

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6359256号
(P6359256)

(45) 発行日 平成30年7月18日(2018.7.18)

(24) 登録日 平成30年6月29日(2018.6.29)

(51) Int.Cl.		F I			
HO 1 L	51/50	(2006.01)	HO 5 B	33/14	B
CO 9 K	11/06	(2006.01)	CO 9 K	11/06	6 9 0
			CO 9 K	11/06	6 2 0
			CO 9 K	11/06	6 4 5
			CO 9 K	11/06	6 6 0

請求項の数 27 (全 53 頁)

(21) 出願番号 特願2013-198649 (P2013-198649)
 (22) 出願日 平成25年9月25日(2013.9.25)
 (65) 公開番号 特開2015-65325 (P2015-65325A)
 (43) 公開日 平成27年4月9日(2015.4.9)
 審査請求日 平成28年4月22日(2016.4.22)

(73) 特許権者 000183646
 出光興産株式会社
 東京都千代田区丸の内3丁目1番1号
 (74) 代理人 110000637
 特許業務法人樹之下知的財産事務所
 (72) 発明者 齊藤 博之
 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
 (72) 発明者 伊藤 裕勝
 千葉県袖ヶ浦市上泉1280番地
 審査官 岩井 好子

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】有機エレクトロルミネッセンス素子、および電子機器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

陰極と、

陽極と、

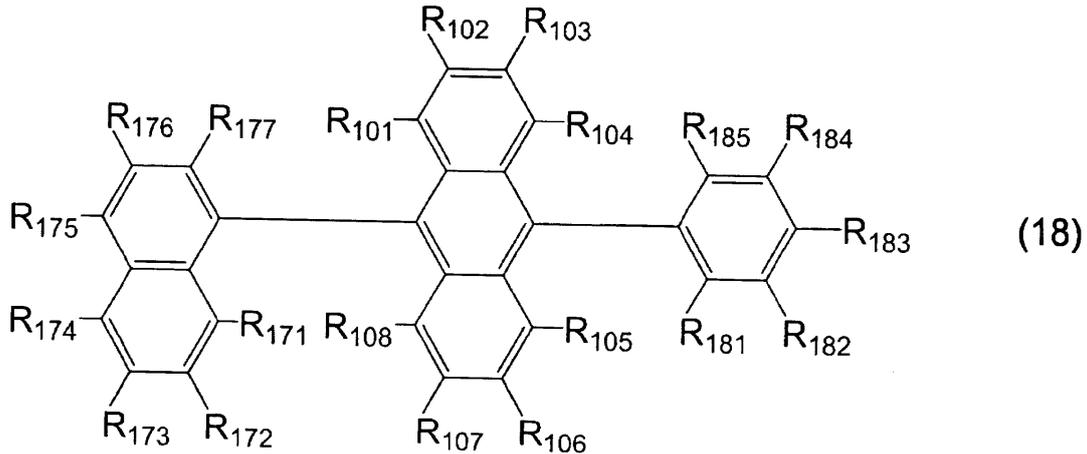
前記陰極と前記陽極との間に配置された、1層以上の有機層と、を有し、

前記有機層には、発光層が含まれ、

前記発光層が、下記一般式(18)で表される第1の化合物と、下記一般式(22)で表される第2の化合物と、を含む

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

(前記一般式(18)において、

$R_{101} \sim R_{108}, R_{171} \sim R_{177}, R_{181}, R_{182}, R_{184}, R_{185}$
は、それぞれ独立に、

水素原子、

ハロゲン原子、

ヒドロキシル基、

シアノ基、

置換もしくは無置換の炭素数 1 ~ 30 のアルキル基、

置換もしくは無置換の炭素数 2 ~ 30 のアルキルアミノ基、

置換もしくは無置換の環形成炭素数 6 ~ 60 のアリアルアミノ基、

置換もしくは無置換の炭素数 1 ~ 30 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 のアリアルオキシ基、

置換もしくは無置換の炭素数 1 ~ 30 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 のアリアルチオ基、

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、

置換もしくは無置換の環形成原子数 5 ~ 30 の複素環基、又は

- Si (R₁₁₁)₃ で表されるシリル基であり、

R₁₁₁ は、それぞれ独立に、

水素原子、

置換もしくは無置換の炭素数 1 ~ 10 のアルキル基、又は

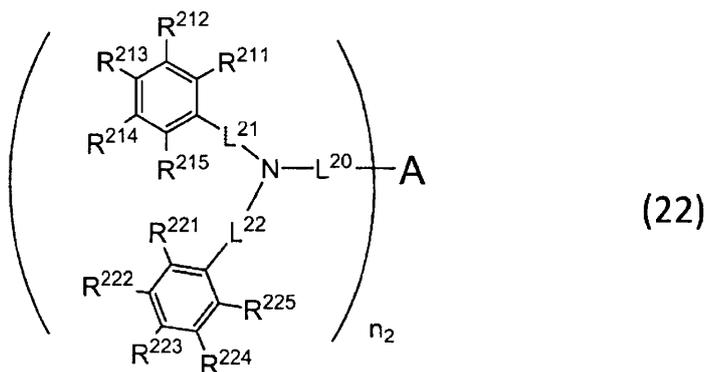
置換もしくは無置換の環形成炭素数 6 ~ 30 の芳香族炭化水素基であり、

R₁₈₃ は、置換もしくは無置換の 2-ナフチル基である。)

20

30

【化 2】



40

50

{ [前記一般式 (2 2) において、

$R^{2\ 1\ 1} \sim R^{2\ 1\ 5}$ および $R^{2\ 2\ 1} \sim R^{2\ 2\ 5}$ は、それぞれ独立に、

水素原子、

シアノ基、

ハロゲン原子、

置換もしくは無置換の炭素数 1 ~ 3 0 のアルキル基、

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、又は

$S i (R^{2\ 1\ 6})_3$ で表されるシリル基である。

$R^{2\ 1\ 6}$ は、それぞれ独立に、

水素原子、

置換もしくは無置換の炭素数 1 ~ 3 0 のアルキル基、又は

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。

$L^{2\ 0} \sim L^{2\ 2}$ は、それぞれ独立に、単結合または連結基であり、

$L^{2\ 0} \sim L^{2\ 2}$ における連結基としては、

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、

置換もしくは無置換の環形成原子数 5 ~ 3 0 の複素環基、

前記芳香族炭化水素基から選ばれる 2 個から 4 個の基が結合してなる多重連結基、

前記複素環基から選ばれる 2 個から 4 個の基が結合してなる多重連結基、又は

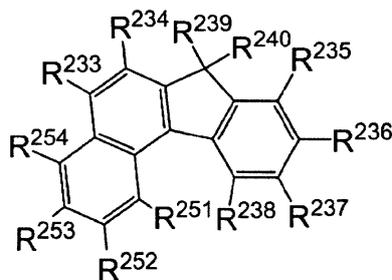
前記芳香族炭化水素基及び前記複素環基から選ばれる 2 個から 4 個の基が結合してな

る多重連結基である。

n_2 は、2 ~ 4 の整数であり、複数の $R^{2\ 1\ 1} \sim R^{2\ 1\ 5}$ 、 $R^{2\ 2\ 1} \sim R^{2\ 2\ 5}$ 、 $L^{2\ 0} \sim L^{2\ 2}$ は、互いに同一であっても異なってもよい。

A は、下記一般式 (2 a - 3) で表される。]

【化 3】



(2a-3)

[前記一般式 (2 a - 3) において、

$R^{2\ 3\ 3} \sim R^{2\ 3\ 8}$ 、 $R^{2\ 5\ 1} \sim R^{2\ 5\ 4}$ は、それぞれ独立に、

水素原子、

ハロゲン原子、

ヒドロキシ基、

シアノ基、

置換もしくは無置換の炭素数 1 ~ 3 0 のアルキル基、

置換もしくは無置換の炭素数 2 ~ 3 0 のアルキルアミノ基、

置換もしくは無置換の環形成炭素数 6 ~ 6 0 のアリアルアミノ基、

置換もしくは無置換の炭素数 1 ~ 3 0 のアルコキシ基、

置換もしくは無置換の環形成炭素数 6 ~ 3 0 のアリアルオキシ基、

置換もしくは無置換の炭素数 1 ~ 3 0 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 ~ 3 0 のアリアルチオ基、

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、

置換もしくは無置換の環形成原子数 5 ~ 3 0 の複素環基、又は

$S i (R^{2\ 4\ 1})_3$ で表されるシリル基である。

10

20

30

40

50

R^{239} および R^{240} は、それぞれ独立に、
 水素原子、
 置換もしくは無置換の炭素数 1 ~ 30 のアルキル基、
 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、
 置換もしくは無置換の環形成原子数 5 ~ 30 の複素環基、又は
 $Si(R^{242})_3$ で表されるシリル基である。

R^{241} および R^{242} は、それぞれ独立に、
 水素原子、
 置換もしくは無置換の炭素数 1 ~ 30 のアルキル基、又は
 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。]

なお、前記一般式 (2a-3) の $R^{233} \sim R^{238}$ および $R^{251} \sim R^{254}$ のうち n_2 個は、前記一般式 (22) の L^{20} に結合する結合手である。}

【請求項 2】

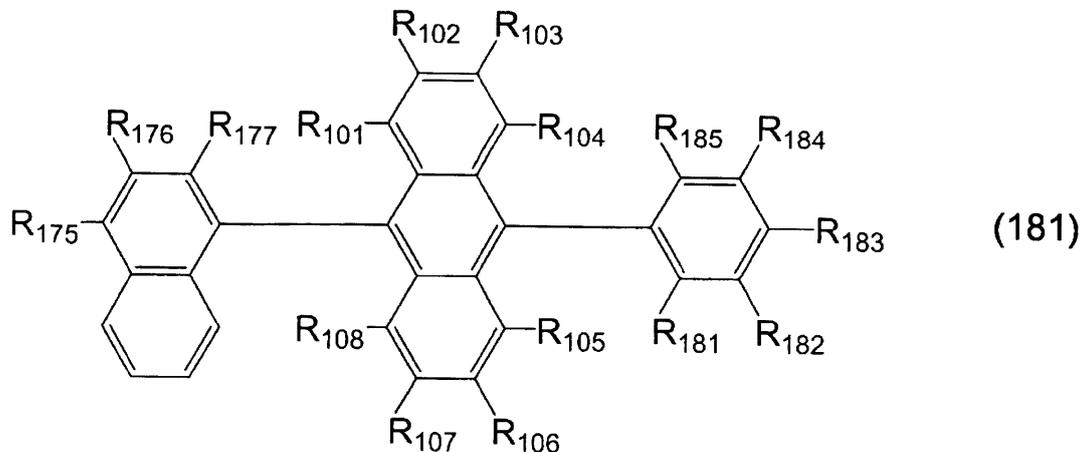
請求項 1 に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子において、

$R_{171} \sim R_{177}$ は、いずれも水素原子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 3】

請求項 1 に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子において、前記一般式 (18) で表される第 1 の化合物は、下記一般式 (181) 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】



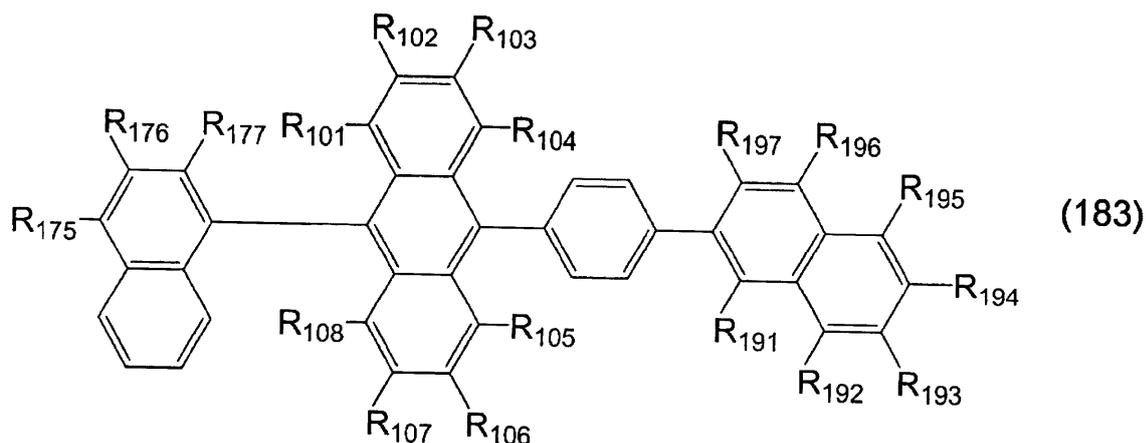
(前記一般式 (181) において、 $R_{101} \sim R_{108}$, $R_{175} \sim R_{177}$, R_{181} , R_{182} , R_{184} , R_{185} は、それぞれ独立に、前記一般式 (18) における $R_{101} \sim R_{108}$, $R_{175} \sim R_{177}$, R_{181} , R_{182} , R_{184} , R_{185} と同義であり、 R_{183} は、前記一般式 (18) における R_{183} と同義であり、

ただし、 $R_{175} \sim R_{177}$ のうち少なくともいずれかが、置換もしくは無置換の環形成炭素数 10 ~ 30 の芳香族炭化水素基、又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。)

【請求項 4】

請求項 3 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 (181) で表される第 1 の化合物は、下記一般式 (183) 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】



10

(前記一般式(183)において、 $R_{101} \sim R_{108}$ 、 $R_{191} \sim R_{197}$ は、それぞれ独立に、前記一般式(18)における $R_{101} \sim R_{108}$ と同義であり、

$R_{175} \sim R_{177}$ は、それぞれ独立に、前記一般式(181)における $R_{175} \sim R_{177}$ と同義である。)

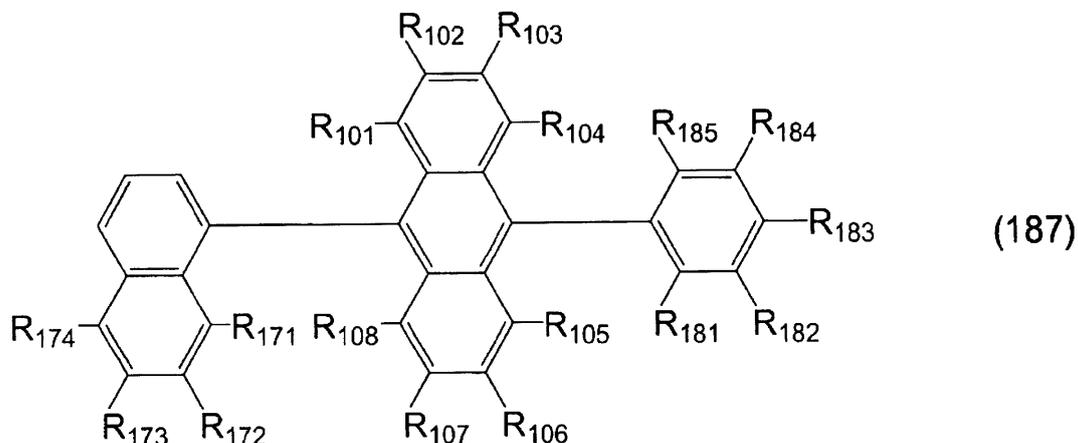
【請求項5】

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、

前記一般式(18)で表される第1の化合物は、下記一般式(187)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。

20

【化6】



30

(前記一般式(187)において、 $R_{101} \sim R_{108}$ 、 $R_{171} \sim R_{174}$ 、 R_{181} 、 R_{182} 、 R_{184} 、 R_{185} は、それぞれ独立に、前記一般式(18)における $R_{101} \sim R_{108}$ 、 $R_{171} \sim R_{174}$ 、 R_{181} 、 R_{182} 、 R_{184} 、 R_{185} と同義であり、 R_{183} は、前記一般式(18)における R_{183} と同義であり、

ただし、 $R_{171} \sim R_{174}$ のうち少なくともいずれかが、置換もしくは無置換の環形成炭素数10~30の芳香族炭化水素基、又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。)

40

【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、

$R_{101} \sim R_{108}$ は、いずれも水素原子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7】

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、

$R_{101} \sim R_{108}$ のうち少なくともいずれかが芳香族炭化水素基である場合、 $R_{101} \sim R_{108}$ 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

50

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、

$R_{101} \sim R_{108}$ のうち少なくともいずれかが複素環基である場合、 $R_{101} \sim R_{108}$ は、それぞれ独立に、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、ピペリジニル基、ピロリジニル基、ピペラジニル基、モルホルル基、フェナジニル基、フェノチアジニル基、およびフェノキサジニル基からなる群から選択される

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 8】

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、

$R_{101} \sim R_{108}$ のうち少なくともいずれかが芳香族炭化水素基である場合、 $R_{101} \sim R_{108}$ は、それぞれ独立に、フェニル基、ピフェニル基、およびナフチル基からなる群から選択され、

$R_{101} \sim R_{108}$ のうち少なくともいずれかが複素環基である場合、 $R_{101} \sim R_{108}$ は、それぞれ独立に、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、ピペリジニル基、ピロリジニル基、ピペラジニル基、モルホルル基、フェナジニル基、フェノチアジニル基、およびフェノキサジニル基からなる群から選択される

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 9】

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、

$R_{101} \sim R_{108}$ のうち少なくともいずれかが芳香族炭化水素基である場合、 $R_{101} \sim R_{108}$ は、それぞれ独立に、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、

$R_{101} \sim R_{108}$ のうち少なくともいずれかが複素環基である場合、 $R_{101} \sim R_{108}$ は、それぞれ独立に、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、および 9 - カルバゾリル基からなる群から選択される

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 10】

10

20

30

40

50

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、 R^{233} および R^{236} が、前記一般式 (22) の L^{20} と結合する結合手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 11】

請求項 1 から請求項 10 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、 $R^{211} \sim R^{215}$ が、それぞれ独立に、水素原子、フッ素原子、シアノ基、メチル基、ターシャリーブチル基、フェニル基、またはトリメチルシリル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 12】

請求項 1 から請求項 11 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 (2a-3) における R^{239} および R^{240} は、それぞれ独立に、置換もしくは無置換のメチル基または置換もしくは無置換のフェニル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 13】

請求項 1 から請求項 12 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 (2a-3) における R^{239} および R^{240} は、それぞれ独立に、置換もしくは無置換のフェニル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 14】

請求項 1 から請求項 13 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 (22) における $R^{211} \sim R^{215}$ および $R^{221} \sim R^{225}$ は、水素原子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 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、 $L^{20} \sim L^{22}$ は、いずれも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。

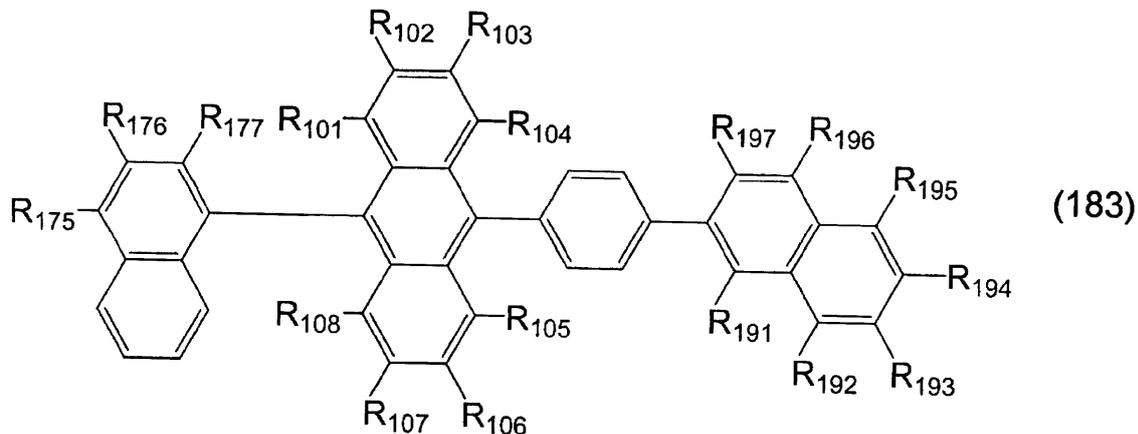
【請求項 16】

請求項 1 から請求項 15 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、 n_2 は、2 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 17】

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、前記一般式 (18) で表される第 1 の化合物は、下記一般式 (183) 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 7】



(前記一般式 (183) において、 $R_{101} \sim R_{108}$ 、 $R_{175} \sim R_{177}$ 、 $R_{191} \sim R_{197}$ は、水素原子である。)

【請求項 18】

請求項 17 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 (2 a - 3) における R^{239} および R^{240} は、それぞれ独立に、置換もしくは無置換のメチル基または置換もしくは無置換のフェニル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 19】

請求項 17 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 (2 a - 3) における R^{239} および R^{240} は、それぞれ独立に、置換もしくは無置換のフェニル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 20】

請求項 17 の有機エレクトロルミネッセンス素子において、
 R^{233} および R^{236} が、前記一般式 (22) の L^{20} と結合する結合手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 21】

請求項 17 の有機エレクトロルミネッセンス素子において、
 $L^{20} \sim L^{22}$ は、いずれも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。

【請求項 22】

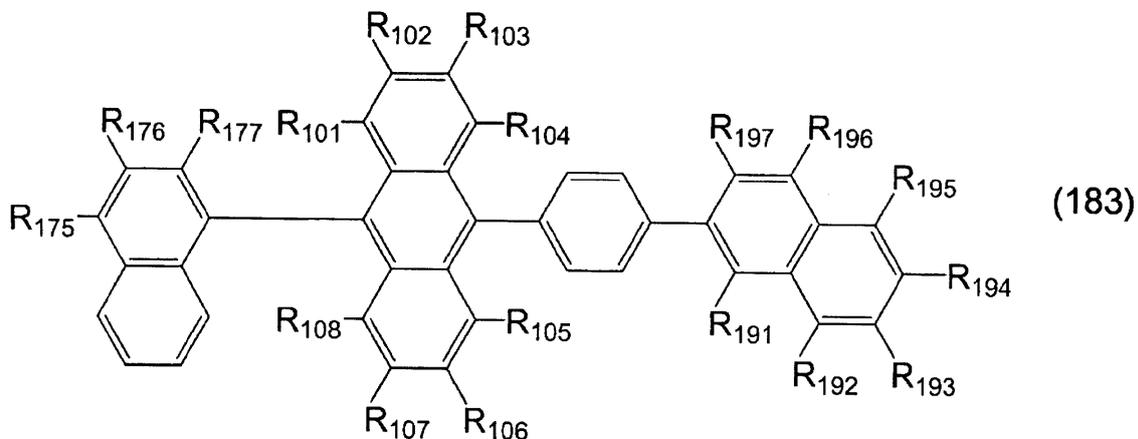
請求項 17 の有機エレクトロルミネッセンス素子において、
 n_2 は、2 であることを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項 23】

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、前記一般式 (18) で表される第 1 の化合物は、下記一般式 (183) で表され、

前記一般式 (22) における $L^{20} \sim L^{22}$ は、いずれも単結合であり、
 n_2 は、2 であり、
前記一般式 (2 a - 3) における R^{239} および R^{240} は、それぞれ独立に、置換もしくは無置換のメチル基または置換もしくは無置換のフェニル基であり、
 R^{233} および R^{236} が、前記一般式 (22) の L^{20} と結合する結合手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 8】



(前記一般式 (183) において、 $R_{101} \sim R_{108}$ 、 $R_{175} \sim R_{177}$ 、 $R_{191} \sim R_{197}$ は、水素原子である。)

【請求項 24】

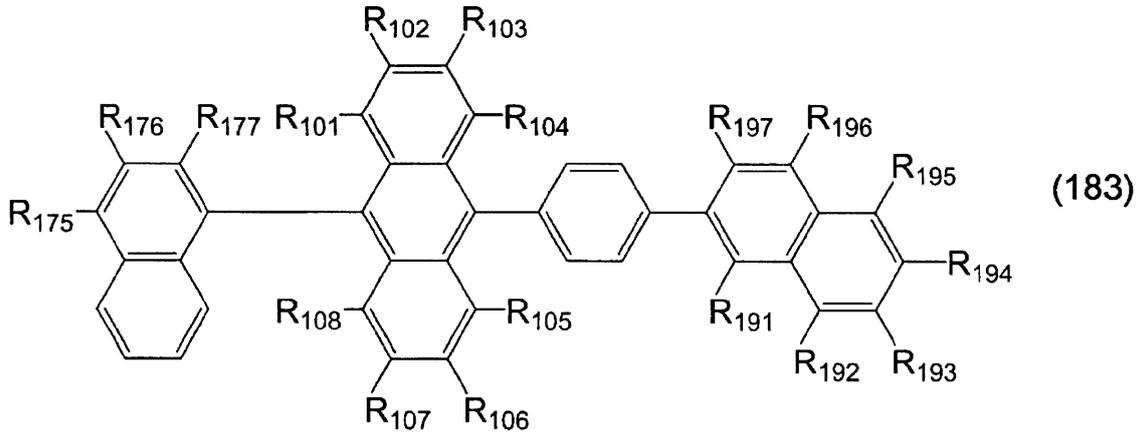
請求項 1 に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子において、前記一般式 (18) で表される第 1 の化合物は、下記一般式 (183) で表され、

前記一般式 (22) における $L^{20} \sim L^{22}$ は、いずれも単結合であり、
 n_2 は、2 であり、

前記一般式(2a-3)における R^{239} および R^{240} は、それぞれ独立に、置換もしくは無置換のフェニル基であり、

R^{233} および R^{236} が、前記一般式(22)の L^{20} と結合する結合手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9】



10

(前記一般式(183)において、 $R_{101} \sim R_{108}$ 、 $R_{175} \sim R_{177}$ 、 $R_{191} \sim R_{197}$ は、水素原子である。)

20

【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。

【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を備える電子機器。

30

【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。

【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対の対向電極から構成されている。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。

40

【0003】

従来の有機EL素子は、無機発光ダイオードに比べて駆動電圧が高く、また、特性劣化も著しく実用化には至っていなかった。最近の有機EL素子は徐々に改良されているものの、さらなる高発光効率化が要求されている。

【0004】

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

50

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。特許文献1によれば、このような有機電界発光素子によって、電流効率や素子寿命に関して十分な性能を得ようと試みている。また、特許文献2によれば、このような有機電界発光素子によって、従来の駆動電圧を維持しながら、高い色純度で青色発光させることを試みている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2008-291006号公報

【特許文献2】特開2011-225546号公報

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、有機EL素子を照明装置や表示装置等の電子機器に採用するためには、さらなる発光効率の向上、長寿命化、および駆動電圧の低下が求められる。

【0007】

本発明の目的は、発光効率を向上させ、長寿命化させ、駆動電圧を低下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、並びに、当該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】

20

【0008】

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、
陰極と、
陽極と、

前記陰極と前記陽極との間に配置された、1層以上の有機層と、を有し、

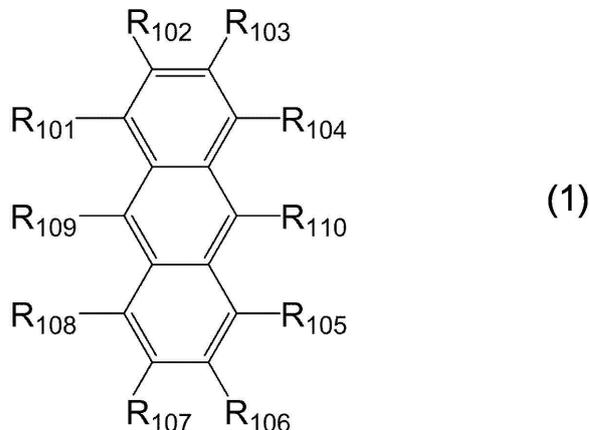
前記有機層には、発光層が含まれ、

前記発光層が、下記一般式(1)で表される第1の化合物と、下記一般式(2)で表される第2の化合物と、を含む。

【0009】

【化1】

30



40

【0010】

(前記一般式(1)において、

R₁₀₁ ~ R₁₀₈ は、それぞれ独立に、

水素原子、

ハロゲン原子、

ヒドロキシル基、

シアノ基、

置換もしくは無置換の炭素数1~30のアルキル基、

50

置換もしくは無置換の炭素数 2 ~ 30 のアルキルアミノ基、
 置換もしくは無置換の環形成炭素数 6 ~ 60 のアリアルアミノ基、
 置換もしくは無置換の炭素数 1 ~ 30 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 のアリアルオキシ基、
 置換もしくは無置換の炭素数 1 ~ 30 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 のアリアルチオ基、
 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、
 置換もしくは無置換の環形成原子数 5 ~ 30 の複素環基、又は
 $-Si(R_{111})_3$ で表されるシリル基であり、

R_{111} は、それぞれ独立に、

水素原子、

置換もしくは無置換の炭素数 1 ~ 10 のアルキル基、又は

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、

R_{109} および R_{110} 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、又は

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、

R_{109} および R_{110} が、置換もしくは無置換の縮合芳香族炭化水素基である場合は、6員環が 2 つまたは 3 つ縮合した縮合芳香族炭化水素基である。

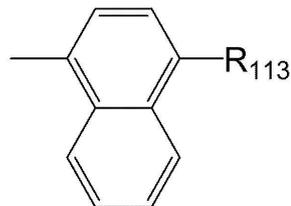
$R_{101} \sim R_{108}$ のうち隣り合う基が互いに結合して環を形成する場合としない場合とがある。

【0011】

ただし、前記 R_{109} が、無置換のフェニル基であり、前記 R_{110} が、下記一般式 (10) で表される基であるとき、下記一般式 (10) における R_{113} は、置換もしくは無置換の環形成炭素数 10 ~ 30 の芳香族炭化水素基、又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。))

【0012】

【化 2】



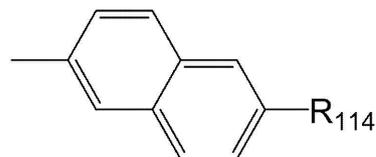
(10)

【0013】

(また、前記 R_{109} が、無置換のフェニル基であり、前記 R_{110} が、下記一般式 (11) で表される基であるとき、下記一般式 (11) における R_{114} は、無置換の環形成炭素数 6 ~ 14 の芳香族炭化水素基、又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。)

【0014】

【化 3】



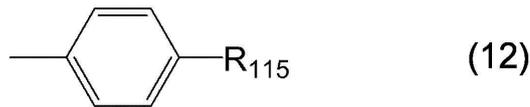
(11)

【0015】

(また、前記 R_{109} が、無置換のフェニル基であり、前記 R_{110} が、下記一般式 (12) で表される基であるとき、下記一般式 (12) における R_{115} は、無置換の環形成炭素数 12 ~ 30 の芳香族炭化水素基、又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。)

【0016】

【化4】



【0017】

(また、前記 R_{110} が無置換の1-ナフチル基であるとき、前記 R_{110} は、

下記一般式(13)で表される基、

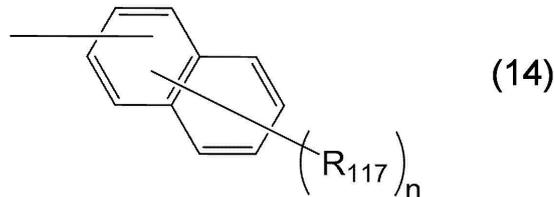
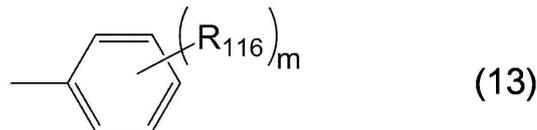
下記一般式(14)で表される基、

置換もしくは無置換の環形成炭素数12~30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。)

10

【0018】

【化5】



20

【0019】

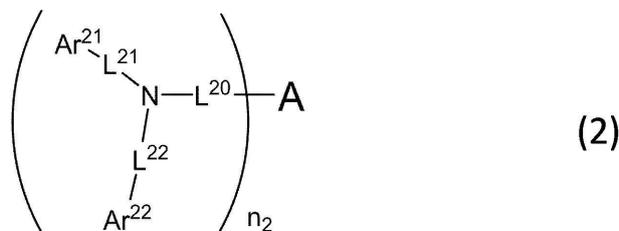
(前記一般式(13)における m は、5であり、 R_{116} は、それぞれ独立に、前記 $R_{101} \sim R_{108}$ と同義である。ただし、5つの R_{116} のうち少なくともいずれかは置換もしくは無置換の環形成炭素数6~30の芳香族炭化水素基、または置換もしくは無置換の環形成原子数5~30の複素環基である。 R_{116} は、それぞれ前記一般式(13)のベンゼン環の炭素原子に結合する。

30

前記一般式(14)における n は、7であり、 R_{117} は、それぞれ独立に、前記 $R_{101} \sim R_{108}$ と同義である。ただし、7つの R_{117} のうち少なくともいずれか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の複素環基である。 R_{117} は、それぞれ前記一般式(14)のナフタレン環の炭素原子に結合する。)

【0020】

【化6】



40

【0021】

[前記一般式(2)において、

Ar^{21} および Ar^{22} は、それぞれ独立に、置換また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。ただし、 Ar^{21} と Ar^{22} とが互いに結合して、環を形成する場合と環を形成しない場合とがある。

$L^{20} \sim L^{22}$ は、それぞれ独立に、単結合または連結基であり、

$L^{20} \sim L^{22}$ における連結基としては、

50

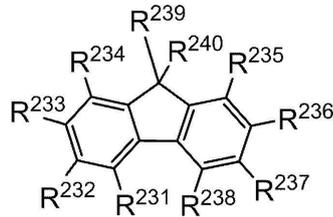
置換もしくは無置換の環形成炭素数 6 ~ 30 の芳香族炭化水素基、
置換もしくは無置換の環形成原子数 5 ~ 30 の複素環基、
前記芳香族炭化水素基から選ばれる 2 個から 4 個の基が結合してなる多重連結基、
前記複素環基から選ばれる 2 個から 4 個の基が結合してなる多重連結基、又は
前記芳香族炭化水素基及び前記複素環基から選ばれる 2 個から 4 個の基が結合してなる多重連結基である。

n_2 は、1 ~ 4 の整数であり、 n_2 が 2 以上の場合、複数の $Ar^{2.1}$ 、 $Ar^{2.2}$ 、 $L^{2.0}$ ~ $L^{2.2}$ は、互いに同一であっても異なってもよい。

A は、下記一般式 (2a) で表される。]

【0022】

【化7】



(2a)

10

【0023】

[前記一般式 (2a) において、

$R^{2.3.1}$ ~ $R^{2.3.8}$ は、それぞれ独立に、

20

水素原子、

ハロゲン原子、

ヒドロキシル基、

シアノ基、

置換もしくは無置換の炭素数 1 ~ 30 のアルキル基、

置換もしくは無置換の炭素数 2 ~ 30 のアルキルアミノ基、

置換もしくは無置換の環形成炭素数 6 ~ 60 のアリールアミノ基、

置換もしくは無置換の炭素数 1 ~ 30 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 ~ 30 のアルキルチオ基、

30

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、

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、又は

$Si(R^{2.4.1})_3$ で表されるシリル基である。

また、 $R^{2.3.1}$ と $R^{2.3.2}$ 、 $R^{2.3.2}$ と $R^{2.3.3}$ 、 $R^{2.3.3}$ と $R^{2.3.4}$ 、 $R^{2.3.5}$ と $R^{2.3.6}$ 、 $R^{2.3.6}$ と $R^{2.3.7}$ 、並びに $R^{2.3.7}$ と $R^{2.3.8}$ のうち 1 組が下記一般式 (2b) で表される構造と結合する炭素原子である。

$R^{2.3.9}$ および $R^{2.4.0}$ は、それぞれ独立に、

水素原子、

置換もしくは無置換の炭素数 1 ~ 30 のアルキル基、

40

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、又は

$Si(R^{2.4.2})_3$ で表されるシリル基である。

$R^{2.4.1}$ および $R^{2.4.2}$ は、それぞれ独立に、

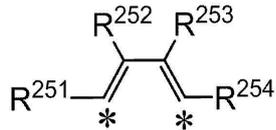
水素原子、

置換もしくは無置換の炭素数 1 ~ 30 のアルキル基、又は

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。]

【0024】

【化 8】



(2b)

【 0 0 2 5 】

[前記一般式 (2 b) において、

* は、それぞれ前記一般式 (2 a) の R^{231} と R^{232} 、 R^{232} と R^{233} 、 R^{233} と R^{234} 、 R^{235} と R^{236} 、 R^{236} と R^{237} 、並びに R^{237} と R^{238} のいずれか 1 組の炭素原子への結合位置を表す。

$R^{251} \sim R^{254}$ は、それぞれ独立に、前記一般式 (2) における $R^{231} \sim R^{238}$ と同義である。

なお、前記一般式 (2 a) の $R^{231} \sim R^{238}$ および前記一般式 (2 b) の $R^{251} \sim R^{254}$ のうち n_2 個は、前記一般式 (2) の L^{20} に結合する結合手である。]

10

【 0 0 2 6 】

本発明の一態様に係る電子機器は、前記本発明の一態様に係る有機エレクトロルミネセンス素子を備える。

【発明の効果】

【 0 0 2 7 】

本発明によれば、発光効率を向上させ、長寿命化させ、駆動電圧を低下させることのできる有機 EL 素子を提供することができる。また、本発明によれば、当該有機 EL 素子を備えた電子機器を提供することができる。

20

【図面の簡単な説明】

【 0 0 2 8 】

【図 1】本発明の実施形態に係る有機エレクトロルミネセンス素子の一例の概略構成を示す図である。

【図 2】本発明の実施形態の変形例に係る有機エレクトロルミネセンス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】

【 0 0 2 9 】

以下、本発明の一態様である有機 EL 素子に関して、実施形態を挙げて説明する。

30

【 0 0 3 0 】

[第一実施形態]

(有機 EL 素子の素子構成)

本発明の第一実施形態に係る有機 EL 素子の構成について説明する。

有機 EL 素子は、陽極および陰極の両電極間に有機層を備える。この有機層は、有機化合物で構成される層を一つ以上有する。有機層は、無機化合物をさらに含んでいてもよい。

本実施形態の有機 EL 素子において、有機層のうち少なくとも 1 層は、発光層を有する。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、電子障壁層等の有機 EL 素子で採用される層を有していてもよい。

40

【 0 0 3 1 】

有機 EL 素子の代表的な素子構成としては、

(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

などの構造を挙げることができる。

50

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って、ドーピングシステムを採用する場合、ホスト材料とドーパント材料を含んでいる。このとき、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。燐光素子の場合、ホスト材料は主にドーパントで生成された励起子を発光層内に閉じ込める機能を有する。

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の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の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、陽極側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、陰極側に電子注入層が設けられていることが好ましい。

10

発光層と陰極との間に存在する電子輸送領域の有機層については、いずれの層も電子輸送性を示すが、一般的に、障壁層は励起エネルギーの拡散を防ぐ役割を果たし、電子注入層は電子注入障壁を低減するという役割を果たす。

【 0 0 3 2 】

図 1 に、本実施形態における有機 E L 素子の一例の概略構成を示す。

有機 E L 素子 1 は、透光性の基板 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 1 0 と、を有する。

有機層 1 0 は、発光層 5 と、発光層 5 および陽極 3 の間に設けられた正孔注入・輸送層 6 と、発光層 5 および陰極 4 の間に設けられた電子注入・輸送層 7 とで構成されている。

20

正孔注入・輸送層 6 は、正孔注入層および正孔輸送層のうちの少なくともいずれか 1 つを意味する。電子注入・輸送層 7 は、電子注入層および電子輸送層のうちの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、陽極 3 側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、陰極 4 側に電子注入層が設けられていることが好ましい。また、正孔注入層、正孔輸送層、電子輸送層、電子注入層は、それぞれ、一層で構成されていてもよいし、複数の層が積層されていてもよい。

【 0 0 3 3 】

(発光層)

30

本実施形態の有機 E L 素子において、発光層 5 は、下記一般式 (1) で表される第 1 の化合物と、下記一般式 (2) で表される第 2 の化合物と、を含む。

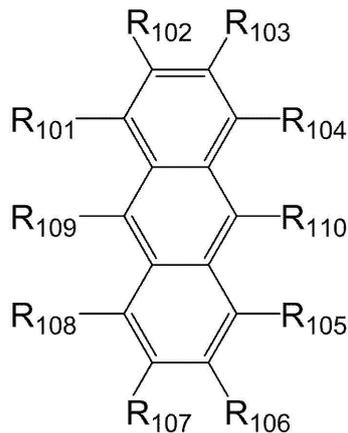
【 0 0 3 4 】

・ 第 1 の化合物

まず、下記一般式 (1) で表される第 1 の化合物について説明する。本実施形態では、下記一般式 (1) で表される第 1 の化合物をホスト材料として用いることが好ましい。

【 0 0 3 5 】

【 化 9 】



(1)

40

50

【0036】

前記一般式(1)において、 $R_{101} \sim R_{108}$ は、それぞれ独立に、

水素原子、

ハロゲン原子、

ヒドロキシ基、

シアノ基、

置換もしくは無置換の炭素数1~30のアルキル基、

置換もしくは無置換の炭素数2~30のアルキルアミノ基、

置換もしくは無置換の環形成炭素数6~60のアリールアミノ基、

置換もしくは無置換の炭素数1~30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1~30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、

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、又は

-Si(R_{111})₃で表されるシリル基であり、

R_{111} は、それぞれ独立に、

水素原子、

置換もしくは無置換の炭素数1~10のアルキル基、又は

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、

R_{109} および R_{110} 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、又は

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、

R_{109} および R_{110} が、置換もしくは無置換の縮合芳香族炭化水素基である場合は、6員環が2つまたは3つ縮合した縮合芳香族炭化水素基である。

$R_{101} \sim R_{108}$ のうち隣り合う基が互いに結合して環を形成する場合としない場合とがある。

【0037】

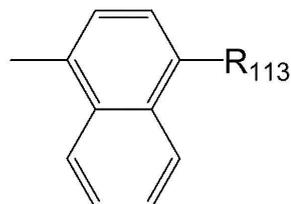
なお、前記一般式(1)で表される第1の化合物における R_{109} および R_{110} は、それぞれ独立に、フェニル基、ピフェニル基、ナフチル基、アントリル基、フェナントリル基、またはターフェニル基であることが好ましく、これらの基は置換基を有していてもよい。この場合の、置換基としては、環形成炭素数6~14の芳香族炭化水素基が好ましい。

【0038】

本実施形態では、前記一般式(1)において、前記 R_{109} が、無置換のフェニル基であり、前記 R_{110} が、下記一般式(10)で表される基であるとき、下記一般式(10)における R_{113} は、置換もしくは無置換の環形成炭素数10~30の芳香族炭化水素基、又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。

【0039】

【化10】



(10)

【0040】

また、前記一般式(1)において、前記 R_{109} が、無置換のフェニル基であり、前記 R_{110} が、下記一般式(11)で表される基であるとき、下記一般式(11)における R_{114} は、無置換の環形成炭素数6~14の芳香族炭化水素基、又は置換もしくは無置

10

20

30

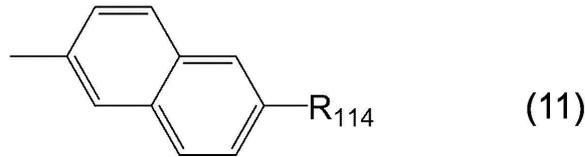
40

50

換の環形成原子数 5 ~ 30 の複素環基である。

【0041】

【化11】



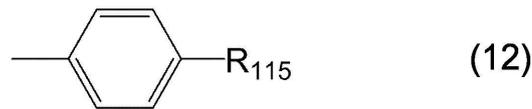
【0042】

また、前記一般式(1)において、前記 R_{109} が、無置換のフェニル基であり、前記 R_{110} が、下記一般式(12)で表される基であるとき、下記一般式(12)における R_{115} は、無置換の環形成炭素数 12 ~ 30 の芳香族炭化水素基、又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。

10

【0043】

【化12】



【0044】

また、前記一般式(1)において、前記 R_{109} が無置換の1-ナフチル基であるとき、前記 R_{110} は、

20

下記一般式(13)で表される基、

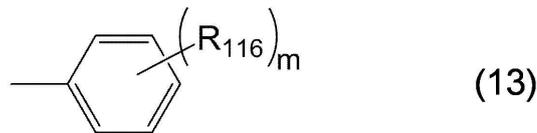
下記一般式(14)で表される基、

置換もしくは無置換の環形成炭素数 12 ~ 30 の芳香族炭化水素基、または

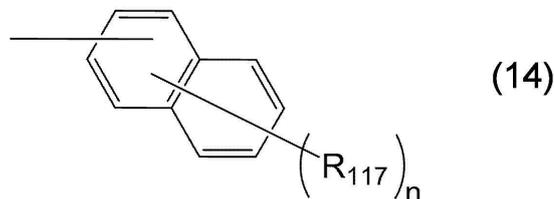
置換もしくは無置換の環形成原子数 5 ~ 30 の複素環基である。

【0045】

【化13】



30



【0046】

前記一般式(13)における m は、5であり、 R_{116} は、それぞれ独立に、前記 $R_{101} \sim R_{108}$ と同義である。ただし、5つの R_{116} のうち少なくともいずれか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 の複素環基である。 R_{116} は、それぞれ前記一般式(13)のベンゼン環の炭素原子に結合する。

40

前記一般式(14)における n は、7であり、 R_{117} は、それぞれ独立に、前記 $R_{101} \sim R_{108}$ と同義である。ただし、7つの R_{117} のうち少なくともいずれか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 の複素環基である。 R_{117} は、それぞれ前記一般式(14)のナフタレン環の炭素原子に結合する。

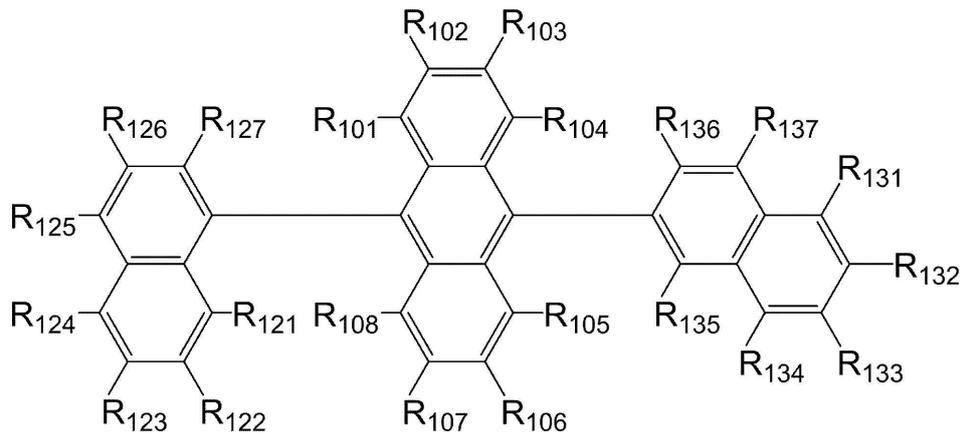
【0047】

50

本実施形態において、前記一般式(1)で表される第1の化合物は、下記一般式(15)で表されることが好ましい。

【0048】

【化14】



(15)

10

【0049】

前記一般式(15)において、 $R_{101} \sim R_{108}$ 、 $R_{121} \sim R_{127}$ 、 $R_{131} \sim R_{137}$ は、それぞれ独立に、前記一般式(1)における $R_{101} \sim R_{108}$ と同義であり、

20

ただし、 $R_{121} \sim R_{127}$ 、 $R_{131} \sim R_{137}$ のうち少なくともいずれかが、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、又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、

R_{121} と R_{122} 、 R_{122} と R_{123} 、 R_{123} と R_{124} 、 R_{124} と R_{125} 、 R_{125} と R_{126} 、並びに R_{126} と R_{127} の組み合わせのうち少なくともいずれかの組み合わせにおいて互いに結合してナフタレン環に縮合する環構造が構築されていてもよい。

【0050】

前記一般式(15)において、 $R_{121} \sim R_{127}$ のうち少なくともいずれかが、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、又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、 $R_{131} \sim R_{137}$ のうち少なくともいずれかが、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、又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。

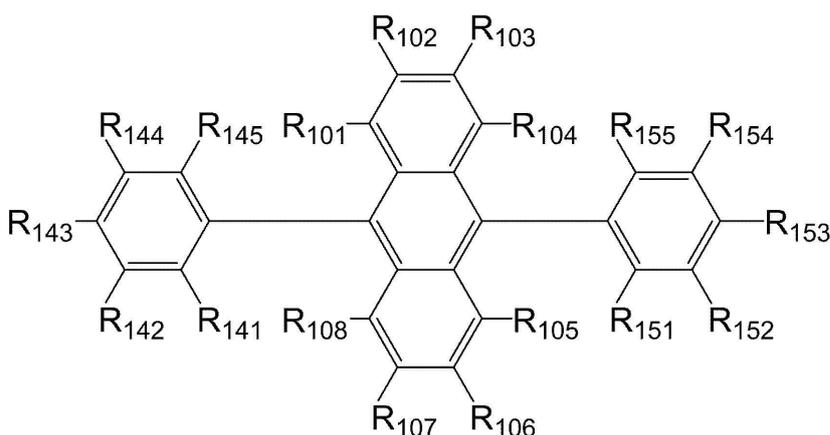
30

【0051】

また、本実施形態において、前記一般式(1)で表される第1の化合物は、下記一般式(16)で表されることが好ましい。

【0052】

【化15】



(16)

40

50

【0053】

前記一般式(16)において、 $R_{101} \sim R_{108}$ 、 $R_{141} \sim R_{145}$ 、 $R_{151} \sim R_{155}$ は、それぞれ独立に、前記一般式(1)における $R_{101} \sim R_{108}$ と同義であり、

ただし、 $R_{141} \sim R_{145}$ 、 $R_{151} \sim R_{155}$ のうち少なくともいずれかが、
置換もしくは無置換の炭素数1~10のアルキル基、
置換もしくは無置換の環形成炭素数3~10のシクロアルキル基、
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、又は
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、

R_{141} と R_{142} 、 R_{142} と R_{143} 、 R_{143} と R_{144} 、並びに R_{144} と R_{145} の組み合わせのうち少なくともいずれかの組み合わせにおいて互いに結合してベンゼン環に縮合する環構造が構築されていてもよい。

10

【0054】

前記一般式(16)において、 $R_{141} \sim R_{145}$ のうち少なくともいずれかが、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炭素数1~10のアルキル基、置換もしくは無置換の環形成炭素数3~10のシクロアルキル基、又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、 $R_{151} \sim R_{155}$ のうち少なくともいずれかが、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炭素数1~10のアルキル基、置換もしくは無置換の環形成炭素数3~10のシクロアルキル基、又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。

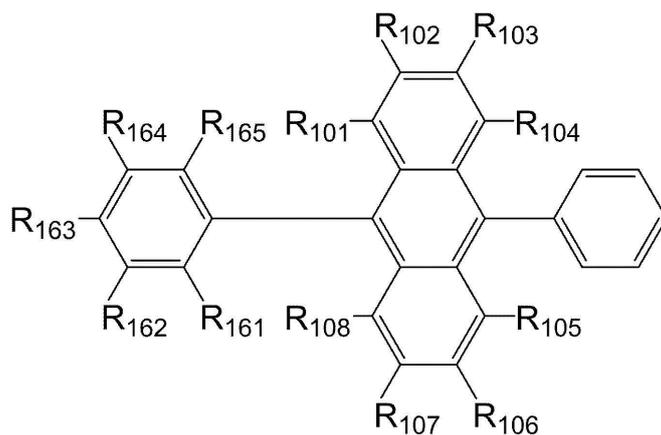
20

【0055】

本実施形態において、前記一般式(1)で表される第1の化合物は、下記一般式(17)で表されることが好ましい。

【0056】

【化16】



30

(17)

【0057】

前記一般式(17)において、 $R_{101} \sim R_{108}$ は、それぞれ独立に、前記一般式(1)における $R_{101} \sim R_{108}$ と同義であり、

40

$R_{161} \sim R_{165}$ は、それぞれ独立に、

水素原子、

ハロゲン原子、

ヒドロキシ基、

シアノ基、

置換もしくは無置換の炭素数1~30のアルキル基、

置換もしくは無置換の炭素数2~30のアルキルアミノ基、

置換もしくは無置換の環形成炭素数6~60のアリーールアミノ基、

置換もしくは無置換の炭素数1~30のアルコキシ基、

50

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 ~ 30 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、
 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、又は
 $-Si(R_{111})_3$ で表されるシリル基であり、

R_{111} は、それぞれ独立に、

水素原子、

置換もしくは無置換の炭素数 1 ~ 10 のアルキル基、又は

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、

10

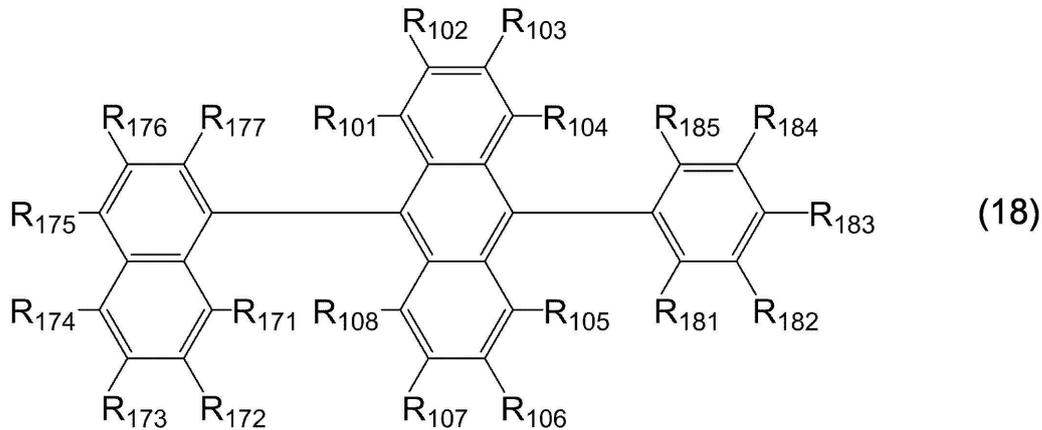
ただし、 $R_{161} \sim R_{165}$ のうち少なくともいずれかが、置換もしくは無置換の環形成炭素数 6 ~ 30 の芳香族炭化水素基、又は置換もしくは無置換の環形成原子数 5 ~ 30 の複素環基である。

【0058】

本実施形態において、前記一般式(1)で表される第1の化合物は、下記一般式(18)で表されることが好ましい。

【0059】

【化17】



20

30

【0060】

前記一般式(18)において、 $R_{101} \sim R_{108}$ 、 $R_{171} \sim R_{177}$ 、 $R_{181} \sim R_{185}$ は、それぞれ独立に、前記一般式(1)における $R_{101} \sim R_{108}$ と同義であり、

ただし、 $R_{171} \sim R_{177}$ のうち一つが置換もしくは無置換の芳香族炭化水素基である場合、当該芳香族炭化水素基の環形成炭素数は、10以上30以下である。

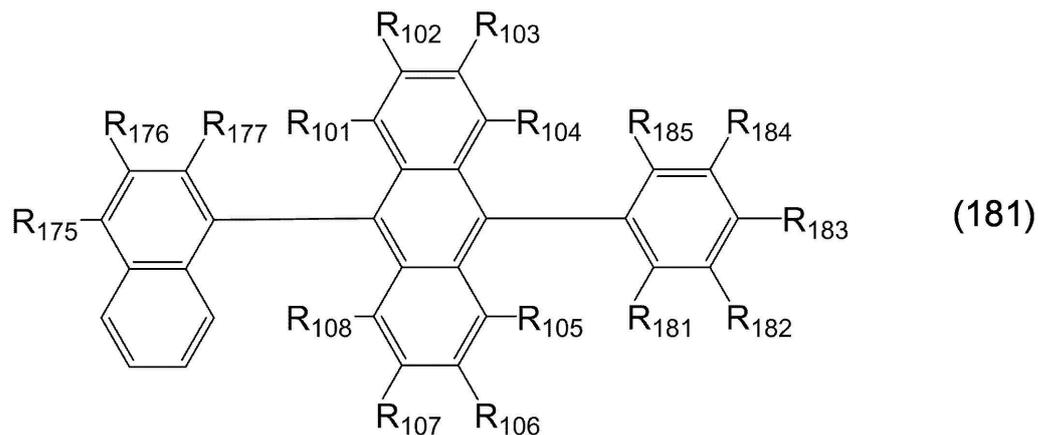
【0061】

前記一般式(18)で表される第1の化合物は、下記一般式(181)で表されることが好ましい。

【0062】

40

【化18】



10

【0063】

前記一般式(181)において、 $R_{101} \sim R_{108}$ 、 $R_{175} \sim R_{177}$ 、 $R_{181} \sim R_{185}$ は、それぞれ独立に、前記一般式(1)における $R_{101} \sim R_{108}$ と同義であり、

ただし、 $R_{175} \sim R_{177}$ のうち少なくともいずれかが、置換もしくは無置換の環形成炭素数10～30の芳香族炭化水素基、又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。

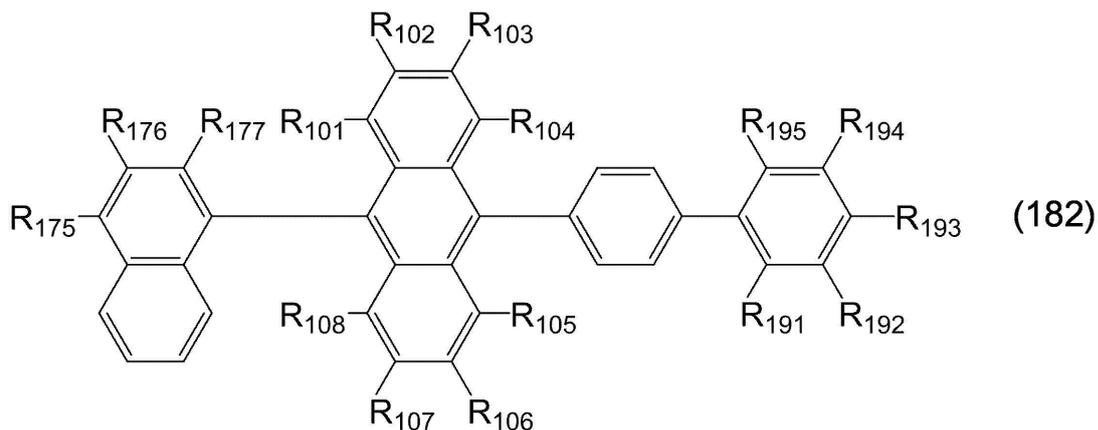
20

【0064】

前記一般式(181)で表される第1の化合物は、下記一般式(182)～(186)のいずれかで表されることが好ましい。

【0065】

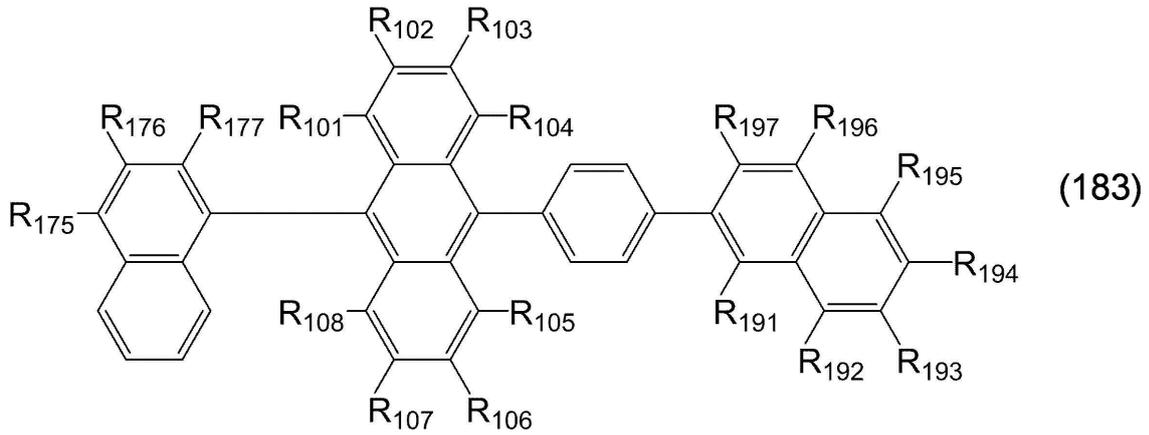
【化19】



30

【0066】

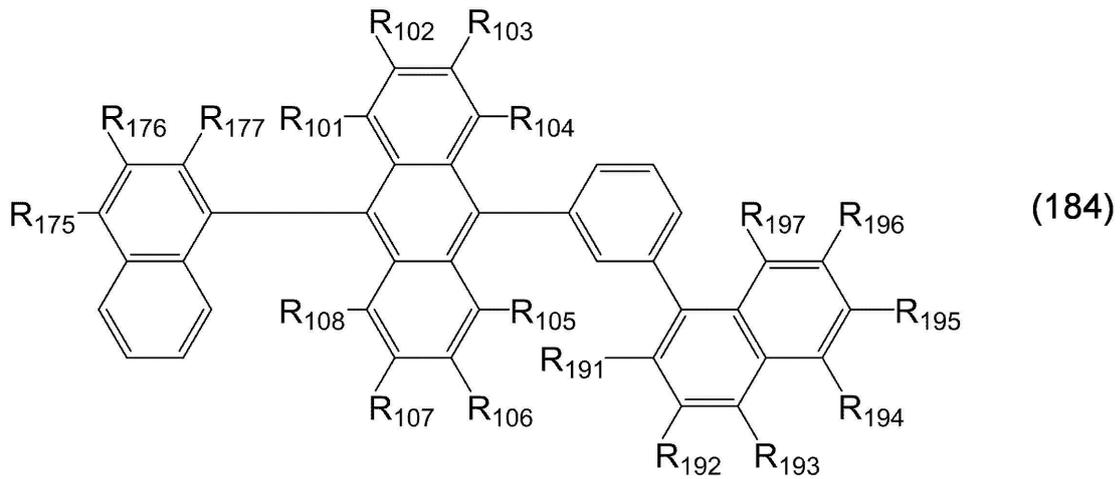
【化20】



10

【0067】

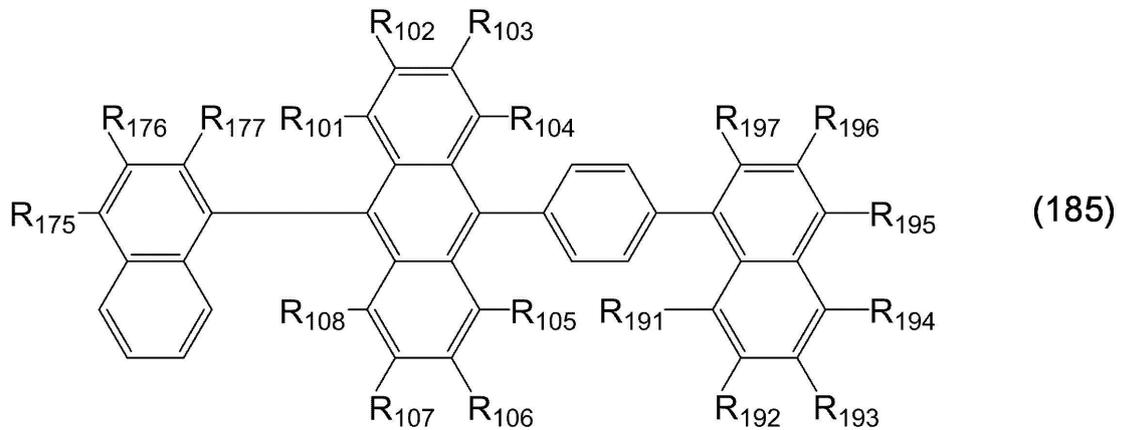
【化21】



20

【0068】

【化22】

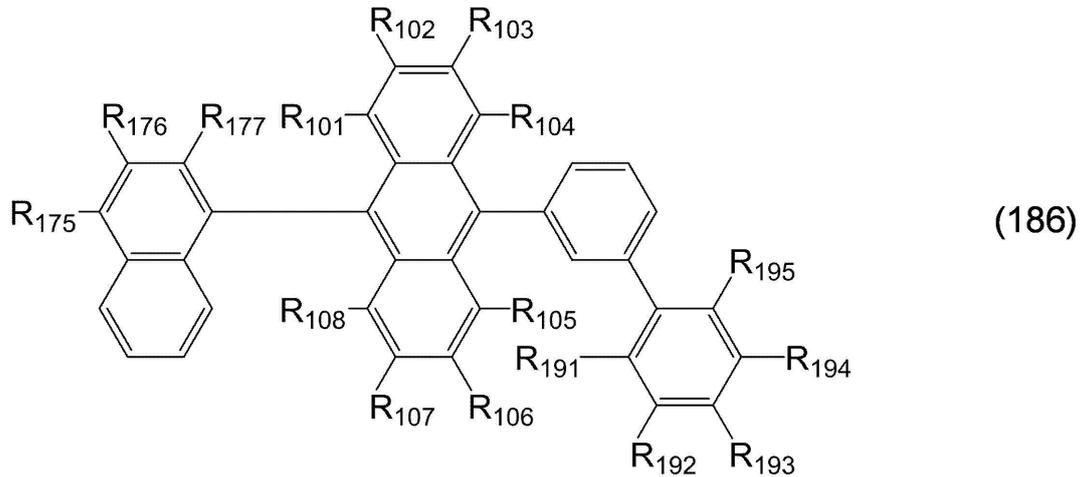


30

40

【0069】

【化23】



10

【0070】

前記一般式(182)~(186)において、 $R_{101} \sim R_{108}$ 、 $R_{191} \sim R_{199}$ は、それぞれ独立に、前記一般式(1)における $R_{101} \sim R_{108}$ と同義であり、

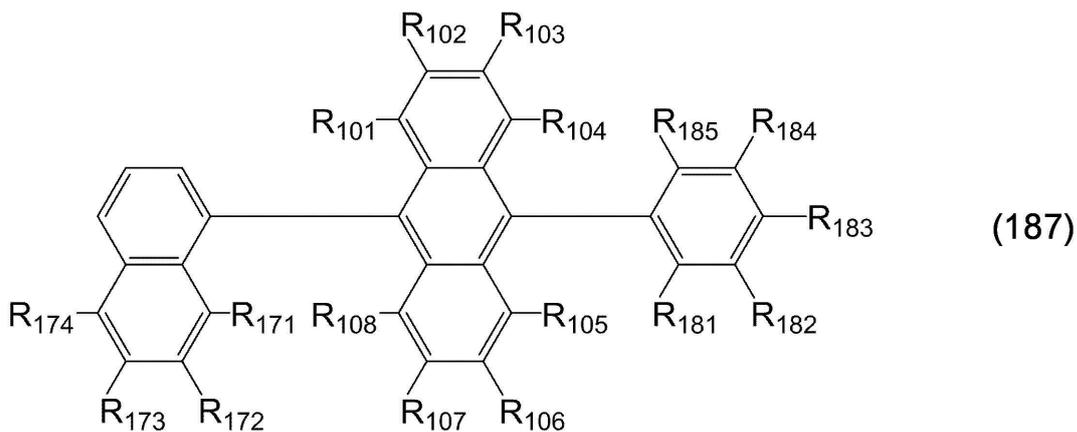
$R_{175} \sim R_{177}$ は、それぞれ独立に、前記一般式(181)における $R_{175} \sim R_{177}$ と同義である。

【0071】

本実施形態において、前記一般式(18)で表される第1の化合物は、下記一般式(187)で表されることが好ましい。

【0072】

【化24】



30

【0073】

前記一般式(187)において、 $R_{101} \sim R_{108}$ 、 $R_{171} \sim R_{174}$ 、 $R_{181} \sim R_{185}$ は、それぞれ独立に、前記一般式(1)における $R_{101} \sim R_{108}$ と同義であり、

ただし、 $R_{171} \sim R_{174}$ のうち少なくともいずれかが、置換もしくは無置換の環形成炭素数10~30の芳香族炭化水素基、又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。

【0074】

本実施形態において、前記一般式(1)で表される第1の化合物における R_{109} および R_{110} 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。すなわち、前記一般式(1)に示されたアントラセン環の9位および10位の炭素原子と、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の芳香族炭化水素環を構成する炭素原子とが単結合で結合していることが好ましい。さらに、環形成炭素数6~30の芳香族炭化水素基は、フェニル基、または6員環

50

だけが縮合して構築された芳香族縮合炭化水素基であることが好ましい。

【0075】

本実施形態において、前記一般式(1)、(15)~(18)、(181)~(187)で表される第1の化合物における $R_{101} \sim R_{108}$ は、水素原子であることが好ましい。

【0076】

また、本実施形態において、前記一般式(1)、(15)~(18)、(181)~(187)で表される第1の化合物における R_{101} 、 R_{104} 、 R_{105} 、 R_{108} は、水素原子であり、 R_{102} 、 R_{103} 、 R_{106} 、 R_{107} のうち少なくともいずれかが、ハロゲン原子、置換もしくは無置換の炭素数1~10のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数3~10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6~20のアリールオキシ基、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、置換もしくは無置換の環形成原子数5~30の複素環基、又は $-Si(R_{111})_3$ で表されるシリル基であることが好ましい。

【0077】

また、本実施形態において、前記一般式(1)、(15)~(18)、(181)~(187)で表される第1の化合物における R_{101} 、 R_{104} 、 R_{105} 、 R_{108} は、水素原子であり、 R_{102} 、 R_{103} 、 R_{106} 、 R_{107} のうち少なくともいずれかが、置換もしくは無置換の炭素数1~10のアルキル基、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、置換もしくは無置換の環形成原子数5~30の複素環基、又は $-Si(R_{111})_3$ で表されるシリル基であり、その他が水素原子であることが好ましい。

【0078】

本明細書において、環形成炭素数とは、原子または分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、スピロ環化合物、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。

環形成原子数とは、原子または分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、スピロ環化合物、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未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。

次に前記一般式に記載の各置換基について説明する。

【0079】

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芳香族炭化水素基としては、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。上記芳香族炭化水素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。

【 0 0 8 0 】

本実施形態における環形成原子数 5 ~ 30 の複素環基としては、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、ピペリジニル基、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。

10

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 の複素環基が置換されていることが好ましい。

20

【 0 0 8 1 】

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、分岐鎖又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。

30

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。

40

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。

【 0 0 8 2 】

50

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、トリスプロピルシリル基、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、トリス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。

【0083】

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。

10

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 の芳香族炭化水素基を 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 の芳香族炭化水素基を 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。

20

【0084】

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。

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。

30

【0085】

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

【0086】

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。

【0087】

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 の芳香族炭化水素基が挙げられる。

40

【0088】

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 の芳香族炭化水素基が挙げられる。

【0089】

本発明において、「環形成炭素」とは飽和環、不飽和環、又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。

50

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。

【0090】

また、本実施形態において、「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、上述のような芳香族炭化水素基、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、アリールオキシ基、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。

10

ここで挙げた置換基の中では、芳香族炭化水素基、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。

【0091】

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、分岐鎖又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。

20

【0092】

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、分岐鎖又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。

【0093】

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、 $-Z_3 - Z_4$ と表される。この Z_3 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 Z_4 の例として、上記環形成炭素数 6 ~ 30 の芳香族炭化水素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。

30

【0094】

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。

40

【0095】

「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 a ~ b の X X 基」という表現における「炭素数 a ~ b」は、X X 基が無置換である場合の炭素数を表すものであり、X X 基が置換されている場合の置換基の炭素数は含めない。

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。

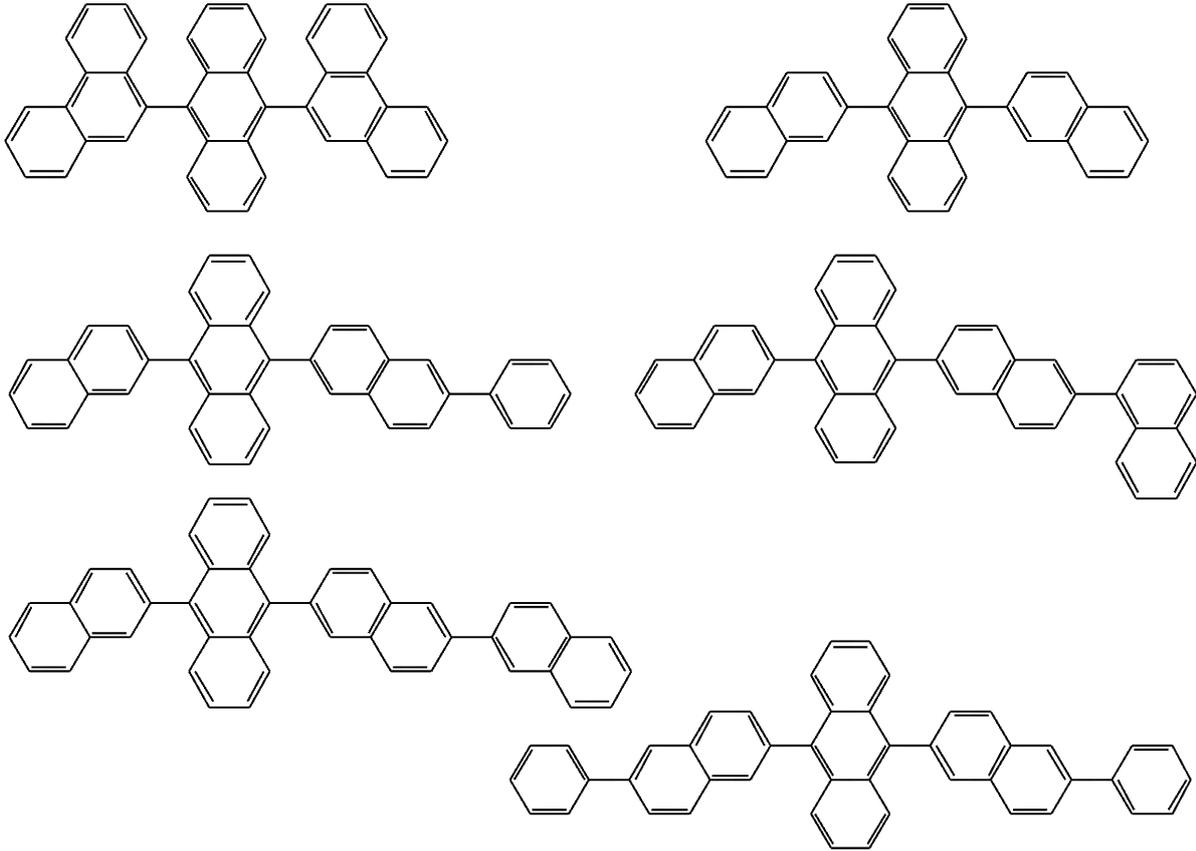
【0096】

50

以下に前記一般式(1)で表される第1の化合物の具体例を示すが、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。

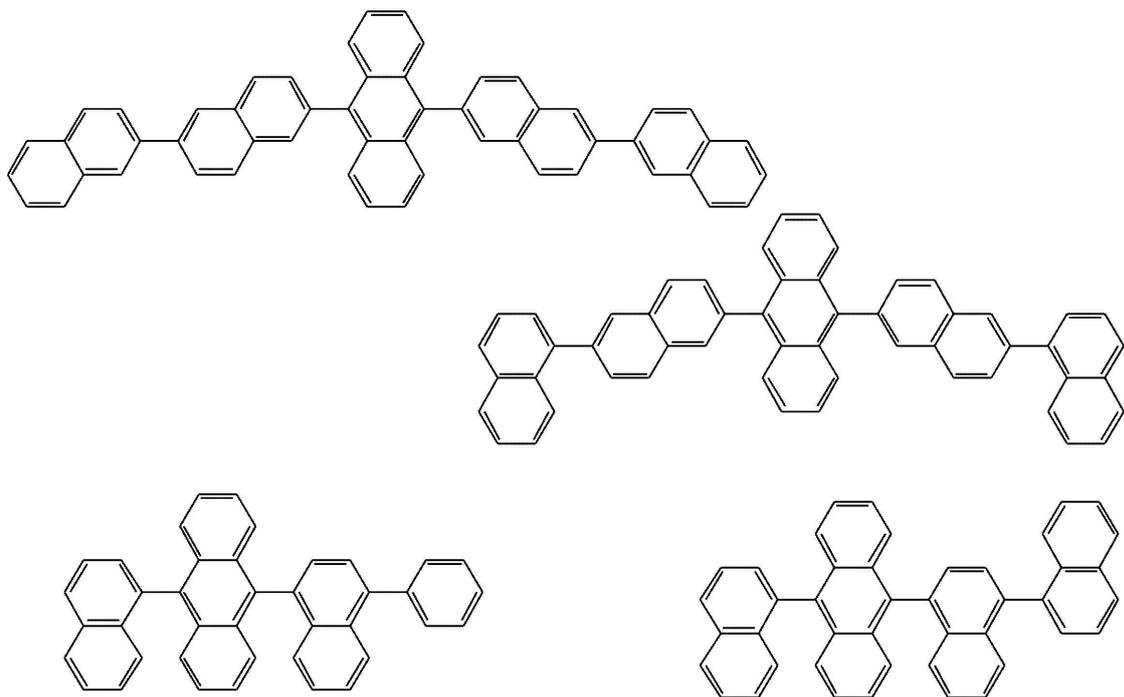
【0097】

【化25】



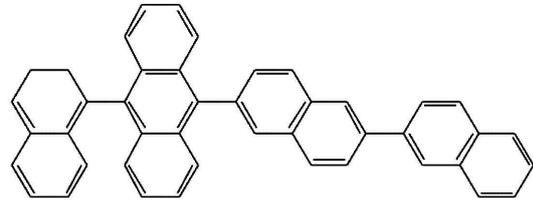
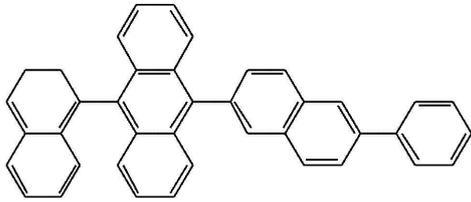
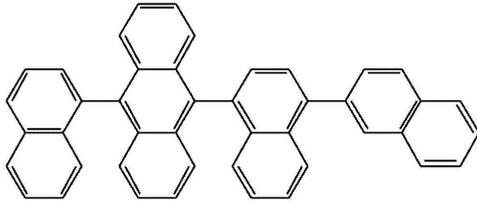
【0098】

【化26】

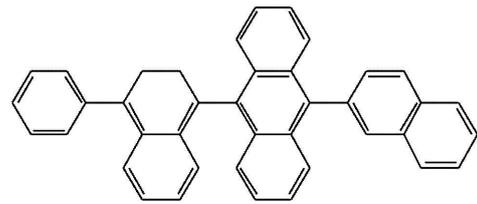
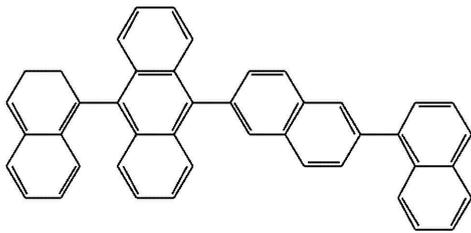


【0099】

【化 2 7】



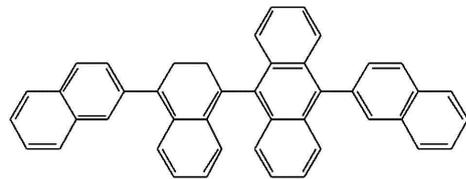
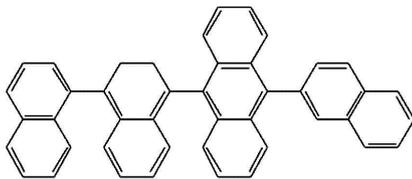
10



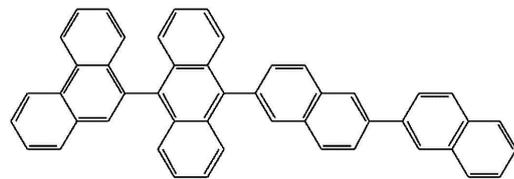
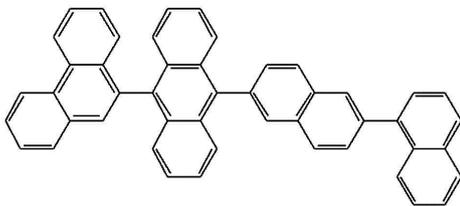
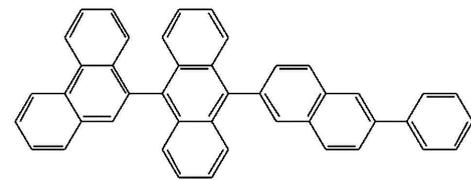
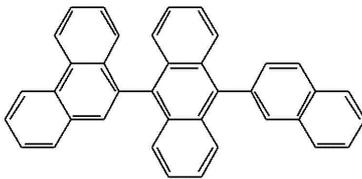
20

【 0 1 0 0】

【化 2 8】



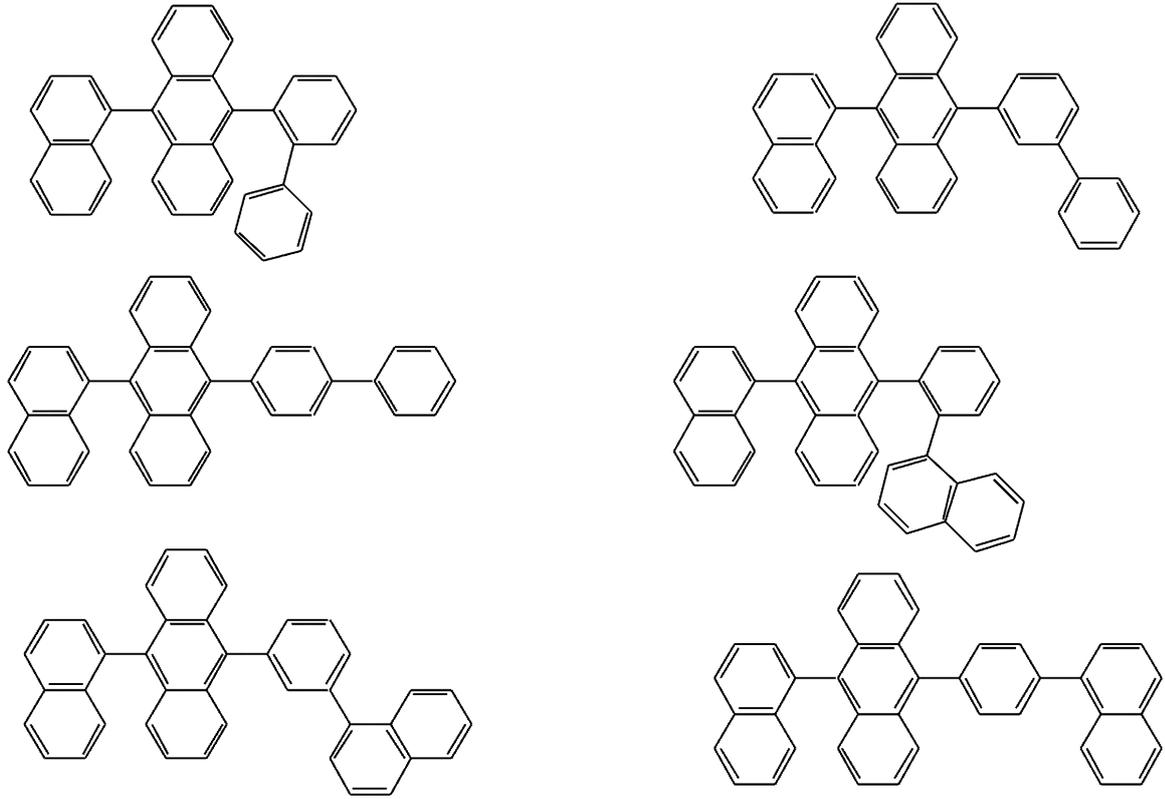
30



40

【 0 1 0 1】

【化 2 9】

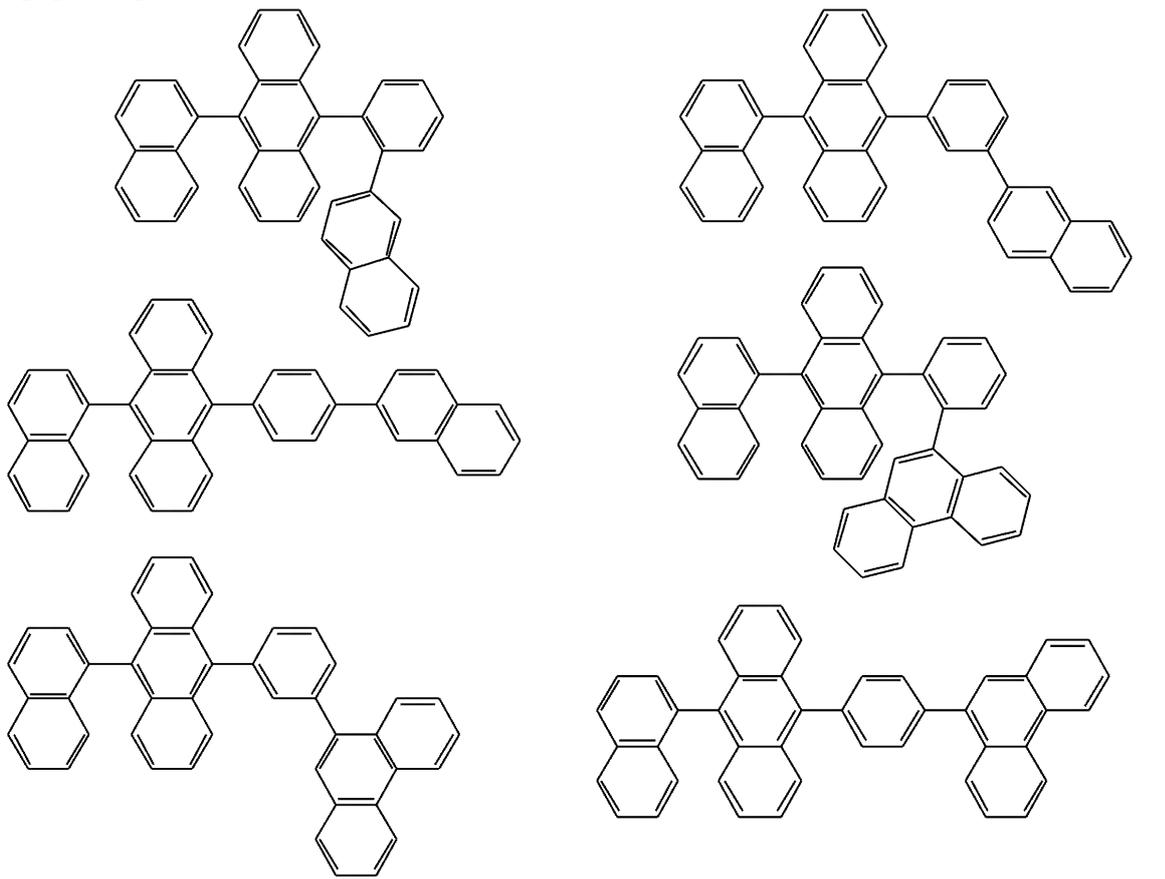


10

20

【 0 1 0 2】

【化 3 0】

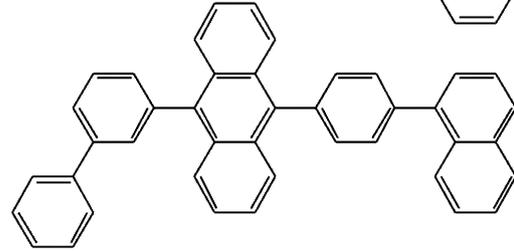
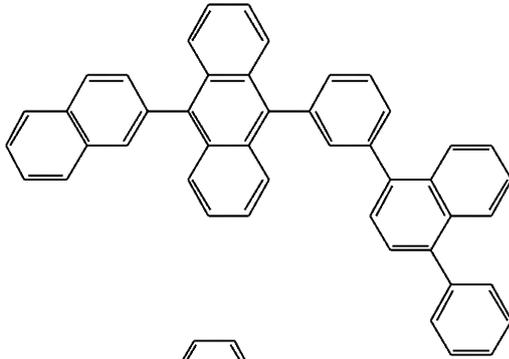
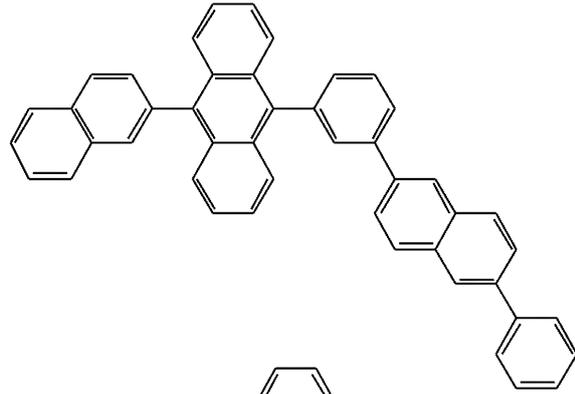
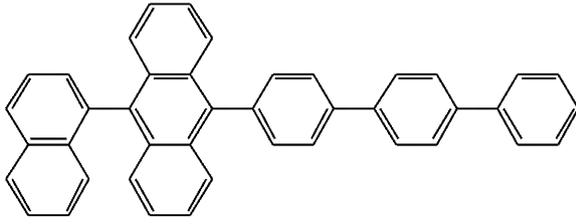


30

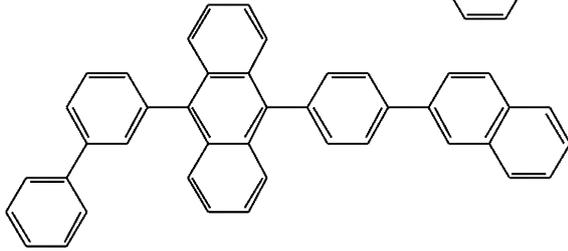
40

【 0 1 0 3】

【化 3 1】



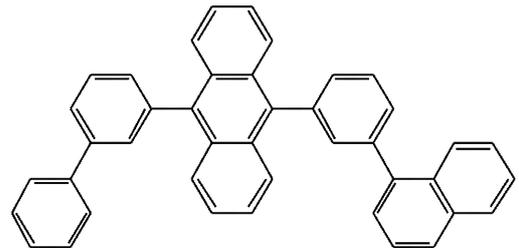
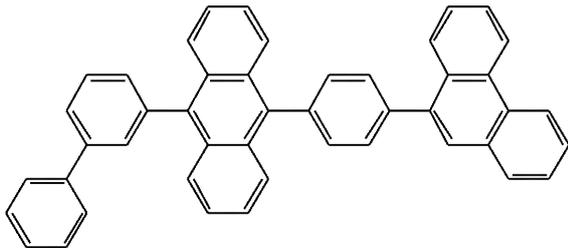
10



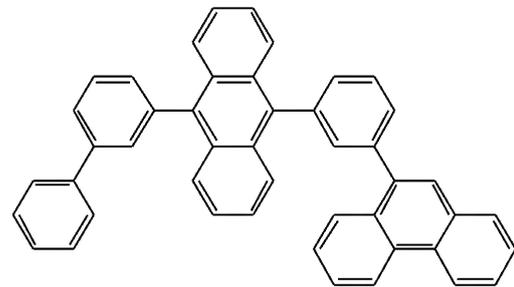
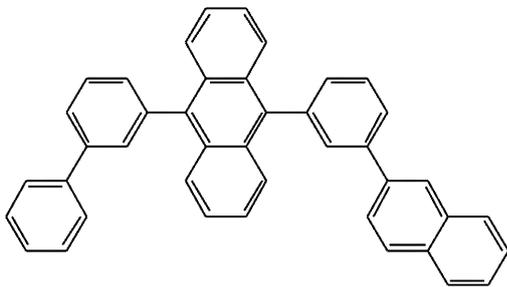
20

【 0 1 0 4】

【化 3 2】



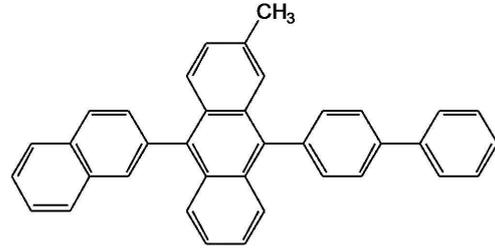
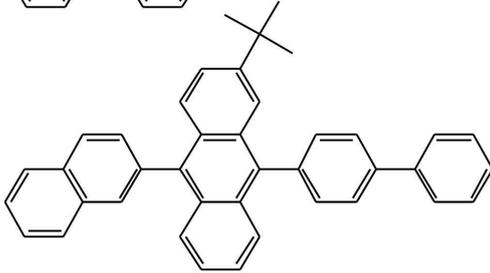
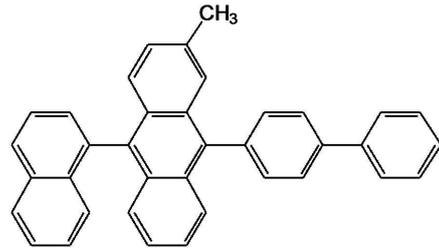
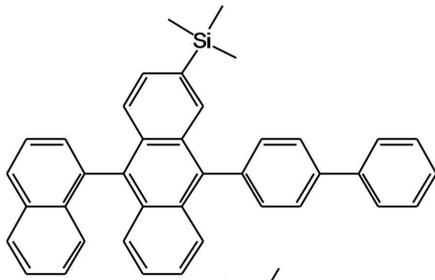
30



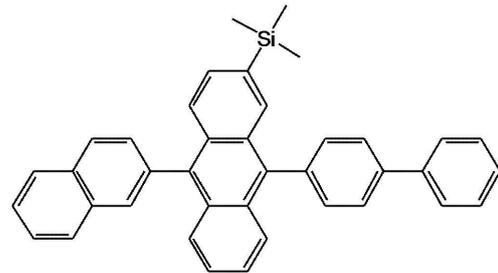
40

【 0 1 0 5】

【化 3 3】



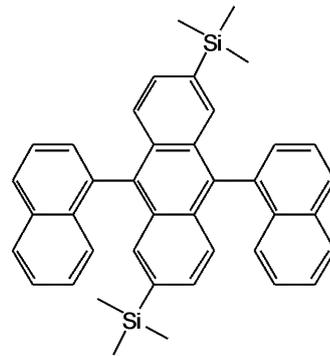
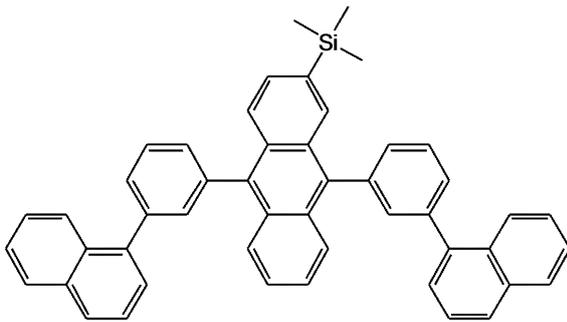
10



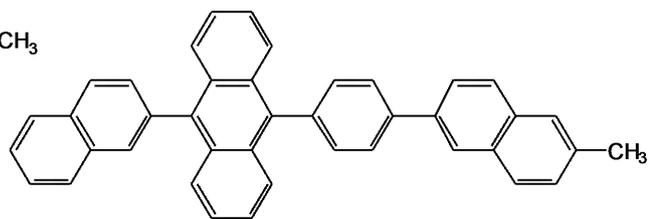
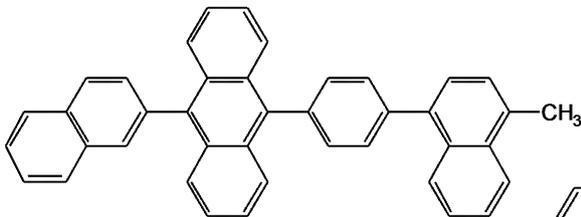
20

【 0 1 0 6】

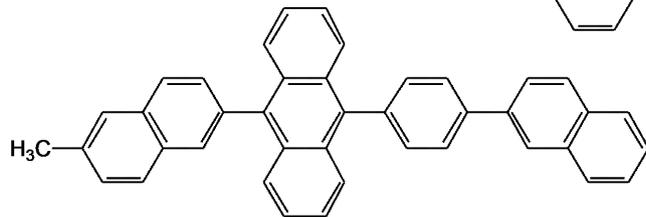
【化 3 4】



30

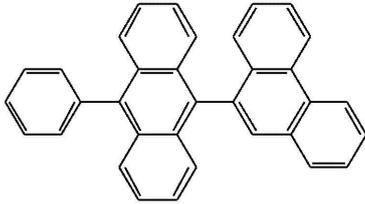
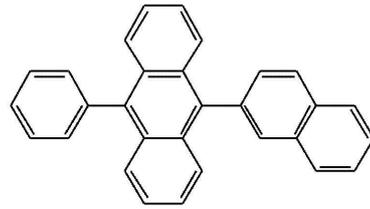
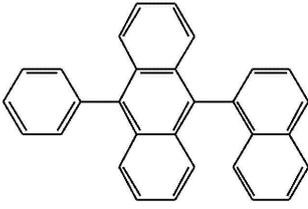


40



【 0 1 0 7】

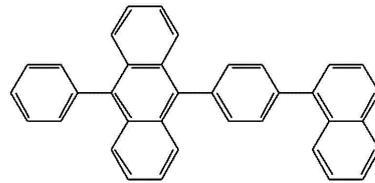
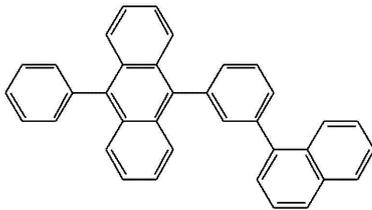
【化 3 5】



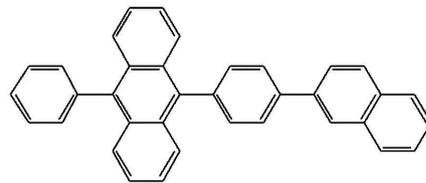
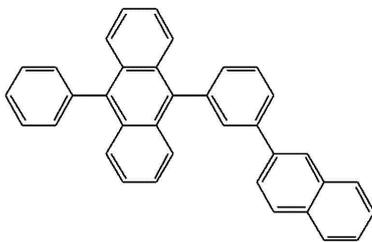
10

【 0 1 0 8】

【化 3 6】

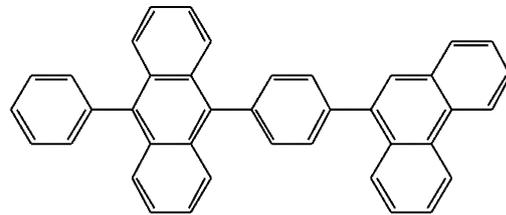
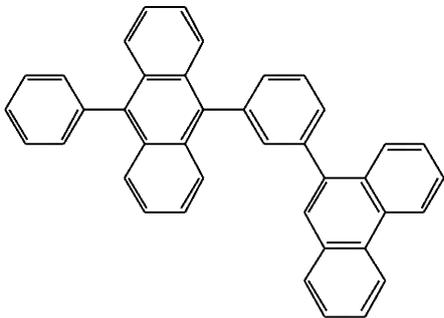


20

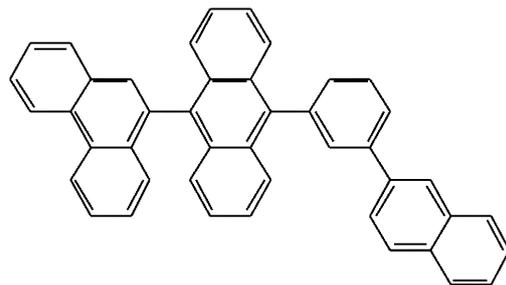
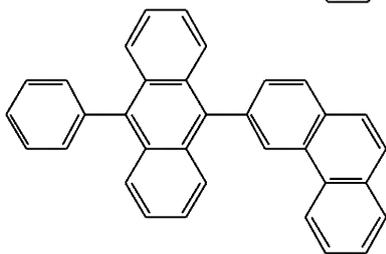


【 0 1 0 9】

【化 3 7】



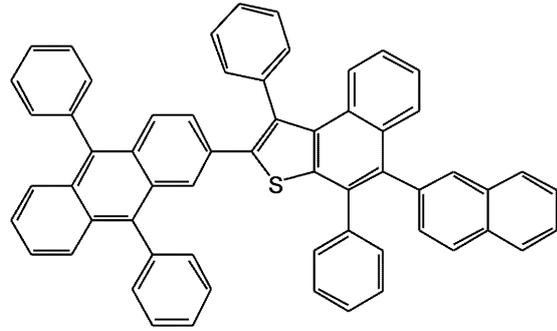
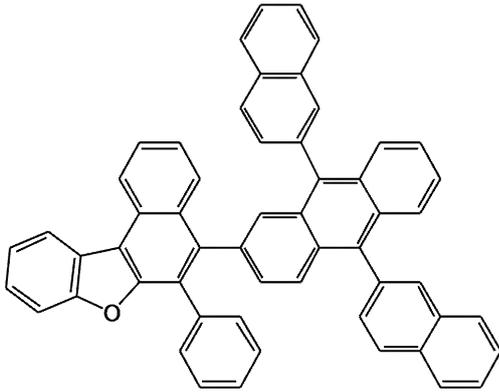
30



40

【 0 1 1 0】

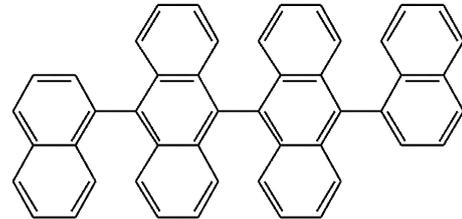
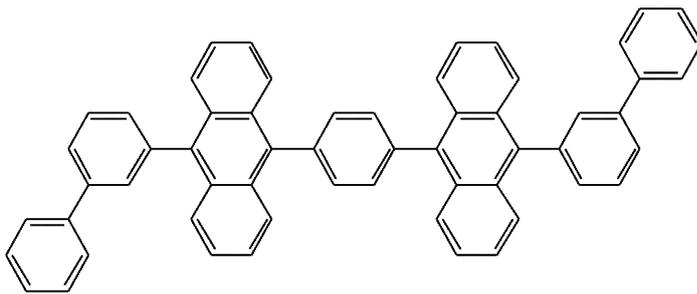
【化38】



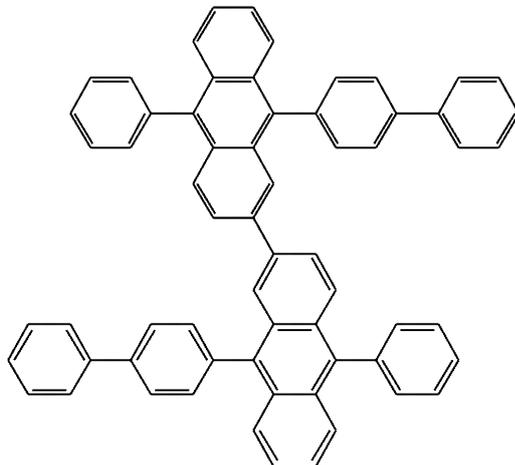
10

【0111】

【化39】



20



30

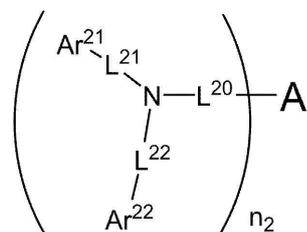
【0112】

・第2の化合物

次に、下記一般式(2)で表される第2の化合物について説明する。本実施形態では、下記一般式(2)で表される第2の化合物をドーパント材料として用いることが好ましい。

【0113】

【化40】



(2)

【0114】

{ [前記一般式(2)において、

Ar²¹およびAr²²は、それぞれ独立に、置換または無置換の環形成炭素数6~3

50

0 の芳香族炭化水素基である。ただし、 Ar^{21} と Ar^{22} とが互いに結合して、環を形成する場合と環を形成しない場合とがある。

$L^{20} \sim L^{22}$ は、それぞれ独立に、単結合または連結基であり、

$L^{20} \sim L^{22}$ における連結基としては、

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、

置換もしくは無置換の環形成原子数 5 ~ 30 の複素環基、

前記芳香族炭化水素基から選ばれる 2 個から 4 個の基が結合してなる多重連結基、

前記複素環基から選ばれる 2 個から 4 個の基が結合してなる多重連結基、又は

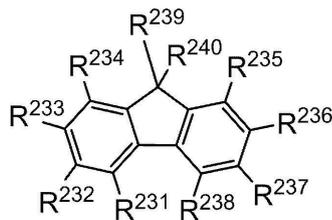
前記芳香族炭化水素基及び前記複素環基から選ばれる 2 個から 4 個の基が結合してなる多重連結基である。

n_2 は、1 ~ 4 の整数であり、 n_2 が 2 以上の場合、複数の Ar^{21} 、 Ar^{22} 、 $L^{20} \sim L^{22}$ は、互いに同一であっても異なってもよい。

A は、下記一般式 (2a) で表される。]

【0115】

【化41】



(2a)

【0116】

[前記一般式 (2a) において、

$R^{231} \sim R^{238}$ は、それぞれ独立に、

水素原子、

ハロゲン原子、

ヒドロキシル基、

シアノ基、

置換もしくは無置換の炭素数 1 ~ 30 のアルキル基、

置換もしくは無置換の炭素数 2 ~ 30 のアルキルアミノ基、

置換もしくは無置換の環形成炭素数 6 ~ 60 のアリアルアミノ基、

置換もしくは無置換の炭素数 1 ~ 30 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 のアリアルオキシ基、

置換もしくは無置換の炭素数 1 ~ 30 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 のアリアルチオ基、

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、

置換もしくは無置換の環形成原子数 5 ~ 30 の複素環基、又は

$Si(R^{241})_3$ で表されるシリル基である。

また、 R^{231} と R^{232} 、 R^{232} と R^{233} 、 R^{233} と R^{234} 、 R^{235} と R^{236} 、 R^{236} と R^{237} 、並びに R^{237} と R^{238} のうち 1 組が下記一般式 (2b) で表される構造と結合する炭素原子である。

R^{239} 及び R^{240} は、それぞれ独立に、

水素原子、

置換もしくは無置換の炭素数 1 ~ 30 のアルキル基、

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、

置換もしくは無置換の環形成原子数 5 ~ 30 の複素環基、又は

$Si(R^{242})_3$ で表されるシリル基である。

R^{241} および R^{242} は、それぞれ独立に

水素原子、

置換もしくは無置換の炭素数 1 ~ 30 のアルキル基、又は

10

20

30

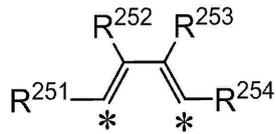
40

50

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。]

【0117】

【化42】



(2b)

【0118】

[前記一般式(2b)において、

*は、それぞれ前記一般式(2a)の R^{231} と R^{232} 、 R^{232} と R^{233} 、 R^{233} と R^{234} 、 R^{235} と R^{236} 、 R^{236} と R^{237} 、並びに R^{237} と R^{238} のいずれか1組の炭素原子への結合位置を表す。

$R^{251} \sim R^{254}$ は、それぞれ独立に、前記一般式(2)における $R^{231} \sim R^{238}$ と同義である。]

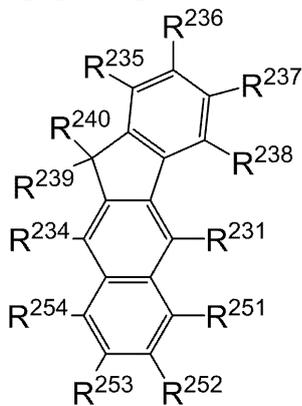
なお、前記一般式(2a)の $R^{231} \sim R^{238}$ および前記一般式(2b)の $R^{251} \sim R^{254}$ のうち n_2 個は、前記一般式(2)の L^{20} に結合する結合手である。}

【0119】

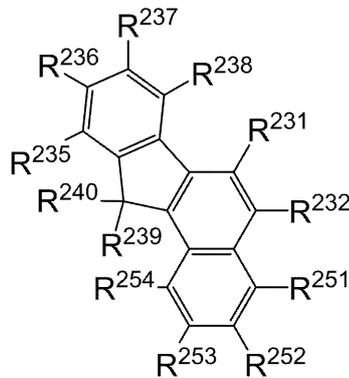
前記一般式(2a)は、下記一般式(2a-1)~(2a-3)のいずれかで表されることが好ましい。中でも、前記一般式(2a)は、下記一般式(2a-3)で表されることがより好ましい。

【0120】

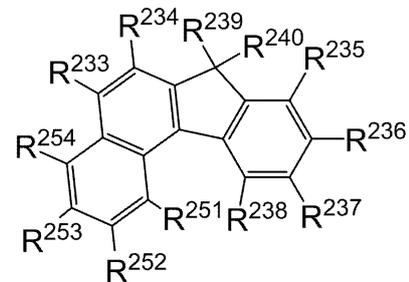
【化43】



(2a-1)



(2a-2)



(2a-3)

【0121】

[前記一般式(2a-1)~(2a-3)において、 $R^{231} \sim R^{238}$ 、 R^{239} 、 R^{240} は、それぞれ前記一般式(2a)における $R^{231} \sim R^{238}$ 、 R^{239} 、 R^{240} と同義である。

$R^{251} \sim R^{254}$ は、それぞれ独立に、前記一般式(2b)における $R^{251} \sim R^{254}$ と同義である。]

【0122】

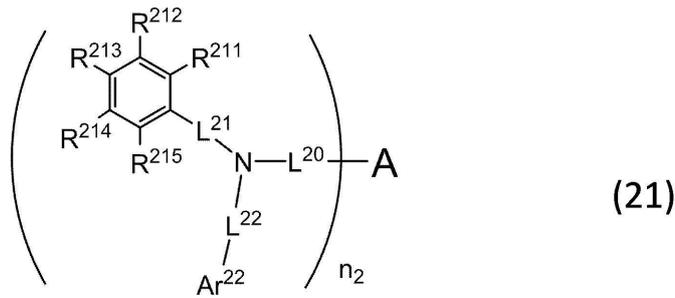
前記一般式(2a-3)において、 R^{233} および R^{236} が、前記一般式(2)の L^{20} と結合する結合手であることが好ましい。

【0123】

本実施形態において、前記一般式(2)は、下記一般式(21)で表されることが好ましい。

【0124】

【化44】



【0125】

10

[前記一般式(21)において、A, Ar²², L²⁰ ~ L²², およびn₂は、それぞれ前記一般式(2)におけるA, Ar²², L²⁰ ~ L²², およびn₂と同義である。

R²¹¹ ~ R²¹⁵は、それぞれ独立に、

水素原子、

シアノ基、

ハロゲン原子、

置換もしくは無置換の炭素数1 ~ 30のアルキル基、

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、又は

Si(R²¹⁶)₃で表されるシリル基である。

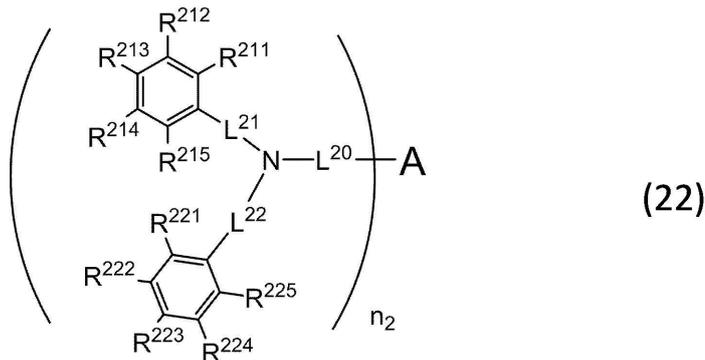
R²¹⁶は、それぞれ独立に、前記一般式(2a)におけるR²⁴¹およびR²⁴²と同義である。]

【0126】

本実施形態において、前記一般式(2)は、下記一般式(22)で表されることがより好ましい。

【0127】

【化45】



30

【0128】

[前記一般式(22)において、A, L²⁰ ~ L²², およびn₂は、それぞれ前記一般式(2)におけるA, L²⁰ ~ L²², およびn₂と同義である。

R²¹¹ ~ R²¹⁵およびR²²¹ ~ R²²⁵は、それぞれ独立に、

40

水素原子、

シアノ基、

ハロゲン原子、

置換もしくは無置換の炭素数1 ~ 30のアルキル基、

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、又は

Si(R²¹⁶)₃で表されるシリル基である。

R²¹⁶は、それぞれ独立に、前記一般式(2a)におけるR²⁴¹およびR²⁴²と同義である。]

【0129】

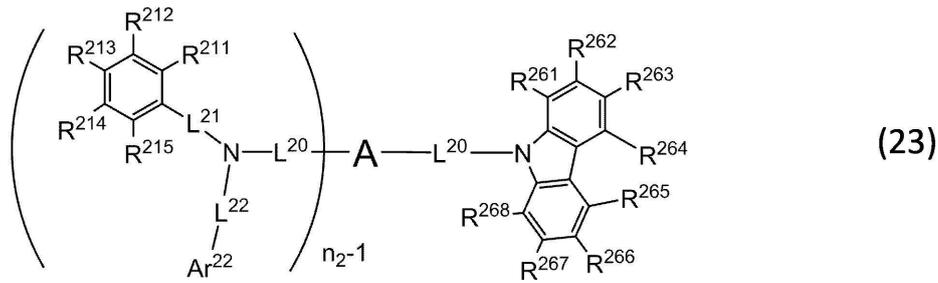
本実施形態において、前記一般式(2)は、下記一般式(23)で表されても好ましい

50

。

【0130】

【化46】



10

【0131】

[前記一般式(23)において、A, Ar²², L²⁰ ~ L²², およびn₂は、それぞれ前記一般式(2)におけるA, Ar²², L²⁰ ~ L²², およびn₂と同義である。

R²¹¹ ~ R²¹⁵ およびR²⁶¹ ~ R²⁶⁸は、それぞれ前記一般式(21)におけるR²¹¹ ~ R²¹⁵と同義である。]

【0132】

前記一般式(2), (21) ~ (23)において、L²⁰ ~ L²²は、いずれも単結合であることが好ましい。

前記一般式(2), (21) ~ (23)において、n₂は、1又は2であることが好ましく、n₂は、2であることがより好ましい。

20

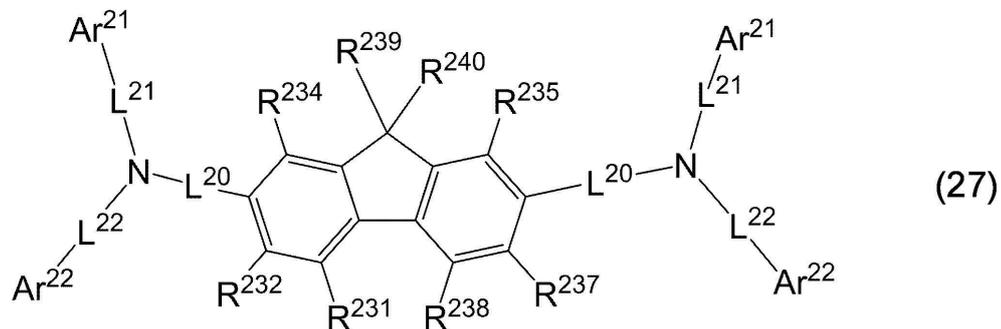
前記一般式(21) ~ (23)において、Aは、前記一般式(2a-3)で表されることが好ましく、R²³³ およびR²³⁶がL²⁰に結合する結合手であることが好ましい。この場合、L²⁰が単結合であることがより好ましい。

【0133】

本実施形態において、前記一般式(2)で表される第2の化合物は、下記一般式(27)で表されることが好ましい。

【0134】

【化47】



30

【0135】

前記一般式(27)においてAr²¹, Ar²², L²⁰ ~ L²²は、それぞれ、前記一般式(2)におけるAr²¹, Ar²², L²⁰ ~ L²²と同義であり、2つのAr²¹は、互いに同一でも異なってもよく、2つのAr²²は、互いに同一でも異なってもよく、2つのL²⁰, 2つのL²¹, 2つのL²²は、それぞれ互いに同一でも異なってもよい。

40

前記一般式(27)において、R²³¹, R²³², R²³⁴, R²³⁵, R²³⁷, R²³⁸は、それぞれ独立に、前記一般式(2a)におけるR²³¹ ~ R²³⁸と同義である。

前記一般式(27)において、R²³⁹及びR²⁴⁰は、それぞれ独立に、前記一般式(2a)におけるR²³⁹及びR²⁴⁰と同義である。

前記一般式(27)において、L²⁰は、いずれも単結合であることが好ましい。

50

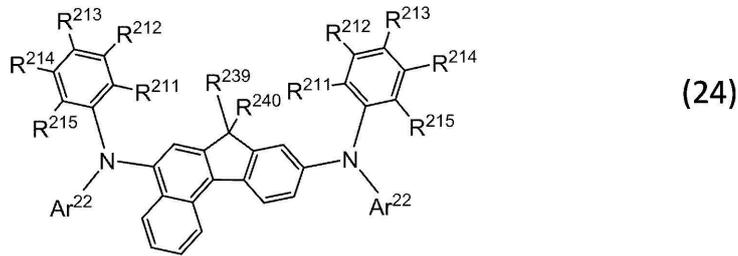
前記一般式(27)において、 L^{20} 、 L^{21} 、 L^{22} は、いずれも単結合であることが好ましい。

【0136】

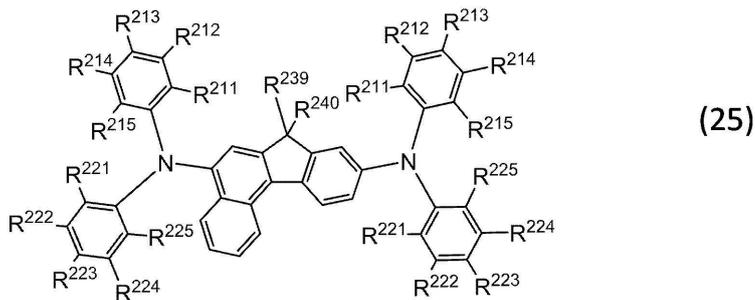
前記一般式(2)は、下記一般式(24)~(26)のいずれかで表されることがより好ましい。

【0137】

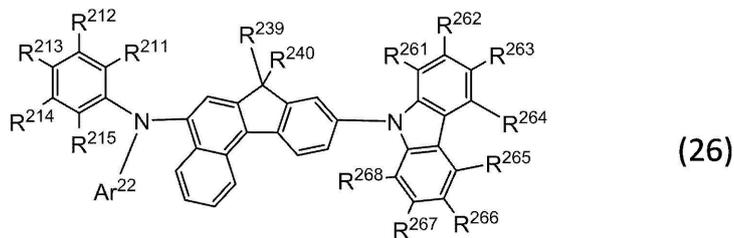
【化48】



10



20



30

【0138】

[前記一般式(24)~(26)において、 Ar^{22} は、前記一般式(2)における Ar^{22} と同義である。 Ar^{22} が複数個ある場合、互いに同一でも異なっていてもよい。

R^{239} 、 R^{240} は、それぞれ前記一般式(2b)における R^{239} 、 R^{240} と同義である。

$R^{211} \sim R^{215}$ 、 $R^{221} \sim R^{225}$ 、および $R^{261} \sim R^{268}$ は、それぞれ独立に、前記一般式(21)における $R^{211} \sim R^{215}$ と同義である。]

【0139】

前記一般式(21)~(26)において、 $R^{211} \sim R^{225}$ 、および $R^{261} \sim R^{268}$ は、それぞれ独立に、水素原子、ハロゲン原子、シアノ基、置換もしくは無置換の炭素数1~30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。 $R^{211} \sim R^{225}$ 、および $R^{261} \sim R^{268}$ は、それぞれ独立に、水素原子、フッ素原子、シアノ基、メチル基、ターシャリーブチル基、フェニル基、またはトリメチルシリル基であることがより好ましい。

40

また、前記一般式(2a)、(2a-1)~(2a-3)、(24)~(26)において、 R^{239} および R^{240} は、メチル基またはフェニル基であることが好ましい。

さらに、前記一般式(21)、(23)、(24)、(26)において、 Ar^{22} は、置換もしくは無置換のフェニル基、または置換もしくは無置換のナフチレン基であることが好ましい。

前記一般式(26)において、 $R^{261} \sim R^{268}$ は、すべて水素原子であるか、 $R^{261} \sim R^{268}$

50

6³ および R² 6⁶ が、メチル基またはフェニル基であることが好ましい。

【0140】

本実施形態において、前記一般式(2)、(2a)、(2b)、(2a-1)~(2a-3)、および(21)~(26)に記載の各置換基は、前述と同様である。

【0141】

本実施形態において、芳香族炭化水素基から選ばれる2個から4個の基が結合してなる多重連結基、複素環基から選ばれる2個から4個の基が結合してなる多重連結基、又は芳香族炭化水素基及び前記複素環基から選ばれる2個から4個の基が結合してなる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選ばれる2個から4個の基が結合してなる2個の基が挙げられる。前記芳香族炭化水素基及び前記複素環基から選ばれる2個から4個の基が結合してなる多重連結基としては、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-複素環基-芳香族炭化水素基-複素環基、複素環基-芳香族炭化水素基-複素環基-芳香族炭化水素基等が挙げられる。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個の基、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、上記芳香族炭化水素基および上記複素環基で説明した基が挙げられる。

10

【0142】

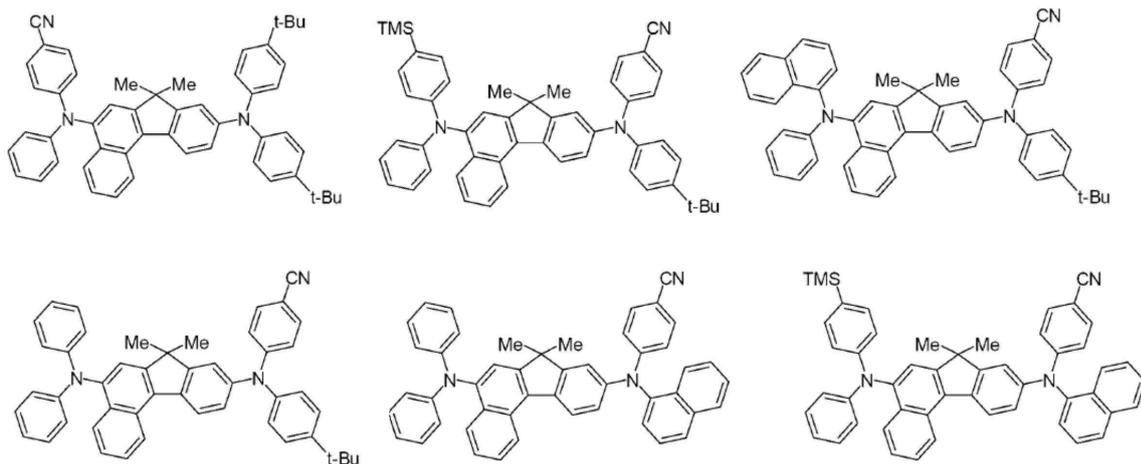
以下に前記一般式(2)で表される化合物の具体例を示すが、本発明は、これらの例示化合物に限定されるものではない。

20

なお、以下の例示化合物において、TMSは、トリメチルシリル基を表し、t-Buは、ターシャリーブチル基を表し、Meは、メチル基を表す。

【0143】

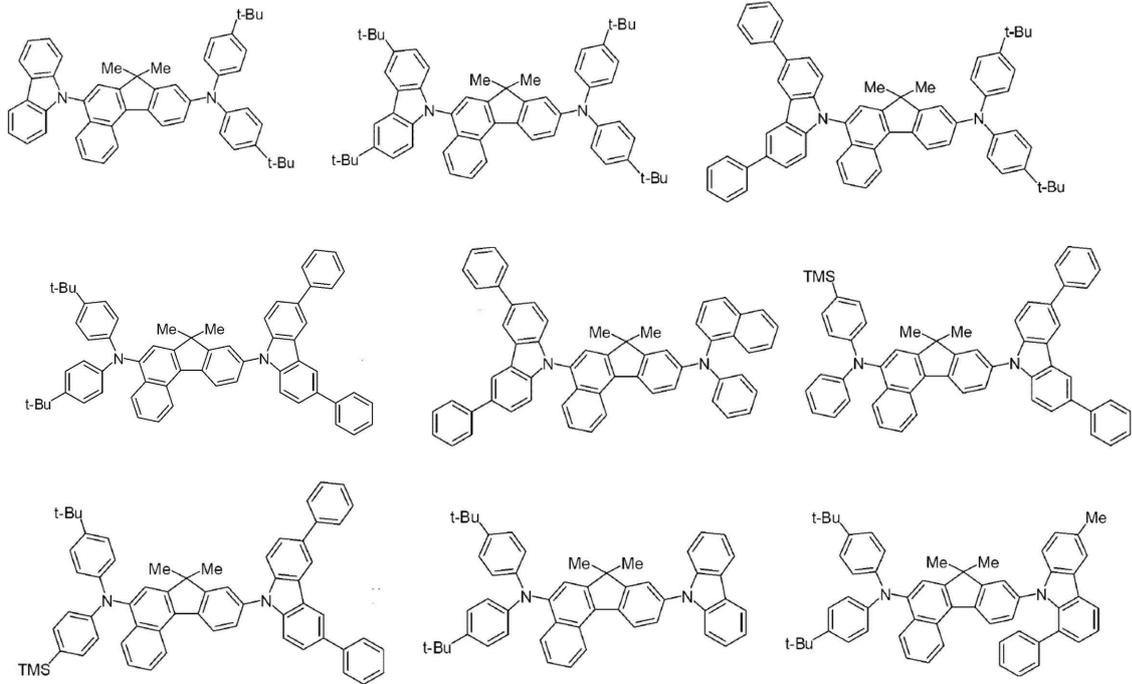
【化49】



30

【0144】

【化50】

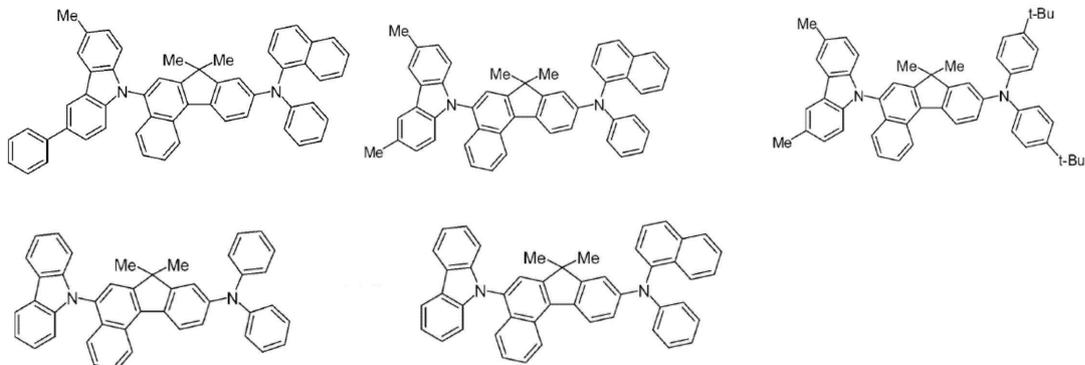


10

【0145】

20

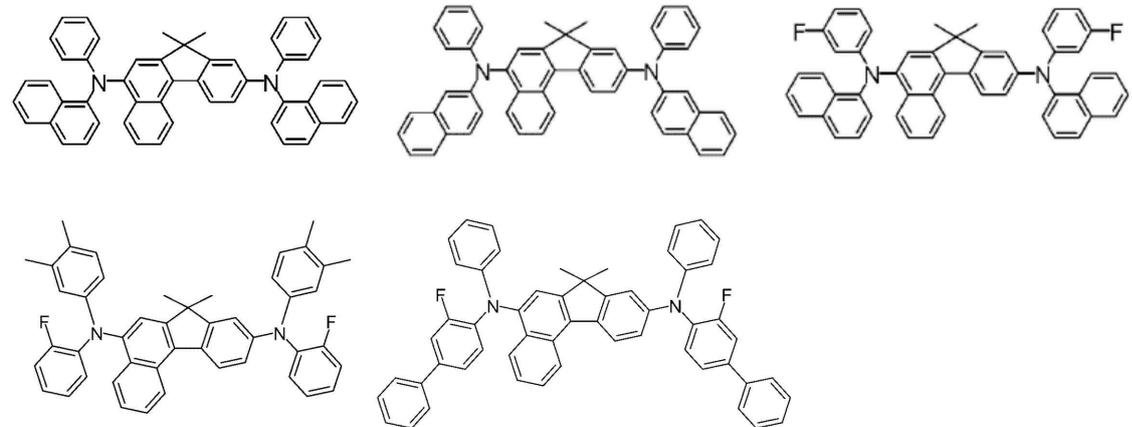
【化51】



30

【0146】

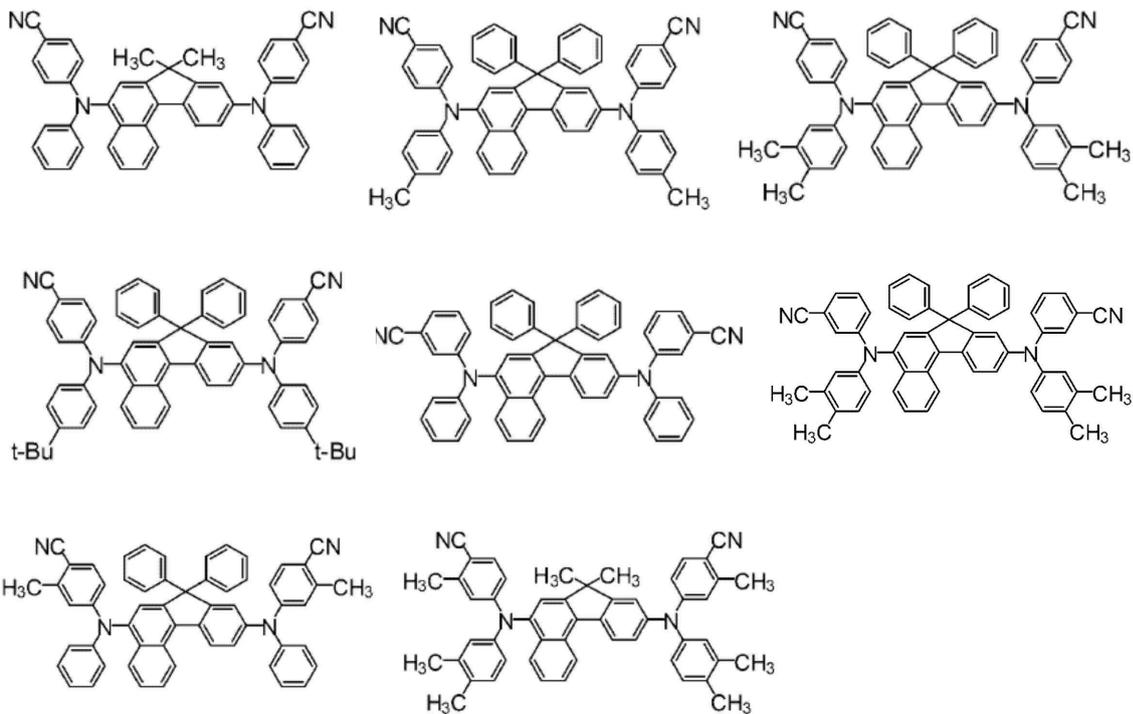
【化52】



40

【0147】

【化53】

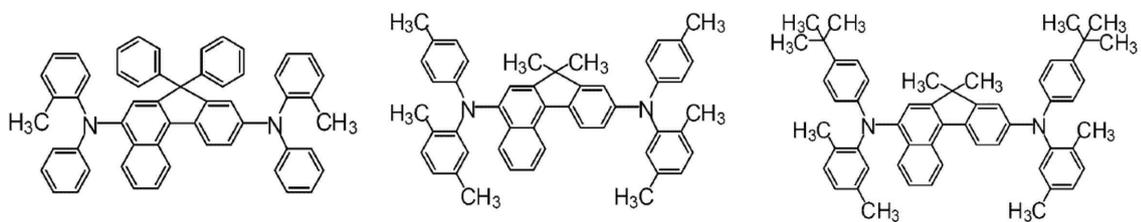


10

20

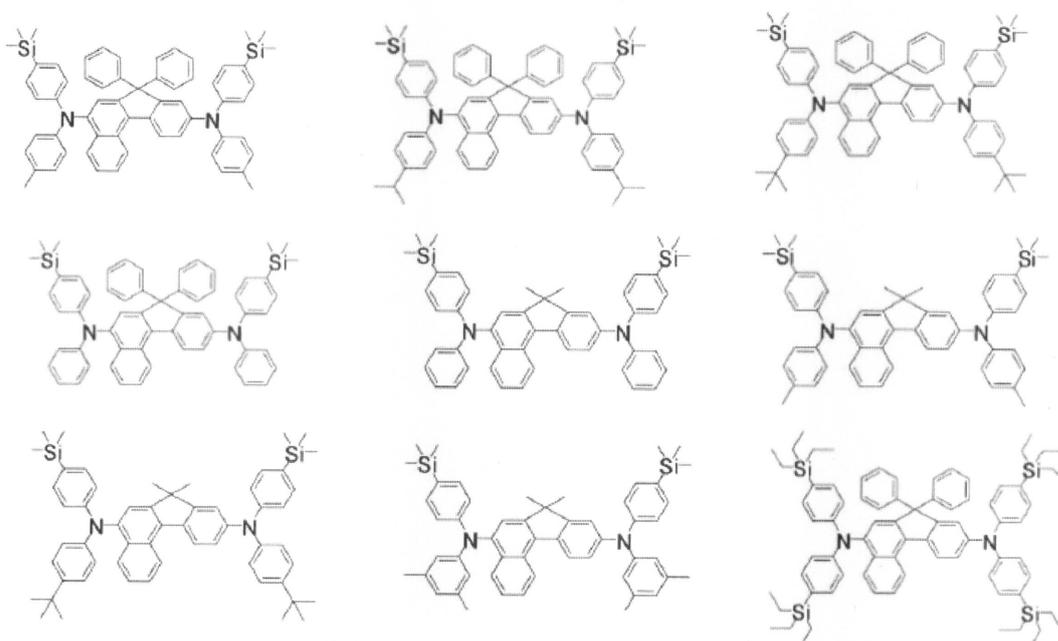
【0148】

【化54】



【0149】

【化55】

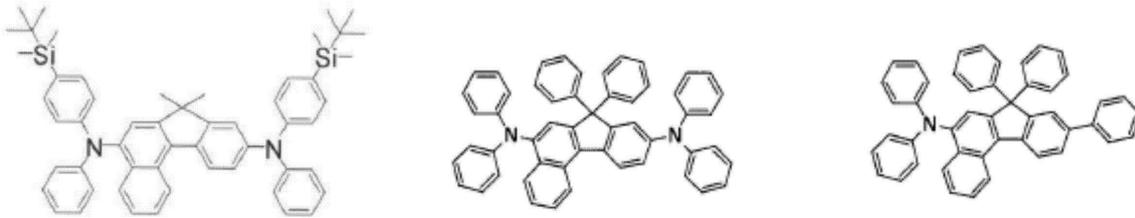


30

40

【0150】

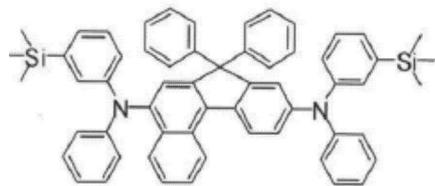
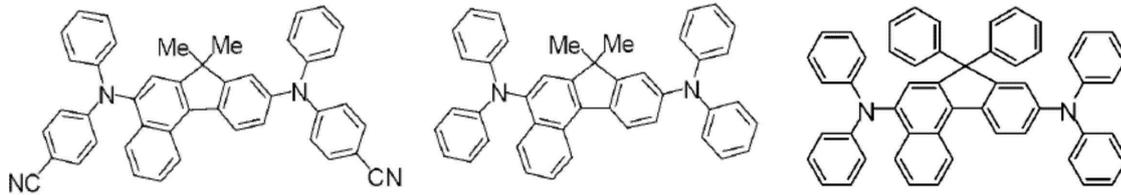
【化56】



【0151】

10

【化57】



20

【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。

30

【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(IITO: Indium Tin Oxide)、珪素若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。その他、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。

40

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、スピコート法などにより作製

50

してもよい。

陽極上に形成されるEL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）を用いることができる。

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】

（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、珪素若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、スピコート法などを用いて成膜することができる。

【0155】

（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、タンゲステン酸化物、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

10

20

30

40

50

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-{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:PTPDMA)、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:Poly-TPD)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)(PEDOT/PSS)、ポリアニリン/ポリ(スチレンスルホン酸)(PANI/PSS)等の酸を添加した高分子化合物を用いることもできる。

【0156】

(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事ができる。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:NPB)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:TPD)、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:BAFLP)、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:DFLDPBi)、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-(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:BSPB)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 $10^{-6} \text{ cm}^2 / \text{Vs}$ 以上の正孔移動度を有する物質である。

正孔輸送層には、CBP、CzPA、PCzPAのようなカルバゾール誘導体や、t-BuDNA、DNA、DPAnth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:PVK)やポリ(4-ビニルトリフェニルアミン)(略称:PVTPA)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。

【0157】

(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、Alq、トリス(4-メチル-8-キノリノラト)アルミニウム(略称:Almq₃)、ビス(10-ヒドロキシベンゾ[h]キノリナト)ベリリウム(略称:BeBq₂)、BALq、Znq、ZnPBO、ZnBTZ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-ビフェニリル)-5-(4-tert-ブチルフェニル)-1,3,4-オキサジアゾール(略称:PBd)、1,3-ビス[5-(p-tert-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:OXD-7)、3-(4-tert-ブチルフェニル)-4-フェニル-5-(4-ビフェニリル)-1,2,4-トリアゾール(略称:TAZ)、3-(4-tert-ブチルフェニル)-4-(4-エチルフェニル)-5-(4-ビフェニリル)-1,2,4-トリアゾール(略称:p-ETTAZ)、バソフェナントロリン(略称:BPhen)、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。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

10

20

30

40

50

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'-ビピリジン-6,6'-ジイル)〕(略称:PF-BPy)などを用いることができる。

【0158】

(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、イット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、テトラシアフルバレン(略称:TF)等の有機化合物を用いることもできる。

【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】

[電子機器]

本実施形態に係る有機EL素子は、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の表示装置、および照明、もしくは車両用灯具の発光装置等の電子機器に使用できる。

【0162】

[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。

10

20

30

40

50

【 0 1 6 3 】

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、上記実施形態で説明した条件を満たしていればよく、その他の発光層が蛍光発光型の発光層であっても、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。

発光層が複数層積層されている場合としては、例えば図2に示される有機EL素子1Aが挙げられる。有機EL素子1Aは、有機層10Aを有し、この有機層10Aは、正孔注入・輸送層6と電子注入・輸送層7との間に、第1発光層51及び第2発光層52を、陽極3側からこの順番で有する点で、図1に示された有機EL素子1と異なる。第1発光層51及び第2発光層52の少なくともいずれかが、前記一般式(1)で表される第1の化合物および前記一般式(2)で表される第2の化合物を含有している。その他の点においては、有機EL素子1Aは、有機EL素子1と同様に構成される。

10

【 0 1 6 4 】

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】

【 0 1 6 5 】

20

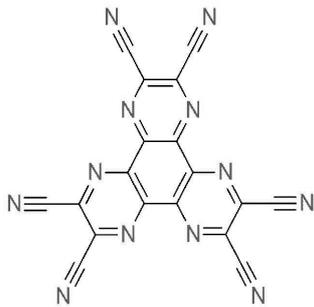
以下、本発明に係る実施例を説明するが、本発明はこれらの実施例によって限定されない。

【 0 1 6 6 】

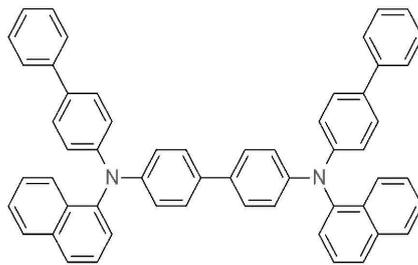
本実施例で用いた化合物を示す。

【 0 1 6 7 】

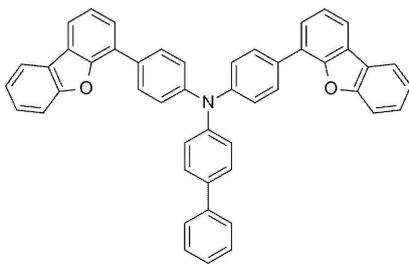
【化58】



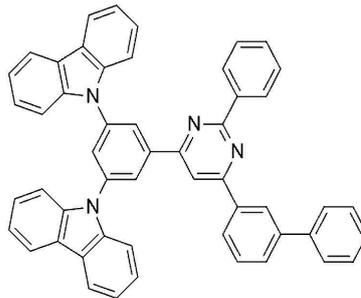
HI



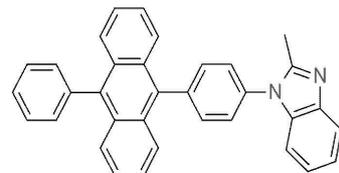
HT-1



HT-2



ET-1



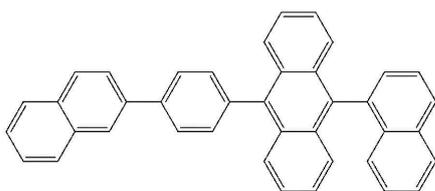
ET-2

30

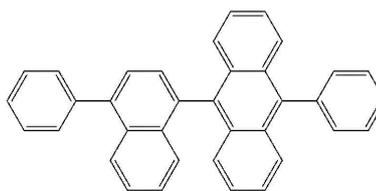
40

【 0 1 6 8 】

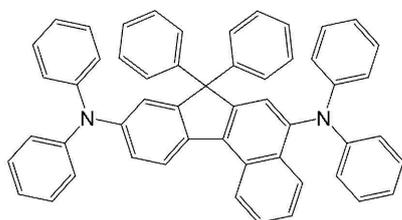
【化59】



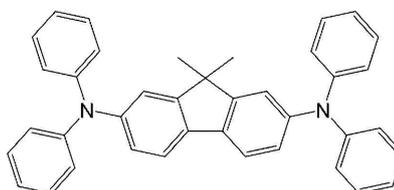
BH1



BH-C1



BD1



BD-C1

10

【0169】

<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5に示す。

20

【0170】

・イオン化ポテンシャル

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、材料に光を照射し、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。結果を表1に示す。

【0171】

・一重項エネルギー

測定対象となる化合物のトルエン希薄溶液の吸収スペクトルの長波長側接線とベースライン（吸収ゼロ）との交点の波長値 $e_{d g e} [nm]$ 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。結果を表1に示す。

30

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

本実施例では、吸収スペクトルを日立製の分光蛍光光度計（装置名：F-4500）で測定した。

【0172】

・アフィニティ（電子親和力）

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。結果を表1に示す。

$$A f = I_p - E_{g S}$$

40

【0173】

【表 1】

化合物	Ip [eV]	Af [eV]	EgS [eV]
BH1	6.0	3.0	3.0
BH-C1	6.0	3.0	3.0
BD1	5.5	2.7	2.8
BD-C1	5.5	2.3	3.2

10

【0174】

表 1 に示すように、前記一般式 (2) で表される第 2 の化合物の一例である化合物 B D 1 のアフィニティは、化合物 B D - C 1 よりも大きかった。そのため、前記一般式 (1) で表される第 1 の化合物の一例である化合物 B H 1 と化合物 B D 1 とのアフィニティ差が、化合物 B H 1 と化合物 B D - C 1 とのアフィニティ差よりも小さくなった。

【0175】

<有機 E L 素子の作製>

有機 E L 素子を以下のように作製した。

【0176】

20

(実施例 1)

25 mm × 75 mm × 1.1 mm 厚の I T O 透明電極 (陽極) 付きガラス基板 (ジオマティック社製) 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、U V オゾン洗浄を 30 分間行なった。I T O の膜厚は、130 nm とした。

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

この H I 膜の成膜に続けて、化合物 H T - 1 を蒸着し、H I 膜上に膜厚 75 nm の H T - 1 膜を成膜し、第一正孔輸送層を形成した。

この H T - 1 膜の成膜に続けて、化合物 H T - 2 を蒸着し、H T - 1 膜上に膜厚 15 nm の H T - 2 膜を成膜し、第二正孔輸送層を形成した。

30

さらに H T - 2 膜上に、ホスト材料としての化合物 B H 1、およびドーパント材料としての化合物 B D 1 を共蒸着した。これにより膜厚 25 nm の発光層を形成した。ドーパント材料濃度は、4 質量% とした。

この発光層上に、化合物 E T - 1 を蒸着し、膜厚 25 nm の E T - 1 膜を成膜し、第一電子輸送層を形成した。

さらに E T - 1 膜上に化合物 E T - 2 を蒸着し、膜厚 10 nm の E T - 2 膜を成膜し、第二電子輸送層を形成した。

この E T - 2 膜上に L i F を蒸着して、膜厚 1 nm の L i F 層を形成した。

この L i F 膜上に金属 A l を蒸着して、膜厚 80 nm の金属陰極を形成した。

40

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。

I T O (130) / H I (10) / H T - 1 (75) / H T - 2 (15) / B H 1 : B D 1 (25, 4%) / E T - 1 (25) / E T - 2 (10) / L i F (1) / A l (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、発光層におけるドーパント材料等のように、添加される成分の割合 (質量%) を示す。以下の有機 E L 素子の素子構成を略式表示する場合においても同様である。

【0177】

(比較例 1)

比較例 1 の有機 E L 素子は、実施例 1 の有機 E L 素子の発光層におけるホスト材料を化

50

化合物BH-C1に変更した他は、実施例1と同様にして作製した。

比較例1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 (75) / HT-2 (15) / BH-C1 : BD1 (25, 4%) / ET-1 (25) / ET-2 (10) / LiF(1) / Al (80)

【0178】

(比較例2)

比較例2の有機EL素子は、実施例1の有機EL素子の発光層におけるホスト材料を化合物BH-C1に変更し、ドーパント材料を化合物BD-C1に変更した他は、実施例1と同様にして作製した。

比較例2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 (75) / HT-2 (15) / BH-C1 : BD-C1 (25, 4%) / ET-1 (25) / ET-2 (10) / LiF(1) / Al (80)

【0179】

(比較例3)

比較例3の有機EL素子は、実施例1の有機EL素子の発光層におけるドーパント材料を化合物BD-C1に変更した他は、実施例1と同様にして作製した。

比較例1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 (75) / HT-2 (15) / BH1 : BD-C1 (25, 4%) / ET-1 (25) / ET-2 (10) / LiF(1) / Al (80)

【0180】

<有機EL素子の評価>

実施例1、並びに比較例1～3に係る有機EL素子について、以下の評価を行った。評価結果を表2に示す。

【0181】

・駆動電圧

電流密度が 10 mA/cm^2 となるように、ITOとAlとの間に通電したときの電圧(単位: V)を計測した。

【0182】

・CIE1931色度

電流密度が 10 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。

【0183】

・電流効率L/J、及び電力効率

電流密度が 10.00 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、電流効率(単位: cd/A)、及び電力効率(単位: lm/W)を算出した。

【0184】

・主ピーク波長 λ_p

得られた上記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。

【0185】

・寿命LT80

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80%となるまでの時間(単位: h)を測定した。

【0186】

10

20

30

40

【表 2】

	発光層		電圧 [V]	色度		L/J [cd/A]	η [lm/W]	λ_p [nm]	LT80 [h]
	ホスト	ドーパント		x	y				
実施例1	BH1	BD1	4.29	0.134	0.169	13.32	9.76	464	140
比較例1	BH-C1	BD1	4.67	0.134	0.149	10.94	7.36	461	117
比較例2	BH-C1	BD-C1	4.73	0.161	0.288	5.02	3.33	481	116
比較例3	BH1	BD-C1	4.39	0.164	0.254	5.98	4.28	481	134

【0187】

表 2 に示されているように、実施例 1 に係る有機 EL 素子は、化合物 BH 1 および化合物 BD 1 を含有する発光層を備えており、その結果、比較例 1 ~ 3 に係る有機 EL 素子に比べて、発光効率が向上し、寿命が長くなり、駆動電圧が低下した。

前記一般式 (2) で表される第 2 の化合物の一例である化合物 BD 1 のアフィニティは、比較として用いた化合物 BD - C 1 よりも大きい。そのため、実施例 1 に係る有機 EL 素子では、発光層への電子注入性が良好であり、有機 EL 素子の駆動電圧を低下させることができたと考えられる。また、実施例 1 に係る有機 EL 素子では、前記一般式 (1) で表される第 1 の化合物の一例である化合物 BH 1 のアフィニティと、化合物 BD 1 のアフィニティとの差が小さい。そのため、ドーパント材料からホスト材料への電子移動が起こり易くなり、ホスト材料の分子で電子および正孔の再結合確率が上がったと考えられる。さらに、ホスト材料からドーパント材料への励起エネルギーが効率的に起こり、有機 EL 素子の発光効率が向上したと考えられる。また、化合物 BD 1 は、化合物 BD - C 1 よりもアフィニティが大きいいため、ドーパント材料の分子で電子および正孔の再結合が起こり易くなると考えられる。この観点からも、実施例 1 に係る有機 EL 素子の発光効率を向上させることができたと考えられる。

比較例 1 に係る有機 EL 素子は、ホスト材料が化合物 BH - C 1 であり、前記一般式 (1) で表される第 1 の化合物とは異なる。そのため、実施例 1 と比べて、発光効率が低く、寿命が短く、駆動電圧も高い。

比較例 2 や比較例 3 に係る有機 EL 素子は、実施例 1 に比べて、駆動電圧が高く、寿命も短い、特に発光効率が低かった。これは、ドーパント材料として用いた化合物 BD - C 1 と、ホスト材料として用いた化合物 BH 1 や化合物 BH - C 1 とのアフィニティ差が大きかったためと考えられる。また、化合物 BD - C 1 は、ホスト材料として用いた化合物 BH 1 や化合物 BH - C 1 よりも、一重項エネルギーが大きく、励起エネルギーがホスト材料からドーパント材料へ効率的に移動しなかったためと考えられる。

【符号の説明】

【0188】

- 1 ... 有機 EL 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

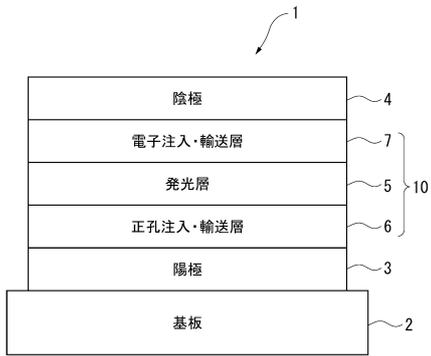
10

20

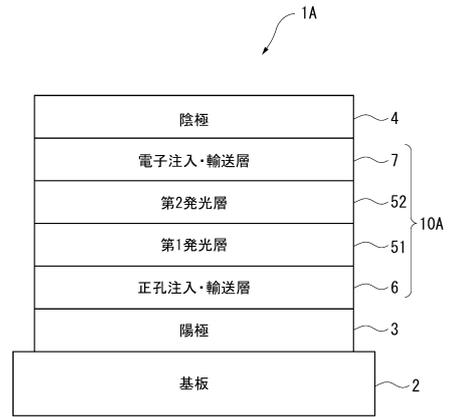
30

40

【図1】



【図2】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2013-056877(JP,A)
国際公開第2006/104044(WO,A1)
特表2010-529030(JP,A)
特表2009-524653(JP,A)
国際公開第2012/102333(WO,A1)
特開2012-104806(JP,A)
特開2012-188416(JP,A)
国際公開第2015/005440(WO,A1)
国際公開第2008/105294(WO,A1)
国際公開第2011/043083(WO,A1)
国際公開第2010/134352(WO,A1)
特開2011-225546(JP,A)
国際公開第2005/081587(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 51/50
C09K 11/06
CAplus/REGISTRY(STN)