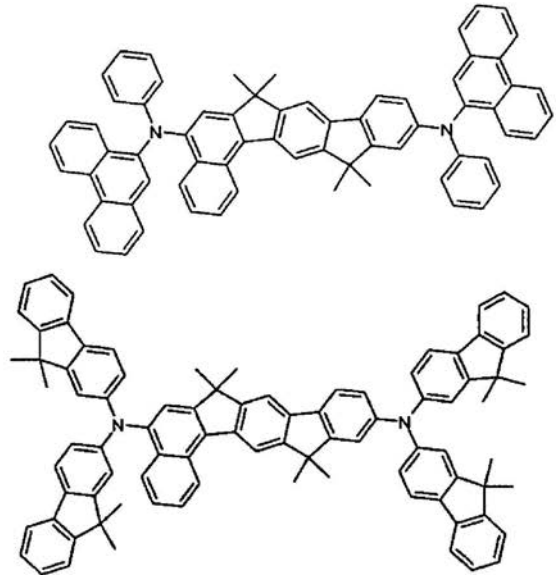
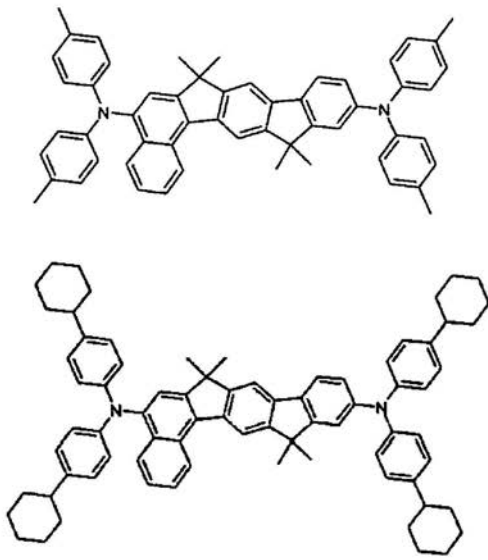
30



40

【 0 1 4 0】

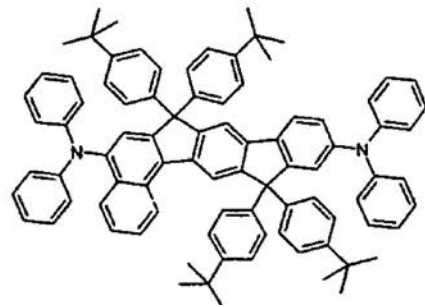
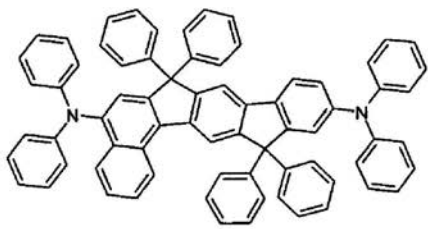
【化 6 0】



10

【 0 1 4 1】

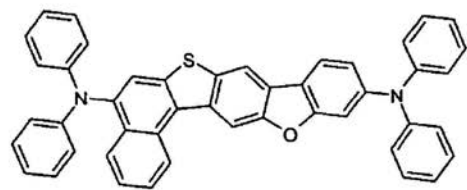
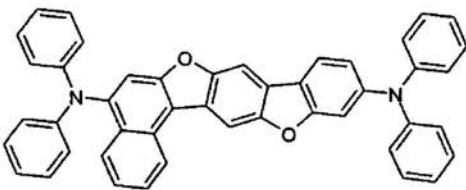
【化 6 1】



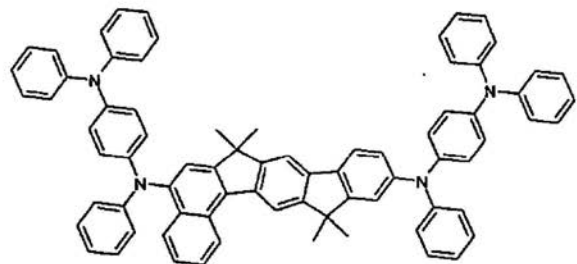
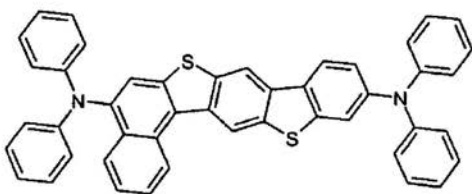
20

【 0 1 4 2】

【化 6 2】



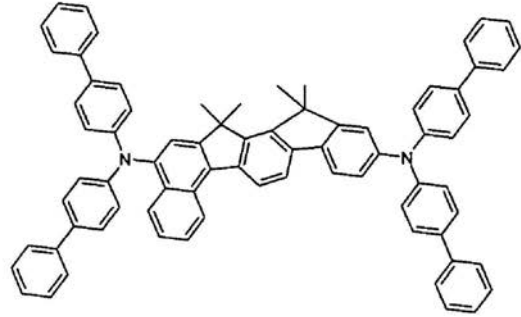
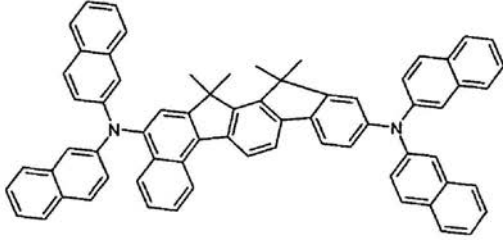
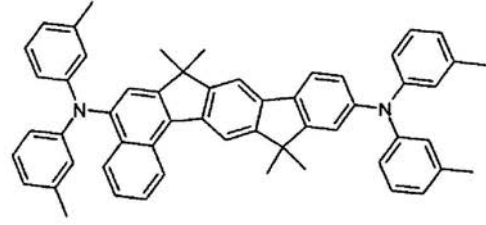
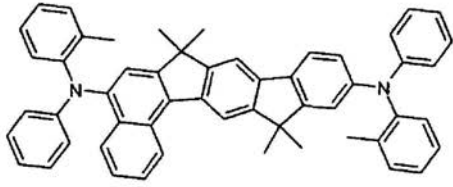
30



40

【 0 1 4 3】

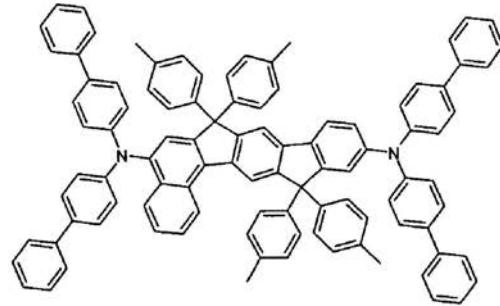
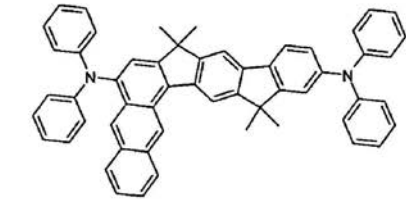
【化 6 3】



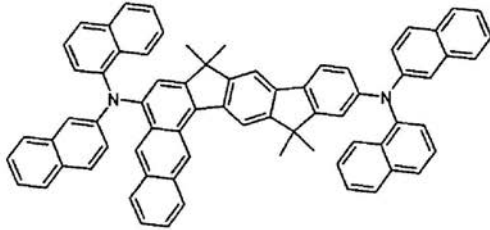
10

【 0 1 4 4 】

【化 6 4】



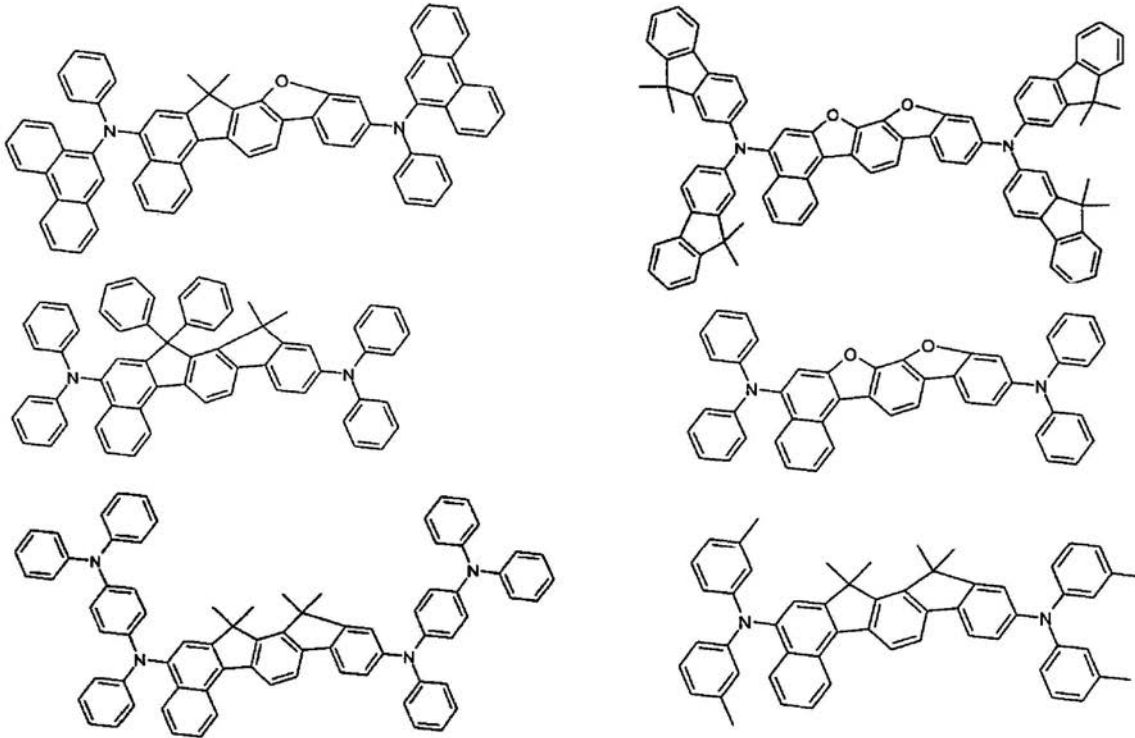
20



30

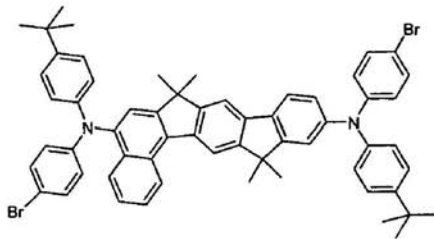
【 0 1 4 5 】

【化 6 5】



【 0 1 4 6】

【化 6 6】



【 0 1 4 7】

・ 発光層の膜厚

本実施形態の有機EL素子における発光層の膜厚は、好ましくは5 nm以上50 nm以下、より好ましくは7 nm以上50 nm以下、最も好ましくは10 nm以上50 nm以下である。5 nm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おそれがあり、50 nmを超えると駆動電圧が上昇するおそれがある。

【 0 1 4 8】

・ 発光層における材料の含有率

発光層における第二の化合物の含有率は、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、例えば、0.1質量%以上70質量%以下が好ましく、1質量%以上30質量%以下がより好ましい。第二の化合物の含有率が、0.1質量%以上であると十分な発光が得られ、70質量%以下であると濃度消光を避けることができる。

【 0 1 4 9】

・ 第一の化合物と第二の化合物との組み合わせ

従来、ジアリールアミノ基で置換されたベンゾフルオレン化合物をドーパント材料として用い、電子輸送性の強い芳香族炭化水素化合物をホスト材料として用いると、発光層と発光層の陽極側に接合する正孔輸送層との界面での正孔と電子との再結合確率が向上する一方で、素子が劣化し易く、寿命が短くなるという問題があった。

そこで、電子輸送性を抑えた化合物をホスト材料として用いることで、発光層と正孔輸送層との界面に集中していた再結合領域を発光層内へとシフトさせようとするアプローチ

10

20

30

40

50

がある。これによって、寿命が短いという問題も改善されつつあるが、有機EL素子の実用化には、さらなる発光効率の向上および長寿命化が必要とされる。

また、ドーパント材料の検討によって長寿命化を達成するためのアプローチもある。発光材料は、そのエネルギーギャップが狭いほど、励起エネルギーが小さくなる。そのため、エネルギーギャップが狭い発光材料を用いれば、発光材料に加わる負荷が低減し、長寿命化すると考えられている。特許文献1や特許文献2に記載のジアリールアミノ基で置換されたベンゾフルオレン化合物の共役系に比べて、特許文献3に記載のベンゾインデノフルオレンジアミン化合物の共役系の方が長い。そのため、特許文献3に記載のベンゾインデノフルオレンジアミン化合物の方が、エネルギーギャップが狭く、長寿命化に寄与し得る。しかしながら、発光効率は、さらなる向上が求められていた。

10

【0150】

本実施形態においては、発光層5が、前記一般式(1)で表される第一の化合物および前記一般式(2)で表される第二の化合物を含有する。この第一の化合物と第二の化合物との組み合わせにより、有機EL素子の発光効率が向上するとともに、長寿命化する。

前記一般式(1)で表される第一の化合物を用いることで電子輸送性が抑えられ、再結合領域は、従来のような正孔輸送層と発光層との界面から発光層内へとシフトする。前記一般式(2)で表される第二の化合物は、共役系が長く、エネルギーギャップが狭い。それゆえ、有機EL素子の寿命が長くなると考えられる。

ところで、前記一般式(2)で表される第二の化合物は、共役系が長い化合物であるため、特許文献3に記載の化合物のように発光効率が低下すると考えられる。しかしながら、本実施形態では、前記一般式(1)で表される第一の化合物と前記一般式(2)で表される第二の化合物とを組み合わせることで、発光効率が向上する。その理由としては、次のように推測される。前記一般式(1)で表される第一の化合物を用いることで、電子輸送性が抑えられて発光層に正孔が入り易くなり、発光層内における正孔の存在分布が拡がると考えられる。前記一般式(2)で表される第二の化合物は、前述のベンゾフルオレン化合物に比べてイオン化ポテンシャルが小さく、正孔トラップ性が高い。したがって、発光層において、正孔の存在分布が拡がった状況下で、正孔トラップ性が高い第二の化合物が存在する結果、発光層内での再結合確率が向上すると考えられる。

20

【0151】

発光層5において、前記第一の化合物をホスト材料として用い、前記第二の化合物をドーパント材料として用いるドーピングシステムを採用することが好ましい。ドーピングシステムを採用する場合、ホスト材料は、主に電子と正孔の再結合を促し、励起子を発光層内に閉じ込める機能を有し、ドーパント材料は、再結合で得られた励起子を効率的に発光させる機能を有する。ドーパント材料である前記第二の化合物の具体例示化合物に対して、ホスト材料である前記第一の化合物の前記具体例示化合物の組合せは好適な組み合わせといえる。

30

【0152】

(基板)

基板は、有機EL素子の支持体として用いられる。基板としては、例えば、ガラス、石英、プラスチックなどを用いることができる。また、可撓性基板を用いてもよい。可撓性基板とは、折り曲げることができる(フレキシブル)基板のことであり、例えば、ポリカーボネート、ポリアリレート、ポリエーテルスルホン、ポリプロピレン、ポリエステル、ポリフッ化ビニル、ポリ塩化ビニル、ポリイミド、ポリエチレンナフタレートからなるプラスチック基板等が挙げられる。また、無機蒸着フィルムを用いることもできる。

40

【0153】

(陽極)

基板上に形成される陽極には、仕事関数の大きい(具体的には4.0eV以上)金属、合金、電気伝導性化合物、およびこれらの混合物などを用いることが好ましい。具体的には、例えば、酸化インジウム-酸化スズ(ITO: Indium Tin Oxide)、珪素もしくは酸化珪素を含有した酸化インジウム-酸化スズ、酸化インジウム-酸化亜

50

鉛、酸化タングステン、および酸化亜鉛を含有した酸化インジウム、グラフェン等が挙げられる。この他、金（Au）、白金（Pt）、ニッケル（Ni）、タングステン（W）、クロム（Cr）、モリブデン（Mo）、鉄（Fe）、コバルト（Co）、銅（Cu）、パラジウム（Pd）、チタン（Ti）、または金属材料の窒化物（例えば、窒化チタン）等が挙げられる。

これらの材料は、通常、スパッタリング法により成膜される。例えば、酸化インジウム-酸化亜鉛は、酸化インジウムに対し1質量%以上10質量%以下の酸化亜鉛を加えたターゲットを用いることにより、スパッタリング法で形成することができる。また、例えば、酸化タングステン、および酸化亜鉛を含有した酸化インジウムは、酸化インジウムに対し酸化タングステンを0.5質量%以上5質量%以下、酸化亜鉛を0.1質量%以上1質量%以下含有したターゲットを用いることにより、スパッタリング法で形成することができる。その他、真空蒸着法、塗布法、インクジェット法、スピンコート法などにより作製してもよい。

陽極上に形成される有機層のうち、陽極に接して形成される正孔注入層は、陽極の仕事関数に関係なく正孔（ホール）注入が容易である複合材料を用いて形成されるため、電極材料として可能な材料（例えば、金属、合金、電気伝導性化合物、およびこれらの混合物、その他、元素周期表の第1族または第2族に属する元素も含む）を用いることもできる。

仕事関数の小さい材料である、元素周期表の第1族または第2族に属する元素、すなわちリチウム（Li）やセシウム（Cs）等のアルカリ金属、およびマグネシウム（Mg）、カルシウム（Ca）、ストロンチウム（Sr）等のアルカリ土類金属、およびこれらを含む合金（例えば、MgAg、AlLi）、ユーロピウム（Eu）、イッテルビウム（Yb）等の希土類金属およびこれらを含む合金等を用いることもできる。なお、アルカリ金属、アルカリ土類金属、およびこれらを含む合金を用いて陽極を形成する場合には、真空蒸着法やスパッタリング法を用いることができる。さらに、銀ペーストなどを用いる場合には、塗布法やインクジェット法などを用いることができる。

【0154】

（正孔注入層）

正孔注入層は、正孔注入性の高い物質を含む層である。正孔注入性の高い物質としては、モリブデン酸化物、チタン酸化物、バナジウム酸化物、レニウム酸化物、ルテニウム酸化物、クロム酸化物、ジルコニウム酸化物、ハフニウム酸化物、タンタル酸化物、銀酸化物、タングステン酸化物、マンガン酸化物等を用いることができる。

また、正孔注入性の高い物質としては、低分子の有機化合物である4,4',4''-トリス（N,N-ジフェニルアミノ）トリフェニルアミン（略称：TDATA）、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（略称：MTDATA）、4,4'-ビス〔N-（4-ジフェニルアミノフェニル）-N-フェニルアミノ〕ビフェニル（略称：DPAB）、4,4'-ビス（N-〔4-[N'-（3-メチルフェニル）-N'-フェニルアミノ〕フェニル〕-N-フェニルアミノ）ビフェニル（略称：DNTPD）、1,3,5-トリス〔N-（4-ジフェニルアミノフェニル）-N-フェニルアミノ〕ベンゼン（略称：DPA3B）、3-〔N-（9-フェニルカルバゾール-3-イル）-N-フェニルアミノ〕-9-フェニルカルバゾール（略称：PCzPCA1）、3,6-ビス〔N-（9-フェニルカルバゾール-3-イル）-N-フェニルアミノ〕-9-フェニルカルバゾール（略称：PCzPCA2）、3-〔N-（1-ナフチル）-N-（9-フェニルカルバゾール-3-イル）アミノ〕-9-フェニルカルバゾール（略称：PCzPCN1）等の芳香族アミン化合物等やジピラジノ〔2,3-f:20,30-h〕キノキサリン-2,3,6,7,10,11-ヘキサカルボニトリル（HAT-CN）も挙げられる。

また、正孔注入性の高い物質としては、高分子化合物（オリゴマー、 dendrimer、ポリマー等）を用いることもできる。例えば、ポリ（N-ビニルカルバゾール）（略称：PVK）、ポリ（4-ビニルトリフェニルアミン）（略称：PVTPA）、ポリ〔N-（4

10

20

30

40

50

- { N' - [4 - (4 - ジフェニルアミノ) フェニル] フェニル - N' - フェニルアミノ } フェニル) メタクリルアミド] (略称 : P T P D M A)、ポリ [N , N' - ビス (4 - ブチルフェニル) - N , N' - ビス (フェニル) ベンジジン] (略称 : P o l y - T P D) などの高分子化合物が挙げられる。また、ポリ (3 , 4 - エチレンジオキシチオフェン) / ポリ (スチレンスルホン酸) (P E D O T / P S S)、ポリアニリン / ポリ (スチレンスルホン酸) (P A n i / P S S) 等の酸を添加した高分子化合物を用いることもできる。

【 0 1 5 5 】

(正孔輸送層)

正孔輸送層は、正孔輸送性の高い物質を含む層である。正孔輸送層には、芳香族アミン化合物、カルバゾール誘導体、アントラセン誘導体等を使用することができる。具体的には、4, 4' - ビス [N - (1 - ナフチル) - N - フェニルアミノ] ビフェニル (略称 : N P B) や N , N' - ビス (3 - メチルフェニル) - N , N' - ジフェニル - [1 , 1' - ビフェニル] - 4 , 4' - ジアミン (略称 : T P D)、4 - フェニル - 4' - (9 - フェニルフルオレン - 9 - イル) トリフェニルアミン (略称 : B A F L P)、4 , 4' - ビス [N - (9 , 9 - ジメチルフルオレン - 2 - イル) - N - フェニルアミノ] ビフェニル (略称 : D F L D P B i)、4 , 4' , 4'' - トリス (N , N - ジフェニルアミノ) トリフェニルアミン (略称 : T D A T A)、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 (略称 : M T D A T A)、4 , 4' - ビス [N - (スピロ - 9 , 9' - ビフルオレン - 2 - イル) - N フェニルアミノ] ビフェニル (略称 : B S P B) などの芳香族アミン化合物等を用いることができる。ここに述べた物質は、主に 10 - 6 c m 2 / V s 以上の正孔移動度を有する物質である。

正孔輸送層には、C B P、9 - [4 - (N - カルバゾリル)] フェニル - 10 - フェニルアントラセン (C z P A)、9 - フェニル - 3 - [4 - (10 - フェニル - 9 - アントリル) フェニル] - 9 H - カルバゾール (P C z P A) のようなカルバゾール誘導体や、t - B u D N A、D N A、D P A n t h のようなアントラセン誘導体を用いても良い。ポリ (N - ビニルカルバゾール) (略称 : P V K) やポリ (4 - ビニルトリフェニルアミン) (略称 : P V T P A) 等の高分子化合物を用いることもできる。

但し、電子よりも正孔の輸送性の高い物質であれば、これら以外のものを用いてもよい。なお、正孔輸送性の高い物質を含む層は、単層のものだけでなく、上記物質からなる層が二層以上積層したものとしてもよい。

正孔輸送層を二層以上配置する場合、エネルギーギャップのより大きい材料を発光層に近い側に配置することが好ましい。このような材料として、後記する実施例で用いた、H T - 2 が挙げられる。

【 0 1 5 6 】

(電子輸送層)

電子輸送層は、電子輸送性の高い物質を含む層である。電子輸送層には、1) アルミニウム錯体、ベリリウム錯体、亜鉛錯体等の金属錯体、2) イミダゾール誘導体、ベンゾイミダゾール誘導体、アジン誘導体、カルバゾール誘導体、フェナントロリン誘導体等の複素芳香族化合物、3) 高分子化合物を使用することができる。具体的には低分子の有機化合物として、A l q、トリス (4 - メチル - 8 - キノリノラト) アルミニウム (略称 : A l m q 3)、ビス (10 - ヒドロキシベンゾ [h] キノリナト) ベリリウム (略称 : B e B q 2)、B A l q、Z n q、Z n P B O、Z n B T Z などの金属錯体等を用いることができる。また、金属錯体以外にも、2 - (4 - ビフェニル) - 5 - (4 - t e r t - ブチルフェニル) - 1 , 3 , 4 - オキサジアゾール (略称 : P B D)、1 , 3 - ビス [5 - (p t e r t - ブチルフェニル) - 1 , 3 , 4 - オキサジアゾール - 2 - イル] ベンゼン (略称 : O X D - 7)、3 - (4 - t e r t - ブチルフェニル) - 4 - フェニル - 5 - (4 - ビフェニル) - 1 , 2 , 4 - トリアゾール (略称 : T A Z)、3 - (4 - t e r t - ブチルフェニル) - 4 - (4 - エチルフェニル) - 5 - (4 - ビフェニル) - 1 , 2 , 4 - トリアゾール (略称 : p - E t T A Z)、バソフェナントロリン (略称 : B P h e

10

20

30

40

50

n)、バソキュプロイン(略称:BCP)、4,4'-ビス(5-メチルベンゾオキサゾール-2-イル)スチルベン(略称:BzOs)などの複素芳香族化合物も用いることができる。本実施態様においては、ベンゾイミダゾール化合物を好適に用いることができる。ここに述べた物質は、主に $10^{-6} \text{ cm}^2 / \text{Vs}$ 以上の電子移動度を有する物質である。なお、正孔輸送性よりも電子輸送性の高い物質であれば、上記以外の物質を電子輸送層として用いてもよい。また、電子輸送層は、単層のものだけでなく、上記物質からなる層が二層以上積層したものとしてもよい。

また、電子輸送層には、高分子化合物を用いることもできる。例えば、ポリ[(9,9-ジヘキシルフルオレン-2,7-ジイル)-co-(ピリジン-3,5-ジイル)](略称:PF-Py)、ポリ[(9,9-ジオクチルフルオレン-2,7-ジイル)-co-(2,2'-ピピリジン-6,6'-ジイル)](略称:PF-BPy)などを用いることができる。

【0157】

(電子注入層)

電子注入層は、電子注入性の高い物質を含む層である。電子注入層には、リチウム(Li)、セシウム(Cs)、カルシウム(Ca)、フッ化リチウム(LiF)、フッ化セシウム(CsF)、フッ化カルシウム(CaF₂)、リチウム酸化物(LiO_x)等のようなアルカリ金属、アルカリ土類金属、またはそれらの化合物を用いることができる。その他、電子輸送性を有する物質にアルカリ金属、アルカリ土類金属、またはそれらの化合物を含有させたもの、具体的にはAlq中にマグネシウム(Mg)を含有させたもの等を用いてもよい。なお、この場合には、陰極からの電子注入をより効率良く行うことができる。

あるいは、電子注入層に、有機化合物と電子供与体(ドナー)とを混合してなる複合材料を用いてもよい。このような複合材料は、電子供与体によって有機化合物に電子が発生するため、電子注入性および電子輸送性に優れている。この場合、有機化合物としては、発生した電子の輸送に優れた材料であることが好ましく、具体的には、例えば上述した電子輸送層を構成する物質(金属錯体や複素芳香族化合物等)を用いることができる。電子供与体としては、有機化合物に対し電子供与性を示す物質であればよい。具体的には、アルカリ金属やアルカリ土類金属や希土類金属が好ましく、リチウム、セシウム、マグネシウム、カルシウム、エルビウム、イッテルビウム等が挙げられる。また、アルカリ金属酸化物やアルカリ土類金属酸化物が好ましく、リチウム酸化物、カルシウム酸化物、バリウム酸化物等が挙げられる。また、酸化マグネシウムのようなルイス塩基を用いることもできる。また、テトラチアフルバレン(略称:TF)等の有機化合物を用いることもできる。

【0158】

(陰極)

陰極には、仕事関数の小さい(具体的には3.8eV以下)金属、合金、電気伝導性化合物、およびこれらの混合物などを用いることが好ましい。このような陰極材料の具体例としては、元素周期表の第1族または第2族に属する元素、すなわちリチウム(Li)やセシウム(Cs)等のアルカリ金属、およびマグネシウム(Mg)、カルシウム(Ca)、ストロンチウム(Sr)等のアルカリ土類金属、およびこれらを含む合金(例えば、MgAg、AlLi)、ユーロピウム(Eu)、イッテルビウム(Yb)等の希土類金属およびこれらを含む合金等が挙げられる。

なお、アルカリ金属、アルカリ土類金属、これらを含む合金を用いて陰極を形成する場合には、真空蒸着法やスパッタリング法を用いることができる。また、銀ペーストなどを用いる場合には、塗布法やインクジェット法などを用いることができる。

なお、電子注入層を設けることにより、仕事関数の大小に関わらず、Al、Ag、ITO、グラフェン、珪素もしくは酸化珪素を含有した酸化インジウム-酸化スズ等様々な導電性材料を用いて陰極を形成することができる。これらの導電性材料は、スパッタリング法やインクジェット法、スピンコート法等を用いて成膜することができる。

【0159】

(層形成方法)

本実施形態の有機EL素子の各層の形成方法としては、上記で特に言及した以外には制限されないが、真空蒸着法、スパッタリング法、プラズマ法、イオンプレーティング法などの乾式成膜法や、スピンコーティング法、ディッピング法、フローコーティング法、インクジェット法などの湿式成膜法などの公知の方法を採用することができる。

【0160】

(膜厚)

本実施形態の有機EL素子の各有機層の膜厚は、上記で特に言及した以外には制限されないが、一般に膜厚が薄すぎるとピンホール等の欠陥が生じやすく、逆に厚すぎると高い印加電圧が必要となり効率が悪くなるため、通常は数nmから1μmの範囲が好ましい。

【0161】

本明細書において、環形成炭素数とは、原子が環状に結合した構造の化合物(例えば、単環化合物、縮合環化合物、架橋化合物、炭素環化合物、複素環化合物)の当該環自体を構成する原子のうちの炭素原子の数を表す。当該環が置換基によって置換される場合、置換基に含まれる炭素は環形成炭素数には含まない。以下で記される「環形成炭素数」については、特筆しない限り同様とする。例えば、ベンゼン環は環形成炭素数が6であり、ナフタレン環は環形成炭素数が10であり、ピリジニル基は環形成炭素数5であり、フランニル基は環形成炭素数4である。また、ベンゼン環やナフタレン環に置換基として例えばアルキル基が置換している場合、当該アルキル基の炭素数は、環形成炭素数の数に含めない。また、フルオレン環に置換基として例えばフルオレン環が結合している場合(スピロフルオレン環を含む)、置換基としてのフルオレン環の炭素数は環形成炭素数の数に含めない。本明細書において、環形成原子数とは、原子が環状に結合した構造(例えば単環、縮合環、環集合)の化合物(例えば単環化合物、縮合環化合物、架橋化合物、炭素環化合物、複素環化合物)の当該環自体を構成する原子の数を表す。環を構成しない原子(例えば環を構成する原子の結合手を終端する水素原子)や、当該環が置換基によって置換される場合の置換基に含まれる原子は環形成原子数には含まない。以下で記される「環形成原子数」については、特筆しない限り同様とする。例えば、ピリジン環は、環形成原子数が6であり、キナゾリン環は、環形成原子数が10であり、フラン環は、環形成原子数が5である。ピリジン環やキナゾリン環の炭素原子にそれぞれ結合している水素原子や置換基を構成する原子については、環形成原子数の数に含めない。また、フルオレン環に置換基として例えばフルオレン環が結合している場合(スピロフルオレン環を含む)、置換基としてのフルオレン環の原子数は環形成原子数の数に含めない。

次に前記一般式に記載の各置換基について説明する。

【0162】

本実施形態における環形成炭素数6~30の芳香族炭化水素基(アリアル基と称する場合がある。)としては、例えば、フェニル基、ピフェニル基、ターフェニル基、ナフチル基、アントリル基、フェナントリル基、フルオレニル基、ピレニル基、クリセニル基、フルオランテニル基、ベンゾ[a]アントリル基、ベンゾ[c]フェナントリル基、トリフェニレニル基、ベンゾ[k]フルオランテニル基、ベンゾ[g]クリセニル基、ベンゾ[b]トリフェニレニル基、ピセニル基、ペリレニル基などが挙げられる。

本実施形態におけるアリアル基としては、環形成炭素数が6~20であることが好ましく、より好ましくは6~12であることが更に好ましい。上記アリアル基の中でもフェニル基、ピフェニル基、ナフチル基、フェナントリル基、ターフェニル基、フルオレニル基が特に好ましい。1-フルオレニル基、2-フルオレニル基、3-フルオレニル基および4-フルオレニル基については、9位の炭素原子に、後述する本実施形態における置換もしくは無置換の炭素数1~30のアルキル基が置換されていることが好ましい。

【0163】

本実施形態における環形成原子数5~30の複素環基(ヘテロアリアル基、ヘテロ芳香族環基、または芳香族複素環基と称する場合がある。)は、ヘテロ原子として、窒素、硫

10

20

30

40

50

黄、酸素、ケイ素、セレン原子、およびゲルマニウム原子からなる群から選択される少なくともいずれかの原子を含むことが好ましく、窒素、硫黄、および酸素からなる群から選択される少なくともいずれかの原子を含むことがより好ましい。

本実施形態における環形成原子数 5 ~ 30 の複素環基（ヘテロアリアル基、ヘテロ芳香族環基、または芳香族複素環基と称する場合がある。）としては、例えば、ピリジル基、ピリミジニル基、ピラジニル基、ピリダジニル基、トリアジニル基、キノリル基、イソキノリニル基、ナフチリジニル基、フタラジニル基、キノキサリニル基、キナゾリニル基、フェナントリジニル基、アクリジニル基、フェナントロリニル基、ピロリル基、イミダゾリル基、ピラゾリル基、トリアゾリル基、テトラゾリル基、インドリル基、ベンズイミダゾリル基、インダゾリル基、イミダゾピリジニル基、ベンズトリアゾリル基、カルバゾリル基、フリル基、チエニル基、オキサゾリル基、チアゾリル基、イソキサゾリル基、イソチアゾリル基、オキサジアゾリル基、チアジアゾリル基、ベンゾフラニル基、ベンゾチオフェニル基、ベンゾオキサゾリル基、ベンゾチアゾリル基、ベンゾイソキサゾリル基、ベンゾイソチアゾリル基、ベンゾオキサジアゾリル基、ベンゾチアジアゾリル基、ジベンゾフラニル基、ジベンゾチオフェニル基、ペペリジニル基、ピロリジニル基、ピペラジニル基、モルホリル基、フェナジニル基、フェノチアジニル基、フェノキサジニル基などが挙げられる。

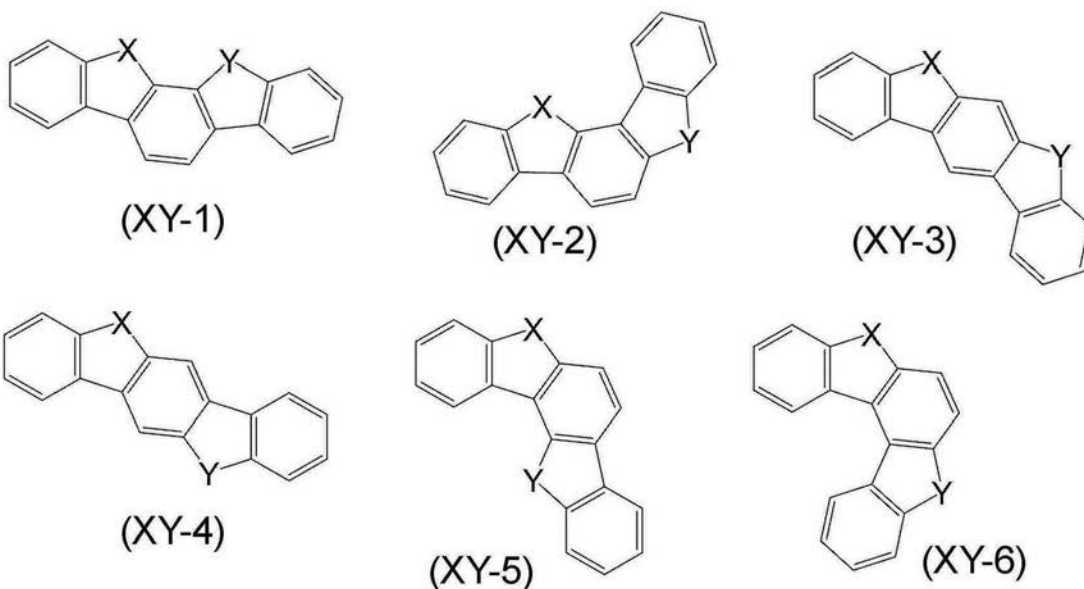
本実施形態における複素環基の環形成原子数は、5 ~ 20 であることが好ましく、5 ~ 14 であることがさらに好ましい。上記複素環基の中でも 1 - ジベンゾフラニル基、2 - ジベンゾフラニル基、3 - ジベンゾフラニル基、4 - ジベンゾフラニル基、1 - ジベンゾチオフェニル基、2 - ジベンゾチオフェニル基、3 - ジベンゾチオフェニル基、4 - ジベンゾチオフェニル基、1 - カルバゾリル基、2 - カルバゾリル基、3 - カルバゾリル基、4 - カルバゾリル基、9 - カルバゾリル基が特に好ましい。1 - カルバゾリル基、2 - カルバゾリル基、3 - カルバゾリル基および 4 - カルバゾリル基については、9 位の窒素原子に、本実施形態における置換もしくは無置換の環形成炭素数 6 ~ 30 のアリアル基または置換もしくは無置換の環形成原子数 5 ~ 30 の複素環基が置換されていることが好ましい。

【0164】

また、本実施形態において、複素環基は、例えば、下記一般式 (XY-1) ~ (XY-18) で表される部分構造から誘導される基であってもよい。

【0165】

【化67】



【0166】

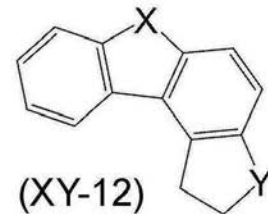
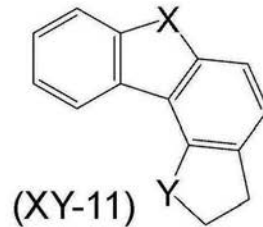
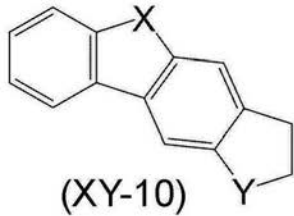
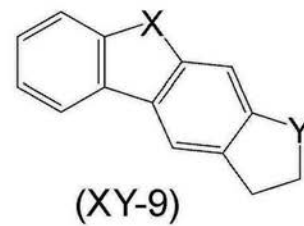
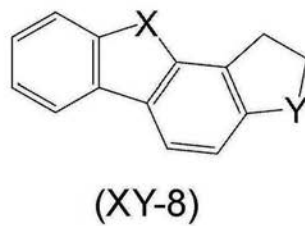
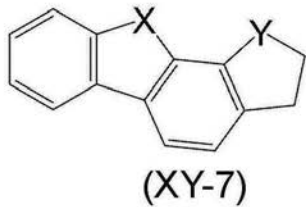
10

20

30

40

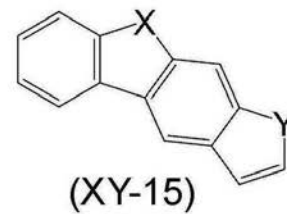
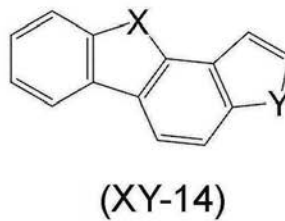
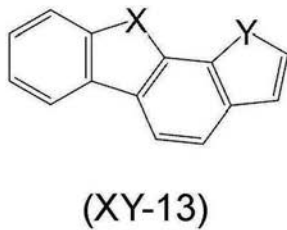
【化68】



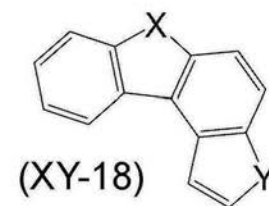
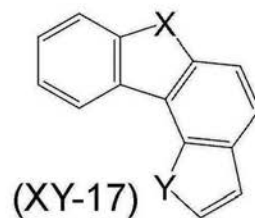
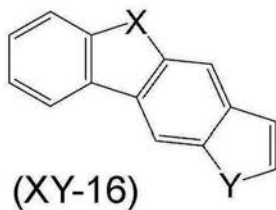
10

【0167】

【化69】



20



30

【0168】

前記一般式(XY-1)~(XY-18)において、XおよびYは、それぞれ独立に、ヘテロ原子であり、酸素原子、硫黄原子、セレン原子、ケイ素原子、またはゲルマニウム原子であることが好ましい。前記一般式(XY-1)~(XY-18)で表される部分構造は、任意の位置で結合手を有して複素環基となり、この複素環基は、置換基を有していてもよい。

【0169】

また、本実施形態において、置換もしくは無置換のカルバゾリル基としては、例えば、下記式で表されるようなカルバゾール環に対してさらに環が縮合した基も含み得る。このような基も置換基を有していてもよい。また、結合手の位置も適宜変更され得る。

40

【0170】

【化70】



【0171】

本実施形態における炭素数1~30のアルキル基としては、直鎖、分岐鎖または環状のいずれであってもよい。直鎖または分岐鎖のアルキル基としては、例えば、メチル基、エ

50

チル基、*n*-プロピル基、イソプロピル基、*n*-ブチル基、*s*-ブチル基、イソブチル基、*t*-ブチル基、*n*-ペンチル基、*n*-ヘキシル基、*n*-ヘプチル基、*n*-オクチル基、*n*-ノニル基、*n*-デシル基、*n*-ウンデシル基、*n*-ドデシル基、*n*-トリデシル基、*n*-テトラデシル基、*n*-ペンタデシル基、*n*-ヘキサデシル基、*n*-ヘプタデシル基、*n*-オクタデシル基、ネオペンチル基、アミル基、イソアミル基、1-メチルペンチル基、2-メチルペンチル基、1-ペンチルヘキシル基、1-ブチルペンチル基、1-ヘプチルオクチル基、3-メチルペンチル基、が挙げられる。

本実施形態における直鎖または分岐鎖のアルキル基の炭素数は、1~10であることが好ましく、1~6であることがさらに好ましい。上記直鎖または分岐鎖のアルキル基の中でもメチル基、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、アミル基、イソアミル基、ネオペンチル基が特に好ましい。

本実施形態における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、アダマンチル基、ノルボルニル基等が挙げられる。シクロアルキル基の環形成炭素数は、3~10であることが好ましく、5~8であることがさらに好ましい。上記シクロアルキル基の中でも、シクロペンチル基やシクロヘキシル基が特に好ましい。

アルキル基がハロゲン原子で置換されたハロゲン化アルキル基としては、例えば、上記炭素数1~30のアルキル基が1以上のハロゲン基で置換されたものが挙げられる。具体的には、フルオロメチル基、ジフルオロメチル基、トリフルオロメチル基、フルオロエチル基、トリフルオロメチルメチル基、トリフルオロエチル基、ペンタフルオロエチル基等が挙げられる。

【0172】

本実施形態における炭素数3~30のアルキルシリル基としては、上記炭素数1~30のアルキル基で例示したアルキル基を有するトリアルキルシリル基が挙げられ、具体的にはトリメチルシリル基、トリエチルシリル基、トリ-*n*-ブチルシリル基、トリ-*n*-オクチルシリル基、トリイソブチルシリル基、ジメチルエチルシリル基、ジメチルイソプロピルシリル基、ジメチル-*n*-プロピルシリル基、ジメチル-*n*-ブチルシリル基、ジメチル-*t*-ブチルシリル基、ジエチルイソプロピルシリル基、ビニルジメチルシリル基、プロピルジメチルシリル基、トリイソプロピルシリル基等が挙げられる。トリアルキルシリル基における3つのアルキル基は、それぞれ同一でも異なってもよい。

【0173】

本実施形態における環形成炭素数6~30のアリールシリル基としては、ジアルキルアリールシリル基、アルキルジアリールシリル基、トリアリールシリル基が挙げられる。

ジアルキルアリールシリル基は、例えば、上記炭素数1~30のアルキル基で例示したアルキル基を2つ有し、上記環形成炭素数6~30のアリール基を1つ有するジアルキルアリールシリル基が挙げられる。ジアルキルアリールシリル基の炭素数は、8~30であることが好ましい。

アルキルジアリールシリル基は、例えば、上記炭素数1~30のアルキル基で例示したアルキル基を1つ有し、上記環形成炭素数6~30のアリール基を2つ有するアルキルジアリールシリル基が挙げられる。アルキルジアリールシリル基の炭素数は、13~30であることが好ましい。

トリアリールシリル基は、例えば、上記環形成炭素数6~30のアリール基を3つ有するトリアリールシリル基が挙げられる。トリアリールシリル基の炭素数は、18~30であることが好ましい。

【0174】

本実施形態における炭素数1~30のアルコキシ基は、 $-OZ_1$ と表される。この Z_1 の例として、上記炭素数1~30のアルキル基が挙げられる。アルコキシ基は、例えばメトキシ基、エトキシ基、プロポキシ基、ブトキシ基、ペンチルオキシ基、ヘキシルオキシ基があげられる。

10

20

30

40

50

アルコキシ基がハロゲン原子で置換されたハロゲン化アルコキシ基としては、例えば、上記炭素数 1 ~ 30 のアルコキシ基が 1 以上のハロゲン基で置換されたものが挙げられる。

【0175】

本実施形態における環形成炭素数 6 ~ 30 のアリーロキシ基は、 $-OZ_2$ と表される。この Z_2 の例として、上記環形成炭素数 6 ~ 30 のアリール基が挙げられる。このアリーロキシ基としては、例えば、フェノキシ基が挙げられる。

【0176】

炭素数 2 ~ 30 のアルキルアミノ基は、 $-NHR_V$ 、または $-N(R_V)_2$ と表される。この R_V の例として、上記炭素数 1 ~ 30 のアルキル基が挙げられる。

10

【0177】

環形成炭素数 6 ~ 60 のアリールアミノ基は、 $-NHR_W$ 、または $-N(R_W)_2$ と表される。この R_W の例として、上記環形成炭素数 6 ~ 30 のアリール基が挙げられる。

【0178】

炭素数 1 ~ 30 のアルキルチオ基は、 $-SR_V$ と表される。この R_V の例として、上記炭素数 1 ~ 30 のアルキル基が挙げられる。

環形成炭素数 6 ~ 30 のアリールチオ基は、 $-SR_W$ と表される。この R_W の例として、上記環形成炭素数 6 ~ 30 のアリール基が挙げられる。

【0179】

本発明において、「環形成炭素」とは飽和環、不飽和環、または芳香環を構成する炭素原子を意味する。「環形成原子」とはヘテロ環（飽和環、不飽和環、および芳香環を含む）を構成する炭素原子およびヘテロ原子を意味する。

20

また、本発明において、水素原子とは、中性子数の異なる同位体、すなわち、軽水素 (Protium)、重水素 (Deuterium)、三重水素 (Tritium) を包含する。

【0180】

また、「置換もしくは無置換の」という場合における置換基としては、上述のようなアリール基、複素環基、アルキル基（直鎖または分岐鎖のアルキル基、シクロアルキル基、ハロアルキル基）、アルキルシリル基、アリールシリル基、アルコキシ基、アリーロキシ基、アルキルアミノ基、アリールアミノ基、アルキルチオ基、アリールチオ基の他に、アルケニル基、アルキニル基、アラルキル基、ハロゲン原子、シアノ基、ヒドロキシル基、ニトロ基、およびカルボキシ基が挙げられる。

30

ここで挙げた置換基の中では、アリール基、複素環基、アルキル基、ハロゲン原子、アルキルシリル基、アリールシリル基、シアノ基が好ましく、さらには、各置換基の説明において好ましいとした具体的な置換基が好ましい。

これらの置換基は、上記の置換基によって更に置換されてもよい。また、これらの置換基は複数が互いに結合して環を形成してもよい。

【0181】

アルケニル基としては、炭素数 2 ~ 30 のアルケニル基が好ましく、直鎖、分岐鎖、または環状のいずれであってもよく、例えば、ビニル基、プロペニル基、ブテニル基、オレイル基、エイコサペンタエニル基、ドコサヘキサエニル基、スチリル基、2, 2 - ジフェニルビニル基、1, 2, 2 - トリフェニルビニル基、2 - フェニル - 2 - プロペニル基、シクロペンタジエニル基、シクロペンテニル基、シクロヘキセニル基、シクロヘキサジエニル基等が挙げられる。

40

【0182】

アルキニル基としては、炭素数 2 ~ 30 のアルキニル基が好ましく、直鎖、分岐鎖、または環状のいずれであってもよく、例えば、エチニル、プロピニル、2 - フェニルエチニル等が挙げられる。

【0183】

アラルキル基としては、環形成炭素数 6 ~ 30 のアラルキル基が好ましく、 $-Z_3 - Z$

50

4 と表される。この Z₃ の例として、上記炭素数 1 ~ 30 のアルキル基に対応するアルキレン基が挙げられる。この Z₄ の例として、上記環形成炭素数 6 ~ 30 のアリール基の例が挙げられる。このアラルキル基は、炭素数 7 ~ 30 のアラルキル基（アリール部分は炭素数 6 ~ 30、好ましくは 6 ~ 20、より好ましくは 6 ~ 12）、アルキル部分は炭素数 1 ~ 30（好ましくは 1 ~ 20、より好ましくは 1 ~ 10、さらに好ましくは 1 ~ 6）であることが好ましい。このアラルキル基としては、例えば、ベンジル基、2 - フェニルプロパン - 2 - イル基、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、 - ナフチルメチル基、1 - - ナフチルエチル基、2 - - ナフチルエチル基、1 - - ナフチルイソプロピル基、2 - - ナフチルイソプロピル基、 - ナフチルメチル基、1 - - ナフチルエチル基、2 - - ナフチルエチル基、1 - - ナフチルイソプロピル基、2 - - ナフチルイソプロピル基が挙げられる。

10

【0184】

ハロゲン原子として、フッ素原子、塩素原子、臭素原子、ヨウ素原子等が挙げられ、好ましくはフッ素原子である。

【0185】

「置換もしくは無置換の」という場合における「無置換」とは前記置換基で置換されておらず、水素原子が結合していることを意味する。

なお、本明細書において、「置換もしくは無置換の炭素数 X X ~ Y Y の Z Z 基」という表現における「炭素数 X X ~ Y Y」は、Z Z 基が無置換である場合の炭素数を表すものであり、置換されている場合の置換基の炭素数は含めない。ここで、「Y Y」は「X X」よりも大きく、「X X」と「Y Y」はそれぞれ 1 以上の整数を意味する。

20

本明細書において、「置換もしくは無置換の原子数 X X ~ Y Y の Z Z 基」という表現における「原子数 X X ~ Y Y」は、Z Z 基が無置換である場合の原子数を表すものであり、置換されている場合の置換基の原子数は含めない。ここで、「Y Y」は「X X」よりも大きく、「X X」と「Y Y」はそれぞれ 1 以上の整数を意味する。

以下に説明する化合物またはその部分構造において、「置換もしくは無置換の」という場合についても、前記と同様である。

【0186】

本実施形態において、前記多重連結基は、置換もしくは無置換の環形成炭素数 6 ~ 30 の芳香族炭化水素基、および置換もしくは無置換の環形成原子数 5 ~ 30 の複素環基からなる群から選択される 2 つもしくは 3 つの基が結合してなる。前記多重連結基を構成する個々の基は、互いに同一でも異なっていてもよい。前記多重連結基を構成する個々の基は、隣り合う基と結合してさらに環が構築されていてもよい。

30

前記多重連結基の例としては、前記芳香族炭化水素基および前記複素環基からなる群から選ばれる 2 つもしくは 3 つの基が結合してなる 2 価の基が挙げられる。

前記多重連結基における基の連結態様としては、例えば、複素環基 - 芳香族炭化水素基、芳香族炭化水素基 - 複素環基、芳香族炭化水素基 - 複素環基 - 芳香族炭化水素基、複素環基 - 芳香族炭化水素基 - 複素環基、芳香族炭化水素基 - 芳香族炭化水素基 - 複素環基、芳香族炭化水素基 - 複素環基 - 複素環基等が挙げられる。

40

好ましくは、前記芳香族炭化水素基と前記複素環基が 1 つずつ結合してなる 2 価の基、つまり複素環基 - 芳香族炭化水素基、及び芳香族炭化水素基 - 複素環基である。なお、これらの多重連結基における芳香族炭化水素基および複素環基の具体例としては、芳香族炭化水素基および複素環基について説明した前述の基が挙げられる。

【0187】

本実施形態において、置換基同士が互いに結合して環構造が構築される場合、環構造は、飽和環、不飽和環、または芳香環である。

【0188】

(電子機器)

本発明の一実施形態に係る有機 EL 素子は、表示装置や発光装置等の電子機器に使用で

50

きる。表示装置としては、例えば、有機ELパネルモジュール等の表示部品、テレビ、携帯電話、タブレットもしくはパーソナルコンピュータ等が挙げられる。発光装置としては、例えば、照明、もしくは車両用灯具等が挙げられる。

【0189】

[実施形態の変形]

なお、本発明は、上述の実施形態に限定されるものではなく、本発明の目的を達成できる範囲での変更、改良などは、本発明に含まれるものである。

【0190】

例えば、発光層は、1層に限られず、複数の発光層が積層されていてもよい。有機EL素子が複数の発光層を有する場合、少なくとも1つの発光層が前記第一の化合物、および第二の化合物を含んでいればよい。例えば、その他の発光層が、蛍光発光型の発光層であっても、三重項励起状態から直接基底状態への電子遷移による発光を利用した燐光発光型の発光層であってもよい。

また、有機EL素子が複数の発光層を有する場合、これらの発光層が互いに隣接して設けられていてもよいし、中間層を介して複数の発光ユニットが積層された、いわゆるタンデム型の有機EL素子であってもよい。

【0191】

また、例えば、発光層の陽極側や陰極側に障壁層を隣接させて設けてもよい。障壁層は、発光層に接して配置され、正孔、電子および励起子の少なくともいずれかを阻止することが好ましい。

例えば、発光層の陰極側で接して障壁層が配置された場合、当該障壁層は、電子を輸送し、正孔が当該障壁層よりも陰極側の層（例えば、電子輸送層）に到達することを阻止する。

また、発光層の陽極側で接して障壁層が配置された場合、当該障壁層は、正孔を輸送し、電子が当該障壁層よりも陽極側の層（例えば、正孔輸送層）に到達することを阻止する。

また、励起エネルギーが発光層からその周辺層に漏れ出さないように、障壁層を発光層に隣接させて設けてもよい。発光層で生成した励起子が、当該障壁層よりも電極側の層（例えば、電子輸送層や正孔輸送層）に移動することを阻止する。

発光層と障壁層とは接合していることが好ましい。

【0192】

その他、本発明の実施における具体的な構造および形状などは、本発明の目的を達成できる範囲で他の構造などとしてもよい。

【実施例】

【0193】

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

有機EL素子の製造に用いた化合物を以下に示す。

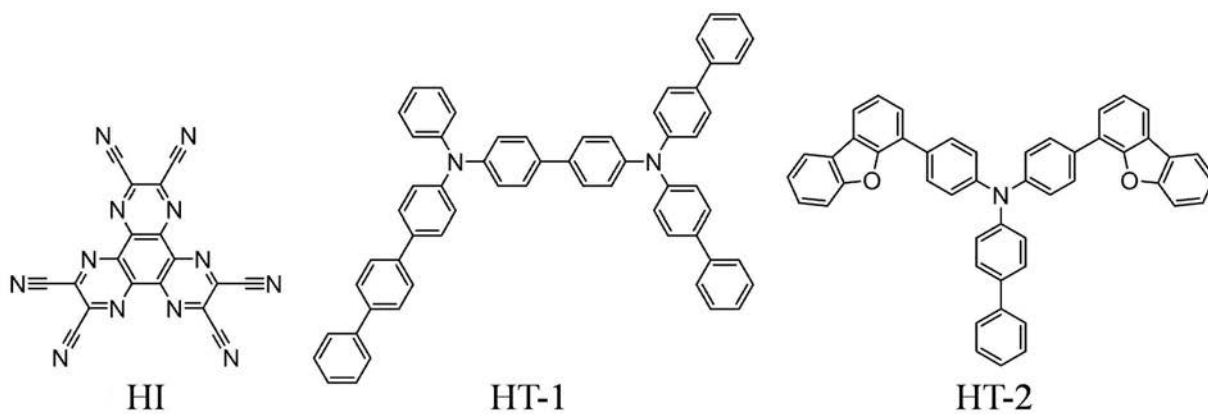
【0194】

10

20

30

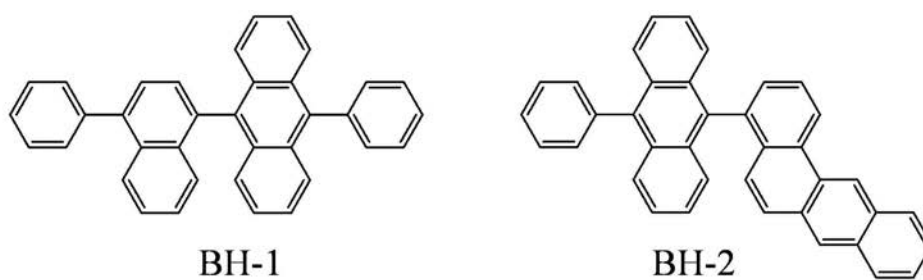
【化 7 1】



10

【 0 1 9 5】

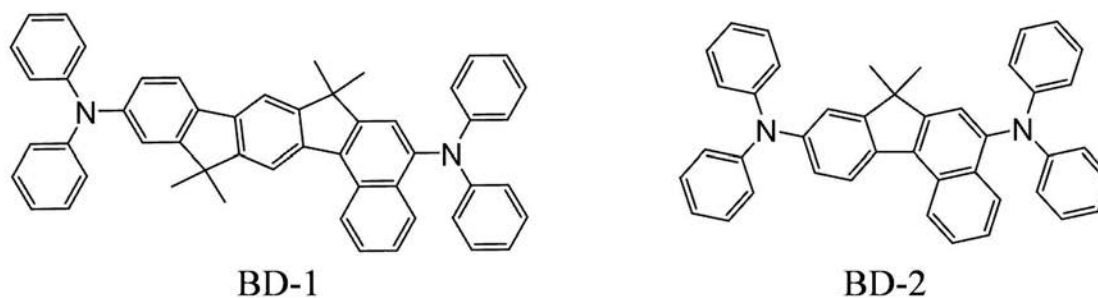
【化 7 2】



20

【 0 1 9 6】

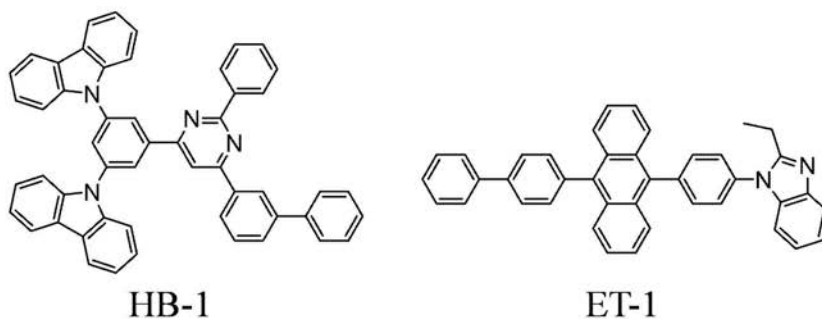
【化 7 3】



30

【 0 1 9 7】

【化 7 4】



40

【 0 1 9 8】

[化合物の評価]

次に、本実施例で使用した化合物の物性を測定した。測定方法および算出方法を以下に示すとともに、測定結果および算出結果を表 1 または表 2 に示す。

【 0 1 9 9】

・一重項エネルギー $E_g S$

一重項エネルギー $E_g S$ は、次のようにして測定される。

50

測定対象となる化合物の $10 \mu\text{mol} / \text{L}$ トルエン溶液を調製して石英セルに入れ、常温 (300 K) でこの試料の吸収スペクトル (縦軸: 発光強度、横軸: 波長とする。) を測定した。この吸収スペクトルの長波長側の立ち下がりに対して接線を引き、その接線と横軸との交点の波長値 $e_{d g e} [\text{nm}]$ を次に示す換算式 1 に代入して一重項エネルギーを算出した。

$$\text{換算式 1 : } E_{g S} [\text{eV}] = 1239.85 / e_{d g e}$$

本実施例では、吸収スペクトルを日立社製の分光光度計 (装置名: U3310) で測定した。

【0200】

なお、吸収スペクトルの長波長側の立ち下がりに対する接線は以下のように引いた。吸収スペクトルの極大値のうち、最も長波長側の極大値から長波長方向にスペクトル曲線上を移動する際に、曲線上の各点における接線を考える。この接線は、曲線が立ち下がるにつれ (つまり縦軸の値が減少するにつれ)、傾きが減少しその後増加することを繰り返す。傾きの値が最も長波長側 (ただし、吸光度が 0.1 以下となる場合は除く) で極小値をとる点において引いた接線を当該吸収スペクトルの長波長側の立ち下がりに対する接線とする。

なお、吸光度の値が 0.2 以下の極大点は、上記最も長波長側の極大値には含めなかった。

【0201】

・イオン化ポテンシャル I_p

大気下で光電子分光装置 (理研計器株式会社製: AC-3) を用いて測定した。具体的には、測定対象となる化合物に光を照射し、その際に電荷分離によって生じる電子量を測定することにより測定した。

【0202】

・電子親和力 (アフィニティ) A_f

上述の方法で測定した化合物のイオン化ポテンシャル I_p および一重項エネルギー $E_{g S}$ の測定値を用い、次の計算式から算出した。

$$A_f = I_p - E_{g S}$$

【0203】

【表 1】

化合物	I_p (eV)	A_f (eV)	$E_{g S}$ (eV)
BH-1	6.00	3.00	3.00
BH-2	6.00	3.00	3.00
BD-1	5.40	2.65	2.75
BD-2	5.52	2.72	2.80

【0204】

・正孔移動度 μ_h 、および電子移動度 μ_e の測定

インピーダンス分光法を用いて移動度評価を行った。以下のような単キャリアデバイスを作製し、正孔移動度 $\mu (h)$ については 0.25 mV 、電子移動度 μ_e については 1 mV の交流電圧を乗せた DC 電圧を印加し複素モジュラスを測定した。モジュラスの虚部が最大となる周波数を $f_{m a x} (\text{Hz})$ としたとき、応答時間 T (秒) を $T = 1 / 2 / f_{m a x}$ として算出し、この値を用いて移動度の電界強度依存性を決定した。以下に、正孔移動度 μ_h および電子移動度 μ_e の測定に用いた単キャリアデバイスをそれぞれ記載する。電界強度は、 $500 (\text{V} / \text{cm})^{0.5}$ とした。

正孔移動度 μ_h の測定に用いた単キャリアデバイス

$$: \text{Al} / \text{測定対象化合物} (150) / \text{ET} - 1 (5) / \text{LiF} (1) / \text{Al}$$

電子移動度 μ_e の測定に用いた単キャリアデバイス

$$: \text{ITO} / \text{HT} - 1 (5) / \text{測定対象化合物} (100) / \text{Al}$$

(ここに示したデバイス構成における括弧内の数値は膜厚を表す。単位: nm)。

【 0 2 0 5 】

【 表 2 】

化合物	μh (cm^2/Vs)	μe (cm^2/Vs)
BH-1	9×10^{-10}	4×10^{-5}
BH-2	2×10^{-10}	3×10^{-4}

【 0 2 0 6 】

[有機 E L 素子の製造例]

・ 実施例 1

25 mm × 75 mm × 厚さ 1.1 mm の ITO 透明電極付きガラス基板（ジオマテック株式会社製）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 分間行った。ITO 透明電極の厚さは 130 nm とした。

洗浄後の ITO 透明電極ライン付きガラス基板を真空蒸着装置の基板ホルダーに装着し、まず ITO 透明電極ラインが形成されている側の面上に前記透明電極を覆うようにして化合物 HI を蒸着して、膜厚 10 nm の HI 膜を成膜し、正孔注入層を形成した。

次に、この HI 膜上に、正孔輸送材料として化合物 HT-1 を蒸着して膜厚 80 nm の HT-1 膜を成膜し、第一正孔輸送層を形成した。

ついで、この HT-1 膜上に、第二正孔輸送材料として化合物 HT-2 を蒸着して、膜厚 10 nm の HT-2 膜を成膜し、第二正孔輸送層を形成した。

さらに、この HT-2 膜上に、第一の化合物としての化合物 BH-1 と、第二の化合物としての化合物 BD-1 とを共蒸着した。これにより、厚さ 25 nm の発光層を形成した。なお、発光層における第二の化合物の濃度は 4 質量% とした。

そして、この発光層の上に、化合物 HB-1 を蒸着して膜厚 25 nm の HB-1 膜を成膜し、正孔阻止層を形成した。

ついで、この HB-1 膜上に、化合物 ET-1 を蒸着し、膜厚 10 nm の電子輸送層を形成した。

次に、この電子輸送層上に、LiF を成膜速度 0.1 オングストローム / min で蒸着して膜厚 1 nm の LiF 膜を成膜し、電子注入性電極（陰極）を形成した。

そして、この LiF 膜上に金属 Al を蒸着して膜厚 80 nm の金属 Al 膜を成膜し、金属 Al 陰極を形成した。

実施例 1 の有機 E L 素子の素子構成を略式的に示すと、次のとおりである。

ITO (130) / HI (10) / HT-1 (80) / HT-2 (10) / BH-1 : BD-1 (25, 96% : 4%) / HB-1 (25) / ET-1 (10) / LiF (1) / Al (80)

なお、括弧内の数字は、膜厚（単位：nm）を示す。また、同じく括弧内において、パーセント表示された数字は、発光層における各材料の割合（質量%）を示す。

【 0 2 0 7 】

・ 比較例 1

比較例 1 の有機 E L 素子は、実施例 1 の発光層における化合物 BH-1 を化合物 BH-2 に変更し、化合物 BD-1 を化合物 BD-2 に変更したこと以外は、実施例 1 と同様にして作製した。

比較例 1 の有機 E L 素子の素子構成を略式的に示すと、次のとおりである。

ITO (130) / HI (10) / HT-1 (80) / HT-2 (10) / BH-2 : BD-2 (25, 96% : 4%) / HB-1 (25) / ET-1 (10) / LiF (1) / Al (80)

【 0 2 0 8 】

・ 比較例 2

比較例 2 の有機 E L 素子は、実施例 1 の発光層における化合物 BH-1 を化合物 BH-2 に変更したこと以外は、実施例 1 と同様にして作製した。

比較例 2 の有機 E L 素子の素子構成を略式的に示すと、次のとおりである。

ITO (130) / HI (10) / HT-1 (80) / HT-2 (10) / BH-2 : BD-1 (25, 96% : 4%)

) / HB-1 (25) / ET-1 (10) / LiF (1) / Al (80)

【0209】

・比較例3

比較例3の有機EL素子は、実施例1の発光層における化合物BD-1をBD-2に変更したこと以外は、実施例1と同様にして作製した。

比較例3の有機EL素子の素子構成を略式的に示すと、次のとおりである。

ITO (130) / HI (10) / HT-1 (80) / HT-2 (10) / BH-1 : BD-2 (25, 96% : 4%) / HB-1 (25) / ET-1 (10) / LiF (1) / Al (80)

【0210】

〔有機EL素子の評価〕

10

実施例1、および比較例1～3において作製した有機EL素子について、以下の評価を行った。評価結果を表3に示す。

【0211】

・CIE1931色度

電流密度が 1 mA/cm^2 となるように素子に電圧を印加した時のCIE1931色度座標(x、y)を分光放射輝度計CS-1000(コニカミノルタ社製)で計測した。

【0212】

・主ピーク波長 λ_p

電流密度が 1 mA/cm^2 となるように素子に電圧を印加した時の分光放射輝度スペクトルを上記分光放射輝度計で計測し、得られた分光放射輝度スペクトルから主ピーク波長 λ_p を求めた。

20

【0213】

・外部量子効率EQE

電流密度が 1 mA/cm^2 となるように素子に電圧を印加した時の分光放射輝度スペクトルを上記分光放射輝度計で計測した。得られた上記分光放射輝度スペクトルから、ランバertian放射を行なったと仮定し外部量子効率EQE(単位：%)を算出した。

【0214】

・寿命LT90

寿命LT90は、電流密度が 50 mA/cm^2 となるように素子に電圧を印加し、初期輝度に対して輝度が90%となるまでの時間(単位：hrs)を測定した。

30

【0215】

【表3】

	色度		λ_p (nm)	EQE (%)	LT90 (hrs)
	x	y			
実施例1	0.137	0.154	460	10.3	142
比較例1	0.136	0.159	463	8.5	123
比較例2	0.137	0.175	463	8.4	139
比較例3	0.137	0.135	459	9.8	130

40

【0216】

本発明に係る第一の化合物および第二の化合物を組み合わせる発光層を構成した実施例1の有機EL素子は、比較例1～3の有機EL素子に比べて、外部量子効率が高く、長寿命であることが分かった。

比較例1の有機EL素子は、第一の化合物とは異なる構造の化合物と、第二の化合物とは異なる構造の化合物とを組み合わせる発光層を構成したが、外部量子効率は低く、寿命が短かった。

比較例2の有機EL素子は、第一の化合物と、第二の化合物とは異なる構造の化合物とを組み合わせる発光層を構成したところ、比較例1よりも寿命は長くなったが、外部量子効率が低下した。

50

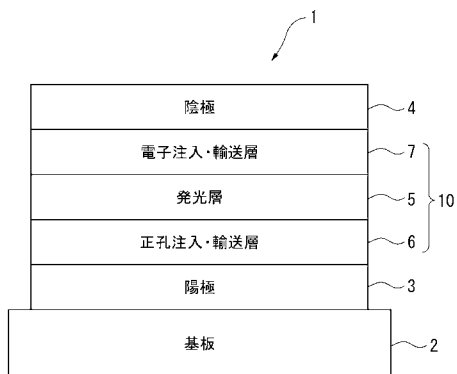
比較例 3 の有機 E L 素子は、第一の化合物とは異なる構造の化合物と、第二の化合物とを組み合わせ、発光層を構成したところ、比較例 1 よりは外部量子効率が向上したものの、寿命は比較例 2 よりも短かった。

【符号の説明】

【 0 2 1 7 】

1 ... 有機 E L 素子、 2 ... 基板、 3 ... 陽極、 4 ... 陰極、 5 ... 発光層、 6 ... 正孔注入・輸送層、 7 ... 電子注入・輸送層、 10 ... 有機層。

【 図 1 】



フロントページの続き

(51) Int.Cl.		F I			テーマコード(参考)
<i>C 0 7 D 307/91</i>	<i>(2006.01)</i>	C 0 9 K	11/06	6 2 0	
<i>C 0 7 D 403/14</i>	<i>(2006.01)</i>	C 0 7 D	307/91		
<i>C 0 7 D 235/08</i>	<i>(2006.01)</i>	C 0 7 D	403/14		
		C 0 7 D	235/08		
		H 0 5 B	33/22		A
		H 0 5 B	33/22		C

【要約の続き】

【選択図】なし