

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)公開番号

特開2024-46619  
(P2024-46619A)

(43)公開日 令和6年4月3日(2024.4.3)

(51)国際特許分類	F I	テーマコード(参考)
H 1 0 K 50/12 (2023.01)	H 1 0 K 50/12	3 K 1 0 7
H 1 0 K 85/60 (2023.01)	H 1 0 K 85/60	4 C 0 7 2
H 1 0 K 85/30 (2023.01)	H 1 0 K 85/30	
H 1 0 K 50/13 (2023.01)	H 1 0 K 50/13	
H 1 0 K 50/15 (2023.01)	H 1 0 K 50/15	

審査請求 未請求 請求項の数 25 O L (全89頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2023-150097(P2023-150097)	(71)出願人 000001007 キヤノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(22)出願日 令和5年9月15日(2023.9.15)	
(31)優先権主張番号 特願2022-150926(P2022-150926)	(74)代理人 100110870 弁理士 山口 芳広
(32)優先日 令和4年9月22日(2022.9.22)	(74)代理人 100096828 弁理士 渡辺 敬介
(33)優先権主張国・地域又は機関 日本国(JP)	(72)発明者 西出 洋祐 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
	(72)発明者 宮部 正仁 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
	(72)発明者 宮下 広和 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 最終頁に続く

(54)【発明の名称】 有機発光素子

(57)【要約】

【課題】高効率で駆動耐久特性の優れた有機発光素子を提供する。

【解決手段】基板、第一電極、発光層、第二電極、を有する有機発光素子であって、発光層は、第一の有機化合物、第二の有機化合物、第三の有機化合物を含み、

前記第一乃至第三の有機化合物は、自由回転可能な単結合が炭素-炭素結合からなり、

前記第二の有機化合物の自由回転可能な炭素-炭素結合の少なくとも一方の炭素は $sp^2$ 炭素であり、

前記第一の有機化合物のHOMOのエネルギー準位をHOMO1、前記第二の有機化合物のLUMOのエネルギー準位をLUMO2、前記第三の有機化合物のHOMO及びLUMOのエネルギー準位をHOMO3及びLUMO3とした時、以下の[I]、[II]を満たすことを特徴とする有機発光素子。

| LUMO2 | > | LUMO3 | [ I ]

| HOMO3 | > | HOMO1 | [ II ]

【選択図】なし

## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

第一電極と、発光層と、第二電極と、を有する有機発光素子であって、  
 前記発光層は、第一の有機化合物、第二の有機化合物、第三の有機化合物を含有し、  
 前記第一の有機化合物、前記第二の有機化合物、前記第三の有機化合物は、いずれも化合物内の自由回転可能な単結合がいずれも炭素 - 炭素結合であり、  
 前記第二の有機化合物に含まれる自由回転可能な炭素 - 炭素結合の少なくとも一方の炭素原子は  $sp^2$  炭素であり、  
 前記第一の有機化合物の HOMO のエネルギー準位を HOMO 1、前記第二の有機化合物の LUMO のエネルギー準位を LUMO 2、前記第三の有機化合物の HOMO 及び LUMO のエネルギー準位を HOMO 3 及び LUMO 3 とした時、以下の [ I ]、[ I I ] を満たすことを特徴とする有機発光素子。

10



## 【請求項 2】

前記第二の有機化合物の自由回転可能な炭素 - 炭素結合の炭素原子はいずれも  $sp^2$  炭素であることを特徴とする請求項 1 に記載の有機発光素子。

## 【請求項 3】

前記第一の有機化合物、前記第三の有機化合物に含まれる自由回転可能な炭素 - 炭素結合の炭素原子はいずれも  $sp^2$  炭素であることを特徴とする請求項 1 に記載の有機発光素子。

20

## 【請求項 4】

前記発光層における前記第一乃至第三の有機化合物の含有量は、第三の有機化合物 > 第一の有機化合物 > 第二の有機化合物であることを特徴とする請求項 1 に記載の有機発光素子。

## 【請求項 5】

前記第一の有機化合物、前記第二の有機化合物、前記第三の有機化合物は、いずれもアルキル基を有さないことを特徴とする請求項 1 に記載の有機発光素子。

## 【請求項 6】

前記第二の有機化合物は、青色発光材料であることを特徴とする請求項 1 に記載の有機発光素子。

30

## 【請求項 7】

前記第二の有機化合物は、フルオランテン骨格を有することを特徴とする請求項 1 に記載の有機発光素子。

## 【請求項 8】

前記第三の有機化合物は、アントラセン骨格、フェナントロリン骨格、ピレン骨格、クリセン骨格、ベンゾフェナントレン骨格、トリフェニレン骨格、フルオランテン骨格、ベンゾクリセン骨格、ベンゾフルオラン骨格のいずれかを有することを特徴とする請求項 1 に記載の有機発光素子。

## 【請求項 9】

前記第三の有機化合物は、ピレン骨格を有することを特徴とする請求項 1 に記載の有機発光素子。

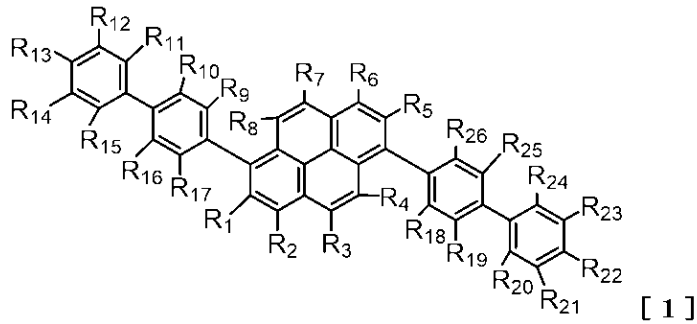
40

## 【請求項 10】

前記第一の有機化合物は、下記一般式 [ 1 ] で示される化合物であることを特徴とする請求項 1 に記載の有機発光素子。

50

## 【化 1】



10

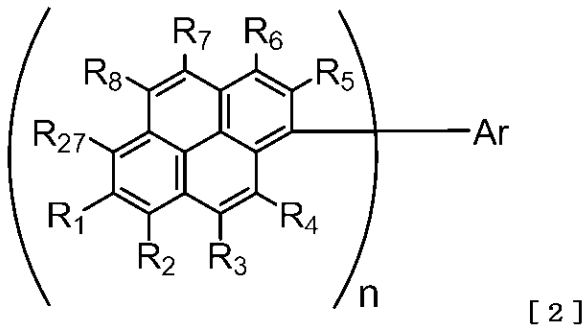
〔上記一般式 [ 1 ] 中、 $R_1$  乃至  $R_{26}$  は、水素原子、重水素原子、置換又は無置換のアルキル基、置換又は無置換のアルケニル基、置換又は無置換のアリール基、置換又は無置換の複素環基からそれぞれ独立に選ばれる。また、 $R_{10}$  と  $R_{11}$ 、 $R_{15}$  と  $R_{16}$ 、 $R_{19}$  と  $R_{20}$ 、 $R_{24}$  と  $R_{25}$  は、それぞれ炭素原子、酸素原子、硫黄原子、セレン原子、テルル原子をスペーサーとして環を形成してもよい。また、 $R_{11}$  乃至  $R_{15}$ 、 $R_{20}$  乃至  $R_{24}$  は隣り合う置換基と環を形成してもよい。〕

## 【請求項 1 1】

前記第一の有機化合物は、下記一般式 [ 2 ] で示される化合物であることを特徴とする請求項 1 に記載の有機発光素子。

20

## 【化 2】



30

〔上記一般式 [ 2 ] 中、 $R_1$  乃至  $R_8$  及び  $R_{27}$  は、水素原子、重水素原子、置換又は無置換のアルキル基、置換又は無置換のアリール基、置換又は無置換の複素環基からそれぞれ独立に選ばれる。 $n$  は、1 乃至 3 の自然数から選ばれる。〕

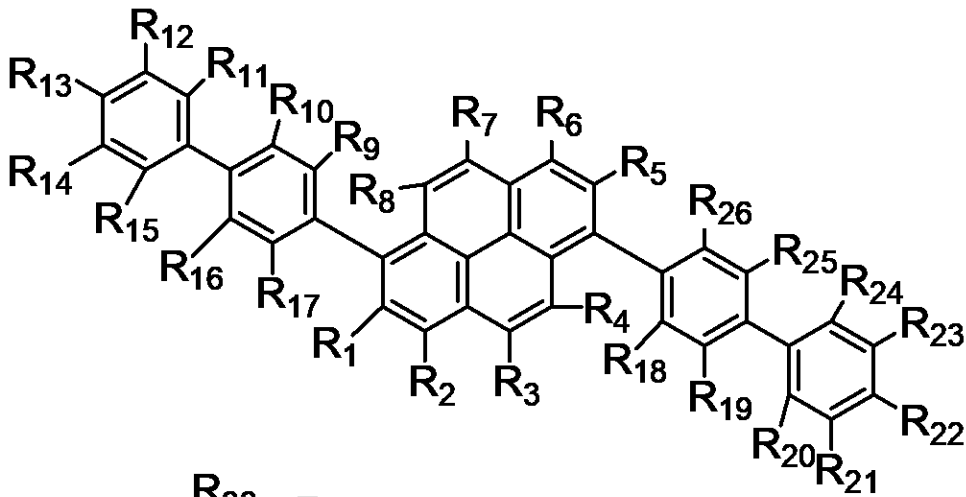
## 【請求項 1 2】

前記第一の有機化合物は、下記一般式 [ 1 - 1 ] 又は [ 1 - 2 ] で示される化合物であることを特徴とする請求項 1 に記載の有機発光素子。

40

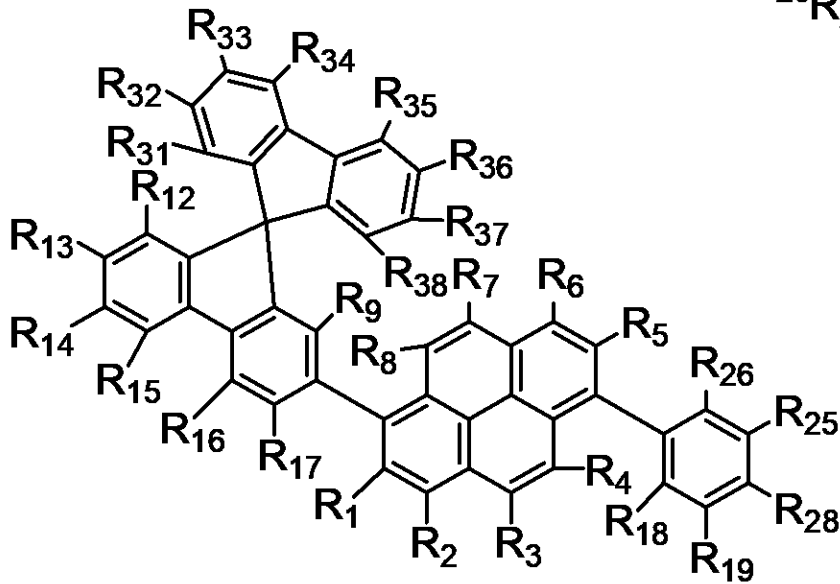
50

【化 3】



[1-1]

10



[1-2]

20

〔上記一般式〔1-1〕中、 $R_1$ 乃至 $R_{26}$ は、水素原子、重水素原子、置換又は無置換のアルキル基、置換又は無置換のアルケニル基、置換又は無置換のアリール基、置換又は無置換の複素環基からそれぞれ独立に選ばれる。また、 $R_{10}$ と $R_{11}$ 、 $R_{15}$ と $R_{16}$ 、 $R_{19}$ と $R_{20}$ 、 $R_{24}$ と $R_{25}$ の内少なくとも1組は、それぞれ炭素原子、酸素原子、硫黄原子、セレン原子、テルル原子のいずれかをスペーサーとして環を形成する。また、 $R_{11}$ 乃至 $R_{15}$ 、 $R_{20}$ 乃至 $R_{24}$ は隣り合う置換基と環を形成してもよい。〕

30

上記一般式〔1-2〕中、 $R_1$ 乃至 $R_{38}$ は、水素原子、重水素原子、置換又は無置換のアルキル基、置換又は無置換のアルケニル基、置換又は無置換のアリール基、置換又は無置換の複素環基からそれぞれ独立に選ばれる。また、 $R_{18}$ 乃至 $R_{19}$ 、 $R_{25}$ 乃至 $R_{26}$ 、 $R_{28}$ は、隣り合う置換基と環を形成してもよい。〕

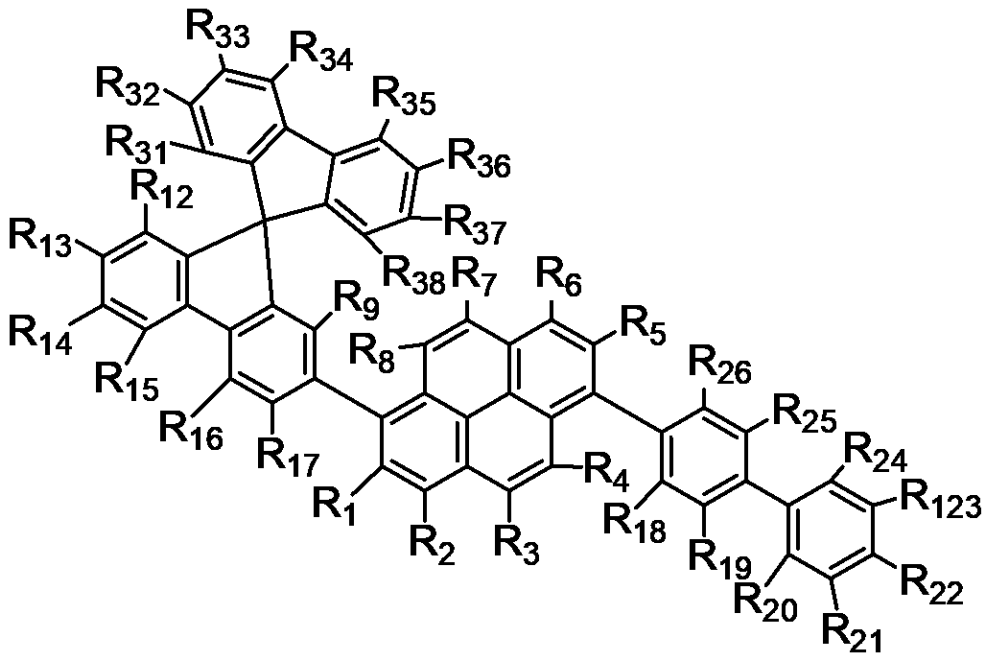
40

【請求項 13】

前記第一の有機化合物は、下記一般式〔1-3〕で示される化合物であることを特徴とする請求項 12 に記載の有機発光素子。

50

【化 4】



10

〔上記一般式〔1-3〕中、 $R_1$ 乃至 $R_{26}$ は、水素原子、重水素原子、置換又は無置換のアルキル基、置換又は無置換のアルケニル基、置換又は無置換のアリール基、置換又は無置換の複素環基からそれぞれ独立に選ばれる。また、 $R_{10}$ と $R_{11}$ 、 $R_{15}$ と $R_{16}$ 、 $R_{19}$ と $R_{20}$ 、 $R_{24}$ と $R_{25}$ の内少なくとも1組は、それぞれ炭素原子、酸素原子、硫黄原子、セレン原子、テルル原子のいずれかをスペーサーとして環を形成する。また、 $R_{11}$ 乃至 $R_{15}$ 、 $R_{20}$ 乃至 $R_{24}$ は隣り合う置換基と環を形成してもよい。〕

20

【請求項 1 4】

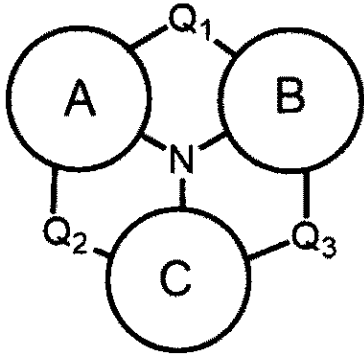
前記第一の有機化合物は、下記一般式〔3-1〕乃至〔3-4〕で示される骨格を有する化合物であることを特徴とする請求項 1 に記載の有機発光素子。

30

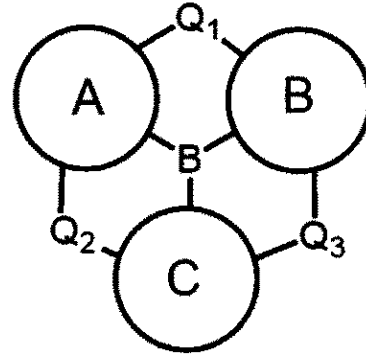
40

50

【化 5】

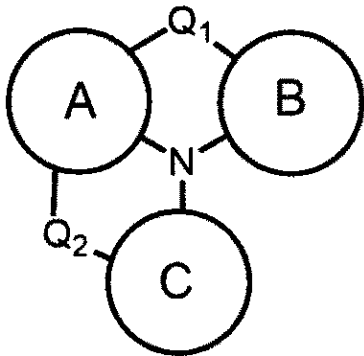


[ 3 - 1 ]

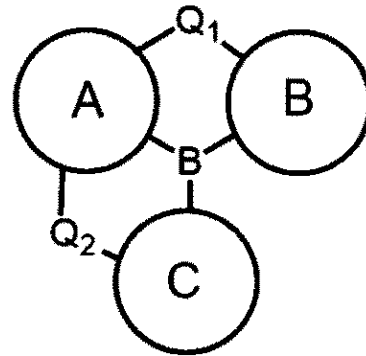


[ 3 - 2 ]

10



[ 3 - 3 ]



[ 3 - 4 ]

20

30

〔上記一般式 [ 3 - 1 ] 乃至 [ 3 - 4 ] 中、環状ユニット A 乃至 C は、芳香族炭化水素基、複素環基からそれぞれ独立に選ばれ、縮環してもよい。Q<sub>1</sub> 乃至 Q<sub>3</sub> は、直接結合、C R<sub>1</sub> R<sub>2</sub>、N R<sub>3</sub>、酸素原子、硫黄原子、セレン原子、テルル原子からそれぞれ独立に選ばれる。置換基 R<sub>1</sub> 乃至 R<sub>3</sub> は、置換又は無置換のアルキル基、置換又は無置換のアルコキシ基、置換又は無置換のアリール基、置換又は無置換のヘテロアリール基のいずれかからそれぞれ独立に選ばれ、R<sub>3</sub> は隣の環状ユニット A 乃至 C と互いに環を形成してもよい。〕

【請求項 15】

40

前記発光層に接して正孔ブロック層を有し、前記正孔ブロック層が、炭化水素からなる縮合環骨格を有する化合物で形成されていることを特徴とする請求項 1 に記載の有機発光素子。

【請求項 16】

前記発光層に接して電子ブロック層を有し、前記電子ブロック層を構成する化合物の自由回転可能な単結合は、炭素 - 炭素結合であることを特徴とする請求項 1 に記載の有機発光素子。

【請求項 17】

前記発光層を第一の発光層として、前記第一の発光層に接して配置される第二の発光層を有し、前記第二の発光層は前記第一の発光層とは発光色が異なることを特徴とする請求

50

項 1 に記載の有機発光素子。

【請求項 18】

複数の画素を有し、前記複数の画素の少なくとも一つが、請求項 1 乃至 17 のいずれか一項に記載の有機発光素子と、前記有機発光素子に接続されたトランジスタと、を有することを特徴とする表示装置。

【請求項 19】

複数のレンズを有する光学部と、前記光学部を通過した光を受光する撮像素子と、前記撮像素子が撮像した画像を表示する表示部と、を有し、

前記表示部は請求項 1 乃至 17 のいずれか一項に記載の有機発光素子を有することを特徴とする光電変換装置。

10

【請求項 20】

請求項 1 乃至 17 のいずれか一項に記載の有機発光素子を有する表示部と、前記表示部が設けられた筐体と、前記筐体に設けられ、外部と通信する通信部と、を有することを特徴とする電子機器。

【請求項 21】

請求項 1 乃至 17 のいずれか一項に記載の有機発光素子を有する光源と、前記光源が発する光を透過する光拡散部又は光学フィルタと、を有することを特徴とする照明装置。

【請求項 22】

請求項 1 乃至 17 のいずれか一項に記載の有機発光素子を有する灯具と、前記灯具が設けられた機体と、を有することを特徴とする移動体。

20

【請求項 23】

請求項 1 乃至 17 のいずれか一項に記載の有機発光素子を有することを特徴とする電子写真方式の画像形成装置の露光光源。

【請求項 24】

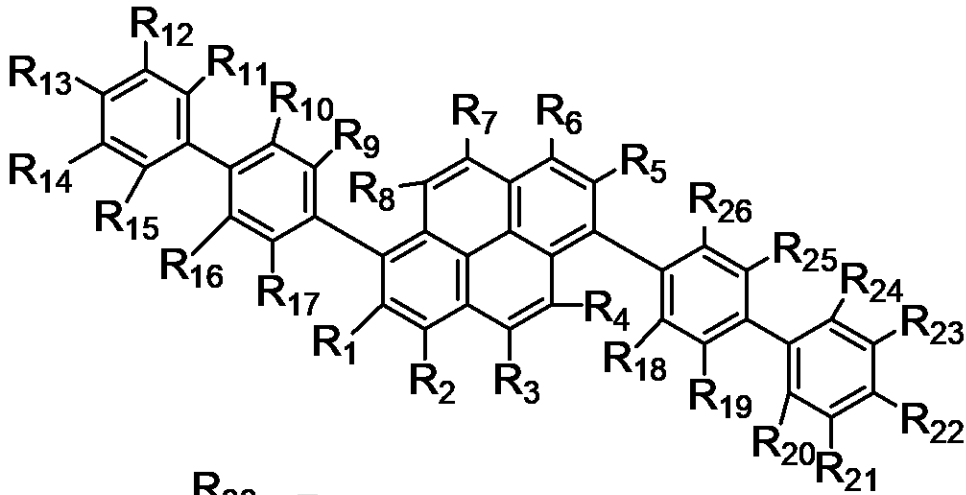
下記一般式 [ 1 - 1 ] 又は [ 1 - 2 ] で示されることを特徴とする有機化合物。

30

40

50

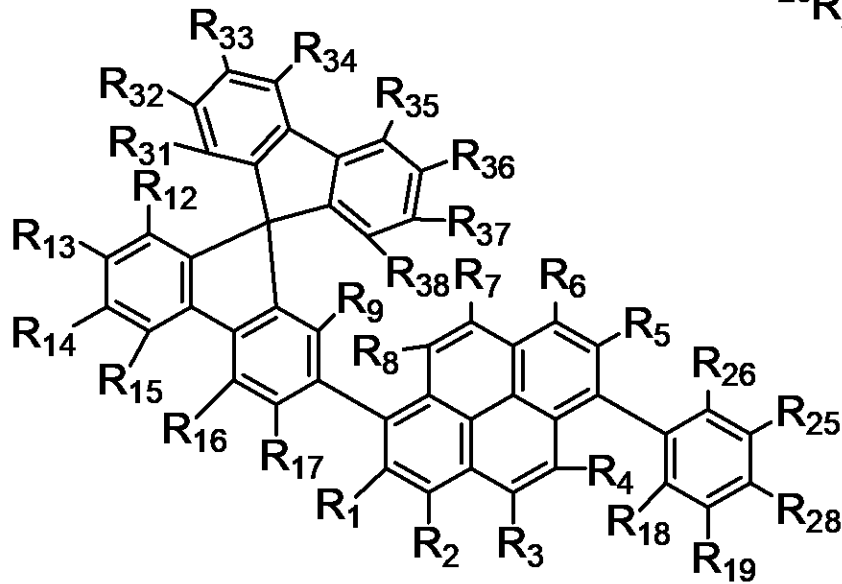
【化 6】



[1-1]

10

20



[1-2]

30

〔上記一般式〔1-1〕中、 $R_1$ 乃至 $R_{26}$ は、水素原子、重水素原子、置換又は無置換のアルキル基、置換又は無置換のアルケニル基、置換又は無置換のアリール基、置換又は無置換の複素環基からそれぞれ独立に選ばれる。また、 $R_{10}$ と $R_{11}$ 、 $R_{15}$ と $R_{16}$ 、 $R_{19}$ と $R_{20}$ 、 $R_{24}$ と $R_{25}$ の内少なくとも1組は、それぞれ炭素原子、酸素原子、硫黄原子、セレン原子、テルル原子のいずれかをスペーサーとして環を形成する。また、 $R_{11}$ 乃至 $R_{15}$ 、 $R_{20}$ 乃至 $R_{24}$ は隣り合う置換基と環を形成してもよい。〕

上記一般式〔1-2〕中、 $R_1$ 乃至 $R_{38}$ は、水素原子、重水素原子、置換又は無置換のアルキル基、置換又は無置換のアルケニル基、置換又は無置換のアリール基、置換又は無置換の複素環基からそれぞれ独立に選ばれる。また、 $R_{18}$ 乃至 $R_{19}$ 、 $R_{25}$ 乃至 $R_{26}$ 、 $R_{28}$ は、隣り合う置換基と環を形成してもよい。〕

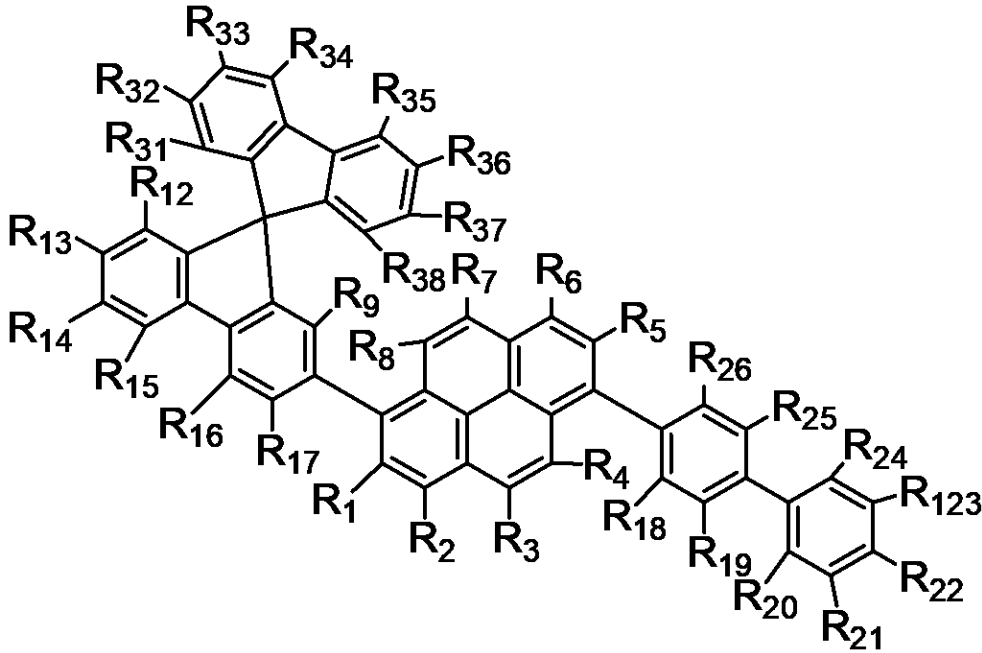
40

【請求項 25】

下記一般式〔1-3〕で示されることを特徴とする請求項 24 に記載の有機化合物。

50

【化 7】



[1-3]

10

〔上記一般式 [ 1 - 3 ] 中、 $R_1$  乃至  $R_{26}$  は、水素原子、重水素原子、置換又は無置換のアルキル基、置換又は無置換のアルケニル基、置換又は無置換のアリール基、置換又は無置換の複素環基からそれぞれ独立に選ばれる。また、 $R_{10}$  と  $R_{11}$ 、 $R_{15}$  と  $R_{16}$ 、 $R_{19}$  と  $R_{20}$ 、 $R_{24}$  と  $R_{25}$  の内少なくとも 1 組は、それぞれ炭素原子、酸素原子、硫黄原子、セレン原子、テルル原子のいずれかをスペーサーとして環を形成する。また、 $R_{11}$  乃至  $R_{15}$ 、 $R_{20}$  乃至  $R_{24}$  は隣り合う置換基と環を形成してもよい。〕

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、有機発光素子と、該有機発光素子を有する各種機器、装置、及び該有機発光素子に用いる有機化合物に関する。

30

【背景技術】

【0002】

有機発光素子（「有機エレクトロルミネッセンス素子」、或いは「有機 EL 素子」と称する場合がある）は、一对の電極とこれら電極間に配置される有機化合物層とを有する電子素子である。これら一对の電極から電子及び正孔を注入することにより、有機化合物層中の発光性有機化合物の励起子を生成し、該励起子が基底状態に戻る際に、有機発光素子は光を放出する。

有機発光素子の最近の進歩は著しく、低駆動電圧、多様な発光波長、高速応答性、発光素子の薄型化・軽量化が可能であることが挙げられる。

ところで、有機発光素子は様々な発光色を放出することができるが、特に、可視領域で最もエネルギーの高い青色発光素子の耐久性能改善が課題である。

40

素子の耐久性能改善の手法の一つとして、発光層構成の改良が挙げられる。特許文献 1 には、ピレン系ホストと tert - ブチル基を有するフルオランテンドーパントに対して第三の有機化合物を用いた三元系発光層の青色有機発光素子の例が報告されている。また、特許文献 2 には、カルバゾール系ホストとジアリールアミノ基を有するドーパントに対して第三の有機化合物を用いた三元系発光層の青色有機発光素子の例が報告されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2011 - 71194 号公報

50

【特許文献2】特開2010-245061号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

さらなる高信頼性のディスプレイを提供していくためには、より長寿命の有機発光素子が必要になる。特に高エネルギーの青色有機発光素子において耐久特性の改善が課題として挙げられる。

特許文献1には、3種の有機化合物を用いることで、発光層のHOMO-LUMOの準位を調整し、耐久特性の改善を目的とした発光素子例が開示されているが、結合エネルギーの低い $sp^3$ 炭素- $sp^3$ 炭素を有するドーパントが用いられており、耐久性能のさら

10

なる改善が望まれる。特許文献2には、3種の有機化合物を用いることで、発光層のHOMO-LUMOの準位を調整し、耐久特性の改善を目的とした青色発光素子の例が開示されているが、結合エネルギーの低い炭素-窒素単結合を有するドーパントが用いられており、耐久性能のさらなる改善が望まれる。

本発明は、上記課題に鑑みてなされるものであり、その目的は、耐久特性が優れる有機発光素子を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明は、第一電極と、発光層と、第二電極と、を有する有機発光素子であって、前記発光層は、第一の有機化合物、第二の有機化合物、第三の有機化合物を含有し、前記第一の有機化合物、前記第二の有機化合物、前記第三の有機化合物は、いずれも化合物内の自由回転可能な単結合がいずれも炭素-炭素結合であり、

20

前記第二の有機化合物に含まれる自由回転可能な炭素-炭素結合の少なくとも一方の炭素原子は $sp^2$ 炭素であり、

前記第一の有機化合物のHOMOのエネルギー準位をHOMO1、前記第二の有機化合物のLUMOのエネルギー準位をLUMO2、前記第三の有機化合物のHOMO及びLUMOのエネルギー準位をHOMO3及びLUMO3とした時、以下の[I]、[II]を満たすことを特徴とする。

$$\begin{array}{l} |LUMO2| > |LUMO3| \quad [I] \\ |HOMO3| > |HOMO1| \quad [II] \end{array}$$

30

【発明の効果】

【0006】

本発明によれば、駆動耐久特性に優れた有機発光素子を提供でき、該有機発光素子を用いて、優れた機器、装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図1】(a)本発明の一実施形態に係る表示装置の画素の一例を表す概略断面図である。(b)本発明の一実施形態に係る有機発光素子を用いた表示装置の一例の概略断面図である。

40

【図2】本発明の一実施形態に係る表示装置の一例を表す模式図である。

【図3】(a)本発明の一実施形態に係る撮像装置の一例を表す模式図である。(b)本発明の一実施形態に係る電子機器の一例を表す模式図である。

【図4】(a)本発明の一実施形態に係る表示装置の一例を表す模式図である。(b)折り曲げ可能な表示装置の一例を表す模式図である。

【図5】(a)本発明の一実施形態に係る照明装置の一例を示す模式図である。(b)本発明の一実施形態に係る車両用灯具を有する自動車の一例を示す模式図である。

【図6】(a)本発明の一実施形態に係るウェアラブルデバイスの一例を示す模式図である。(b)本発明の一実施形態に係るウェアラブルデバイスの一例で、撮像装置を有する形態を示す模式図である。

50

【図 7】(a) 本発明の一実施形態に係る画像形成装置の模式図である。(b) 及び(c) 露光光源の発光部が長尺状の基板に複数配置されている形態を示す模式図である。

【発明を実施するための形態】

【0008】

本発明は長寿命の有機発光素子を提供するための発明である。有機発光素子の長寿命化を達成するためには、素子内の有機材料で特に発光層に使用する有機材料の劣化を防ぐ必要がある。一般的には、有機発光素子の長寿命化においては、再結合領域を拡大させて、励起子発生が集中することによる劣化を防止することが有効である。励起子発生が集中すると、励起状態にある分子上に、別の励起状態にある分子からエネルギー移動が起こりさらなる高エネルギー状態へ遷移してしまう。高エネルギー状態においては、分子構造中の一重結合部位の結合エネルギーを超える状況が発生した場合、結合が開裂し分解物が発生することで、輝度劣化が起こってしまう。これを回避するために、励起子発生を分散させることが有効である。

10

【0009】

励起子発生領域を分散させる方法はいくつか挙げられる。本発明においては、ホスト化合物に対して正孔トラップ性の第一の有機化合物と電子トラップ性の第二の有機化合物の2種類の有機化合物を加えることで、発光層への電荷注入が良好で、且つ、励起子発生領域を分散させる方法が有効であると考えた。つまり、下記[I]、[II]の関係を満たす。尚、第三の有機化合物はホストである。

| LUMO 2 | > | LUMO 3 | [I]

| HOMO 3 | > | HOMO 1 | [II]

HOMO 1 : 第一の有機化合物のHOMOのエネルギー準位

HOMO 3 : 第三の有機化合物のHOMOのエネルギー準位

LUMO 2 : 第二の有機化合物のLUMOのエネルギー準位

LUMO 3 : 第三の有機化合物のLUMOのエネルギー準位

20

【0010】

尚、HOMOは最高被占軌道を、LUMOは最低空軌道を意味し、HOMOのエネルギー準位を「HOMO」、「HOMO準位」、LUMOのエネルギー準位を「LUMO」、「LUMO準位」と称する場合もある。

【0011】

本発明における発光層構成の特徴を以下に説明する。尚、本明細書において、特に指定のない場合の置換基の具体例は以下の通りである。

30

【0012】

アルキル基としては、炭素数1以上20以下のアルキル基であってよい。例えば、メチル基、エチル基、n-プロピル基、iso-プロピル基、n-ブチル基、tert-ブチル基、sec-ブチル基、オクチル基、シクロヘキシル基、1-アダマンチル基、2-アダマンチル基等が挙げられるが、これらに限定されるものではない。

【0013】

アルコキシ基としては、炭素数1以上10以下のアルコキシ基であってよい。例えば、メトキシ基、エトキシ基、プロポキシ基、2-エチル-オクチルオキシ基、ベンジルオキシ基等が挙げられるが、これらに限定されるものではない。

40

【0014】

シリル基としては、例えば、トリメチルシリル基、トリフェニルシリル基等が挙げられるが、これらに限定されるものではない。

【0015】

アリール基としては、炭素数6以上20以下のアリール基であってよい。例えば、フェニル基、ナフチル基、インデニル基、ピフェニル基、ターフェニル基、フルオレニル基、フェナントリル基、フルオランテニル基、トリフェニレニル基等が挙げられるが、これらに限定されるものではない。

【0016】

50

ヘテロアリアル基としては、炭素数 3 以上 20 以下のヘテロアリアル基であってよい。例えば、ピリジル基、ピリミジル基、ピラジル基、トリアゾリル基、オキサゾリル基、オキサジアゾリル基、チアゾリル基、チアジアゾリル基、カルバゾリル基、アクリジニル基、フェナントロリル基、ジベンゾフラニル基、ジベンゾチオフェニル基等が挙げられるが、これらに限定されるものではない。

【0017】

アミノ基としては、例えば、N - メチルアミノ基、N - エチルアミノ基、N, N - ジメチルアミノ基、N, N - ジエチルアミノ基、N - メチル - N - エチルアミノ基、N - ベンジルアミノ基、N - メチル - N - ベンジルアミノ基、N, N - ジベンジルアミノ基、アニリノ基、N, N - ジフェニルアミノ基、N, N - ジナフチルアミノ基、N, N - ジフルオレニルアミノ基、N - フェニル - N - トリルアミノ基、N, N - ジトリルアミノ基、N - メチル - N - フェニルアミノ基、N, N - ジアニソリルアミノ基、N - メシチル - N - フェニルアミノ基、N, N - ジメシチルアミノ基、N - フェニル - N - (4 - tert - ブチルフェニル)アミノ基、N - フェニル - N - (4 - トリフルオロメチルフェニル)アミノ基、N - ピペリジル基、カルバゾリル基等が挙げられるが、これらに限定されるものではない。

10

【0018】

アリアルオキシ基、ヘテロアリアルオキシ基としては、例えば、フェノキシ基、チエニルオキシ基等が挙げられるが、これらに限定されるものではない。

【0019】

アルキル基、アルコキシ基、シリル基、アリアル基、ヘテロアリアル基、アミノ基、アリアルオキシ基、ヘテロアリアルオキシ基がさらに有してもよい置換基としては、例えば、重水素原子；フッ素、塩素、臭素、ヨウ素等のハロゲン原子；メチル基、エチル基、ノルマルプロピル基、イソプロピル基、n - ブチル基、tert - ブチル基等のアルキル基；メトキシ基、エトキシ基、プロポキシ基等のアルコキシ基；ジメチルアミノ基、ジエチルアミノ基、ジベンジルアミノ基、ジフェニルアミノ基、ジトリルアミノ基等のアミノ基；フェノキシ基等のアリアルオキシ基；フェニル基、ピフェニル基等の芳香族炭化水素基；ピリジル基、ピロリル基等のヘテロアリアル基；シアノ基、ヒドロキシ基、チオール基等が挙げられるが、これらに限定されるものではない。

20

【0020】

〔1〕発光層を構成する化合物の自由回転可能な単結合は、炭素 - 炭素結合である。

本発明の有機発光素子において、発光層中の正孔は、主として第一の有機化合物上でトラップされ、発光層中の電子は、主として第二の有機化合物上でトラップされることが特徴の一つである。これにより、発光層内に電荷を閉じ込めることができ、再結合領域が分散されるため、耐久が向上する。

30

【0021】

言い換えれば、第一の有機化合物と第二の有機化合物にラジカル状態又は励起状態での負荷がかかることを意味する。従って、第一の有機化合物と第二の有機化合物は、高エネルギー励起状態においても分解に強い骨格である必要があり、さらには、ホストである第三の有機化合物においても、電荷の再結合や励起は起こるため、同様に分解に強い骨格であることが望ましく、これが本発明の特徴である。分解に強い骨格とは、具体的には、自由回転可能な単結合が全て炭素 - 炭素結合であることが重要である。さらに、自由回転可能な単結合のうち少なくとも一つは  $sp^2$ 炭素からなることが好ましい。さらに、自由回転可能な単結合が全て  $sp^2$ 炭素 -  $sp^2$ 炭素結合であることが好ましい。尚、 $sp^2$ 、 $sp^3$ とは  $sp^2$ 混成軌道、 $sp^3$ 混成軌道を意味する。

40

【0022】

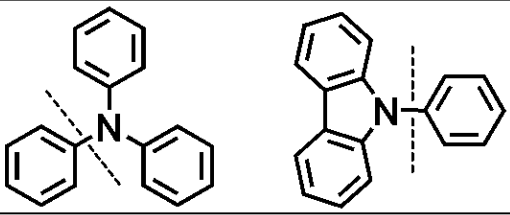
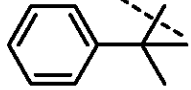
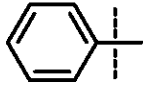
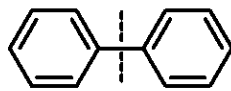
表 1 に、自由回転可能な単結合の結合エネルギーの例について示す。表 1 に示す通り、炭素 - 窒素結合などが縮合多環骨格間の結合として設けられると、一定の励起子発生の集積により発生するより高次の励起エネルギー状態において、結合が切れやすい。よって、本発明においては、第一の有機化合物、第二の有機化合物、第三の有機化合物のそれぞれ

50

において、化合物中の自由回転可能な単結合は炭素 - 炭素結合である。

【 0 0 2 3 】

【 表 1 】

自由回転可能な単結合	代表分子構造	結合エネルギー [eV]
$sp^2$ 炭素-窒素		3.8
$sp^3$ 炭素- $sp^3$ 炭素		4.3
$sp^2$ 炭素- $sp^3$ 炭素		4.9
$sp^2$ 炭素- $sp^2$ 炭素		5.1

10

20

【 0 0 2 4 】

表 2 に、先行技術文献 2 に記載の発光層構成及び材料と本発明の発光層構成及び材料を用いた有機発光素子の耐久特性の比較を示した。表 2 中の「本発明 1」、「比較例 1」乃至「比較例 3」は、後述する実施例中の実施例 1、比較例 1 乃至 3 である。また、LUMO 準位、HOMO 準位の単位は [ e V ] である。有機発光素子の作製方法、層構成、評価、HOMO 準位及び LUMO 準位の測定方法は、後述の実施例に記載の通りである。

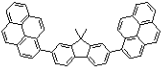
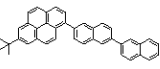
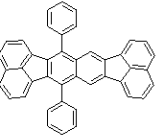
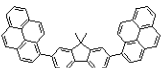
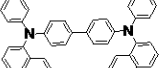
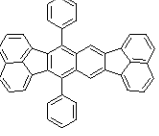
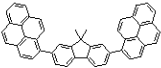
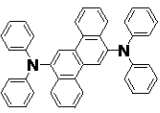
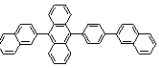
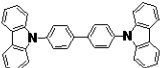
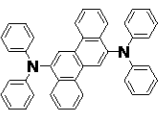
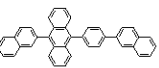
30

【 0 0 2 5 】

40

50

【表 2】

		第三の有機化合物		第一の有機化合物		第二の有機化合物		素子 耐久比
本発明 1	LUMO	-3.0		-2.8		-3.2		1.3
	HOMO	-6.0		-5.8		-6.0		
比較例 1	LUMO	-3.0		-2.6		-3.2		1.0
	HOMO	-6.0		-5.6		-6.0		
比較例 2	LUMO	-3.0		-2.6		-3.1		0.7
	HOMO	-6.0		-5.5		-6.0		
比較例 3	LUMO	-2.7		-2.9		-3.1		0.5
	HOMO	-6.2		-5.5		-6.0		

10

20

## 【0026】

表 2 に示すように、発光層材料が自由回転可能な単結合に C - N 結合を有する比較例 1 乃至 3 は耐久比が 1 . 0 以下であったのに対して、本発明 1 の発光層材料は自由回転可能な単結合が全て炭素 - 炭素結合であり、耐久比は 1 . 3 であった。従って、発光層の構成材料としては、自由回転可能な単結合が全て、結合エネルギーが高い炭素 - 炭素結合であることが好ましい。

## 【0027】

〔2〕第二の有機化合物の自由回転可能な炭素 - 炭素結合のうち少なくとも一方の炭素は  $sp^2$  炭素である。

本発明において、第二の有機化合物は LUMO 準位が深く（真空準位から遠い）、電子トラップ性の化合物である。また、第一の有機化合物は HOMO 準位が浅く、正孔トラップ性の化合物である。また、第一乃至第三の有機化合物全てにおいて、自由回転可能な単結合が全て炭素 - 炭素結合からなるため、第一の有機化合物及び第二の有機化合物共に HOMO - LUMO が深くなりやすい。つまり、第三の有機化合物と第一の有機化合物の HOMO 準位の差（正孔トラップ性能）よりも、第三の有機化合物と第二の有機化合物の LUMO 準位の差（電子トラップ性能）の方が大きい。従って、発光層を構成する有機化合物の中でも、第二の有機化合物が最も電荷をトラップし励起する確率が高く、電荷や励起子による分解が起こり易い。よって、第一乃至第三の有機化合物の中でも、特に第二の有機化合物の結合安定性が高いことが好ましい。

30

40

## 【0028】

前記表 1 に示されるように、結合エネルギーの安定性は、 $sp^2$  炭素 - 窒素結合、 $sp^3$  炭素 -  $sp^3$  炭素結合、 $sp^3$  炭素 -  $sp^2$  炭素結合、 $sp^2$  炭素 -  $sp^2$  炭素結合の順に高くなる。この結果より、炭素 - 炭素結合の中でも、 $sp^3$  炭素 -  $sp^3$  炭素結合は結合エネルギーが低く、励起状態で分解又は反応が起こり易いため、有機発光素子駆動中の輝度劣化が大きくなり易い。つまり、有機発光素子の耐久特性が低下し易い。一方、 $sp^2$  炭素 -  $sp^3$  炭素結合又は  $sp^2$  炭素 -  $sp^2$  炭素結合は、 $sp^3$  炭素 -  $sp^3$  炭素結合よりも結合エネルギーが高く、励起状態で分解又は反応が抑制され、有機発光素子の耐久特

50

性が向上する。

【 0 0 2 9 】

表 3 に、先行技術文献 1 に記載の発光層材料からなる有機発光素子と、本発明の発光層材料からなる有機発光素子を比較した。表 3 中の「本発明 2」乃至「本発明 4」、「比較例 4」は、後述する実施例中の実施例 2 乃至実施例 4、比較例 4 である。また、LUMO 準位、HOMO 準位の単位は [ e V ] である。有機発光素子の作製方法、層構成、評価は、後述の実施例に記載の通りである。

【 0 0 3 0 】

【表 3】

		第三の有機化合物		第一の有機化合物		第二の有機化合物		素子 耐久比
本発明 2	LUMO	-3.1		-3.0		-3.5		2.7
	HOMO	-6.1		-5.9		-6.1		
本発明 3	LUMO	-3.0		-3.1		-3.5		1.7
	HOMO	-6.0		-5.9		-6.1		
本発明 4	LUMO	-3.0		-3.1		-3.6		1.5
	HOMO	-6.0		-5.9		-6.0		
比較例 4	LUMO	-3.0		-3.1		-3.6		1.0
	HOMO	-6.0		-5.9		-6.0		

10

20

30

【 0 0 3 1 】

表 3 に示すように、第二の有機化合物が、自由回転可能な単結合として  $sp^3$  炭素 -  $sp^3$  炭素結合を有する比較例 4 に対して、 $sp^3$  炭素 -  $sp^3$  炭素結合を有していない本発明 4の方が、良好な耐久特性を示す。また、第二の有機化合物が、 $sp^2$  炭素 -  $sp^3$  炭素結合を有する本発明 4 よりも、 $sp^2$  炭素 -  $sp^2$  炭素結合のみからなる本発明 3の方がさらに良好な耐久特性を示す。またさらに、第一乃至第三の有機化合物全てにおいて、自由回転可能な単結合が  $sp^2$  炭素 -  $sp^2$  炭素結合である本発明 2 において、より良好な耐久特性が示される。よって、本発明に係る第二の有機化合物は、 $sp^3$  炭素 -  $sp^2$  炭素結合及び  $sp^2$  炭素 -  $sp^2$  炭素結合のみからなる、即ち、少なくとも一方が  $sp^2$  炭素である炭素 - 炭素結合である有機化合物とすることにより、有機発光素子の耐久特性が向上する。

40

【 0 0 3 2 】

本発明においては、さらに下記のような特徴を有することがより好ましい。

〔 3 〕 第二の有機化合物は、フルオランテン骨格を有する。

第二の有機化合物はホスト（第三の有機化合物）に対して LUMO 準位が深く（真空準位から遠い）電子トラップ性を有することが特徴であることを上述したが、LUMO 準位が深い骨格として、フルオランテン骨格を有することが好ましい。フルオランテン骨格は電子不足である 5 員環を有し、安定な炭化水素のみからなるためであり、さらに、5 員環

50

の含有数が2個以上であることにより、さらにLUMO準位が深くなり、電子トラップ性が向上するため、好ましい。

【0033】

また、一般的に、電子ブロッキング層材料は自由回転可能な $sp^2$ 炭素-窒素結合を有し、中性状態で電子豊富であるため、電子を受け取ること(還元)もしくは励起状態で分解しやすい。従って、電子ブロッキング層や正孔ブロッキング層を有する素子構成では、再結合領域を電子ブロッキング層/発光層界面よりも正孔ブロッキング層/発光層界面側に偏らせることで素子耐久特性が向上する。このことから、第二の有機化合物はホスト化合物に対してLUMOが深く、電子トラップ性を有することが好ましい。尚、自由回転可能な単結合が炭素-炭素結合からなる第一の有機化合物を電子ブロッキング層に用いると、その分子構造安定性の観点から、分解が抑制されるため、より好ましい。

10

【0034】

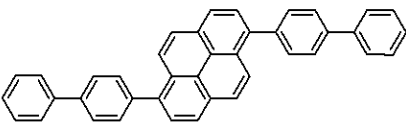
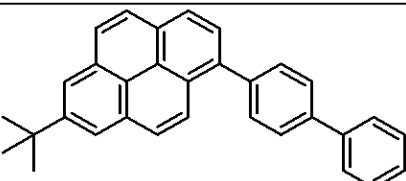
〔4〕第一の有機化合物は、酸化に対して安定である。

上述のように、第一の有機化合物はラジカルカチオン状態で存在する確率が高い。従って、第一の有機化合物はラジカルカチオン状態で特に安定であることが好ましい。表4に、2種類の有機化合物について、CV(サイクリックボルメトリー)測定を用いて1電子酸化の10連続挿引評価を行い、酸化安定性を評価した結果を示す。CVの測定は、0.1Mテトラブチルアンモニウム過塩素酸塩のジクロロメタン溶液で行い、参照電極はAg/Ag<sup>+</sup>、対極はPt、作用電極はグラッシカーボンを用いて測定した。また、挿引速度は、0.1V/sで行った。測定装置はALS社製のモデル660C、電気化学アナライザーを用いた。素子耐久比については、表3の本発明2(実施例2)と同様の素子構成として評価した。

20

【0035】

【表4】

	分子構造	CV 第一酸化波 (10回繰り返し挿引)	素子耐久比
有機化合物1		可逆	1.4
有機化合物2		不可逆	1.0

30

【0036】

表4に示すように、可逆な酸化波が得られた有機化合物1は、不可逆な酸化波が得られた有機化合物2よりも、素子耐久比が1.4倍向上することを見出した。これは、有機化合物1のように酸化安定性の高い分子構造を有することで、一電子酸化されても分解や反応を起こすことなく安定に存在できることを示している。

40

【0037】

〔5〕第一乃至第三有機化合物の自由回転可能な単結合は、全て $sp^2$ 炭素- $sp^2$ 炭素結合である。

上記〔2〕で述べたように、第二の有機化合物の自由回転可能な単結合は、結合エネルギーがより高い方が好ましく、最も結合エネルギーが高い $sp^2$ 炭素- $sp^2$ 炭素結合が好ましい。しかし、程度の差はあっても、ホストである第三の有機化合物や第一の有機化

50

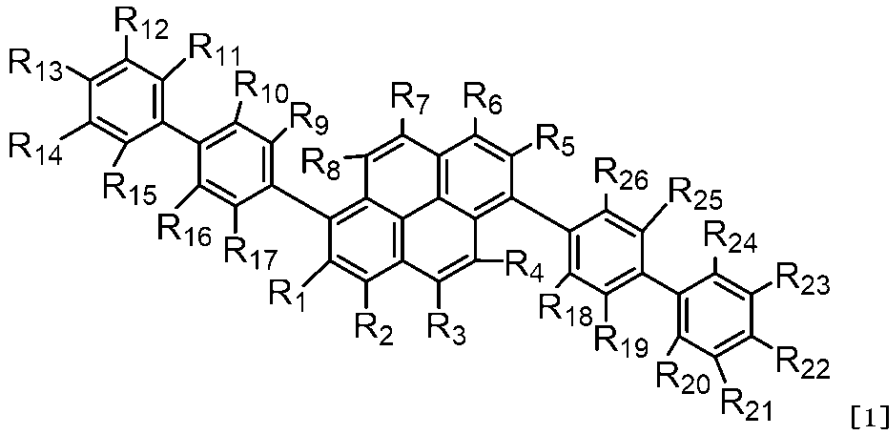
合物も、電荷の再結合や励起は起こる。従って、発光層を構成する第一の有機化合物及び第三の有機化合物の自由回転可能な単結合においても、 $sp^2$ 炭素 -  $sp^2$ 炭素結合のみからなることがより好ましい。

【0038】

〔6〕第一の有機化合物の自由回転可能な単結合が $sp^2$ 炭素 -  $sp^2$ 炭素結合の場合、一般式〔1〕で示される有機化合物であることが好ましい。さらに好ましくは、下記一般式〔1〕で示され、且つ炭化水素のみからなる有機化合物である。

【0039】

〔化1〕



10

20

【0040】

上記一般式〔1〕中、R<sub>1</sub>乃至R<sub>26</sub>は、水素原子、重水素原子、置換又は無置換のアルキル基、置換又は無置換のアルケニル基、置換又は無置換のアリール基、置換又は無置換の複素環基からそれぞれ独立に選ばれる。また、R<sub>10</sub>とR<sub>11</sub>、R<sub>15</sub>とR<sub>16</sub>、R<sub>19</sub>とR<sub>20</sub>、R<sub>24</sub>とR<sub>25</sub>は、それぞれ炭素原子、酸素原子、硫黄原子、セレン原子、テルル原子をスペーサーとして環を形成してもよい。また、R<sub>11</sub>乃至R<sub>15</sub>、R<sub>20</sub>乃至R<sub>24</sub>は隣り合う置換基と環を形成してもよい。

【0041】

上記一般式〔1〕で示される有機化合物は、正孔トラップ性を有することから励起確率が高く、結合エネルギーが高い。また、酸化安定性も高く、第一の有機化合物として好ましい。

30

【0042】

本発明において、第一の有機化合物はホストである第三の有機化合物に対してHOMO準位が浅く（真空準位に近い）正孔トラップ性を有することが特徴である。しかしながら、一般的に、自由回転可能な単結合が $sp^2$ 炭素 -  $sp^2$ 炭素結合のみからなりHOMO準位が浅い化合物を創出することは非常に困難である。本発明者らは鋭意検討の結果、一般式〔1〕の分子構造を有することで、よりHOMO準位が浅くなることを見出した。具体的には、第三の有機化合物や第二の有機化合物の基本骨格としても有能なピレン骨格に対して、ビフェニルユニットが付与されることにより、薄膜化においてより有効にスタックされることで分子の電子密度が向上し、HOMO準位が浅くなる効果が発現する。さらに、ビフェニルユニットが2個以上付与されている方がよりHOMO準位が浅くなる。

40

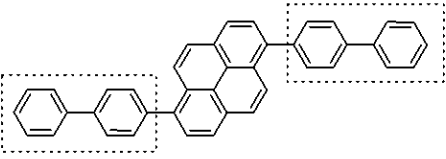
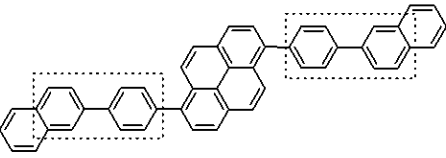
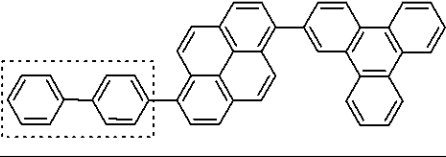
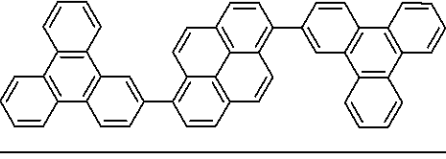
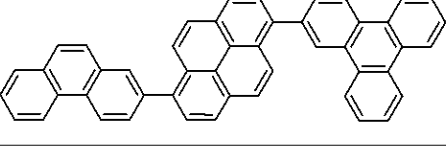
【0043】

表5に、第一の有機化合物に関連する有機化合物において、ビフェニルユニットの有無とその置換数に対してHOMO準位の計算値と実測値、及びその差分（HOMO）を示した。HOMO準位の实測値は、50nm膜を作製して理研計器の「AC-3」を用いて測定したイオン化ポテンシャルの値である。表5中の有機化合物1乃至5のHOMO計算値はどれも同等だが、HOMO実測値はビフェニルユニットが多いほど浅くなることを見出した。つまり、このビフェニルユニット付与によるHOMO浅化効果は、計算では予測することは出来ず、本発明者等により見出されたものである。

50

【 0 0 4 4 】

【 表 5 】

有機化合物	分子構造	HOMO計算値 [eV]	HOMO実測値 [eV]	ΔHOMO 計算値-実測値 [eV]
1		-5.13	-5.89	0.76
2		-5.14	-5.92	0.78
3		-5.14	-5.97	0.83
4		-5.14	-6.00	0.86
5		-5.14	-6.00	0.86

10

20

30

【 0 0 4 5 】

従って、第一の有機化合物の自由回転可能な単結合が  $sp^2$ 炭素 -  $sp^2$ 炭素結合のみからなる場合、一般式 [ 1 ] で示される、よりHOMOが浅い有機化合物を用いることで、正孔トラップ性能が向上し、有機発光素子の耐久特性がより改善される。

【 0 0 4 6 】

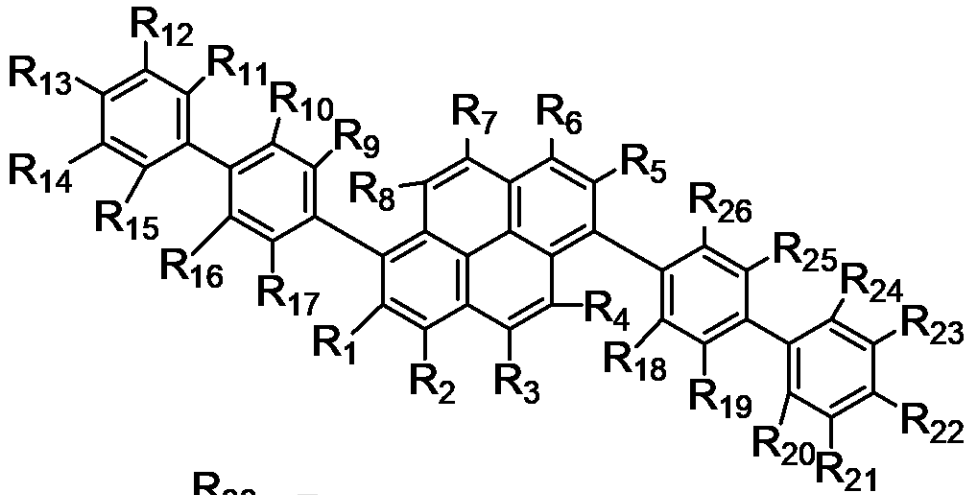
また、第一の有機化合物について、下記一般式 [ 1 - 1 ] 又は [ 1 - 2 ] で示される有機化合物であることが好ましい。尚、一般式 [ 1 - 1 ] は、上記一般式 [ 1 ] において、 $R_{10}$ と $R_{11}$ 、 $R_{15}$ と $R_{16}$ 、 $R_{19}$ と $R_{20}$ 、 $R_{24}$ と $R_{25}$ の内、少なくとも1組が環を形成している化合物である。

【 0 0 4 7 】

40

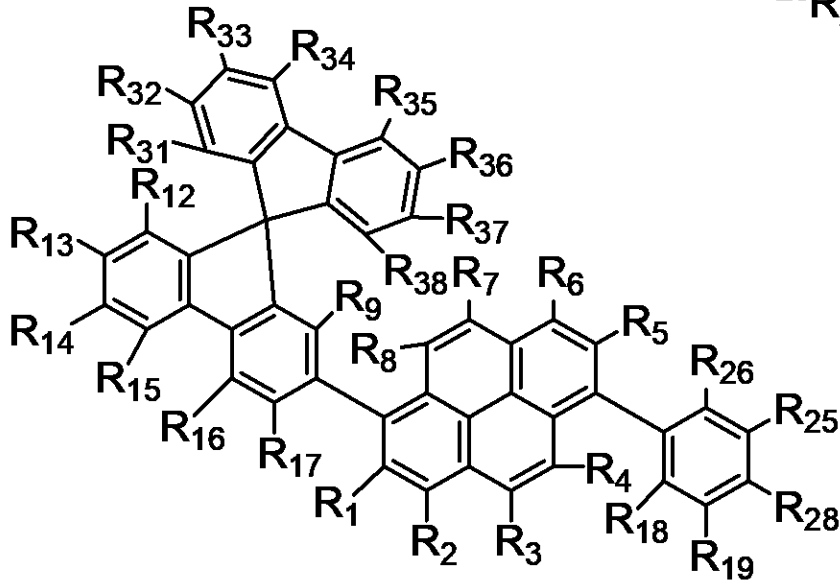
50

【化 2】



[1-1]

10



[1-2]

20

【0048】

30

上記一般式 [ 1 - 1 ] 中、R<sub>1</sub>乃至R<sub>26</sub>は、水素原子、重水素原子、置換又は無置換のアルキル基、置換又は無置換のアルケニル基、置換又は無置換のアリール基、置換又は無置換の複素環基からそれぞれ独立に選ばれる。また、R<sub>10</sub>とR<sub>11</sub>、R<sub>15</sub>とR<sub>16</sub>、R<sub>19</sub>とR<sub>20</sub>、R<sub>24</sub>とR<sub>25</sub>の内少なくとも1組は、それぞれ炭素原子、酸素原子、硫黄原子、セレン原子、テルル原子のいずれかをスペーサーとして環を形成する。また、R<sub>11</sub>乃至R<sub>15</sub>、R<sub>20</sub>乃至R<sub>24</sub>は隣り合う置換基と環を形成してもよい。

上記一般式 [ 1 - 2 ] 中、R<sub>1</sub>乃至R<sub>38</sub>は、水素原子、重水素原子、置換又は無置換のアルキル基、置換又は無置換のアルケニル基、置換又は無置換のアリール基、置換又は無置換の複素環基からそれぞれ独立に選ばれる。また、R<sub>18</sub>乃至R<sub>19</sub>、R<sub>25</sub>乃至R<sub>26</sub>、R<sub>28</sub>は、隣り合う置換基と環を形成してもよい。

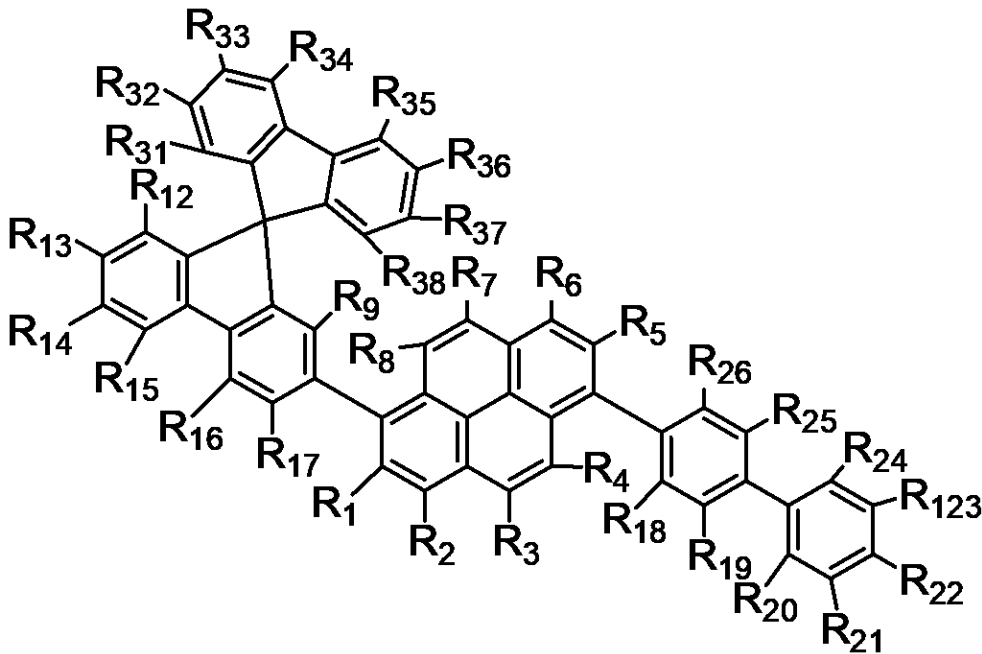
40

【0049】

また、さらに好ましくは、下記一般式 [ 1 - 3 ] で示される有機化合物である。

50

【化 3】



[1-3]

10

【0050】

20

上記一般式 [ 1 - 3 ] 中、 $R_1$ 乃至 $R_{38}$ は、水素原子、重水素原子、置換又は無置換のアルキル基、置換又は無置換のアルケニル基、置換又は無置換のアリール基、置換又は無置換の複素環基からそれぞれ独立に選ばれる。また、 $R_{19}$ と $R_{20}$ 、 $R_{24}$ と $R_{25}$ の少なくとも1組は、それぞれ炭素原子、酸素原子、硫黄原子、セレン原子、テルル原子のいずれかをスペーサーとして環を形成する。また、 $R_{20}$ 乃至 $R_{24}$ は隣り合う置換基と環を形成してもよい。

【0051】

上記一般式 [ 1 - 1 ] 又は [ 1 - 2 ]、さらには [ 1 - 3 ] で示される有機化合物が好ましい理由は、以下3つの理由のためである。

- ( i ) ガラス転移温度 ( T g ) が向上するため、熱安定性が高く駆動耐久が向上する。
  - ( i i ) H O M O が浅くなるため、ホールトラップ性が高く駆動耐久が向上する。
  - ( i i i ) バンドギャップが小さくなるため、注入障壁が小さく駆動電圧が低下する。
- 以下それぞれの項目について説明する。

30

【0052】

( i ) ガラス転移温度 ( T g ) が向上するため、熱安定性が高く駆動耐久が向上する。  
熱安定性が高いこと、例えば、ガラス転移温度 ( T g ) が高いことは、有機発光素子に用いる場合に好ましい。なぜならば、T g が高いことで、素子駆動中においても、微小な結晶化に伴う結晶粒界やトラップ準位、クエンチャーの生成が起こりにくく、良好なキャリア輸送性や高効率な発光特性を維持できるからである。結果として、耐久及び効率に優れた有機発光素子を提供することができる。

40

【0053】

表6に、後述する有機化合物 Z - 3、Z - 4、Z - 18乃至Z - 20のT gを、示差走査熱量 ( D S C ) 測定により評価した結果を示す。ガラス転移温度が高いほど、アモルファス性が高く、熱安定性に優れると言える。T g は120 以上であることが好ましく、130 以上であることがさらに好ましく、140 以上であることがより好ましい。

尚、D S C 測定の際には、アルミパンに約2 m g のサンプルを封入後、融点を超える高温下から急冷することで、サンプルをアモルファス状態にさせた後、20 / m i n の昇温速度で昇温させることで、ガラス転移温度を測定した。また測定装置としては、N E T Z S C H 社製の「D S C 204 F 1」を用いた。

【0054】

50

【表 6】

有機化合物	分子構造	S1 [eV]	HOMO [eV]	Tg [°C]
Z-4		3.0	-6.0	124
Z-3		2.8	-6.0	148
Z-18		3.0	-5.9	151
Z-19		2.9	-5.9	171
Z-20		2.8	-5.9	173

10

20

## 【0055】

ピレンの片側にのみビフェニル誘導体（トリフェニレン又はスピロフルオレン）が置換した Z - 4 又は Z - 18 に対して、ピレンの両側にビフェニル誘導体（ビフェニル、及びトリフェニレン又はスピロフルオレン）が置換した Z - 3 又は Z - 19 は Tg が 20 程度向上することを見出した。従って、第一の有機化合物としては、下記一般式 [ 1 - 1 ] で示される有機化合物が好ましい。

30

## 【0056】

また、ピレンに置換する置換基としてスピロフルオレンが置換した Z - 18 又は Z - 19 は、トリフェニレンが置換した Z - 3 又は Z - 4 に対して、Tg が 20 以上程度向上することを見出した。従って、第一の有機化合物としては、一般式 [ 1 - 2 ] で示される有機化合物が好ましい。また、スピロフルオレンとビフェニル誘導体が置換した、一般式 [ 1 - 3 ] で示される有機化合物がさらに好ましい。

40

## 【0057】

( i i ) HOMO が浅くなるため、正孔トラップ性が高く駆動耐久が向上する。

上述のように、HOMO が浅い（真空準位に近い）ほど、正孔トラップ性が向上し、駆動耐久特性がより改善される。

表 6 に示すように、ピレンに置換する置換基としてスピロフルオレンが置換した Z - 18 又は Z - 19 は、トリフェニレンが置換した Z - 3 又は Z - 4 に対して、HOMO が浅くなることを見出した。従って、第一の有機化合物としては、一般式 [ 1 - 2 ] で示される有機化合物が、ホールトラップ性が高いという点で好ましい。

## 【0058】

( i i i ) バンドギャップが小さくなるため、注入障壁が小さく駆動電圧が低下する。

50

有機発光素子において、電荷注入層もしくは電荷ブロック層から発光層に電荷が注入される際に、バンドギャップ（S1エネルギー）が小さい方が注入障壁が小さく、駆動電圧が低下する。また、注入障壁が小さくなることで、発光層と隣接層の界面での電荷溜まりが改善され、駆動耐久特性も向上する。

表6に示すように、ピレンの片側にのみビフェニル誘導体が置換したZ-4又はZ-18に対して、ピレンの両側にビフェニル誘導体が置換したZ-3又はZ-19はS1が小さくなることを見出した。従って、第一の有機化合物としては、一般式[1-1]で示される有機化合物が低電圧化の点で好ましい。また、Z-19のピレンの片側に置換したビフェニル基を、Z-20のようにターフェニル基にすることで、さらにS1が小さくなるため、低電圧化の点でより好ましい。

10

【0059】

〔7〕正孔ブロック層材料が炭化水素からなる縮合環骨格を有する。

上記〔3〕でも述べたように、電子ブロック層材料は一般的に自由回転可能な $sp^2$ 炭素-窒素結合を有し、中性状態で電子豊富であるため、電子を受け取ること（還元）もしくは励起状態で分解しやすい。よって、発光層に接して電子ブロック層や正孔ブロック層を有する場合、再結合領域は正孔ブロック層と発光層との界面側に偏っていることが好ましく、正孔ブロック層材料も安定な分子構造を有していることが好ましい。例えば、含窒素ヘテロ環のような骨格は、中性状態で電子不足であるため、電子を引き抜かれると分解しやすい。つまり、発光層から漏れ出た正孔により分解しやすくなる。従って、電子を引き抜かれても（酸化されても）安定である炭化水素からなる縮合環骨格の方が、耐久特性が良好となるため好ましい。

20

【0060】

また、正孔ブロック層は電子輸送層でもあるため、電子移動度が高いことが好ましい。従って、炭化水素からなる縮合環骨格の中でも、4環以上の縮合環構造を有していることが好ましい。これは、平面性が高くなることにより、電子移動度が向上するためである。

【0061】

以下、第一乃至第三の有機化合物について、具体例を挙げる。

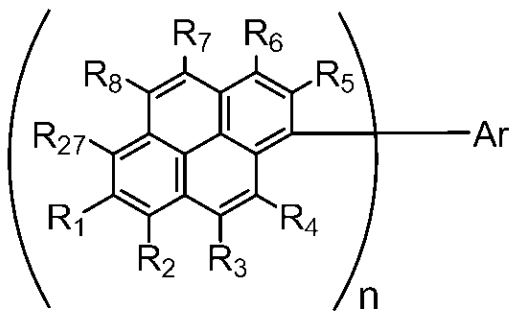
<第三の有機化合物>

本発明において、発光層のホストとして用いられる第三の有機化合物は、自由回転可能な単結合が全て炭素-炭素結合であり、好ましくは、 $sp^2$ 炭素- $sp^2$ 炭素結合からなること以外に特に限定はない。好ましくは、アントラセン骨格、フェナントロリン骨格、ピレン骨格、クリセン骨格、ベンゾフェナントレン骨格、トリフェニレン骨格、フルオランテン骨格、ベンゾクリセン骨格、ベンゾフルオラン骨格のいずれかを有する。好ましくは、下記一般式[2]に示される有機化合物である。

30

【0062】

【化4】



[2]

40

【0063】

上記一般式[2]中、 $R_1$ 乃至 $R_8$ 及び $R_{27}$ は、水素原子、重水素原子、置換又は無置換のアルキル基、置換又は無置換のアリール基、置換又は無置換の複素環基からそれぞれ

50

独立に選ばれる。

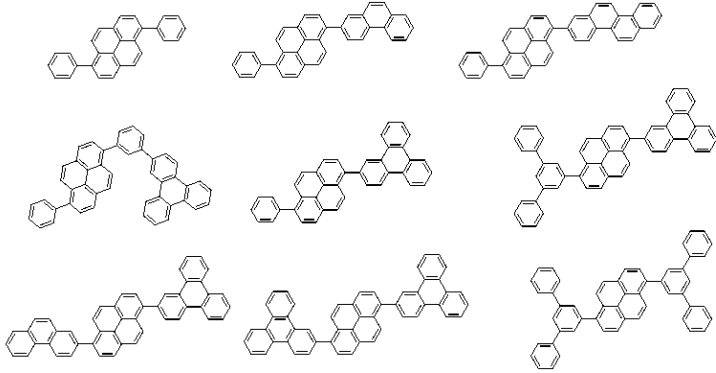
n は、1 ~ 3 の自然数から選ばれる。

【0064】

以下に、第三の有機化合物の具体例を挙げるが、もちろんこれらに限定されるものではない。

【0065】

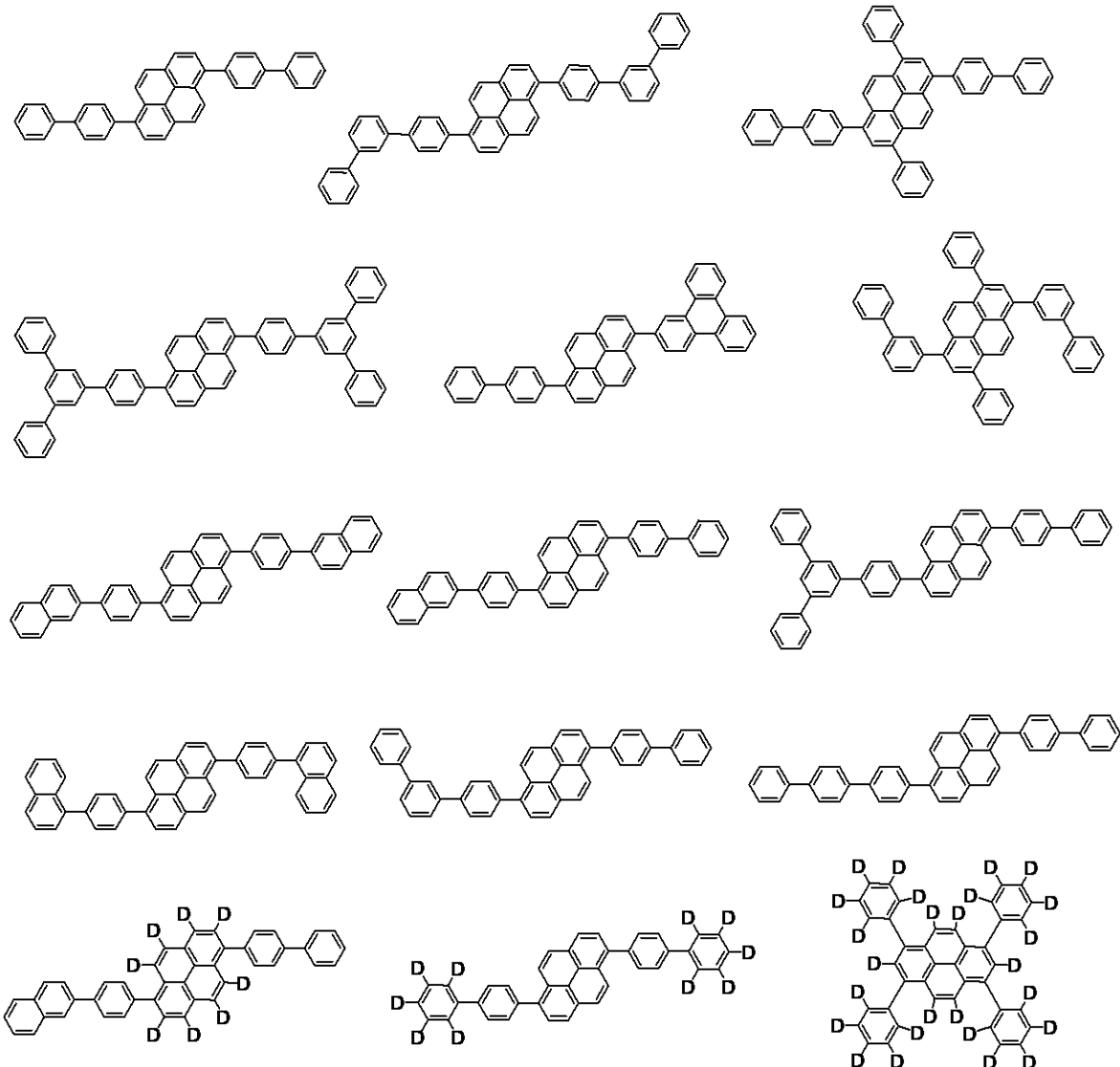
【化5】



10

【0066】

【化6】



20

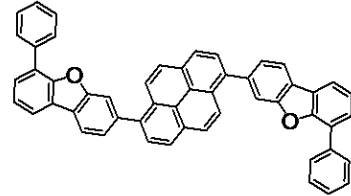
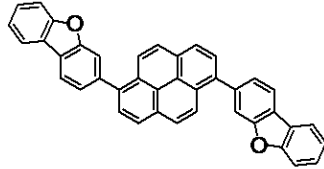
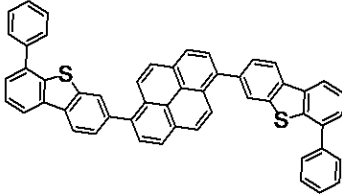
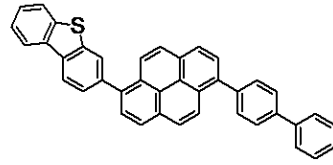
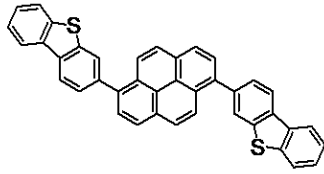
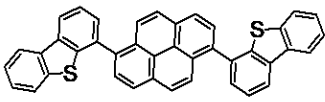
30

40

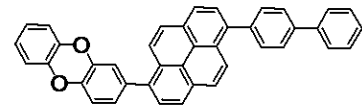
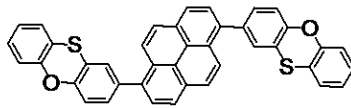
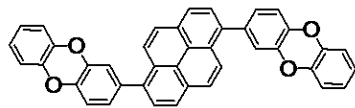
50

【 0 0 6 7 】

【 化 7 】



10



【 0 0 6 8 】

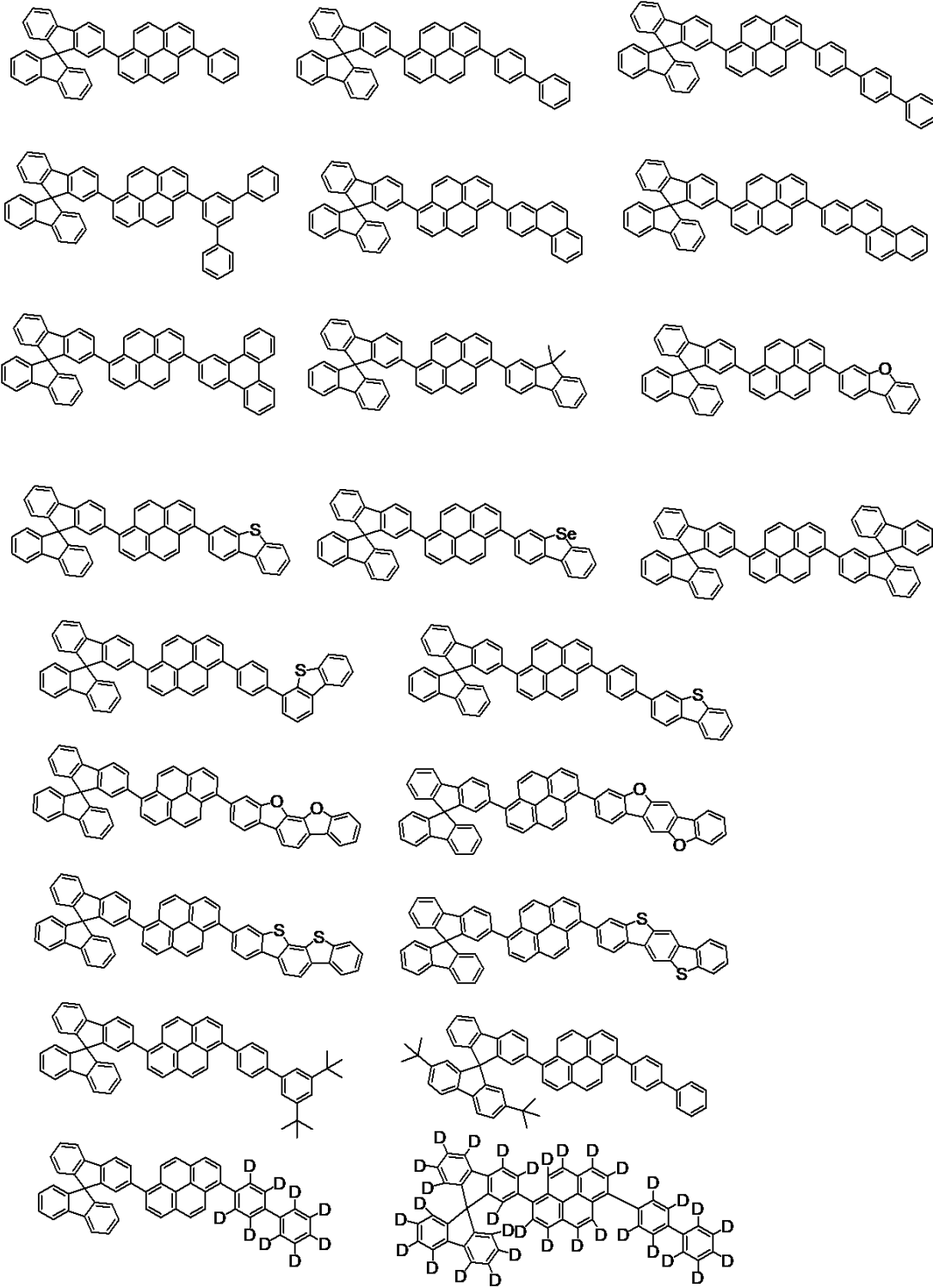
20

30

40

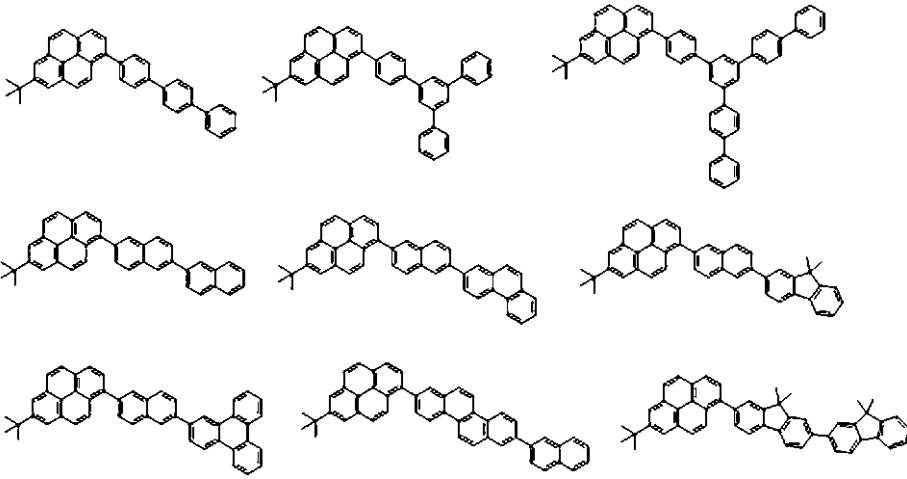
50

【化 8】



【 0 0 6 9 】

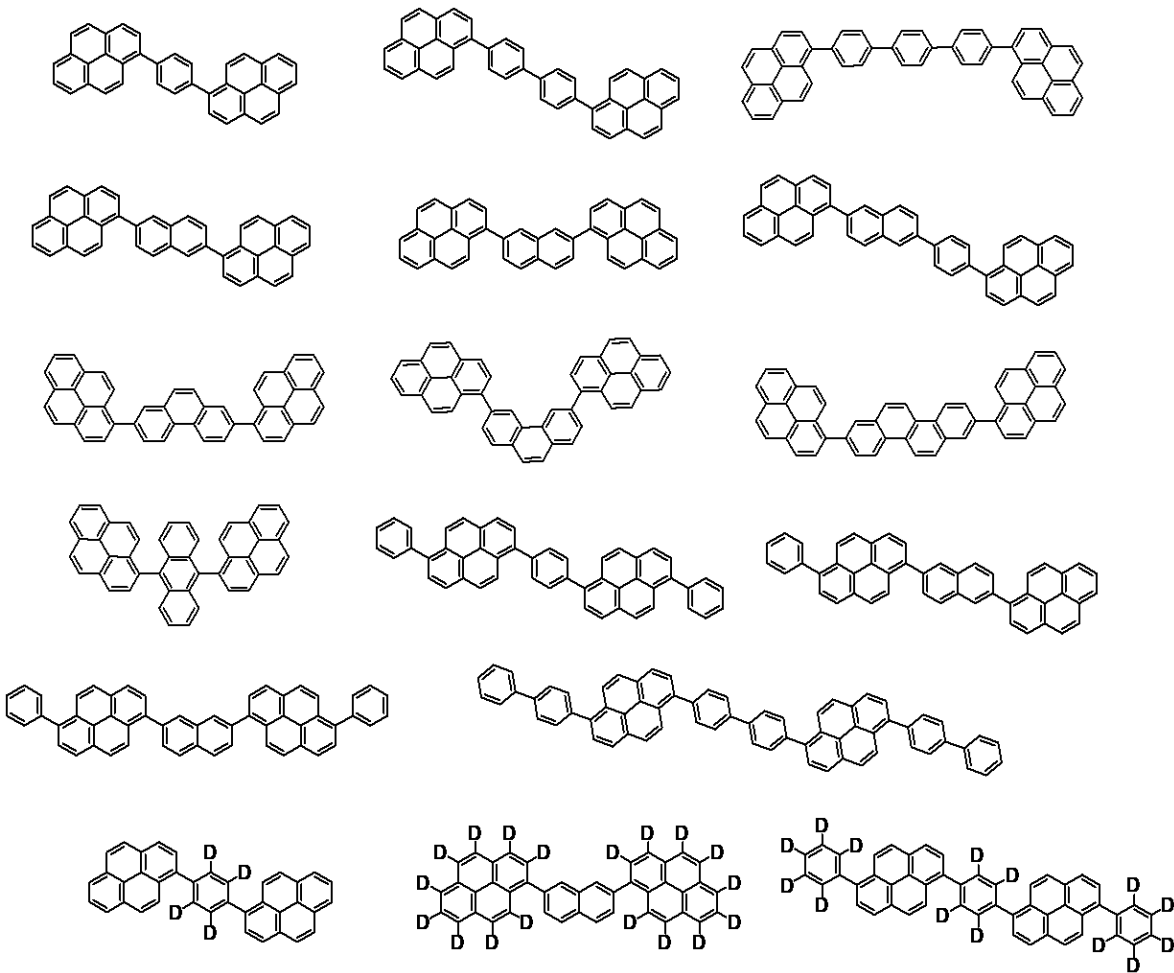
【化 9】



10

【 0 0 7 0 】

【化 1 0】



20

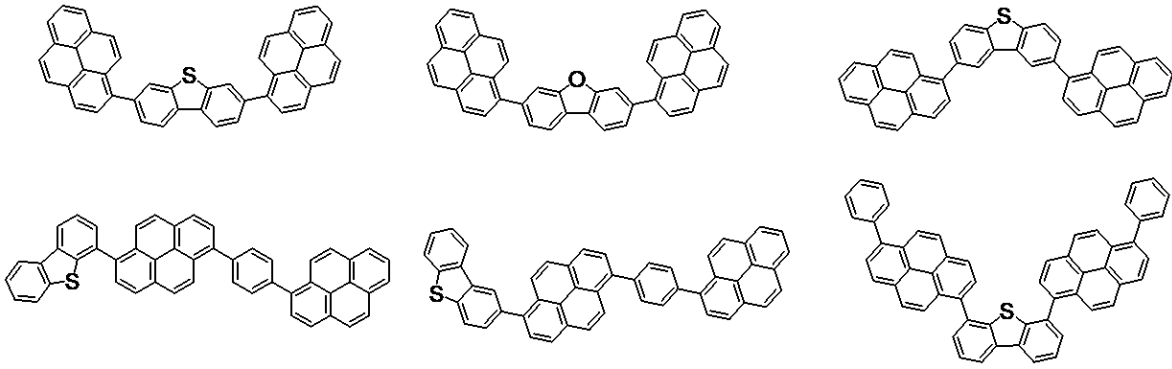
30

40

【 0 0 7 1 】

50

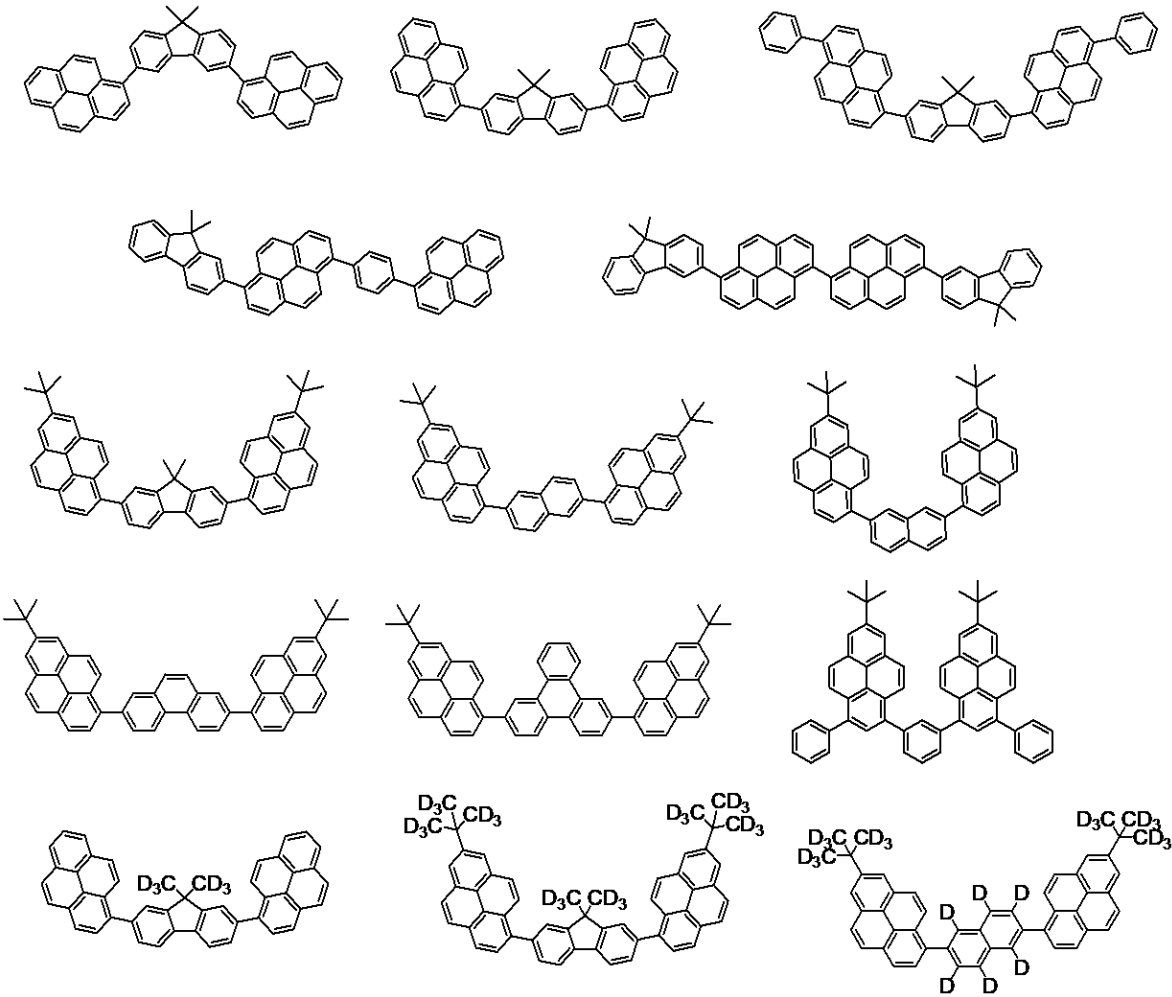
【化 1 1】



10

【 0 0 7 2 】

【化 1 2】



20

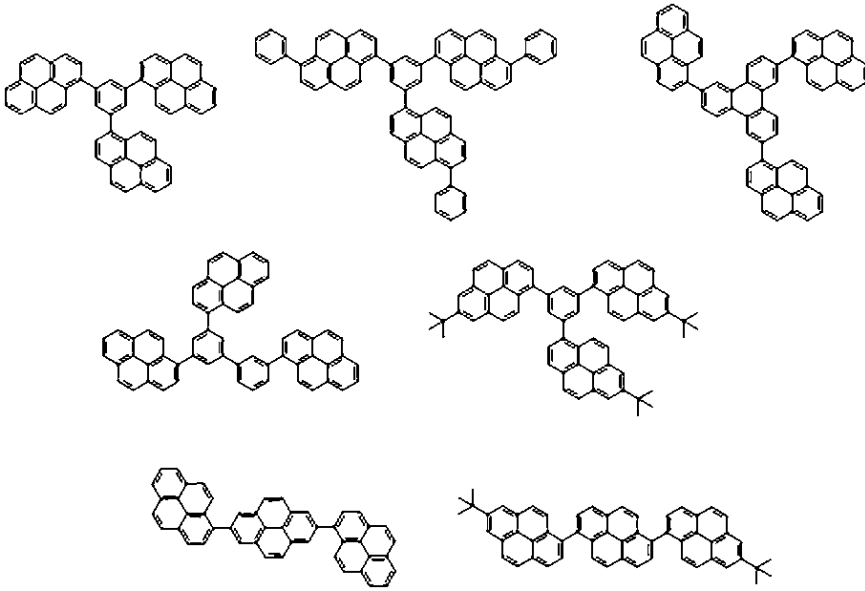
30

40

【 0 0 7 3 】

50

## 【化 1 3】



10

## 【0074】

< 第一の有機化合物 >

第一の有機化合物は、自由回転可能な単結合が全て炭素 - 炭素結合であり、好ましくは  $sp^2$ 炭素 -  $sp^2$ 炭素結合であること以外に特に限定はない。好ましくは、先に示した一般式 [ 1 ] で示される有機化合物、第三の有機化合物の好ましい例として挙げた前記一般式 [ 2 ] で示される有機化合物、及び、下記一般式 [ 3 - 1 ] 乃至 [ 3 - 4 ] で示される部分骨格を有する有機化合物が挙げられる。

20

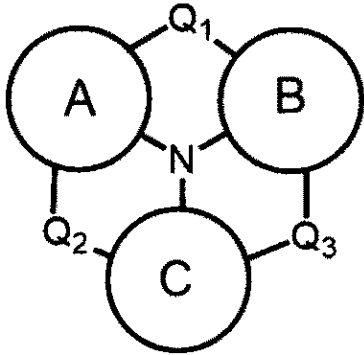
## 【0075】

30

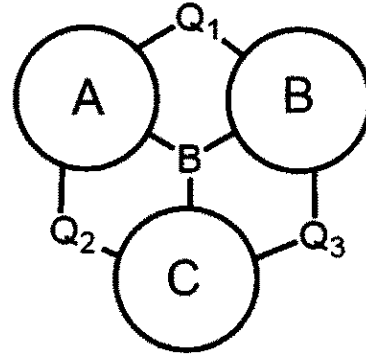
40

50

## 【化 1 4】

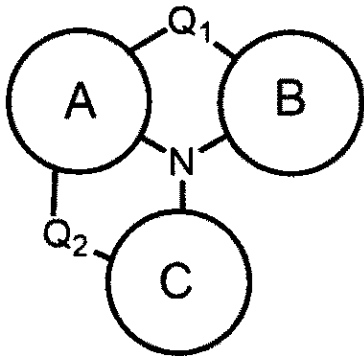


[ 3 - 1 ]

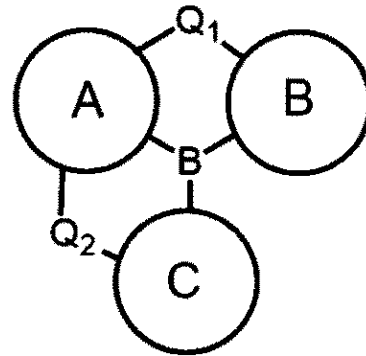


[ 3 - 2 ]

10



[ 3 - 3 ]



[ 3 - 4 ]

20

30

## 【 0 0 7 6 】

上記一般式[ 3 - 1 ]乃至[ 3 - 4 ]中、環状ユニットA乃至Cは、芳香族炭化水素基、複素環基であり、縮環していてもよい。Q<sub>1</sub>乃至Q<sub>3</sub>は、直接結合、C R<sub>1</sub>R<sub>2</sub>、N R<sub>3</sub>、酸素原子、硫黄原子、セレン原子、テルル原子からそれぞれ独立に選ばれる。置換基R<sub>1</sub>乃至R<sub>3</sub>は、置換或いは無置換のアルキル基、置換或いは無置換のアルコキシ基、置換或いは無置換のアリール基、置換或いは無置換のヘテロアリール基のいずれかに示される基からそれぞれ独立に選ばれる。R<sub>3</sub>は隣の環状ユニットA乃至Cと互いに環を形成しても良い。

40

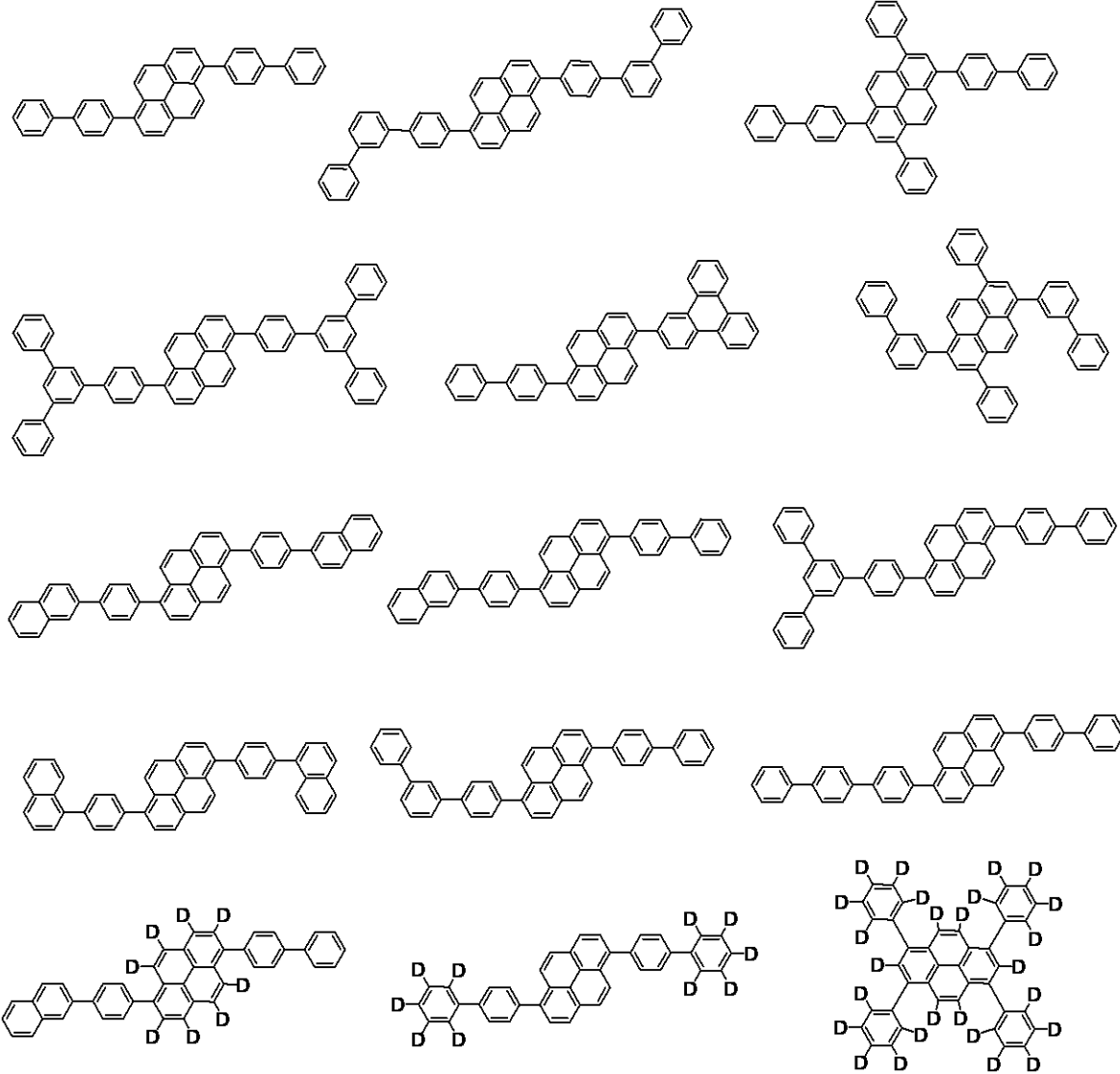
## 【 0 0 7 7 】

以下に、一般式[ 1 ]で示される、好ましい第一の有機化合物の具体例を示すが、これらに限定されるものではない。

## 【 0 0 7 8 】

50

【化 1 5】



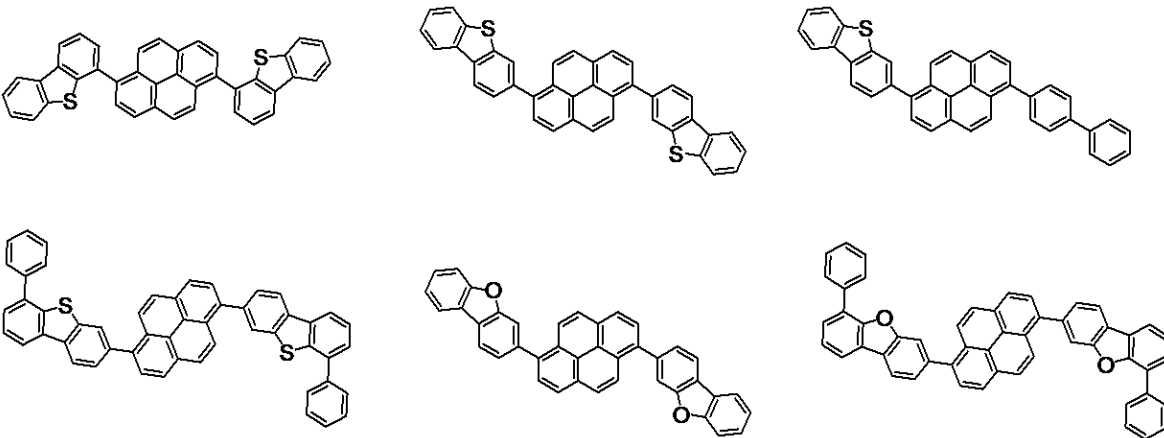
10

20

30

【0079】

【化 1 6】



40

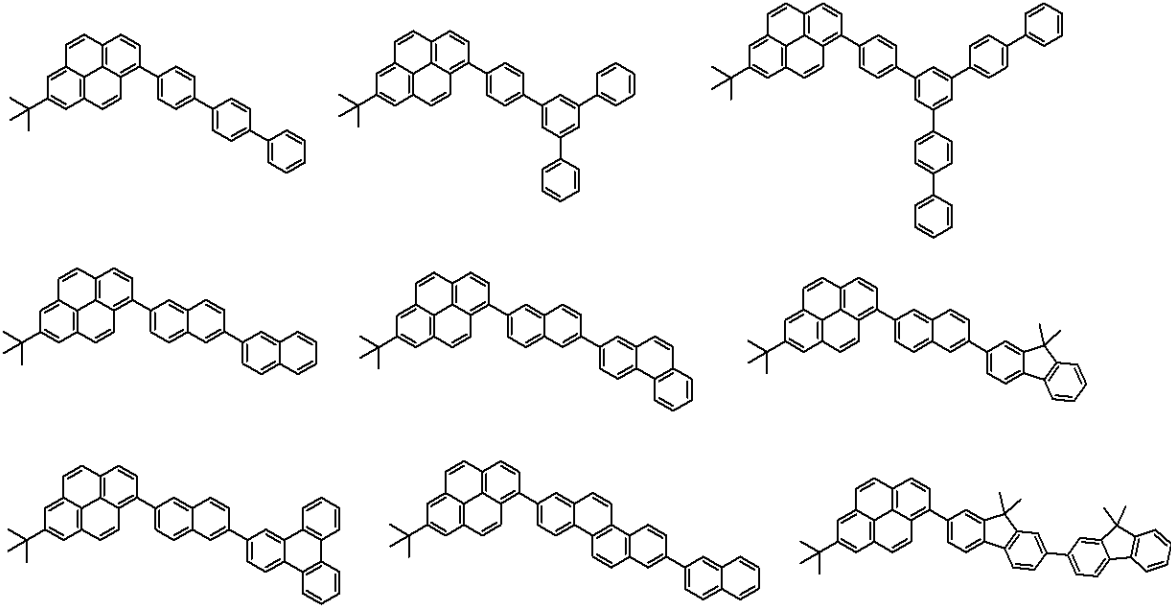
【0080】

以下に、一般式 [ 2 ] で示される、好ましい第一の有機化合物の具体例を示すが、これらに限定されるものではない。

【0081】

50

## 【化 1 7】



10

## 【0082】

以下に、一般式 [ 3 - 1 ] 乃至 [ 3 - 4 ] で示される部分骨格の具体例を示すが、これらに限定されるものではない。

20

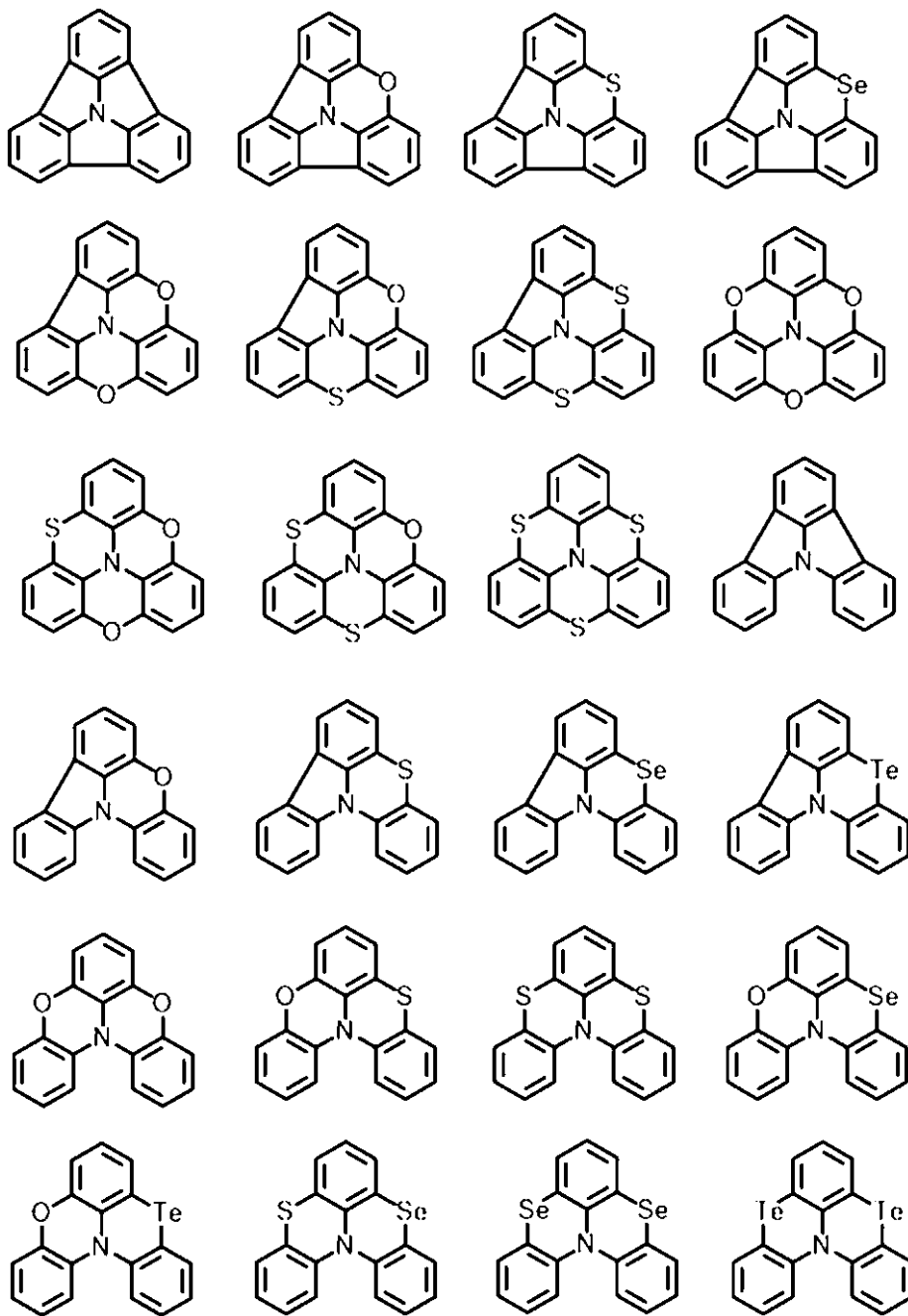
## 【0083】

30

40

50

【化 1 8】



10

20

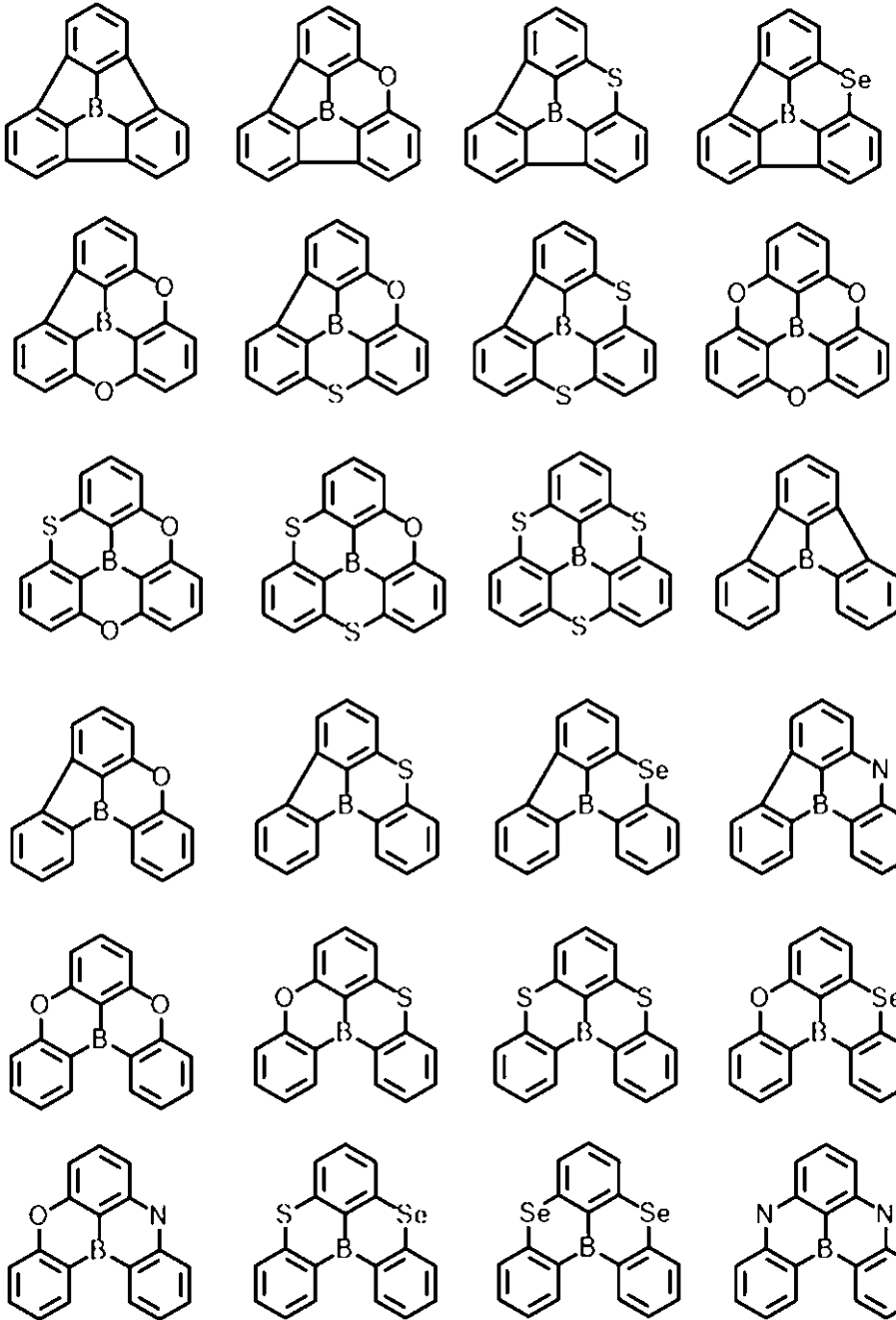
30

【 0 0 8 4 】

40

50

## 【化 1 9】



## 【 0 0 8 5】

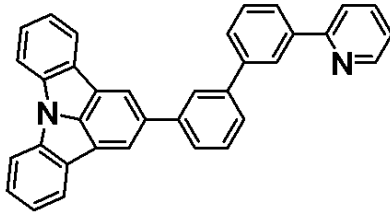
以下に、一般式 [ 3 - 1 ] 乃至 [ 3 - 4 ] で示される部分骨格を有する第一の有機化合物の具体例を示すが、これらに限定されるものではない。

## 【 0 0 8 6】

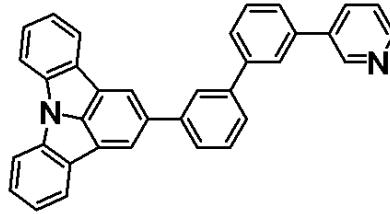
40

50

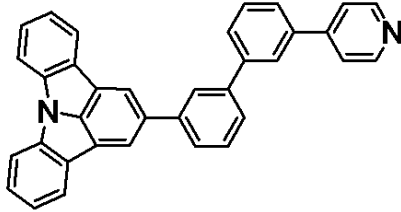
【化 2 0】



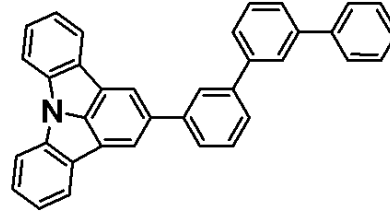
A-1



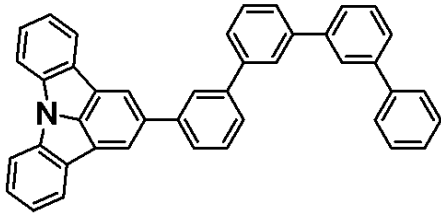
A-2



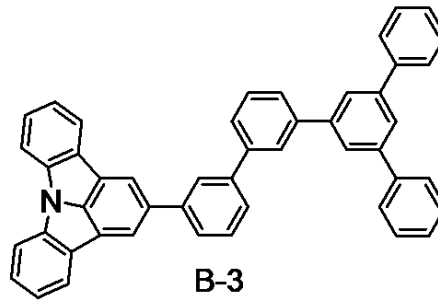
A-3



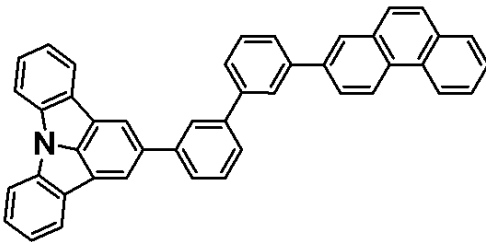
B-1



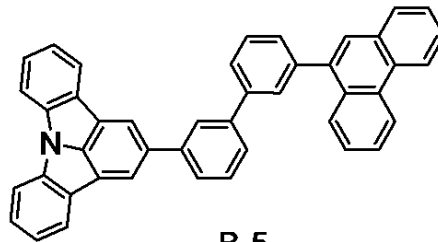
B-2



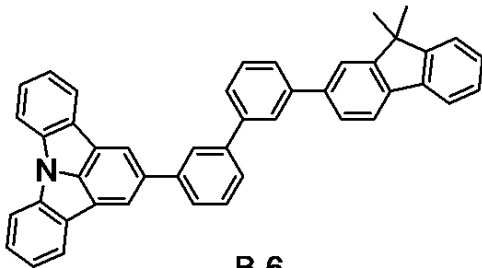
B-3



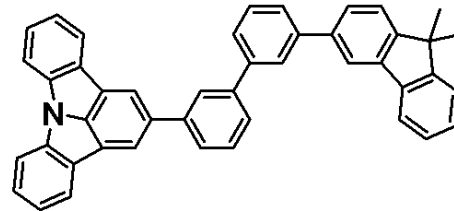
B-4



B-5



B-6



B-7

【 0 0 8 7 】

10

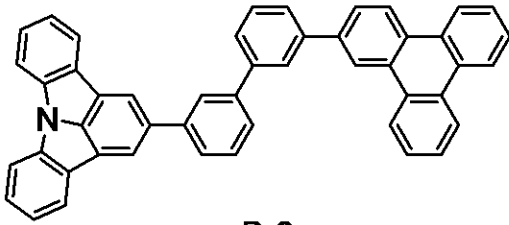
20

30

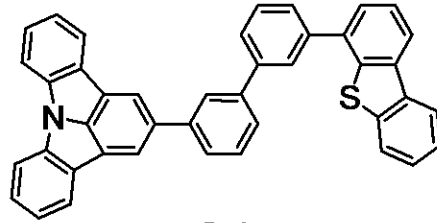
40

50

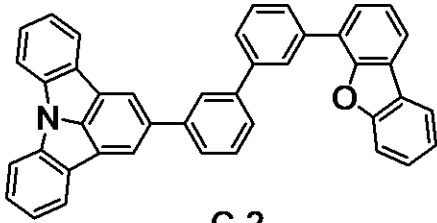
【化 2 1】



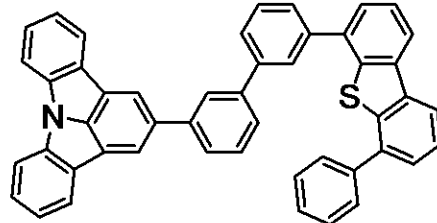
B-8



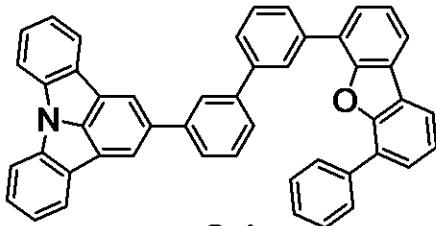
C-1



C-2



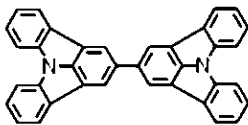
C-3



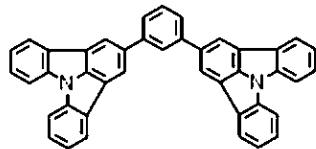
C-4

【 0 0 8 8 】

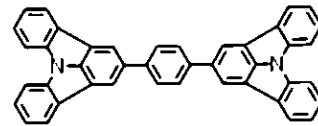
【化 2 2】



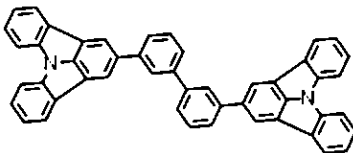
D1



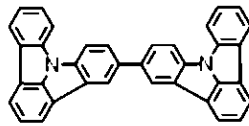
D2



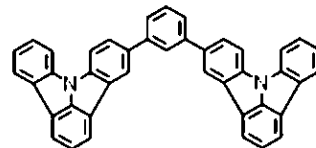
D3



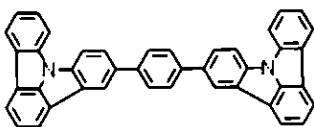
D4



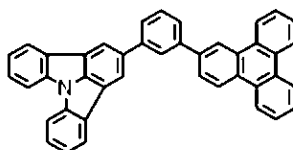
D5



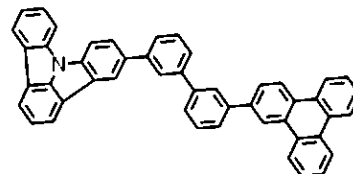
D6



D7



D8



D9

【 0 0 8 9 】

10

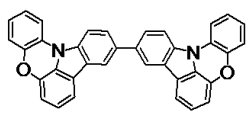
20

30

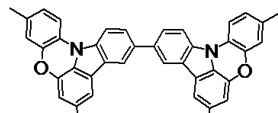
40

50

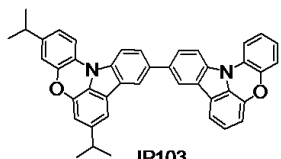
【化 2 3】



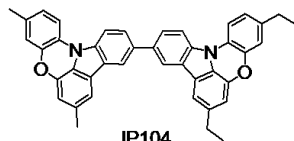
IP101



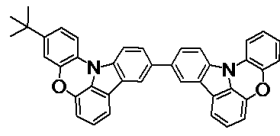
IP102



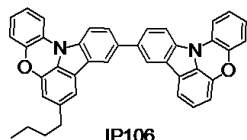
IP103



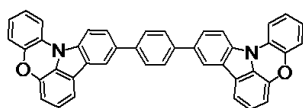
IP104



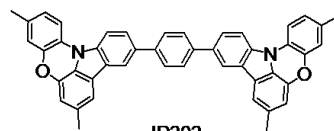
IP105



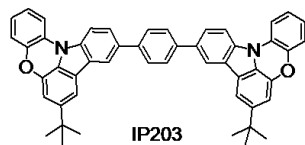
IP106



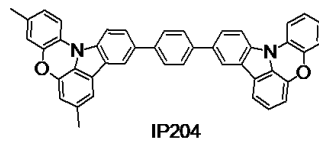
IP201



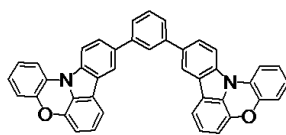
IP202



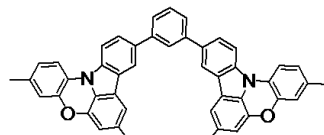
IP203



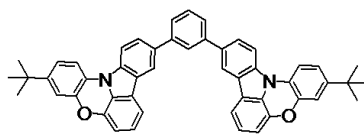
IP204



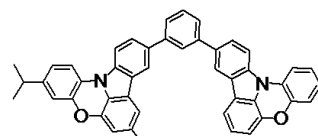
IP301



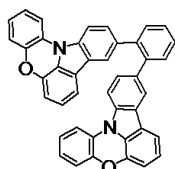
IP302



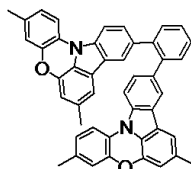
IP303



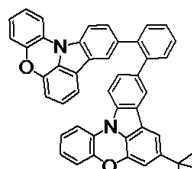
IP304



IP401



IP402



IP403

【 0 0 9 0 】

10

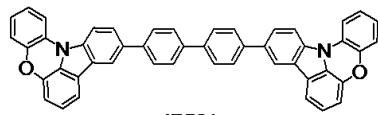
20

30

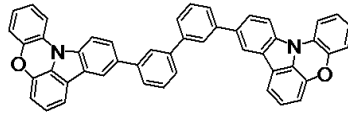
40

50

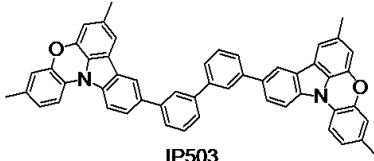
【化 2 4】



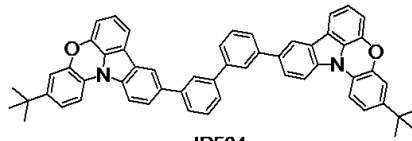
IP501



IP502

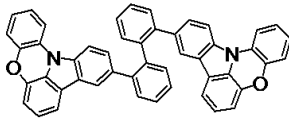


IP503

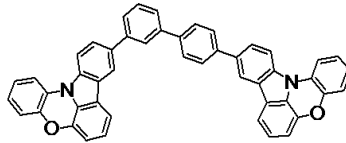


IP504

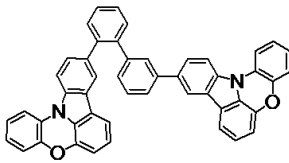
10



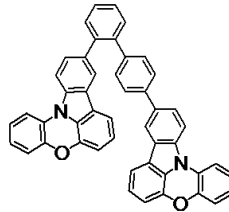
IP505



IP506

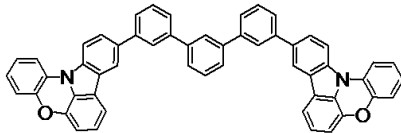


IP507

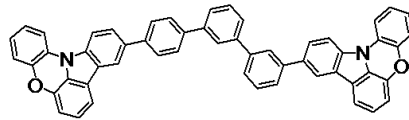


IP508

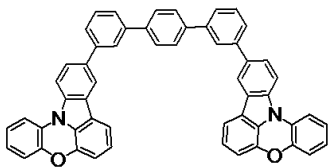
20



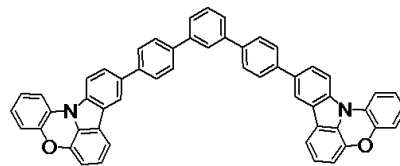
IP601



IP602

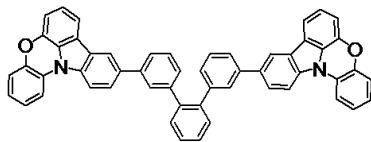


IP603



IP604

30

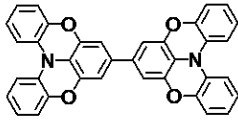


IP605

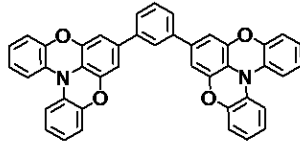
40

【 0 0 9 1 】

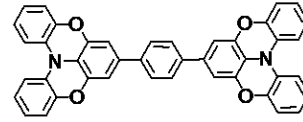
【化 2 5】



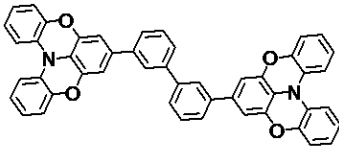
HH1



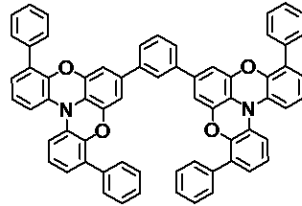
HH2



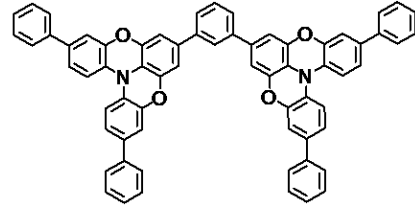
HH3



HH4

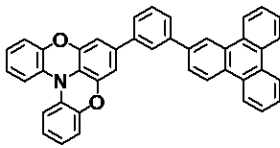


HH5

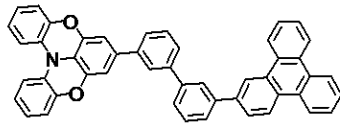


HH6

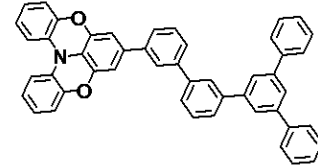
10



HH7



HH8

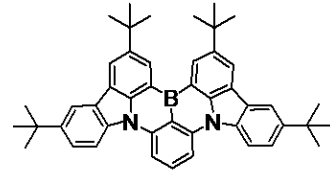
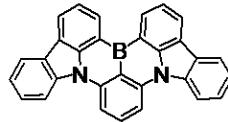
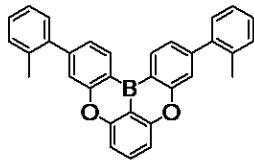
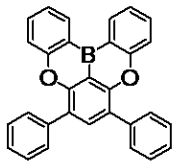


HH9

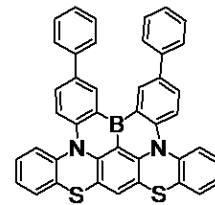
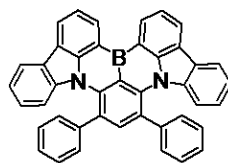
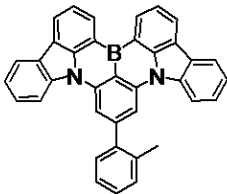
20

【 0 0 9 2】

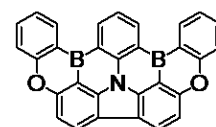
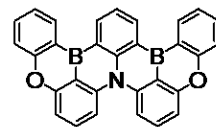
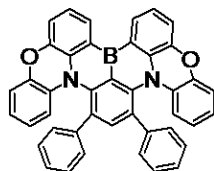
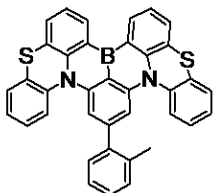
【化 2 6】



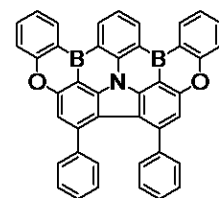
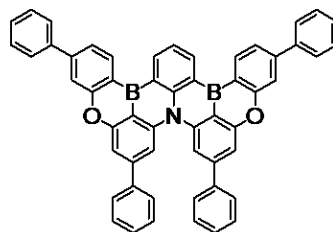
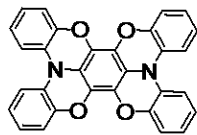
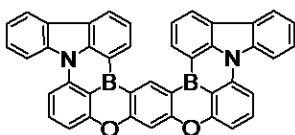
30



40

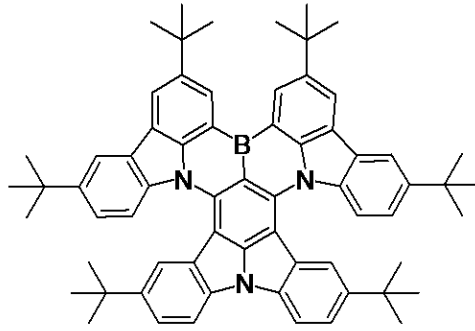
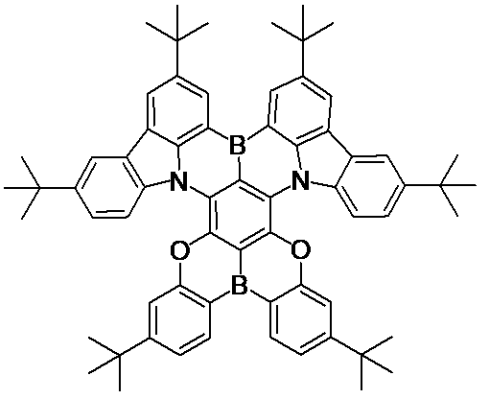


50

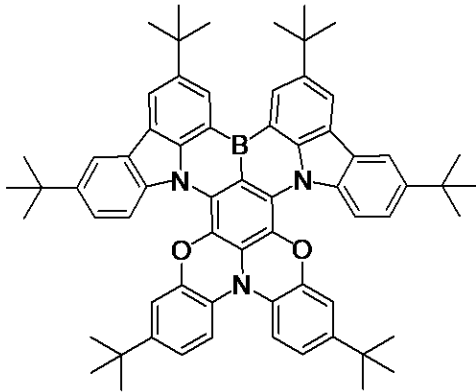


【 0 0 9 3 】

【 化 2 7 】



10



20

【 0 0 9 4 】

尚、第一の有機化合物は、第三の有機化合物としても用いられる。本発明において、第一の有機化合物、第三の有機化合物を選択する際には、LUMO、HOMOの関係が、前記した [ I ]、[ I I ] の関係を満たしていればよい。

【 0 0 9 5 】

30

< 第二の有機化合物 >

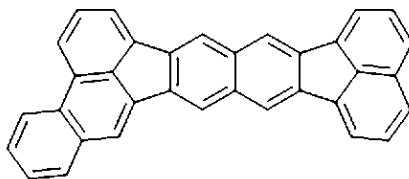
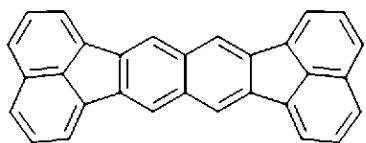
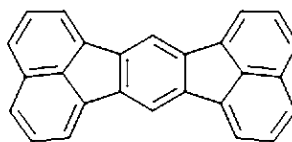
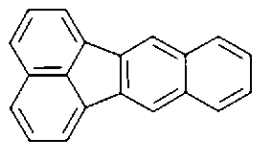
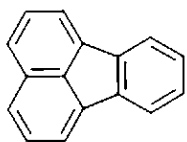
第二の有機化合物は、自由回転可能な単結合が炭素 - 炭素結合であり、且つ、該炭素 - 炭素結合のうち少なくとも一つは  $sp^2$  炭素からなること以外に特に限定はないが、フルオランテン骨格を有していることが好ましい。さらに、5員環の含有数が2個以上であることが好ましい。第二の有機化合物が有していることが好ましい、縮合環骨格の具体例を以下に示すが、これに限定されるものではない。

【 0 0 9 6 】

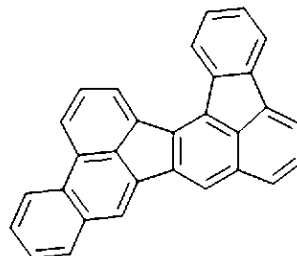
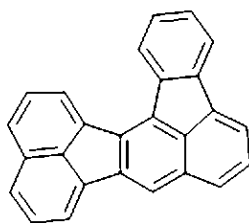
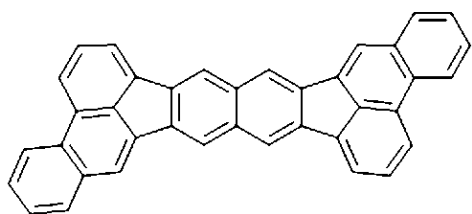
40

50

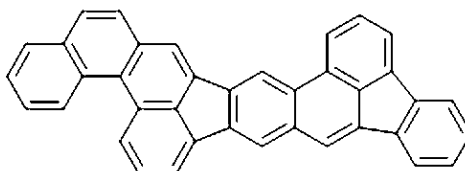
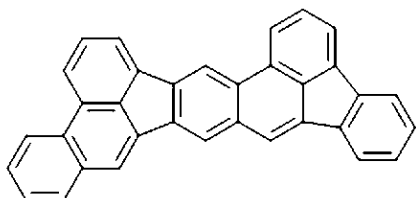
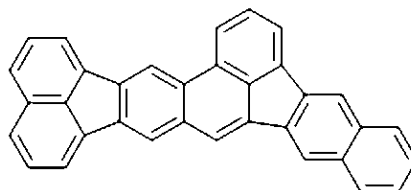
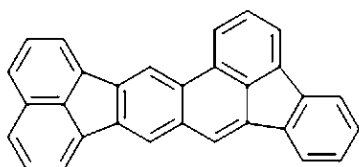
【化 2 8】



10



20



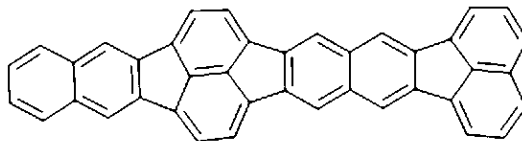
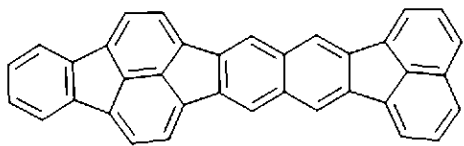
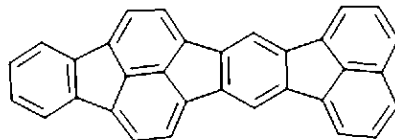
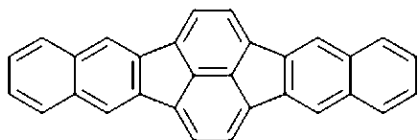
30

【 0 0 9 7 】

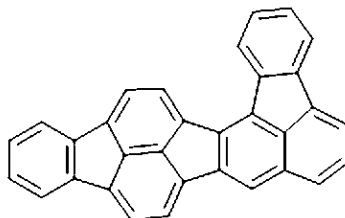
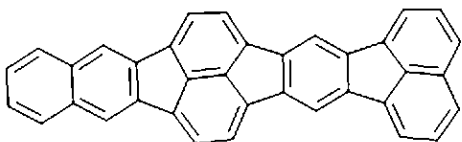
40

50

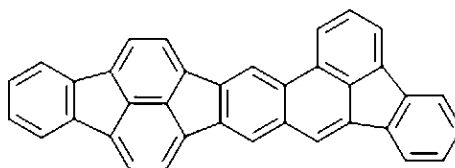
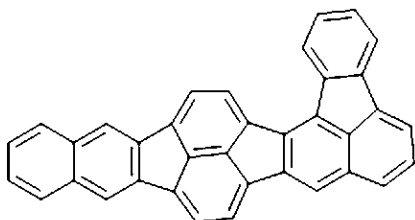
【化 2 9】



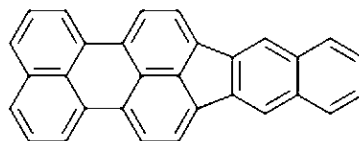
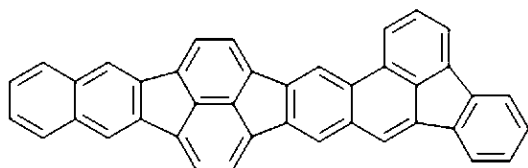
10



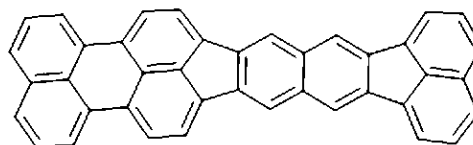
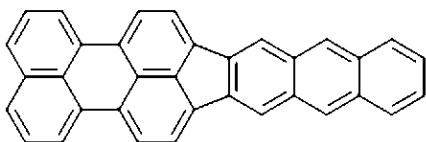
20



30



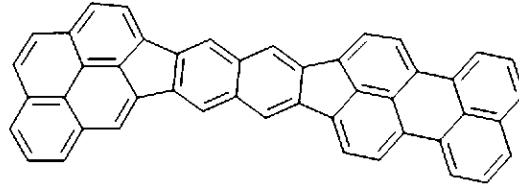
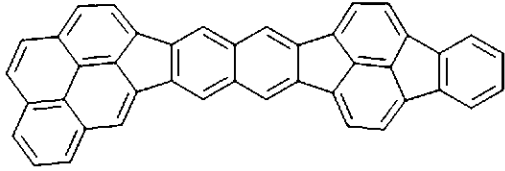
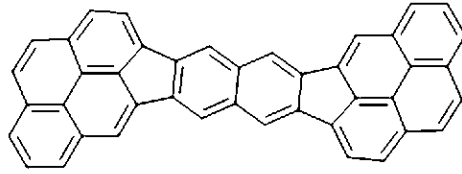
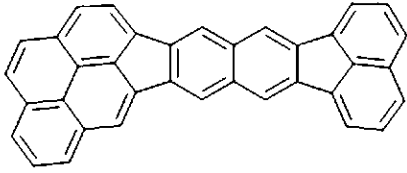
【 0 0 9 8 】



40

50

【化 3 0】



10

【 0 0 9 9】

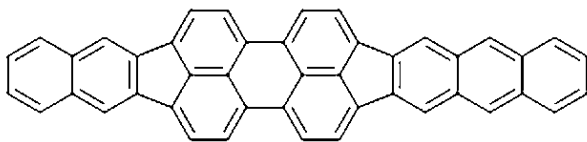
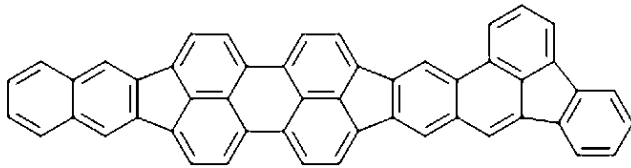
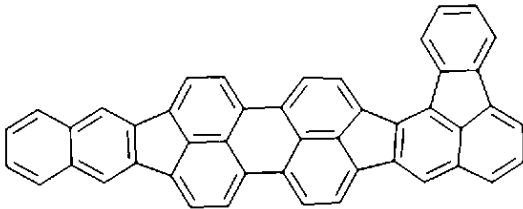
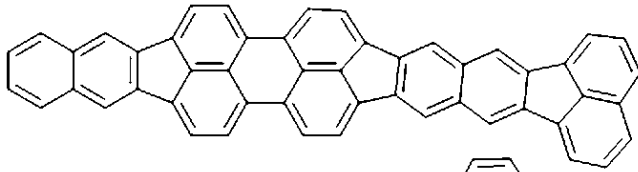
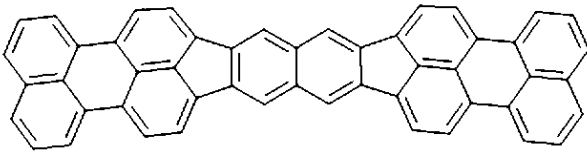
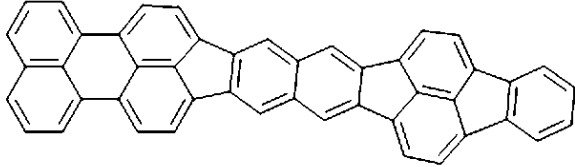
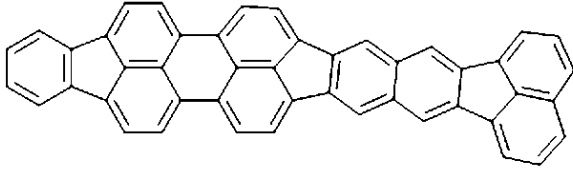
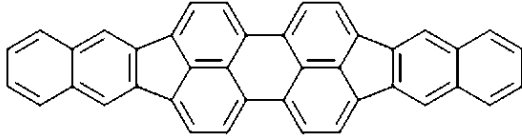
20

30

40

50

## 【化 3 1】



10

20

30

40

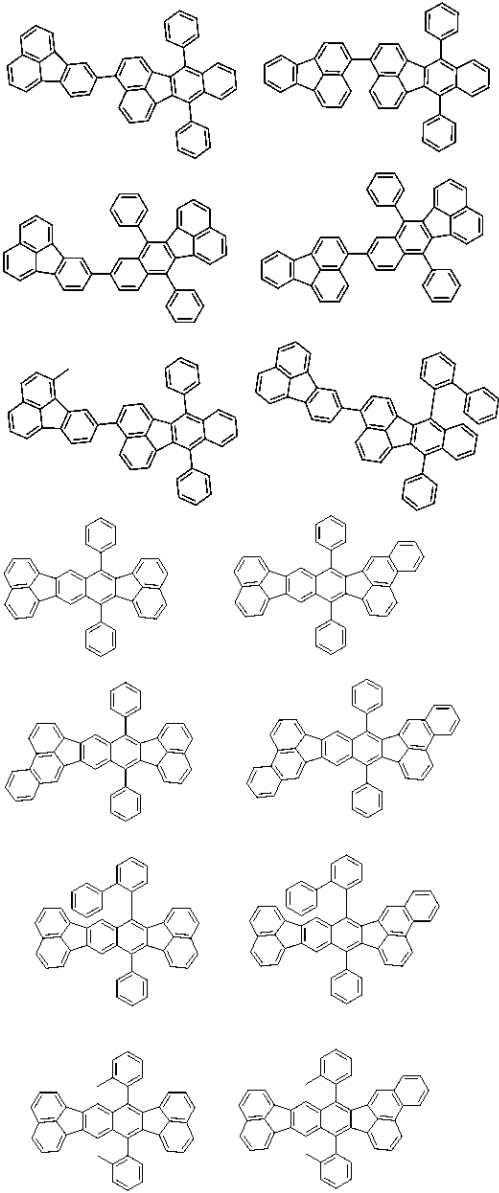
## 【0 1 0 0】

以下に、第二の有機化合物の好ましい具体例を示すが、これに限定されるものではない。

## 【0 1 0 1】

50

【化 3 2】



10

20

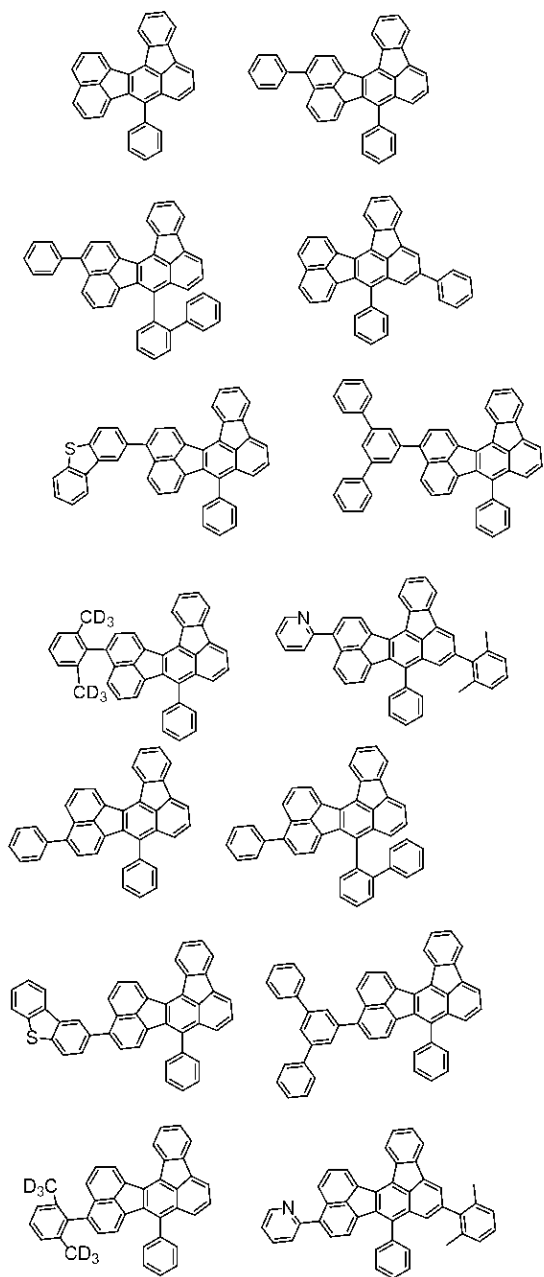
30

【 0 1 0 2】

40

50

【化 3 3】



10

20

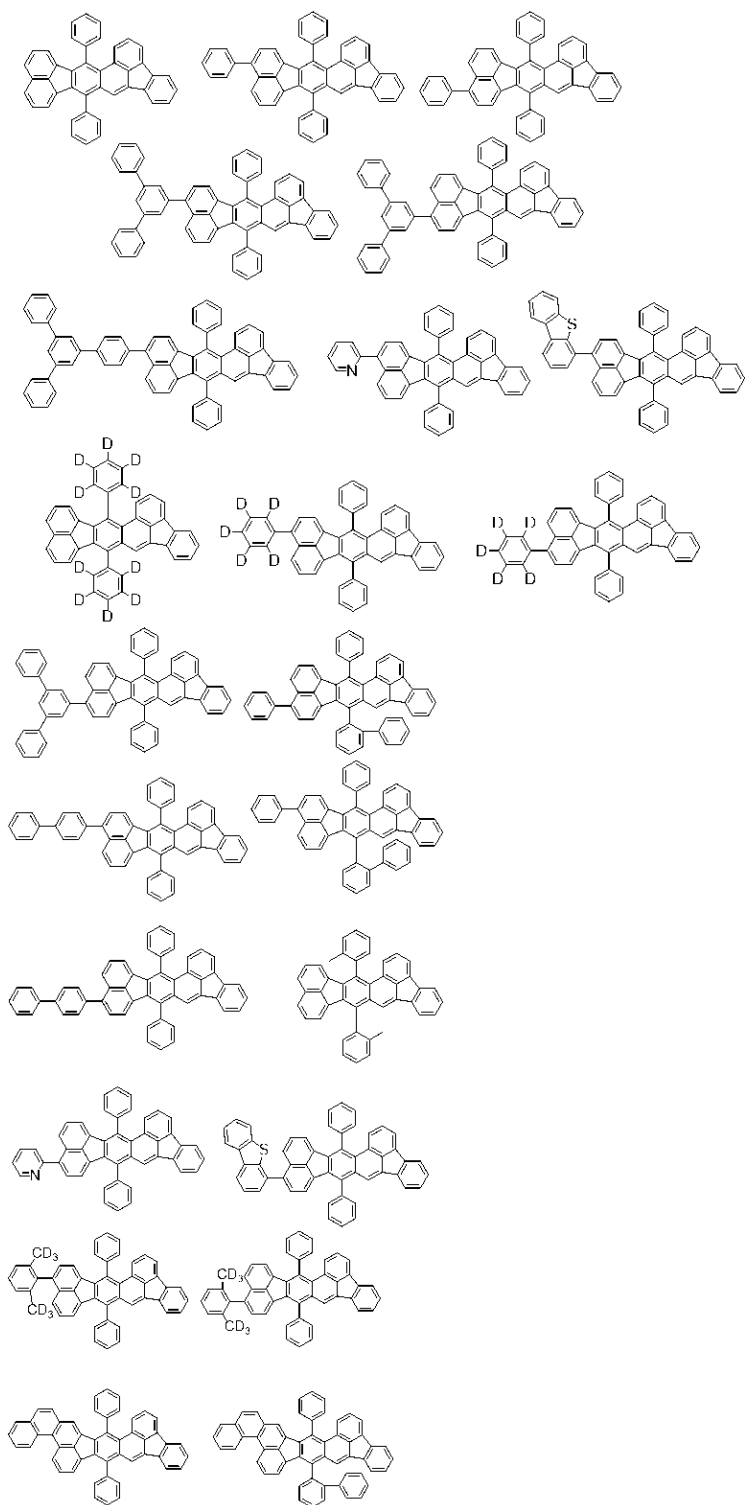
30

40

50

【 0 1 0 3 】

【化 3 4】



10

20

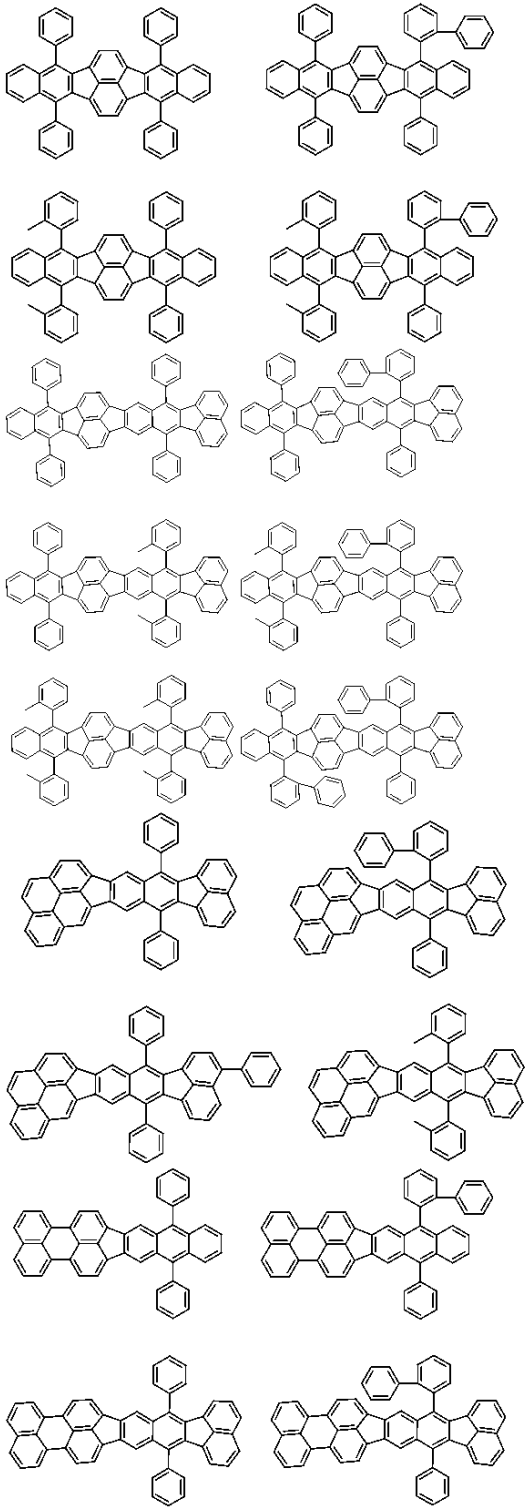
30

40

【 0 1 0 4】

50

【化 3 5】



10

20

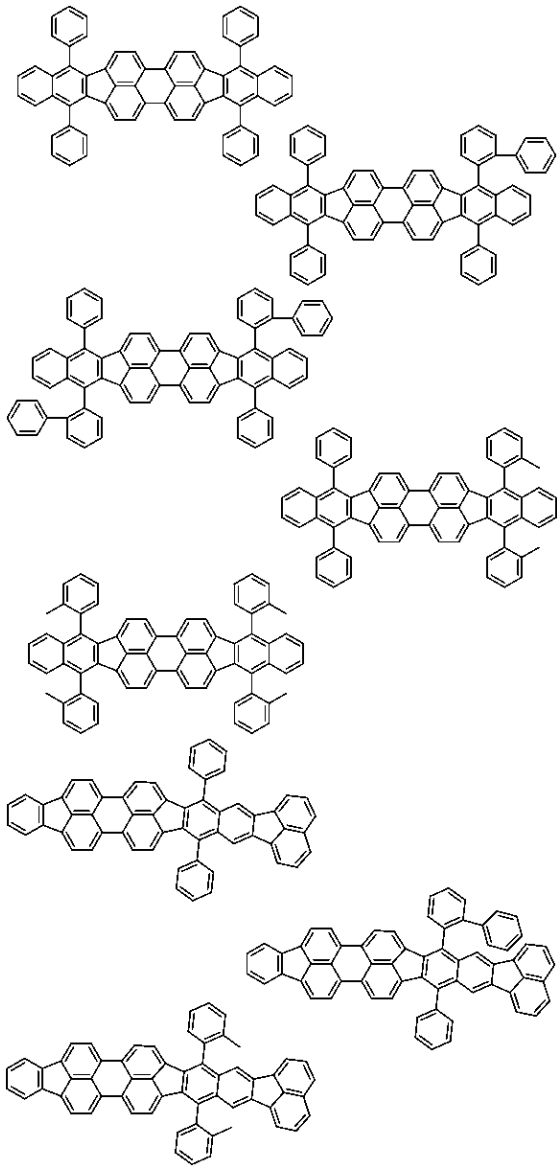
30

40

【 0 1 0 5 】

50

【化 3 6】



10

20

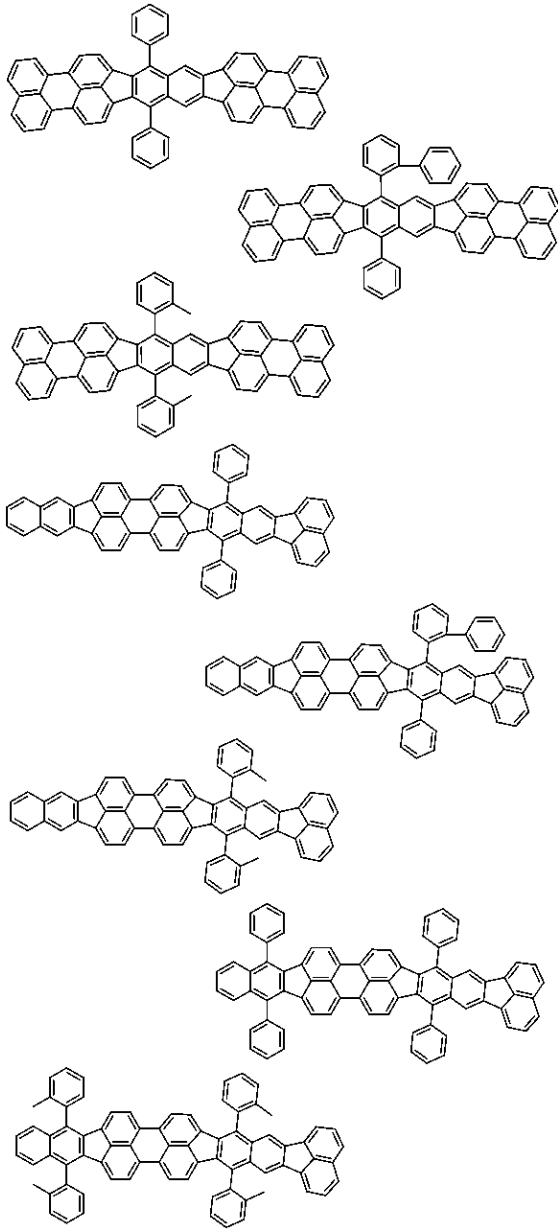
30

【 0 1 0 6】

40

50

【化 3 7】



10

20

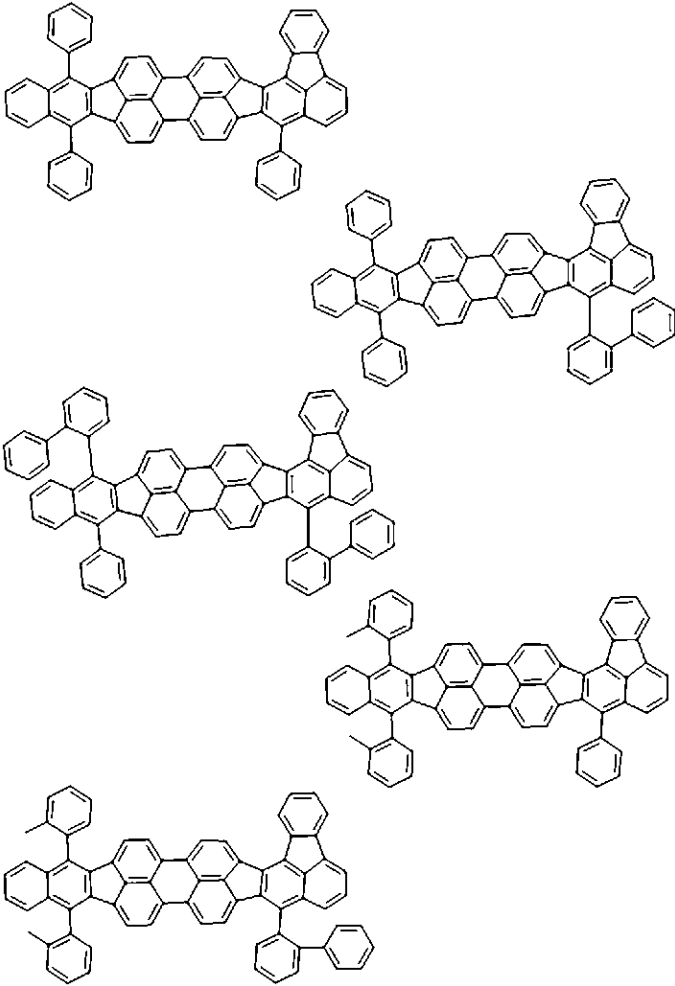
30

【 0 1 0 7】

40

50

【化 3 8】



10

20

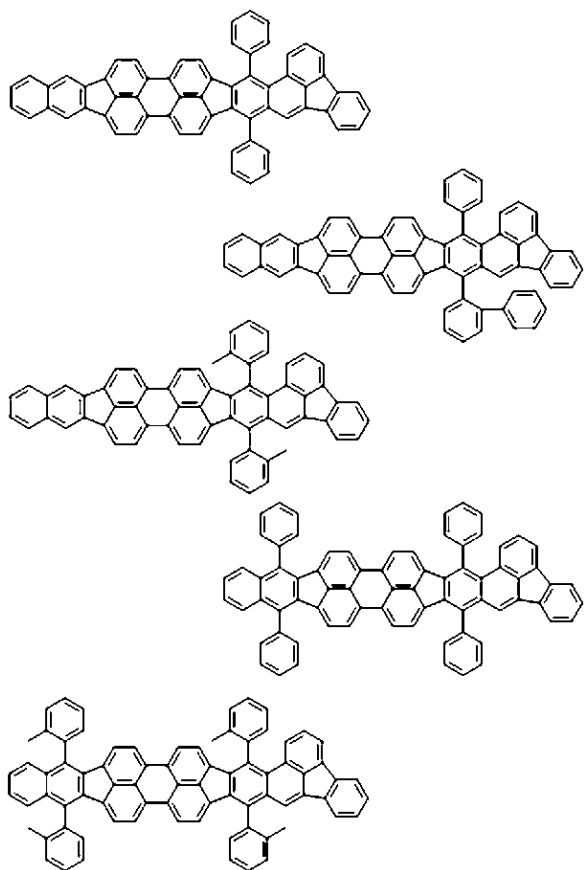
【 0 1 0 8】

30

40

50

【化 3 9】

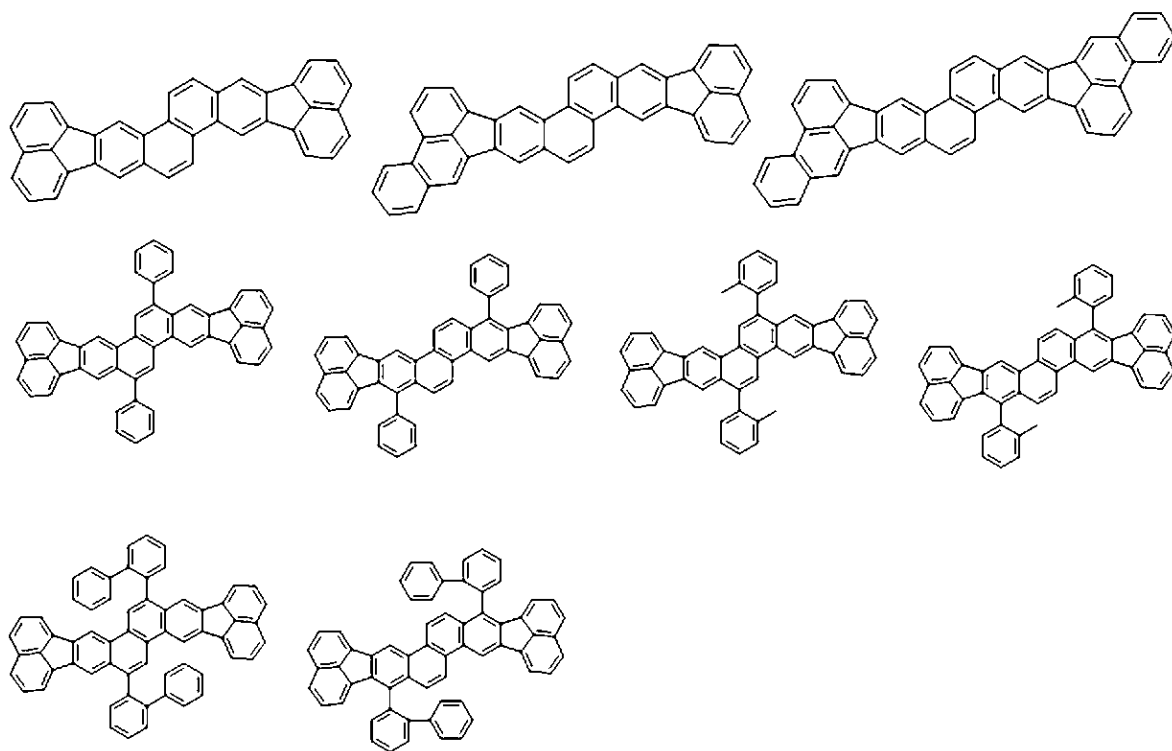


10

20

【 0 1 0 9】

【化 4 0】



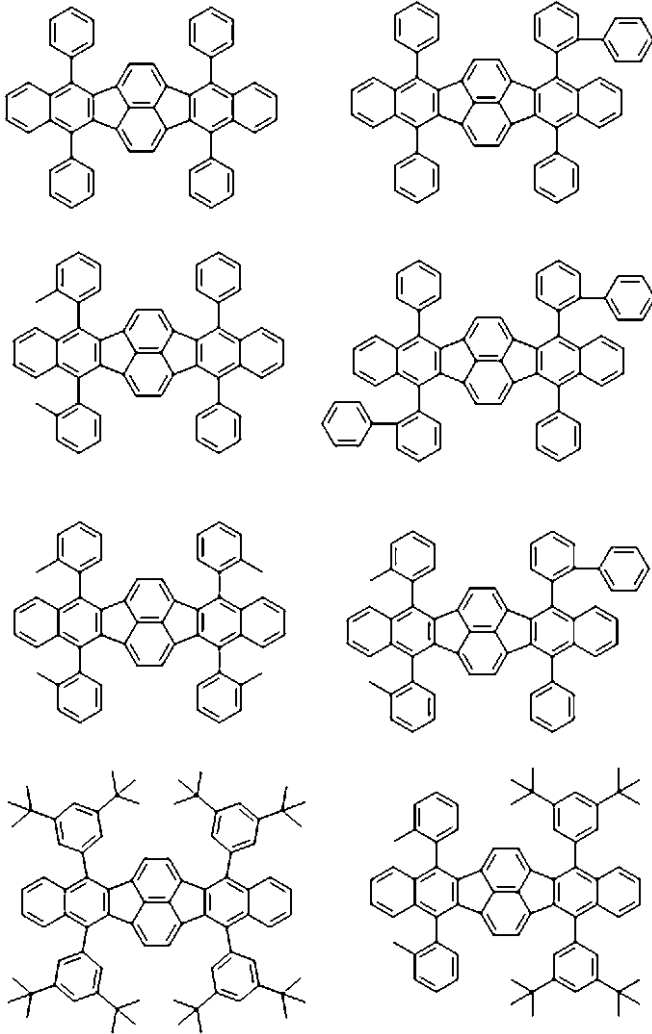
30

40

【 0 1 1 0】

50

## 【化 4 1】



10

20

## 【0 1 1 1】

30

本実施形態の有機発光素子は、一对の電極と、一对の電極の間に配置される有機化合物層とを有する。ここで有機化合物層は少なくとも発光層を有し、有機化合物層が複数層からなる積層体である場合には、発光層の他に、正孔注入層、正孔輸送層、電子プロッキング層、正孔・エキシトンプロッキング層、電子輸送層、電子注入層等を有してもよい。また発光層は、単層であってもよいし、複数の層からなる積層体であってもよい。

## 【0 1 1 2】

40

本実施形態の有機発光素子において、有機化合物層の少なくとも一層に前記第一の有機化合物、第二の有機化合物、第三の有機化合物が含まれている。これら第一乃至第三の有機化合物が含まれる層は、発光層であることが好ましい。そして、発光層である場合には、第三の有機化合物がホストであり、第二の有機化合物がゲスト、第一の有機化合物がアシストである。

## 【0 1 1 3】

ホストとは、発光層を構成する化合物の中で質量比が最も大きい化合物である。またゲストとは、発光層を構成する化合物の中で質量比がホストよりも小さい化合物であって、主たる発光を担う化合物である。また、アシストとは、発光層を構成する化合物の中で質量比がホストよりも小さく、ゲスト以上の化合物である。即ち、質量比はホスト > アシスト > ゲストである。

## 【0 1 1 4】

本実施形態に係る発光層は、少なくとも3種からなる。ホストの濃度は、発光層全体に対して50質量%以上99質量%以下であることが好ましく、50質量%以上98質量%

50

以下であることがさらに好ましい。ゲストの濃度は発光層全体に対して0.1質量%以上20質量%以下が好ましく、濃度消光を防ぐ観点からは1質量%以上10質量%以下が好ましい。さらに、アシストの濃度は、発光層全体に対して0.5質量%を超え、49.09質量%以下が好ましく、さらに好ましくは2質量%以上49.09質量%以下、より好ましくは5質量%以上49.09質量%以下である。

【0115】

ゲストは、ホストがマトリックスとなっている層の全体に均一に含ませてもよいし、濃度勾配を有して含ませてもよい。また層内の特定の領域にゲストを部分的に含ませて、発光層がゲストを含まないホストのみの領域を有する層としてもよい。

【0116】

発光層は単層でも複層でも良いし、他の発光色を有する発光材料を含むことで、混色させることも可能である。複層とは2層以上の発光層が積層している状態を意味する。この場合、有機発光素子の発光色は特に限られない。より具体的には白色でもよいし、中間色でもよい。白色の場合、例えば、発光層の発光色が青色であれば、別の発光層は、青色とは異なる色、即ち緑色や赤色を発光する。さらに、本発明における発光層もしくは積層発光層と、第一もしくは第二電極との間に、青色に発光する第三の発光層と電荷発生層を具備してもよい。電荷発生層はタンデム素子としての機能を発現させ、電荷発生層から発生した電子と第一電極から注入した正孔が電荷再結合して励起子を生成、電荷発生層から発生した正孔と第二電極から注入された電子が電荷再結合して励起子を形成する。このため、内部量子効率も2倍になる。その際、本発明の有機発光素子は、黄色発光の補色として青色発光層として、タンデム素子の片側に適用することができる。従って、本発明における発光層からなる青色発光層を用いて、黄色発光層とタンデム素子構成とすることにより、白色発光素子を提供することができる。また、成膜も蒸着もしくは塗布成膜で行う。

【0117】

本実施形態の有機発光素子の具体的な素子構成としては、基板上に、下記(1)乃至(6)に示される電極層及び有機化合物層を順次積層した多層型の素子構成が挙げられる。尚、いずれの素子構成においても有機化合物層には発光材料を有する発光層が必ず含まれる。

(1) 陽極 / 発光層 / 陰極

(2) 陽極 / 正孔輸送層 / 発光層 / 電子輸送層 / 陰極

(3) 陽極 / 正孔輸送層 / 発光層 / 電子輸送層 / 電子注入層 / 陰極

(4) 陽極 / 正孔注入層 / 正孔輸送層 / 発光層 / 電子輸送層 / 陰極

(5) 陽極 / 正孔注入層 / 正孔輸送層 / 発光層 / 電子輸送層 / 電子注入層 / 陰極

(6) 陽極 / 正孔輸送層 / 電子ブロッキング層 / 発光層 / 正孔ブロッキング層 / 電子輸送層 / 陰極

【0118】

但し、これらの素子構成例はあくまでもごく基本的な素子構成であり、これらに限定されるものではない。例えば、電極と有機化合物層との界面に絶縁性層、接着層或いは干涉層を設ける、電子輸送層もしくは正孔輸送層がイオン化ポテンシャルの異なる二つの層から構成される、発光層が発光材料の異なる二つの層から構成される等多様な層構成を採用することができる。

【0119】

上記(1)乃至(6)に示される素子構成において、(6)の構成は、電子ブロッキング層及び正孔ブロッキング層を共に有している構成であるので、好ましい。つまり、電子ブロッキング層及び正孔ブロッキング層を有する(6)では、正孔と電子の両キャリアを発光層内に確実に閉じ込めることができるので、キャリア漏れがなく発光効率が高い有機発光素子となる。

【0120】

ここで、本発明の有機発光素子において、第一乃至第三の有機化合物は、いずれも自由回転可能な単結合が全て炭素-炭素結合であり、さらに、第二の有機化合物は、係る炭素

10

20

30

40

50

- 炭素結合の少なくとも一方の炭素が  $sp^2$  炭素である。よって、第一乃至第三の有機化合物で構成される発光層は安定な分子構造からなるため、良好な耐久特性を有する。従って、発光層に接する電子ブロッキング層及び正孔ブロッキング層の化合物も安定な構造を有していることが好ましい。例えば、正孔ブロッキング層は、正孔にたいして安定である必要があるため、正孔ブロッキング層化合物は反応性が低い有機化合物、さらには、炭化水素のみからなる有機化合物であることが好ましい。例えば電子ブロッキング層も、電子に対して安定である必要があるため、反応性が低い有機化合物、さらには、自由回転可能な単結合が全て炭素-炭素結合、好ましくは、 $sp^2$ 炭素- $sp^2$ 炭素結合からなる有機化合物であることが好ましい。

【0121】

10

発光層から出力される光の取り出し態様（素子形態）としては、基板側の電極から光を取り出すいわゆるボトムエミッション方式でもよいし、基板の反対側から光を取り出すいわゆるトップエミッション方式でもよい。また基板側及び基板の反対側から光を取り出す、両面取り出し方式も採用することができる。

【0122】

<その他の化合物>

本発明に係る第一乃至第三の有機化合物は、本実施形態の有機発光素子を構成する発光層以外の有機化合物層の構成材料として使用することができる。具体的には、電子輸送層、電子注入層、正孔輸送層、正孔注入層、正孔ブロッキング層等の構成材料として用いてもよい。この場合、有機発光素子の発光色は特に限られない。より具体的には白色でもよいし、中間色でもよい。

20

【0123】

本実施形態に係る有機発光素子には、必要に応じて従来公知の低分子系及び高分子系の正孔注入性化合物或いは正孔輸送性化合物、ホストとなる化合物、発光性化合物、電子注入性化合物或いは電子輸送性化合物等を一緒に使用することができる。以下にこれらの化合物例を挙げる。

【0124】

正孔注入輸送性材料としては、陽極からの正孔の注入を容易にして、且つ注入された正孔を発光層へ輸送できるように正孔移動度が高い材料が好ましい。また有機発光素子中において結晶化等の膜質の劣化を抑制するために、ガラス転移点温度が高い材料が好ましい。正孔注入輸送性能を有する低分子及び高分子系材料としては、トリアリールアミン誘導体、アリールカルバゾール誘導体、フェニレンジアミン誘導体、スチルベン誘導体、フタロシアン誘導体、ポルフィリン誘導体、ポリ(ビニルカルバゾール)、ポリ(チオフェン)、その他導電性高分子が挙げられる。さらに上記の正孔注入輸送性材料は、電子ブロッキング層にも好適に使用される。以下に、正孔注入輸送性材料として用いられる化合物の具体例を示すが、これらに限定されるものではない。

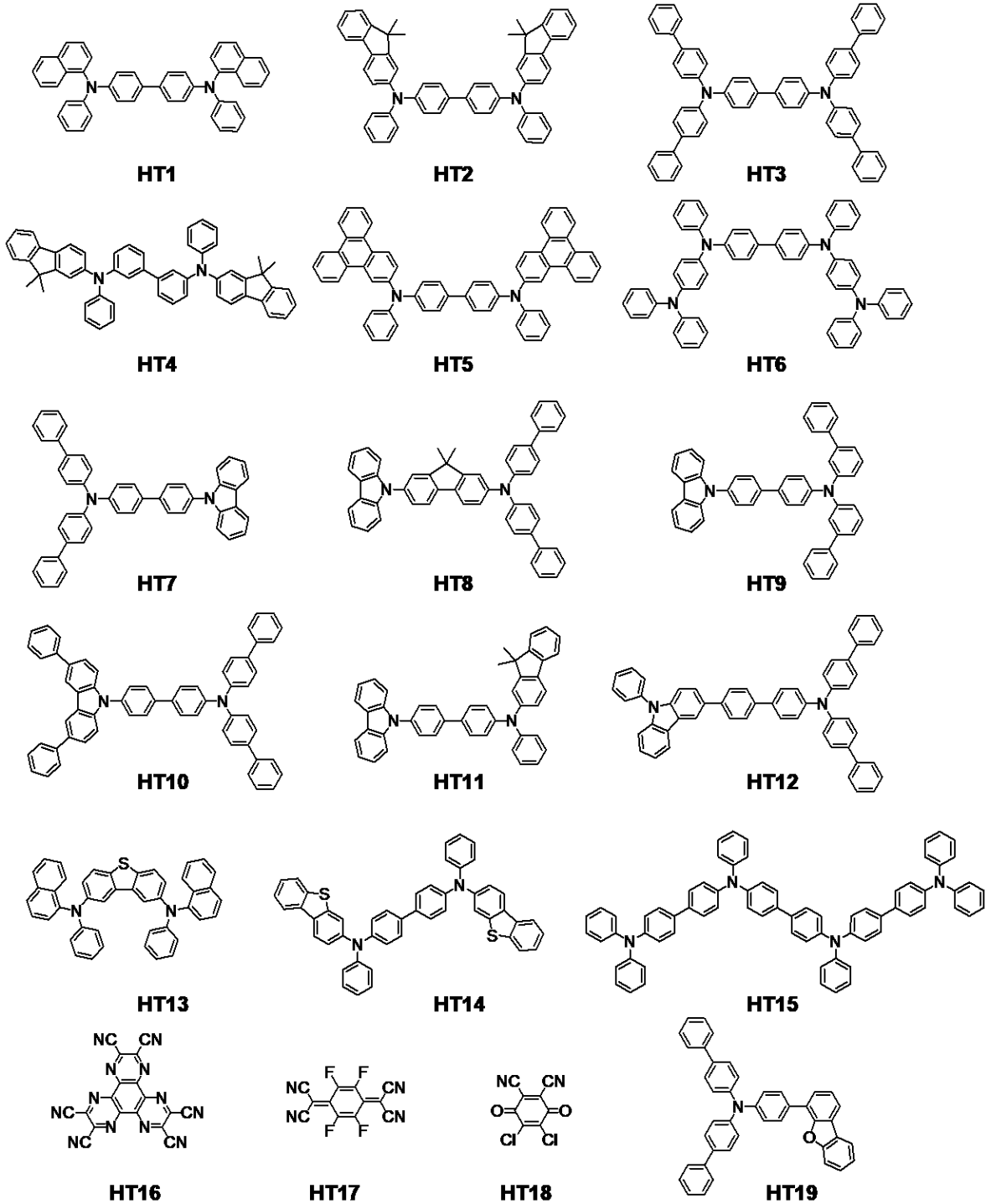
30

【0125】

40

50

【化 4 2】



10

20

30

40

【 0 1 2 6】

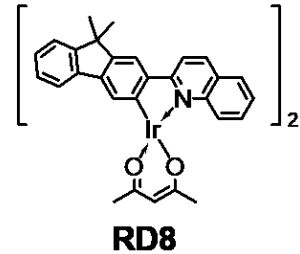
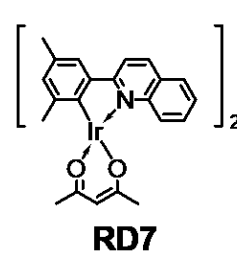
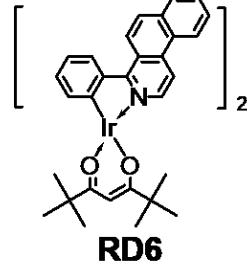
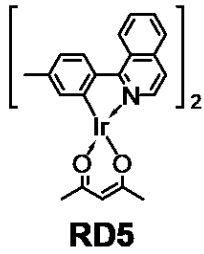
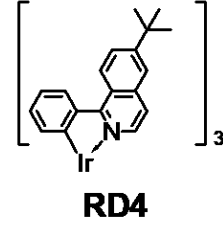
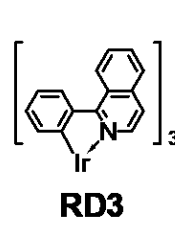
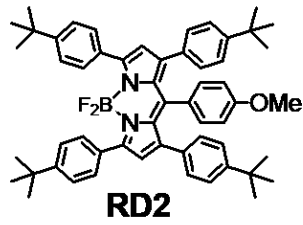
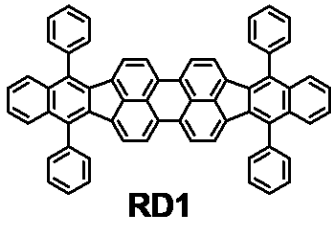
主に発光機能に関わる発光材料としては、前記した第二の有機化合物以外にも、縮環化合物（例えばフルオレン誘導体、ナフタレン誘導体、ピレン誘導体、ペリレン誘導体、テトラセン誘導体、アントラセン誘導体、ルブレン等）、キナクリドン誘導体、クマリン誘導体、スチルベン誘導体、トリス（8 - キノリノラート）アルミニウム等の有機アルミニウム錯体、イリジウム錯体、白金錯体、レニウム錯体、銅錯体、ユーロピウム錯体、ルテニウム錯体、及びポリ（フェニレンビニレン）誘導体、ポリ（フルオレン）誘導体、ポリ（フェニレン）誘導体等の高分子誘導体が挙げられる。以下に、発光材料として用いられる化合物の具体例を示すが、これらに限定されるものではない。

【 0 1 2 7】

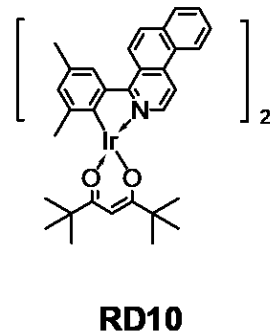
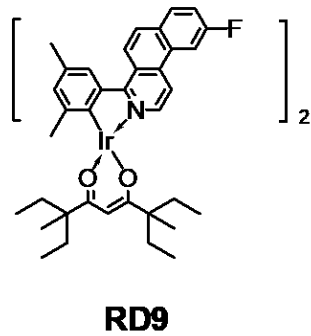
50



## 【化 4 4】



10



20

## 【 0 1 2 9 】

発光層に含まれるホスト或いはアシストとして、第一乃至第三の有機化合物以外の第四の化合物を含有してもいい。第四の化合物としては、例えば、芳香族炭化水素化合物もしくはその誘導体、カルバゾール誘導体、アジン誘導体、キサントン誘導体、ジベンゾフラン誘導体、ジベンゾチオフェン誘導体、トリス(8-キノリノラート)アルミニウム等の有機アルミニウム錯体、有機ベリリウム錯体等が挙げられるが、これらに限定されない。以下に、具体例を示す。

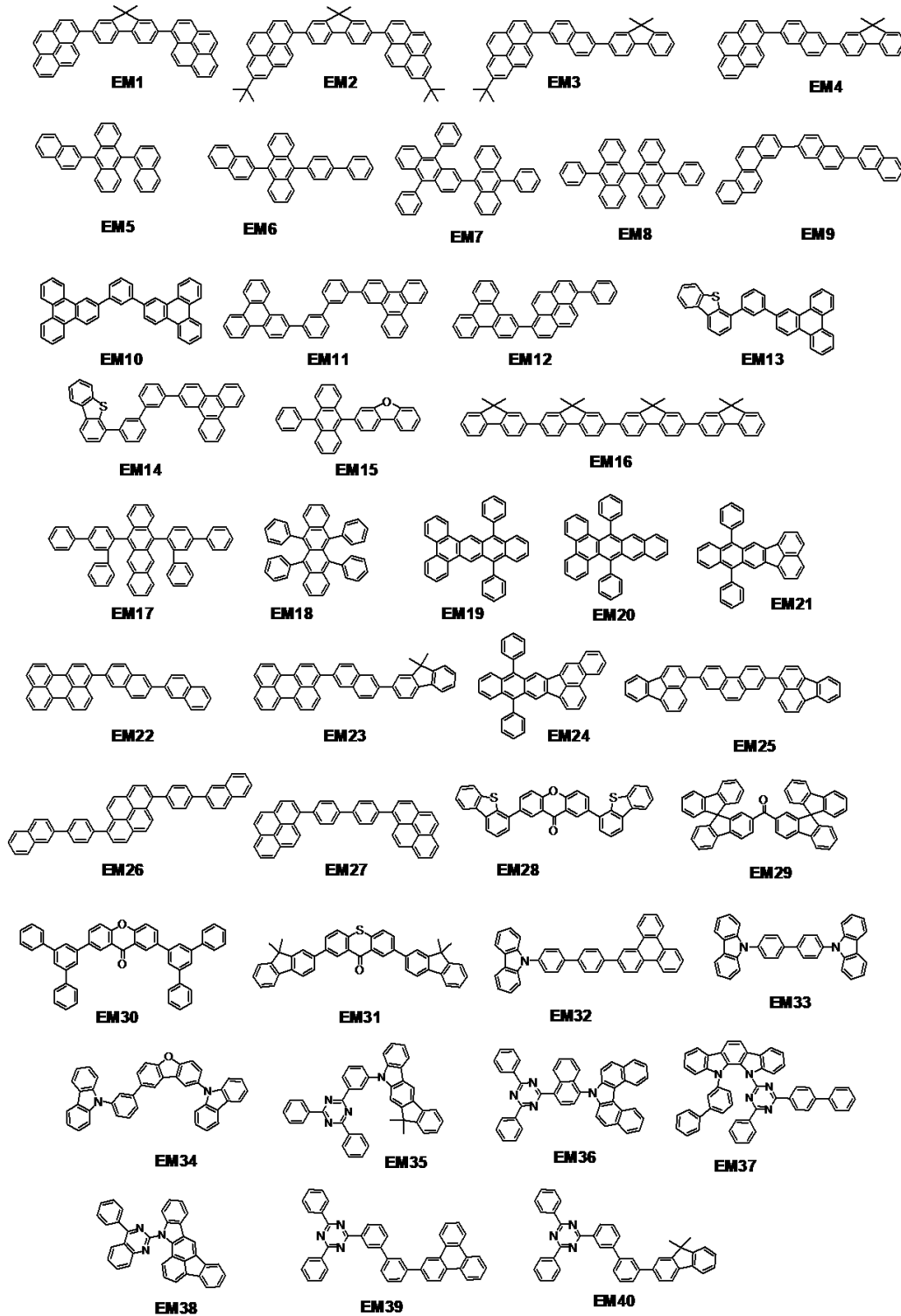
30

## 【 0 1 3 0 】

40

50

## 【化 4 5】



10

20

30

40

## 【0131】

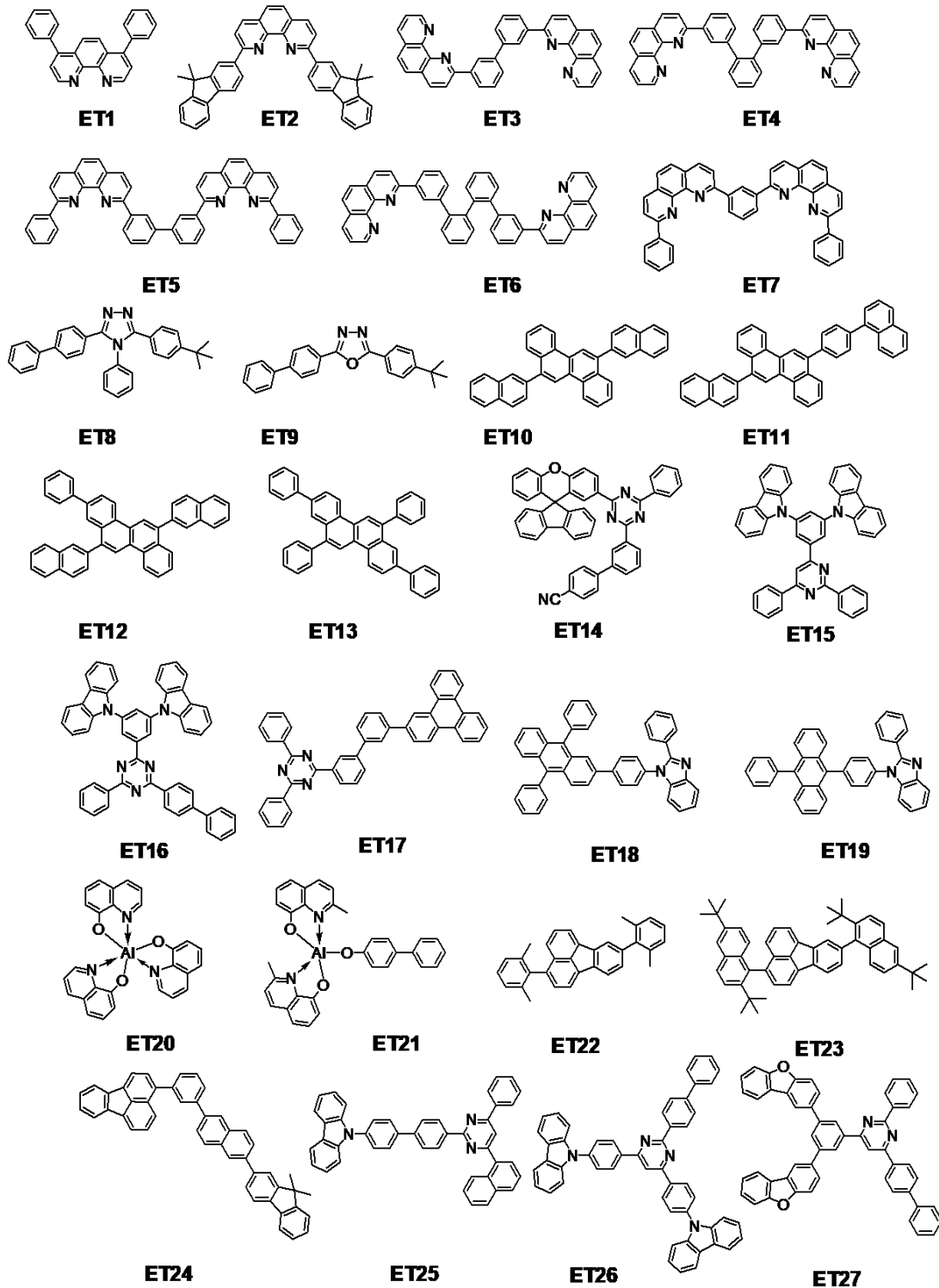
電子輸送性材料としては、陰極から注入された電子を発光層へ輸送することができるものから任意に選ぶことができ、正孔輸送性材料の正孔移動度とのバランス等を考慮して選択される。電子輸送性能を有する材料としては、オキサジアゾール誘導体、オキサゾール誘導体、ピラジン誘導体、トリアゾール誘導体、トリアジン誘導体、キノリン誘導体、キノキサリン誘導体、フェナントロリン誘導体、有機アルミニウム錯体、縮環化合物（例えばフルオレン誘導体、ナフタレン誘導体、クリセン誘導体、アントラセン誘導体等）が挙げられる。さらに上記の電子輸送性材料は、正孔ブロッキング層にも好適に使用される。以下に、電子輸送性材料として用いられる化合物の具体例を示すが、もちろんこれらに限

50

定されるものではない。以下に、具体例を示す。

【 0 1 3 2 】

【 化 4 6 】



10

20

30

40

【 0 1 3 3 】

電子注入性材料としては、陰極からの電子注入が容易に可能なものから任意に選ぶことができ、正孔注入性とのバランス等を考慮して選択される。有機化合物としてn型ドーパント及び還元性ドーパントも含まれる。例えば、フッ化リチウム等のアルカリ金属を含む化合物、リチウムキノリノール等のリチウム錯体、ベンゾイミダゾリデン誘導体、イミダゾリデン誘導体、フルバレン誘導体、アクリジン誘導体が挙げられる。また上記の電子輸送材料と合わせて用いることもできる。

50

## 【 0 1 3 4 】

## &lt; 有機発光素子の構成 &gt;

有機発光素子は、基板の上に、絶縁層、第一電極、有機化合物層、第二電極を形成して設けられる。第二電極の上には、保護層、カラーフィルタ、マイクロレンズ等を設けてよい。カラーフィルタを設ける場合は、保護層との間に平坦化層を設けてよい。平坦化層はアクリル樹脂等で構成することができる。カラーフィルタとマイクロレンズとの間において、平坦化層を設ける場合も同様である。

## 【 0 1 3 5 】

## 〔 基板 〕

基板は、石英、ガラス、シリコンウエハ、樹脂、金属等が挙げられる。また、基板の上には、トランジスタなどのスイッチング素子や配線を備え、その上に絶縁層を備えてもよい。絶縁層としては、第一電極との間に配線が形成可能なように、コンタクトホールを形成可能で、かつ接続しない配線との絶縁を確保できれば、材料は問わない。例えば、ポリイミド等の樹脂、酸化シリコン、窒化シリコンなどを用いることができる。

## 【 0 1 3 6 】

## 〔 電極 〕

電極は、一对の電極を用いることができる。一对の電極は、陽極と陰極であってよい。有機発光素子が発光する方向に電界を印加する場合に、電位が高い電極が陽極であり、他方が陰極である。また、発光層に正孔を供給する電極が陽極であり、電子を供給する電極が陰極であるということもできる。

## 【 0 1 3 7 】

陽極の構成材料としては仕事関数になるべく大きいものが良い。例えば、金、白金、銀、銅、ニッケル、パラジウム、コバルト、セレン、バナジウム、タングステン、等の金属単体やこれらを含む混合物、或いはこれらを組み合わせた合金、酸化錫、酸化亜鉛、酸化インジウム、酸化錫インジウム (ITO)、酸化亜鉛インジウム等の金属酸化物が使用できる。またポリアニリン、ポリピロール、ポリチオフェン等の導電性ポリマーも使用できる。

## 【 0 1 3 8 】

これらの電極物質は一種類を単独で使用してもよいし、二種類以上を併用して使用してもよい。また、陽極は一層で構成されていてもよく、複数の層で構成されていてもよい。

## 【 0 1 3 9 】

反射電極として用いる場合には、例えばクロム、アルミニウム、銀、チタン、タングステン、モリブデン、又はこれらの合金、積層したものなどを用いることができる。上記の材料にて、電極としての役割を有さない、反射膜として機能することも可能である。また、透明電極として用いる場合には、酸化インジウム錫 (ITO)、酸化インジウム亜鉛などの酸化物透明導電層などを用いることができるが、これらに限定されるものではない。電極の形成には、フォトリソグラフィ技術を用いることができる。

## 【 0 1 4 0 】

一方、陰極の構成材料としては仕事関数の小さなものがよい。例えばリチウム等のアルカリ金属、カルシウム等のアルカリ土類金属、アルミニウム、チタニウム、マンガン、銀、鉛、クロム等の金属単体又はこれらを含む混合物が挙げられる。或いはこれら金属単体を組み合わせた合金も使用することができる。例えばマグネシウム - 銀、アルミニウム - リチウム、アルミニウム - マグネシウム、銀 - 銅、亜鉛 - 銀等が使用できる。酸化錫インジウム (ITO) 等の金属酸化物の利用も可能である。これらの電極物質は一種類を単独で使用してもよいし、二種類以上を併用して使用してもよい。また陰極は一層構成でもよく、多層構成でもよい。中でも銀を用いることが好ましく、銀の凝集を低減するため、銀合金とすることがさらに好ましい。銀の凝集が低減できれば、合金の比率は問わない。例えば、銀：他の金属が、1：1、3：1等であってよい。

## 【 0 1 4 1 】

陰極は、ITOなどの酸化物導電層を使用してトップエミッション素子としてもよいし

、アルミニウム（Al）などの反射電極を使用してボトムエミッション素子としてもよいし、特に限定されない。陰極の形成方法としては、特に限定されないが、直流及び交流スパッタリング法などを用いると、膜のカバレッジがよく、抵抗を下げやすいためより好ましい。

#### 【0142】

##### [有機化合物層]

有機化合物層は、少なくとも発光層を有し、該発光層以外に、陽極側に正孔注入層、正孔輸送層、電子ブロッキング層を、陰極側に正孔ブロッキング層、電子輸送層、電子注入層等を必要に応じて適宜選択して有していても良い。有機化合物層は、主に有機化合物で構成されるが、無機原子、無機化合物を含んでいてもよい。例えば、銅、リチウム、マグネシウム、アルミニウム、イリジウム、白金、モリブデン、亜鉛等を有してよい。

10

#### 【0143】

本発明の一実施形態に係る有機発光素子を構成する有機化合物層は、真空蒸着法、イオン化蒸着法、スパッタリング、プラズマ等のドライプロセスを用いることができる。またドライプロセスに代えて、適当な溶媒に溶解させて公知の塗布法（例えば、スピニング、ディッピング、キャスト法、LB法、インクジェット法等）により層を形成するウェットプロセスを用いることもできる。

ここで真空蒸着法や溶液塗布法等によって層を形成すると、結晶化等が起こりにくく経時安定性に優れる。また塗布法で成膜する場合は、適当なバインダー樹脂と組み合わせ膜を形成することもできる。

20

#### 【0144】

上記バインダー樹脂としては、ポリビニルカルバゾール樹脂、ポリカーボネート樹脂、ポリエステル樹脂、ABS樹脂、アクリル樹脂、ポリイミド樹脂、フェノール樹脂、エポキシ樹脂、シリコン樹脂、尿素樹脂等が挙げられるが、これらに限定されるものではない。

また、これらバインダー樹脂は、ホモポリマー又は共重合体として一種類を単独で使用してもよいし、二種類以上を混合して使用してもよい。さらに必要に応じて、公知の可塑性、酸化防止剤、紫外線吸収剤等の添加剤を併用してもよい。

#### 【0145】

##### [保護層]

第二電極の上に、保護層を設けてもよい。例えば、第二電極上に吸湿剤を設けたガラスを接着することで、有機化合物層に対する水等の浸入を低減し、表示不良の発生を低減することができる。また、別の実施形態としては、第二電極上に窒化ケイ素等のパッシベーション膜を設け、有機化合物層に対する水等の浸入を低減してもよい。例えば、第二電極を形成後に真空を破らずに別のチャンパーに搬送し、CVD法で厚さ2 $\mu$ mの窒化ケイ素膜を形成することで、保護層としてもよい。CVD法の成膜の後で原子堆積法（ALD法）を用いた保護層を設けてもよい。ALD法による膜の材料は限定されないが、窒化ケイ素、酸化ケイ素、酸化アルミニウム等であってよい。ALD法で形成した膜の上に、さらにCVD法で窒化ケイ素を形成してよい。ALD法による膜は、CVD法で形成した膜よりも小さい膜厚であってよい。具体的には、50%以下、さらには、10%以下であってよい。

30

40

#### 【0146】

##### [カラーフィルタ]

保護層の上にカラーフィルタを設けてもよい。例えば、有機発光素子のサイズを考慮したカラーフィルタを別の基板上に設け、それと有機発光素子を設けた基板とを貼り合わせてもよいし、上記で示した保護層上にフォトリソグラフィ技術を用いて、カラーフィルタをパターンニングしてもよい。カラーフィルタは、高分子で構成されてよい。

#### 【0147】

##### [平坦化層]

カラーフィルタと保護層との間に平坦化層を有してもよい。平坦化層は、下の層の凹凸

50

を低減する目的で設けられる。目的を制限せずに、材質樹脂層と呼ばれる場合もある。平坦化層は有機化合物で構成されてよく、低分子であっても、高分子であってもよいが、高分子であることが好ましい。

平坦化層は、カラーフィルタの上下に設けられてもよく、その構成材料は同じであっても異なってもよい。具体的には、ポリビニルカルバゾール樹脂、ポリカーボネート樹脂、ポリエステル樹脂、ABS樹脂、アクリル樹脂、ポリイミド樹脂、フェノール樹脂、エポキシ樹脂、シリコン樹脂、尿素樹脂等が挙げられる。

【0148】

[マイクロレンズ]

有機発光素子、又は有機発光素子を有する発光装置は、その光出射側にマイクロレンズ等の光学部材を有してよい。マイクロレンズは、アクリル樹脂、エポキシ樹脂等で構成されうる。マイクロレンズは、有機発光素子又は発光装置から取り出す光量の増加、取り出す光の方向の制御を目的としてよい。マイクロレンズは、半球の形状を有してよい。半球の形状を有する場合、当該半球に接する接線のうち、絶縁層と平行になる接線があり、その接線と半球との接点がマイクロレンズの頂点である。マイクロレンズの頂点は、任意の断面図においても同様に決定することができる。つまり、断面図におけるマイクロレンズの半円に接する接線のうち、絶縁層と平行になる接線があり、その接線と半円との接点がマイクロレンズの頂点である。

10

【0149】

また、マイクロレンズの中点を定義することもできる。マイクロレンズの断面において、円弧の形状が終了する点から別の円弧の形状が終了する点までの線分を仮想し、当該線分の中点をマイクロレンズの中点と呼ぶことができる。頂点、中点を判別する断面は、絶縁層に垂直な断面であってよい。

20

【0150】

[対向基板]

平坦化層の上には、対向基板を有してよい。対向基板は、前述の基板と対応する位置に設けられるため、対向基板と呼ばれる。対向基板の構成材料は、前述の基板と同じであってよい。対向基板は、前述の基板を第一基板とした場合、第二基板であってよい。

【0151】

[画素回路]

有機発光素子を有する発光装置は、有機発光素子に接続されている画素回路を有してよい。画素回路は、複数の有機発光素子をそれぞれ独立に発光制御するアクティブマトリクス型であってよい。アクティブマトリクス型の回路は電圧プログラミングであっても、電流プログラミングであってもよい。駆動回路は、画素毎に画素回路を有する。画素回路は、有機発光素子、該有機発光素子の発光輝度を制御するトランジスタ、発光タイミングを制御するトランジスタ、発光輝度を制御するトランジスタのゲート電圧を保持する容量、発光素子を介さずにGNDに接続するためのトランジスタを有してよい。

30

【0152】

発光装置は、表示領域と、表示領域の周囲に配されている周辺領域とを有する。表示領域には画素回路を有し、周辺領域には表示制御回路を有する。画素回路を構成するトランジスタの移動度は、表示制御回路を構成するトランジスタの移動度よりも小さくてよい。画素回路を構成するトランジスタの電流電圧特性の傾きは、表示制御回路を構成するトランジスタの電流電圧特性の傾きよりも小さくてよい。電流電圧特性の傾きは、いわゆる $V_g - I_g$ 特性により測定できる。画素回路を構成するトランジスタは、有機発光素子に接続されているトランジスタである。

40

【0153】

[画素]

有機発光素子を有する発光装置は、複数の画素を有してよい。画素は互いに他と異なる色を発光する副画素を有する。副画素は、例えば、それぞれRGBの発光色を有してよい。

50

画素は、画素開口とも呼ばれる領域が発光する。この領域は第一領域と同じである。画素開口は $15\ \mu\text{m}$ 以下であってよく、 $5\ \mu\text{m}$ 以上であってよい。より具体的には、 $11\ \mu\text{m}$ 、 $9.5\ \mu\text{m}$ 、 $7.4\ \mu\text{m}$ 、 $6.4\ \mu\text{m}$ 等であってよい。副画素間は、 $10\ \mu\text{m}$ 以下であってよく、具体的には、 $8\ \mu\text{m}$ 、 $7.4\ \mu\text{m}$ 、 $6.4\ \mu\text{m}$ であってよい。

画素は、平面図において、公知の配置形態をとりうる。例えば、ストライプ配置、デルタ配置、ペンタイル配置、ベイヤー配置であってよい。副画素の平面図における形状は、公知のいずれの形状をとってもよい。例えば、長方形、ひし形等の四角形、六角形、等である。もちろん、正確な図形ではなく、長方形に近い形をしていれば、長方形に含まれる。副画素の形状と、画素配列と、を組み合わせることができる。

#### 【0154】

<有機発光素子の用途>

本実施形態に係る有機発光素子は、表示装置や照明装置の構成部材として用いることができる。他にも、電子写真方式の画像形成装置の露光光源や液晶表示装置のバックライト、白色光源にカラーフィルタを有する発光装置等の用途がある。

#### 【0155】

表示装置は、エリアCCD、リニアCCD、メモリーカード等からの画像情報を入力する画像入力部を有し、入力された情報を処理する情報処理部を有し、入力された画像を表示部に表示する画像情報処理装置でもよい。表示装置は、複数の画素を有し、複数の画素の少なくとも一つが、本実施形態の有機発光素子と、該有機発光素子に接続されたトランジスタと、を有してよい。

また、撮像装置やインクジェットプリンタが有する表示部は、タッチパネル機能を有していてもよい。このタッチパネル機能の駆動方式は、赤外線方式でも、静電容量方式でも、抵抗膜方式であっても、電磁誘導方式であってもよく、特に限定されない。また表示装置はマルチファンクションプリンタの表示部に用いられてもよい。

#### 【0156】

次に、図面を参照しながら本実施形態に係る表示装置について説明する。

図1(a)は、本実施形態に係る表示装置の構成要素である画素の一例である。画素は、副画素10を有している。副画素はその発光により、10R、10G、10Bに分けられている。発光色は、発光層から発光される波長で区別されても、副画素から出射する光がカラーフィルタ等により、選択的に透過又は色変換が行われてもよい。それぞれの副画素10は、層間絶縁層1の上に第一電極2である反射電極、第一電極2の端を覆う絶縁層3、第一電極2と絶縁層3とを覆う有機化合物層4、第二電極5である透明電極、保護層6、カラーフィルタ7を有している。8は有機発光素子である。

#### 【0157】

層間絶縁層1は、その下層又は内部にトランジスタ、容量素子が配されていてよい。トランジスタと第一電極2は不図示のコンタクトホール等を介して電氣的に接続されていてよい。

絶縁層3は、バンク、画素分離膜とも呼ばれる。第一電極2の端を覆っており、第一電極2を囲って配されている。絶縁層3の配されていない部分が、有機化合物層4と接し、発光領域となる。

第二電極5は、透明電極であっても、反射電極であっても、半透過電極であってもよい。

保護層6は、有機化合物層4に水分が浸透することを低減する。保護層6は、一層のように図示されているが、複数層であってよい。層ごとに無機化合物層、有機化合物層があってもよい。

#### 【0158】

カラーフィルタ7は、その色により7R、7G、7Bに分けられる。カラーフィルタ7は、不図示の平坦化層上に形成されてよい。また、カラーフィルタ7上に不図示の樹脂保護層を有してよい。また、カラーフィルタ7は、保護層6上に形成されてよい。又はガラス基板等の対向基板上に設けられた後に、貼り合わせられてよい。

10

20

30

40

50

## 【 0 1 5 9 】

図 1 ( b ) は、有機発光素子と該有機発光素子に接続されるトランジスタとを有する表示装置の例を示す断面模式図である。有機発光素子 2 6 とトランジスタの一例として T F T ( 薄膜トランジスタ ) 1 8 を有する。ガラス、シリコン等の基板 1 1 とその上部に絶縁層 1 2 が設けられている。絶縁層 1 2 の上には、T F T 1 8 等の能動素子が配されており、能動素子のゲート電極 1 3、ゲート絶縁膜 1 4、半導体層 1 5 が配置されている。T F T 1 8 は、他にもドレイン電極 1 6 とソース電極 1 7 とで構成されている。T F T 1 8 の上部には絶縁膜 1 9 が設けられている。絶縁膜 1 9 に設けられたコンタクトホール 2 0 を介して有機発光素子 2 6 を構成する陽極 2 1 とソース電極 1 7 とが接続されている。

## 【 0 1 6 0 】

尚、有機発光素子 2 6 に含まれる電極 ( 陽極 2 1、陰極 2 3 ) と T F T 1 8 に含まれる電極 ( ソース電極 1 7、ドレイン電極 1 6 ) との電気接続の方式は、図 1 ( b ) に示される態様に限られるものではない。つまり陽極 2 1 又は陰極 2 3 のうちいずれか一方と T F T 1 8 のソース電極 1 7 又はドレイン電極 1 6 のいずれか一方とが電気接続されていればよい。

## 【 0 1 6 1 】

図 1 ( b ) の表示装置では有機化合物層 2 2 を 1 つの層の如く図示をしているが、有機化合物層 2 2 は、複数層であってもよい。陰極 2 3 の上には有機発光素子 2 6 の劣化を低減するための第一の保護層 2 4 や第二の保護層 2 5 が設けられている。

また図 1 ( b ) の表示装置に使用されるトランジスタは、単結晶シリコンウエハを用いたトランジスタに限らず、基板の絶縁性表面上に活性層を有する薄膜トランジスタでもよい。活性層として、単結晶シリコン、アモルファスシリコン、微結晶シリコンなどの非単結晶シリコン、インジウム亜鉛酸化物、インジウムガリウム亜鉛酸化物等の非単結晶酸化物半導体が挙げられる。

## 【 0 1 6 2 】

図 1 ( b ) の表示装置に含まれるトランジスタは、S i 基板等の基板内に形成されていてもよい。ここで基板内に形成されるとは、S i 基板等の基板自体を加工してトランジスタを作製することを意味する。つまり、基板内にトランジスタを有することは、基板とトランジスタとが一体に形成されていると見ることもできる。

## 【 0 1 6 3 】

本実施形態に係る有機発光素子 2 6 はスイッチング素子の一例である T F T により発光輝度が制御され、有機発光素子 2 6 を複数面内に設けることでそれぞれの発光輝度により画像を表示することができる。尚、本実施形態に係るスイッチング素子は、T F T に限らず、低温ポリシリコンで形成されているトランジスタ、S i 基板等の基板上に形成されたアクティブマトリクスドライバであってもよい。基板上とは、その基板内ということもできる。基板内にトランジスタを設けるか、T F T を用いるかは、表示部の大きさによって選択され、例えば 0 . 5 インチ程度の大きさであれば、S i 基板上に有機発光素子を設けることが好ましい。

## 【 0 1 6 4 】

図 2 は、本実施形態に係る表示装置の一例を表す模式図である。表示装置 1 0 0 0 は、上部カバー 1 0 0 1 と下部カバー 1 0 0 9 との間に、タッチパネル 1 0 0 3、表示パネル 1 0 0 5、フレーム 1 0 0 6、回路基板 1 0 0 7、バッテリー 1 0 0 8 を有している。タッチパネル 1 0 0 3 及び表示パネルには、フレキシブルプリント回路 F P C 1 0 0 2、1 0 0 4 が接続されている。回路基板 1 0 0 7 には、トランジスタがプリントされている。バッテリー 1 0 0 8 は、表示装置が携帯機器でなければ、設けなくてもよいし、携帯機器であっても、別の位置に設けてもよい。

## 【 0 1 6 5 】

本実施形態に係る表示装置は、赤色、緑色、青色を有するカラーフィルタを有してよい。カラーフィルタは、当該赤色、緑色、青色がデルタ配列で配置されてよい。

本実施形態に係る表示装置は、携帯端末の表示部に用いられてもよい。その際には、表

10

20

30

40

50

示機能と操作機能との双方を有してもよい。携帯端末としては、スマートフォン等の携帯電話、タブレット、ヘッドマウントディスプレイ等が挙げられる。

本実施形態に係る表示装置は、複数のレンズを有する光学部と、当該光学部を通過した光を受光する撮像素子とを有する撮像装置の表示部に用いられてよい。撮像装置は、撮像素子が取得した情報を表示する表示部を有してよい。また、表示部は、撮像装置の外部に露出した表示部であっても、ファインダ内に配置された表示部であってもよい。撮像装置は、デジタルカメラ、デジタルビデオカメラであってもよい。

#### 【0166】

図3(a)は、本実施形態に係る撮像装置の一例を表す模式図である。撮像装置1100は、ビューファインダ1101、背面ディスプレイ1102、操作部1103、筐体1104を有してよい。ビューファインダ1101は、本実施形態に係る表示装置を有する。その場合、表示装置は、撮像する画像のみならず、環境情報、撮像指示等を表示してよい。環境情報には、外光の強度、外光の向き、被写体の動く速度、被写体が遮蔽物に遮蔽される可能性等であってもよい。

10

#### 【0167】

撮像に好適なタイミングはわずかな時間なので、少しでも早く情報を表示した方がよい。従って、本実施形態の有機発光素子を用いた表示装置を用いる。有機発光素子は応答速度が速いからである。有機発光素子を用いた表示装置は、表示速度が求められる、これらの装置、液晶表示装置よりも好適に用いることができる。

#### 【0168】

撮像装置1100は、不図示の光学部を有する。光学部は複数のレンズを有し、筐体1104内に収容されている撮像素子に結像する。複数のレンズは、その相対位置を調整することで、焦点を調整することができる。この操作を自動で行うこともできる。撮像装置は光電変換装置と呼ばれてもよい。光電変換装置は逐次撮像するのではなく、前画像からの差分を検出する方法、常に記録されている画像から切り出す方法等を撮像の方法として含むことができる。

20

#### 【0169】

図3(b)は、本実施形態に係る電子機器の一例を表す模式図である。電子機器1200は、表示部1201と、操作部1202と、筐体1203を有する。筐体1203には、回路、当該回路を有するプリント基板、バッテリー、通信部、を有してよい。操作部1202は、ボタンであってもよいし、タッチパネル方式の反応部であってもよい。操作部1202は、指紋を認識してロックの解除等を行う、生体認識部であってもよい。通信部を有する電子機器は通信機器ということもできる。電子機器1200は、レンズと、撮像素子とを備えることでカメラ機能をさらに有してよい。カメラ機能により撮像された画像が表示部1201に映される。電子機器1200としては、スマートフォン、ノートパソコン等が挙げられる。

30

#### 【0170】

図4は、本実施形態に係る表示装置の一例を表す模式図である。図4(a)は、テレビモニタやPCモニタ等の表示装置である。表示装置1300は、額縁1301を有し表示部1302を有する。表示部1302には、本実施形態に係る有機発光素子が用いられている。額縁1301と、表示部1302を支える土台1303を有している。土台1303は、図4(a)の形態に限られない。額縁1301の下辺が土台を兼ねてもよい。また、額縁1301及び表示部1302は、曲がっていてもよい。その曲率半径は、5000mm以上6000mm以下であってもよい。

40

#### 【0171】

図4(b)は本実施形態に係る表示装置の他の例を表す模式図である。図4(b)の表示装置1310は、折り曲げ可能に構成されており、いわゆるフォルダブルな表示装置である。表示装置1310は、第一表示部1311、第二表示部1312、筐体1313、屈曲点1314を有する。第一表示部1311と第二表示部1312とは、本実施形態に係る有機発光素子を有している。第一表示部1311と第二表示部1312とは、つなぎ

50

目のない1枚の表示装置であってもよい。第一表示部1311と第二表示部1312とは、屈曲点で分けることができる。第一表示部1311、第二表示部1312は、それぞれ異なる画像を表示してもよいし、第一及び第二表示部とで一つの画像を表示してもよい。

#### 【0172】

図5(a)は、本実施形態に係る照明装置の一例を表す模式図である。照明装置1400は、筐体1401と、光源1402と、回路基板1403と、光源1402が発する光を透過する光学フィルタ1404と光拡散部1405と、を有してよい。光源1402は、本実施形態に係る有機発光素子を有している。光学フィルタ1404は光源の演色性を向上させるフィルタであってよい。光拡散部1405は、ライトアップ等、光源の光を効果的に拡散し、広い範囲に光を届けることができる。光学フィルタ1404、光拡散部1405は、照明の光出射側に設けられてよい。必要に応じて、最外部にカバーを設けてもよい。

10

#### 【0173】

照明装置は例えば室内を照明する装置である。照明装置は白色、昼白色、その他青から赤のいずれの色を発光するものであってよい。それらを調光する調光回路を有してよい。照明装置は本実施形態の有機発光素子を有し、さらに該有機発光素子に接続される電源回路を有してよい。電源回路は、交流電圧を直流電圧に変換する回路である。また、白とは色温度が4200Kで昼白色とは色温度が5000Kである。照明装置はカラーフィルタを有してもよい。

また、本実施形態に係る照明装置は、放熱部を有していてもよい。放熱部は装置内の熱を装置外へ放出するものであり、比熱の高い金属、液体シリコン等が挙げられる。

20

#### 【0174】

図5(b)は、本実施形態に係る移動体の一例である自動車の模式図である。当該自動車は灯具の一例であるテールランプを有する。自動車1500は、テールランプ1501を有し、ブレーキ操作等を行った際に、テールランプを点灯する形態であってよい。

テールランプ1501は、本実施形態に係る有機発光素子を有している。テールランプ1501は、有機発光素子を保護する保護部材を有してよい。保護部材はある程度高い強度を有し、透明であれば材料は問わないが、ポリカーボネート等で構成されることが好ましい。ポリカーボネートにフランジカルボン酸誘導体、アクリロニトリル誘導体等を混ぜてよい。

30

#### 【0175】

自動車1500は、車体1503、それに取り付けられている窓1502を有してよい。窓1502は、自動車の前後を確認するための窓でなければ、透明なディスプレイであってもよい。当該透明なディスプレイは、本実施形態に係る有機発光素子を有してよい。この場合、有機発光素子が有する電極等の構成材料は透明な部材で構成される。

#### 【0176】

本実施形態に係る移動体は、船舶、航空機、ドローン等であってよい。移動体は、機体と当該機体に設けられた灯具を有してよい。灯具は、機体の位置を知らせるための発光をしてよい。灯具は本実施形態に係る有機発光素子を有する。

#### 【0177】

図6を参照して、上述の各実施形態の表示装置の適用例について説明する。表示装置は、例えばスマートグラス、HMD、スマートコンタクトのようなウェアラブルデバイスとして装着可能なシステムに適用できる。このような適用例に使用される撮像表示装置は、可視光を光電変換可能な撮像装置と、可視光を発光可能な表示装置とを有する。

40

#### 【0178】

図6(a)は、本発明の一実施形態に係るウェアラブルデバイスの一例を示す模式図である。図6(a)を用いて、1つの適用例に係る眼鏡1600(スマートグラス)を説明する。眼鏡1600のレンズ1601の表面側に、CMOSセンサやSPADのような撮像装置1602が設けられている。また、レンズ1601の裏面側には、上述した各実施形態の表示装置が設けられている。

50

眼鏡 1600 は、制御装置 1603 をさらに備える。制御装置 1603 は、撮像装置 1602 と表示装置に電力を供給する電源として機能する。また、制御装置 1603 は、撮像装置 1602 と表示装置の動作を制御する。レンズ 1601 には、撮像装置 1602 に光を集光するための光学系が形成されている。

【0179】

図 6 (b) は、本発明の一実施形態に係るウェアラブルデバイスの他の例を示す模式図である。図 6 (b) を用いて、1つの適用例に係る眼鏡 1610 (スマートグラス) を説明する。眼鏡 1610 は、制御装置 1612 を有しており、制御装置 1612 に、図 6 (a) の撮像装置 1602 に相当する撮像装置と、表示装置が搭載される。レンズ 1611 には、制御装置 1612 内の撮像装置と、表示装置からの発光を投影するための光学系が形成されており、レンズ 1611 には画像が投影される。制御装置 1612 は、撮像装置及び表示装置に電力を供給する電源として機能すると共に、撮像装置及び表示装置の動作を制御する。

【0180】

制御装置 1612 は、装着者の視線を検知する視線検知部を有してもよい。視線の検知は赤外線を用いてよい。赤外発光部は、表示画像を注視しているユーザーの眼球に対して、赤外光を発する。発せられた赤外光の眼球からの反射光を、受光素子を有する撮像部が検出することで眼球の撮像画像が得られる。平面視における赤外発光部から表示部への光を低減する低減手段を有することで、画像品位の低下を低減する。赤外光の撮像により得られた眼球の撮像画像から表示画像に対するユーザーの視線を検出する。眼球の撮像画像を用いた視線検出には任意の公知の手法が適用できる。一例として、角膜での照射光の反射によるブルキニエ像に基づく視線検出方法を用いることができる。より具体的には、瞳孔角膜反射法に基づく視線検出処理が行われる。瞳孔角膜反射法を用いて、眼球の撮像画像に含まれる瞳孔の像とブルキニエ像とに基づいて、眼球の向き(回転角度)を表す視線ベクトルが算出されることにより、ユーザーの視線が検出される。

【0181】

本発明の一実施形態に係る表示装置は、受光素子を有する撮像装置を有し、撮像装置からのユーザーの視線情報に基づいて表示装置の表示画像を制御してよい。具体的には、表示装置は、視線情報に基づいて、ユーザーが注視する第一の視界領域と、第一の視界領域以外の第二の視界領域とを決定する。第一の視界領域、第二の視界領域は、表示装置の制御装置が決定してもよいし、外部の制御装置が決定したものを受信してもよい。表示装置の表示領域において、第一の視界領域の表示解像度を第二の視界領域の表示解像度よりも高く制御してよい。つまり、第二の視界領域の解像度を第一の視界領域よりも低くしてよい。

【0182】

また、表示領域は、第一の表示領域、第一の表示領域とは異なる第二の表示領域とを有し、視線情報に基づいて、第一の表示領域及び第二の表示領域から優先度が高い領域が決定される。第一の視界領域、第二の視界領域は、表示装置の制御装置が決定してもよいし、外部の制御装置が決定したものを受信してもよい。優先度の高い領域の解像度を、優先度が高い領域以外の領域の解像度よりも高く制御してよい。つまり優先度が相対的に低い領域の解像度を低くしてよい。

【0183】

尚、第一の視界領域や優先度が高い領域の決定には、AIを用いてもよい。AIは、眼球の画像と当該画像の眼球が実際に視ていた方向とを教師データとして、眼球の画像から視線の角度、視線の先の目的物までの距離を推定するよう構成されたモデルであってよい。AIプログラムは、表示装置が有しても、撮像装置が有しても、外部装置が有してもよい。外部装置が有する場合は、通信を介して、表示装置に伝えられる。

視認検知に基づいて表示制御する場合、外部を撮像する撮像装置を更に有するスマートグラスに好ましく適用できる。スマートグラスは、撮像した外部情報をリアルタイムで表示することができる。

10

20

30

40

50

【 0 1 8 4 】

図 7 ( a ) は、本発明の一実施形態に係る画像形成装置の一例を示す模式図である。画像形成装置 4 0 は電子写真方式の画像形成装置であり、感光体 2 7、露光光源 2 8、帯電部 3 0、現像部 3 1、転写器 3 2、搬送ローラー 3 3、定着器 3 5 を有する。露光光源 2 8 から光 2 9 が照射され、感光体 2 7 の表面に静電潜像が形成される。この露光光源 2 8 が本実施形態に係る有機発光素子を有する。現像部 3 1 はトナー等を有する。帯電部 3 0 は感光体 2 7 を帯電させる。転写器 3 2 は現像された画像を記録媒体 3 4 に転写する。搬送ローラー 3 3 は記録媒体 3 4 を搬送する。記録媒体 3 4 は例えば紙である。定着器 3 5 は記録媒体 3 4 に形成された画像を定着させる。

【 0 1 8 5 】

図 7 ( b ) 及び図 7 ( c ) は、露光光源 2 8 を示す図であり、発光部 3 6 が長尺状の基板に複数配置されている様子を示す模式図である。矢印 3 7 は、感光体の軸に平行な方向であり、有機発光素子を有する発光部 3 6 が配列されている列方向を表す。この列方向は、感光体 2 7 が回転する軸の方向と同じである。この方向は感光体 2 7 の長軸方向と呼ぶこともできる。図 7 ( b ) は発光部 3 6 を感光体 2 7 の長軸方向に沿って配置した形態である。図 7 ( c ) は、図 7 ( b ) とは異なる形態であり、第一の列と第二の列のそれぞれにおいて発光部 3 6 が列方向に交互に配置されている形態である。第一の列と第二の列は行方向に異なる位置に配置されている。第一の列は、複数の発光部 3 6 が間隔をあけて配置されている。第二の列は、第一の列の発光部 3 6 同士の間隔に対応する位置に発光部 3 6 を有する。即ち、行方向にも、複数の発光部 3 6 が間隔をあけて配置されている。図 7 ( c ) の配置は、例えば格子状に配置されている状態、千鳥格子に配置されている状態、或いは市松模様と言い換えることもできる。

【 0 1 8 6 】

以上説明した通り、本実施形態に係る有機発光素子を用いた装置を用いることにより、良好な画質で、長時間表示にも安定な表示が可能になる。

【 0 1 8 7 】

〔含まれる構成〕

本実施形態の開示は、以下の構成を含む。

( 構成 1 )

第一電極と、発光層と、第二電極と、を有する有機発光素子であって、  
前記発光層は、第一の有機化合物、第二の有機化合物、第三の有機化合物を含有し、  
前記第一の有機化合物、前記第二の有機化合物、前記第三の有機化合物は、いずれも化合物内の自由回転可能な単結合がいずれも炭素 - 炭素結合であり、  
前記第二の有機化合物に含まれる自由回転可能な炭素 - 炭素結合の少なくとも一方の炭素原子は  $s p^2$  炭素であり、  
前記第一の有機化合物の H O M O のエネルギー準位を H O M O 1、前記第二の有機化合物の L U M O のエネルギー準位を L U M O 2、前記第三の有機化合物の H O M O 及び L U M O のエネルギー準位を H O M O 3 及び L U M O 3 とした時、以下の [ I ]、[ I I ] を満たすことを特徴とする有機発光素子。



【 0 1 8 8 】

( 構成 2 )

前記第二の有機化合物の自由回転可能な炭素 - 炭素結合の炭素原子はいずれも  $s p^2$  炭素であることを特徴とする構成 1 に記載の有機発光素子。

( 構成 3 )

前記第一の有機化合物、前記第三の有機化合物に含まれる自由回転可能な炭素 - 炭素結合の炭素原子はいずれも  $s p^2$  炭素であることを特徴とする構成 1 又は 2 に記載の有機発光素子。

( 構成 4 )

10

20

30

40

50

前記発光層における前記第一乃至第三の有機化合物の含有量は、第三の有機化合物 > 第一の有機化合物 > 第二の有機化合物であることを特徴とする構成 1 乃至 3 のいずれかに記載の有機発光素子。

(構成 5)

前記第一の有機化合物、前記第二の有機化合物、前記第三の有機化合物は、いずれもアルキル基を有さないことを特徴とする構成 1 乃至 4 のいずれかに記載の有機発光素子。

【0189】

(構成 6)

前記第二の有機化合物は、青色発光材料であることを特徴とする構成 1 乃至 5 のいずれかに記載の有機発光素子。

(構成 7)

前記第二の有機化合物は、フルオランテン骨格を有することを特徴とする構成 1 乃至 6 のいずれかに記載の有機発光素子。

(構成 8)

前記第三の有機化合物は、アントラセン骨格、フェナントロリン骨格、ピレン骨格、クリセン骨格、ベンゾフェナントレン骨格、トリフェニレン骨格、フルオランテン骨格、ベンゾクリセン骨格、ベンゾフルオラン骨格のいずれかを有することを特徴とする構成 1 乃至 7 のいずれかに記載の有機発光素子。

(構成 9)

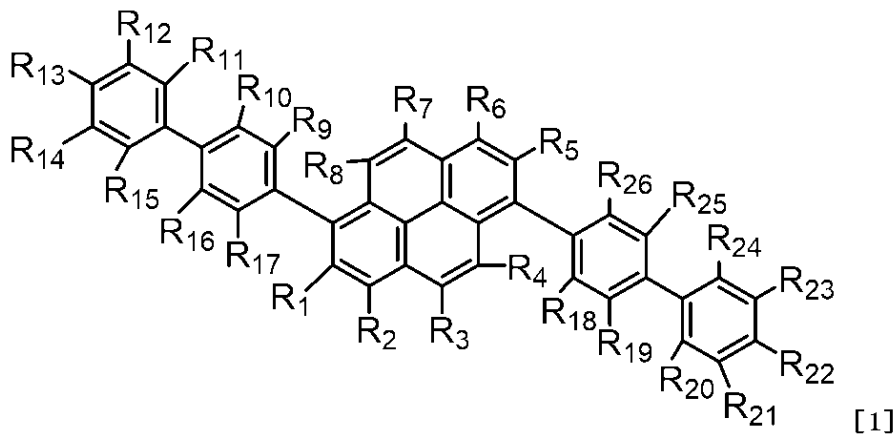
前記第三の有機化合物は、ピレン骨格を有することを特徴とする構成 1 乃至 8 のいずれかに記載の有機発光素子。

【0190】

(構成 10)

前記第一の有機化合物は、下記一般式 [1] で示される化合物であることを特徴とする構成 1 乃至 9 のいずれかに記載の有機発光素子。

【化 47】



〔上記一般式 [1] 中、R<sub>1</sub>乃至R<sub>26</sub>は、水素原子、重水素原子、置換又は無置換のアルキル基、置換又は無置換のアルケニル基、置換又は無置換のアリール基、置換又は無置換の複素環基からそれぞれ独立に選ばれる。また、R<sub>10</sub>とR<sub>11</sub>、R<sub>15</sub>とR<sub>16</sub>、R<sub>19</sub>とR<sub>20</sub>、R<sub>24</sub>とR<sub>25</sub>は、それぞれ炭素原子、酸素原子、硫黄原子、セレン原子、テルル原子をスペーサーとして環を形成してもよい。また、R<sub>11</sub>乃至R<sub>15</sub>、R<sub>20</sub>乃至R<sub>24</sub>は隣り合う置換基と環を形成してもよい。〕

【0191】

(構成 11)

前記第一の有機化合物は、下記一般式 [2] で示される化合物であることを特徴とする構成 1 乃至 9 のいずれかに記載の有機発光素子。

10

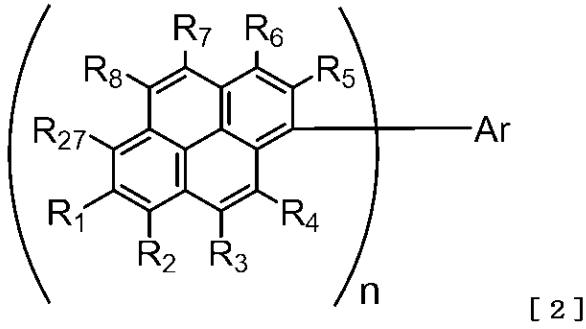
20

30

40

50

【化 4 8】



10

【 0 1 9 2 】

〔上記一般式 [ 2 ] 中、 $R_1$  乃至  $R_8$  及び  $R_{27}$  は、水素原子、重水素原子、置換又は無置換のアルキル基、置換又は無置換のアリール基、置換又は無置換の複素環基からそれぞれ独立に選ばれる。  $n$  は、1 乃至 3 の自然数から選ばれる。〕

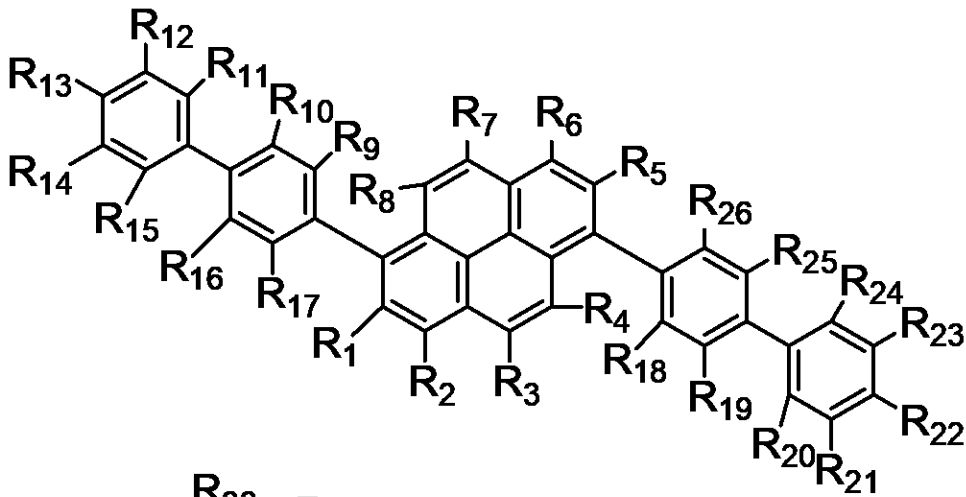
【 0 1 9 3 】

(構成 1 2)

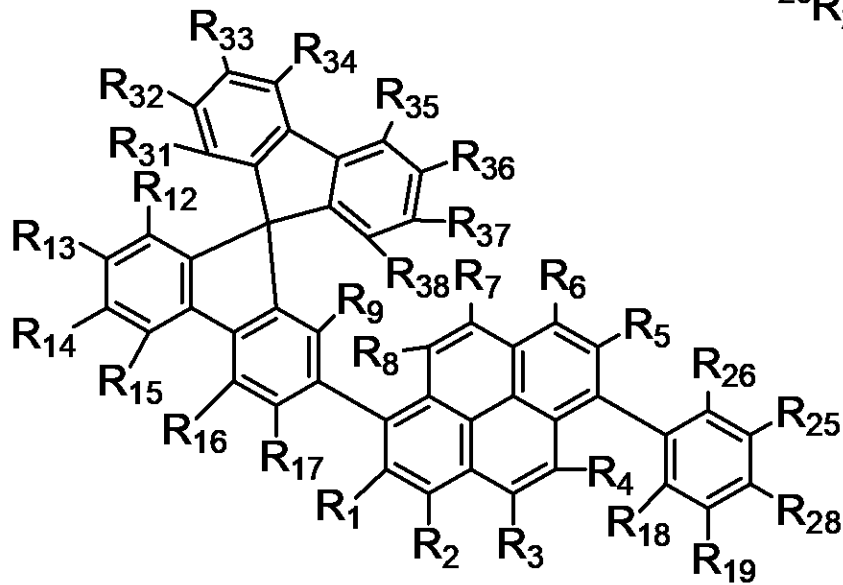
前記第一の有機化合物は、下記一般式 [ 1 - 1 ] 又は [ 1 - 2 ] で示される化合物であることを特徴とする構成 1 乃至 9 のいずれかに記載の有機発光素子。

【化 4 9】

20



30



40

〔上記一般式 [ 1 - 1 ] 中、 $R_1$  乃至  $R_{26}$  は、水素原子、重水素原子、置換又は無置換のアルキル基、置換又は無置換のアルケニル基、置換又は無置換のアリール基、置換又は

50

無置換の複素環基からそれぞれ独立に選ばれる。また、 $R_{10}$ と $R_{11}$ 、 $R_{15}$ と $R_{16}$ 、 $R_{19}$ と $R_{20}$ 、 $R_{24}$ と $R_{25}$ の内少なくとも1組は、それぞれ炭素原子、酸素原子、硫黄原子、セレン原子、テルル原子のいずれかをスペーサーとして環を形成する。また、 $R_{11}$ 乃至 $R_{15}$ 、 $R_{20}$ 乃至 $R_{24}$ は隣り合う置換基と環を形成してもよい。

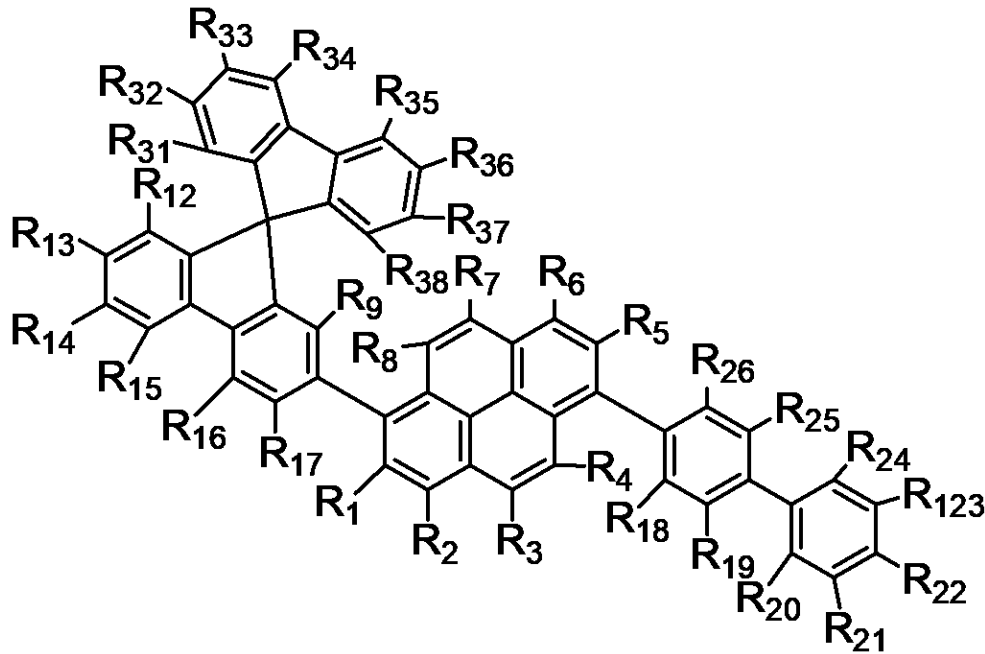
上記一般式 [ 1 - 2 ] 中、 $R_1$ 乃至 $R_{38}$ は、水素原子、重水素原子、置換又は無置換のアルキル基、置換又は無置換のアルケニル基、置換又は無置換のアリール基、置換又は無置換の複素環基からそれぞれ独立に選ばれる。また、 $R_{18}$ 乃至 $R_{19}$ 、 $R_{25}$ 乃至 $R_{26}$ 、 $R_{28}$ は、隣り合う置換基と環を形成してもよい。]

(構成 1 3)

前記第一の有機化合物は、下記一般式 [ 1 - 3 ] で示される化合物であることを特徴とする構成 1 2 に記載の有機発光素子。

10

【化 5 0】



20

[1-3]

30

[ 上記一般式 [ 1 - 3 ] 中、 $R_1$ 乃至 $R_{26}$ は、水素原子、重水素原子、置換又は無置換のアルキル基、置換又は無置換のアルケニル基、置換又は無置換のアリール基、置換又は無置換の複素環基からそれぞれ独立に選ばれる。また、 $R_{10}$ と $R_{11}$ 、 $R_{15}$ と $R_{16}$ 、 $R_{19}$ と $R_{20}$ 、 $R_{24}$ と $R_{25}$ の内少なくとも1組は、それぞれ炭素原子、酸素原子、硫黄原子、セレン原子、テルル原子のいずれかをスペーサーとして環を形成する。また、 $R_{11}$ 乃至 $R_{15}$ 、 $R_{20}$ 乃至 $R_{24}$ は隣り合う置換基と環を形成してもよい。]

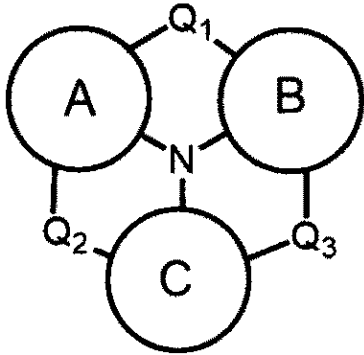
【0194】

(構成 1 4)

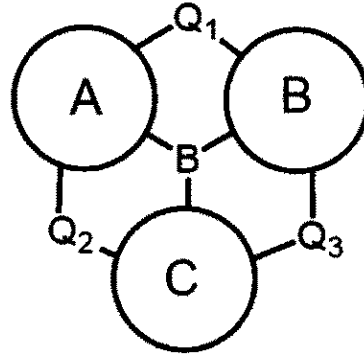
前記第一の有機化合物は、下記一般式 [ 3 - 1 ] 乃至 [ 3 - 4 ] で示される骨格を有する化合物であることを特徴とする構成 1 乃至 9 のいずれかに記載の有機発光素子。

40

## 【化 5 1】

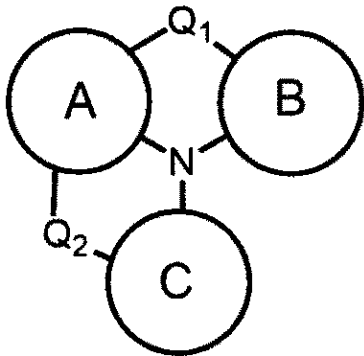


[ 3 - 1 ]

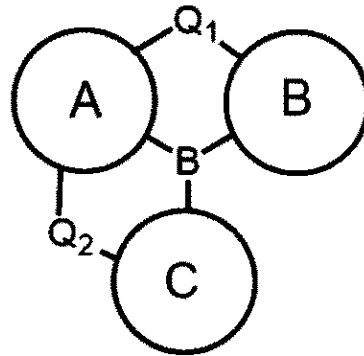


[ 3 - 2 ]

10



[ 3 - 3 ]



[ 3 - 4 ]

20

30

〔上記一般式 [ 3 - 1 ] 乃至 [ 3 - 4 ] 中、環状ユニット A 乃至 C は、芳香族炭化水素基、複素環基からそれぞれ独立に選ばれ、縮環してもよい。Q<sub>1</sub> 乃至 Q<sub>3</sub> は、直接結合、C R<sub>1</sub> R<sub>2</sub>、N R<sub>3</sub>、酸素原子、硫黄原子、セレン原子、テルル原子からそれぞれ独立に選ばれる。置換基 R<sub>1</sub> 乃至 R<sub>3</sub> は、置換又は無置換のアルキル基、置換又は無置換のアルコキシ基、置換又は無置換のアリール基、置換又は無置換のヘテロアリール基のいずれかからそれぞれ独立に選ばれ、R<sub>3</sub> は隣の環状ユニット A 乃至 C と互いに環を形成してもよい。〕

40

## 【 0 1 9 5 】

(構成 1 5)

前記発光層に接して正孔ブロッキング層を有し、前記正孔ブロッキング層が、炭化水素からなる縮合環骨格を有する化合物で形成されていることを特徴とする構成 1 乃至 1 4 のいずれかに記載の有機発光素子。

(構成 1 6)

前記発光層に接して電子ブロッキング層を有し、前記電子ブロッキング層を構成する化合物の自由回転可能な単結合は、炭素 - 炭素結合であることを特徴とする構成 1 乃至 1 5 のいずれかに記載の有機発光素子。

(構成 1 7)

前記発光層を第一の発光層として、前記第一の発光層に接して配置される第二の発光層

50

を有し、前記第二の発光層は前記第一の発光層とは発光色が異なることを特徴とする構成 1 乃至 16 のいずれかに記載の有機発光素子。

【0196】

(構成18)

複数の画素を有し、前記複数の画素の少なくとも一つが、構成 1 乃至 17 のいずれかに記載の有機発光素子と、前記有機発光素子に接続されたトランジスタと、を有することを特徴とする表示装置。

(構成19)

複数のレンズを有する光学部と、前記光学部を通過した光を受光する撮像素子と、前記撮像素子が撮像した画像を表示する表示部と、を有し、

10

前記表示部は構成 1 乃至 17 のいずれかに記載の有機発光素子を有することを特徴とする光電変換装置。

(構成20)

構成 1 乃至 17 のいずれかに記載の有機発光素子を有する表示部と、前記表示部が設けられた筐体と、前記筐体に設けられ、外部と通信する通信部と、を有することを特徴とする電子機器。

(構成21)

構成 1 乃至 17 のいずれかに記載の有機発光素子を有する光源と、前記光源が発する光を透過する光拡散部又は光学フィルタと、を有することを特徴とする照明装置。

(構成22)

20

構成 1 乃至 17 のいずれかに記載の有機発光素子を有する灯具と、前記灯具が設けられた機体と、を有することを特徴とする移動体。

(構成23)

構成 1 乃至 17 のいずれかに記載の有機発光素子を有することを特徴とする電子写真方式の画像形成装置の露光光源。

【0197】

(構成24)

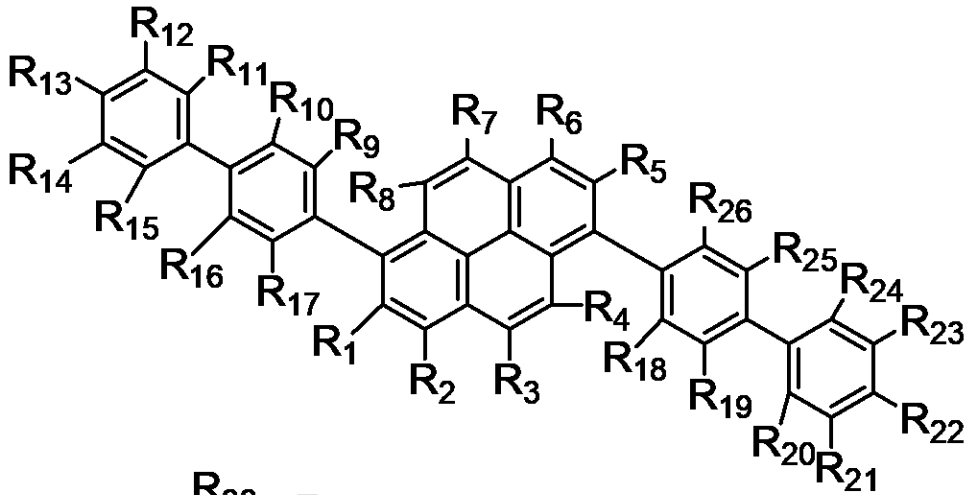
下記一般式 [ 1 - 1 ] 又は [ 1 - 2 ] で示されることを特徴とする有機化合物。

30

40

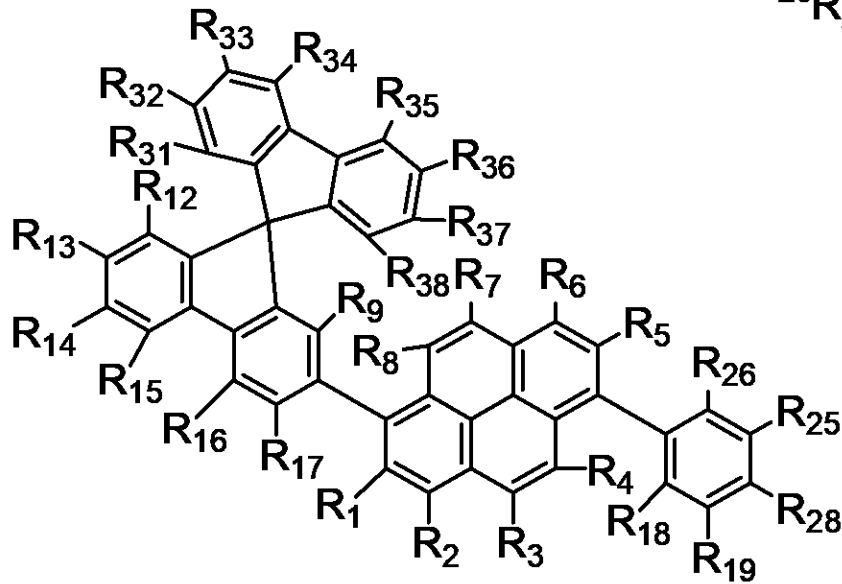
50

【化 5 2】



[1-1]

10



[1-2]

20

〔上記一般式〔1-1〕中、 $R_1$ 乃至 $R_{26}$ は、水素原子、重水素原子、置換又は無置換のアルキル基、置換又は無置換のアルケニル基、置換又は無置換のアリール基、置換又は無置換の複素環基からそれぞれ独立に選ばれる。また、 $R_{10}$ と $R_{11}$ 、 $R_{15}$ と $R_{16}$ 、 $R_{19}$ と $R_{20}$ 、 $R_{24}$ と $R_{25}$ の内少なくとも1組は、それぞれ炭素原子、酸素原子、硫黄原子、セレン原子、テルル原子のいずれかをスペーサーとして環を形成する。また、 $R_{11}$ 乃至 $R_{15}$ 、 $R_{20}$ 乃至 $R_{24}$ は隣り合う置換基と環を形成してもよい。〕

30

上記一般式〔1-2〕中、 $R_1$ 乃至 $R_{38}$ は、水素原子、重水素原子、置換又は無置換のアルキル基、置換又は無置換のアルケニル基、置換又は無置換のアリール基、置換又は無置換の複素環基からそれぞれ独立に選ばれる。また、 $R_{18}$ 乃至 $R_{19}$ 、 $R_{25}$ 乃至 $R_{26}$ 、 $R_{28}$ は、隣り合う置換基と環を形成してもよい。〕

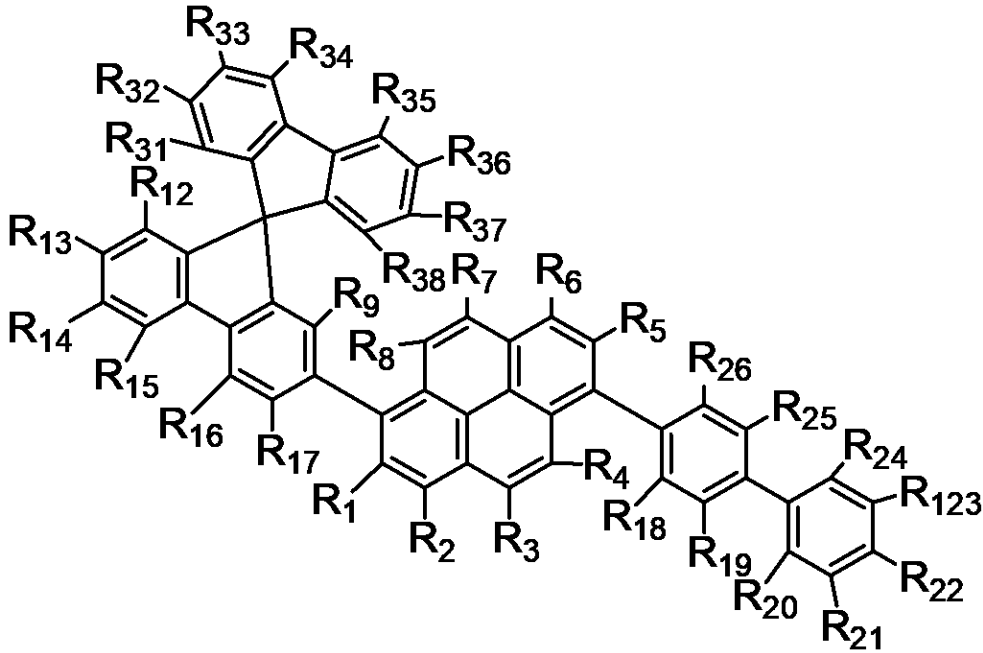
40

(構成 2 5)

前記第一の有機化合物は、下記一般式〔1-3〕で示されることを特徴とする構成 2 4 に記載の有機化合物。

50

【化 5 3】



〔上記一般式〔1-3〕中、 $R_1$ 乃至 $R_{26}$ は、水素原子、重水素原子、置換又は無置換のアルキル基、置換又は無置換のアルケニル基、置換又は無置換のアリール基、置換又は無置換の複素環基からそれぞれ独立に選ばれる。また、 $R_{10}$ と $R_{11}$ 、 $R_{15}$ と $R_{16}$ 、 $R_{19}$ と $R_{20}$ 、 $R_{24}$ と $R_{25}$ の内少なくとも1組は、それぞれ炭素原子、酸素原子、硫黄原子、セレン原子、テルル原子のいずれかをスペーサーとして環を形成する。また、 $R_{11}$ 乃至 $R_{15}$ 、 $R_{20}$ 乃至 $R_{24}$ は隣り合う置換基と環を形成してもよい。〕

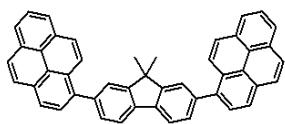
【実施例】

【0198】

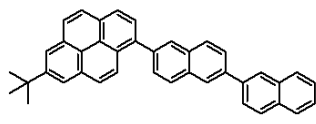
以下に、本実施例で用いた有機化合物を示す。

【0199】

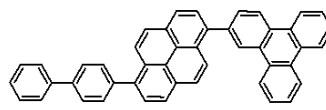
【化 5 4】



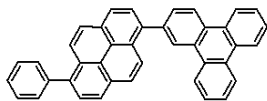
Z-1



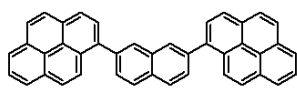
Z-2



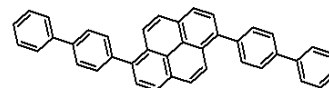
Z-3



Z-4

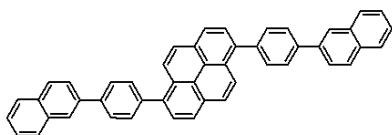


Z-5

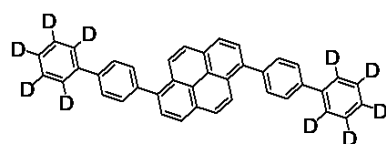


Z-6

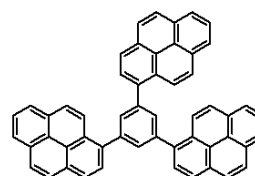
10



Z-7

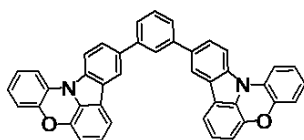


Z-8

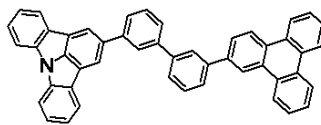


Z-9

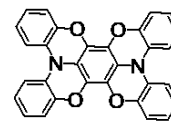
20



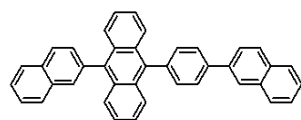
Z-10



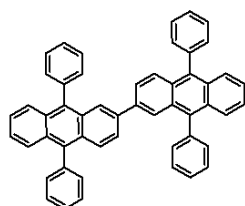
Z-11



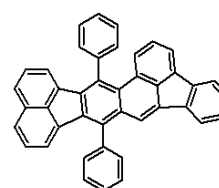
Z-12



Z-13

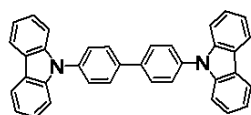


Z-14

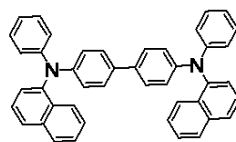


Z-15

30



Z-16



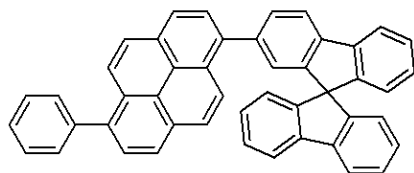
Z-17

40

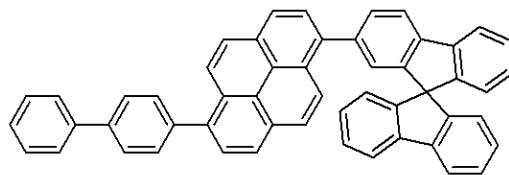
【 0 2 0 0 】

50

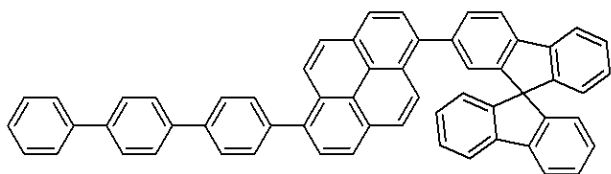
【化 5 5】



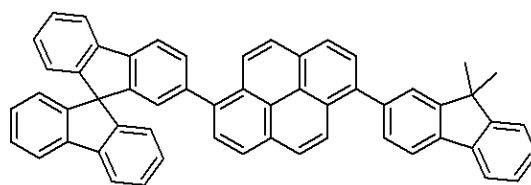
Z-18



Z-19

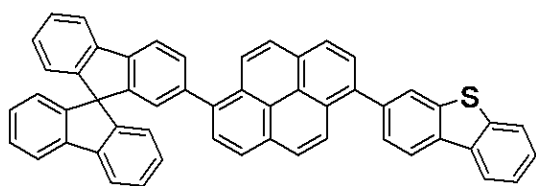


Z-20

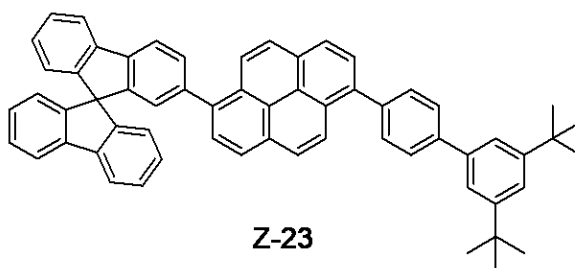


Z-21

10

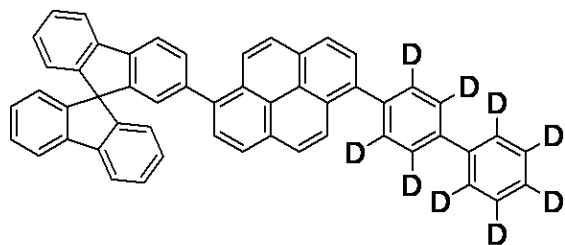


Z-22



Z-23

20



Z-24

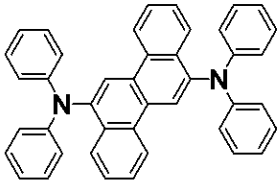
30

【 0 2 0 1 】

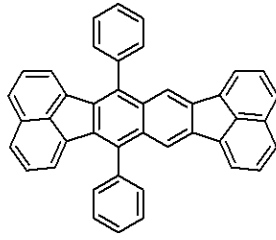
40

50

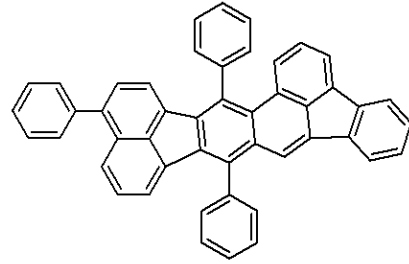
## 【化56】



ZBD-1

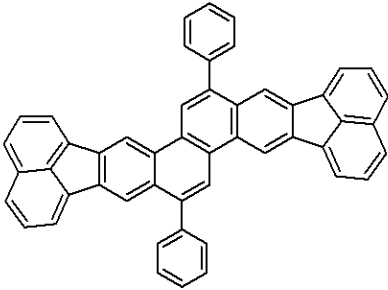


ZBD-2

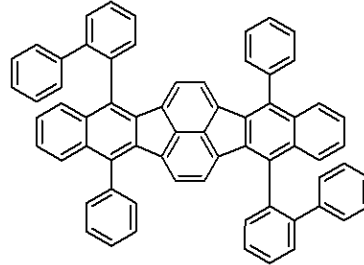


ZBD-3

10

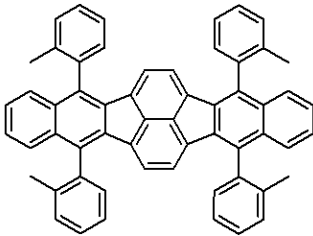


ZBD-4

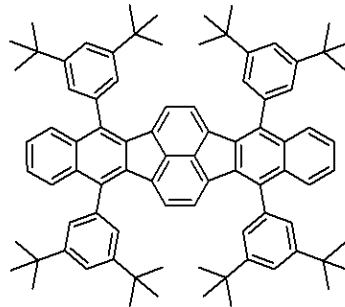


ZGD-1

20



ZGD-2



ZGD-3

30

## 【0202】

表7に、本実施例において使用した有機化合物のHOMO準位、LUMO準位を示す。HOMO準位は各有機化合物の50nmの膜を真空蒸着法で作製し、その薄膜を理研計器の「AC-3」を用いて測定したイオン化ポテンシャルの値である。LUMO準位は同薄膜の吸収スペクトルを測定し、光学吸収端をバンドギャップとして求めた後、イオン化ポテンシャルの値から差し引いた値である。

40

## 【0203】

50

【表 7】

有機化合物	HOMO [eV]	LUMO [eV]
Z-1	-6.0	-3.0
Z-2	-5.8	-2.8
Z-3	-6.0	-3.1
Z-4	-6.0	-3.1
Z-5	-6.1	-3.1
Z-6	-5.9	-3.0
Z-7	-5.9	-3.0
Z-8	-5.9	-3.0
Z-9	-6.0	-2.9
Z-10	-5.8	-2.7
Z-11	-6.1	-3.0
Z-12	-5.5	-2.6
Z-13	-6.0	-3.1
Z-14	-5.9	-3.1
Z-15	-6.1	-3.4
Z-16	-6.2	-2.7
Z-17	-5.6	-2.6
Z-18	-5.9	-2.9
Z-19	-5.9	-3.0
Z-20	-5.9	-3.1
Z-21	-5.8	-2.9
Z-22	-5.9	-3.0
Z-23	-5.8	-2.9
Z-24	-5.9	-3.0
ZBD-1	-5.5	-2.9
ZBD-2	-6.0	-3.2
ZBD-3	-6.1	-3.5
ZBD-4	-6.0	-3.2
ZGD-1	-6.1	-3.5
ZGD-2	-6.0	-3.6
ZGD-3	-6.0	-3.6

10

20

30

## 【0204】

40

(実施例1)

本実施例では、基板上に陽極、正孔注入層、正孔輸送層、電子ブロッキング層、発光層、正孔ブロッキング層、電子輸送層、電子注入層、陰極が順次形成されたトップエミッション型構造の有機発光素子を作製した。

## 【0205】

ガラス基板上に、スパッタリング法でTiを40nm成膜し、フォトリソグラフィ技術を用いてパターンニングし、陽極を形成した。陽極の電極面積が3mm<sup>2</sup>となるようにした。その後洗浄した。

## 【0206】

続いて、真空蒸着装置(アルバック社製)に上記で作製した電極付き基板を取り付け、

50

蒸着材料の蒸着準備をした後に、 $1.33 \times 10^{-4} \text{ Pa}$  ( $1 \times 10^{-6} \text{ Torr}$ )まで排気した。その後、チャンパー内をUV/オゾン洗浄を施した。そして、下記表8に示される層構成で各層の製膜を行った。その後、基板をグローブボックスに移し、窒素雰囲気中で乾燥剤を入れたガラスキャップにより封止し、有機発光素子を得た。表中の「%」は「質量%」である。

【0207】

【表8】

	材料			膜厚 (nm)
陰極	Al			100
電子注入層 (EIL)	LiF			1
電子輸送層 (ETL)	ET2			15
正孔ブロック層 (HBL)	ET12			15
発光層	第三の有機化合物 Z-1 84%	第一の有機化合物 Z-2 15%	第二の有機化合物 ZBD-2 1%	30
電子ブロック層 (EBL)	HT12			15
正孔輸送層 (HTL)	HT3			30
正孔注入層 (HIL)	HT16			5

10

20

【0208】

得られた有機発光素子に電圧印加装置を接続し、その特性を評価した。電流電圧特性をヒューレットパッカー社製・微小電流計4140Bで測定し、色度の評価はトプコン製「SR-3」を用いて行った。発光輝度は、トプコン社製BM7で測定した。 $1000 \text{ cd/m}^2$ 表示時の外部量子効率(EQE)は、5%であり、良好な青色有機発光素子であった。

30

【0209】

(実施例2乃至26、比較例1乃至6)

有機化合物層の構成を表9乃至表11に示すように変えた以外は、実施例1と同様にし有機発光素子を作製し、特性を評価した。表中の「%」は「質量%」である。

素子耐久比は、初期輝度 $5000 \text{ cd/m}^2$ での連続駆動試験を行い、100時間経過後の輝度を測定し、比較例1の素子の輝度を1.0とした時の比率で示す。

【0210】

40

50

【表 9】

	HIL	HTL	EBL	EML			HBL	ETL	発光色	素子 耐久比
				第三の 有機 化合物	第一の 有機 化合物	第二の 有機 化合物				
実施例1	HT16	HT3	HT12	Z-1 84%	Z-2 15%	ZBD-2 1%	ET12	ET2	青	1.3
比較例1	HT16	HT3	HT12	Z-1 84%	Z-17 15%	ZBD-2 1%	ET12	ET2	青	1.0
比較例2	HT16	HT3	HT12	Z-1 84%	ZBD-1 1%	Z-13 15%	ET12	ET2	青	0.7
比較例3	HT16	HT3	HT12	Z-16 84%	ZBD-1 1%	Z-13 15%	ET12	ET2	青	0.5
実施例2	HT16	HT3	HT10	Z-5 83%	Z-6 15%	ZGD-1 2%	ET13	ET2	緑	2.7
実施例3	HT16	HT3	HT10	Z-1 83%	Z-14 15%	ZGD-1 2%	ET13	ET2	緑	1.7
実施例4	HT16	HT3	HT10	Z-1 83%	Z-14 15%	ZGD-2 2%	ET13	ET2	緑	1.5
比較例4	HT16	HT3	HT10	Z-1 83%	Z-14 15%	ZGD-3 2%	ET13	ET2	緑	1.0
実施例5	HT16	HT3	HT12	Z-1 84%	Z-6 15%	ZBD-2 1%	ET12	ET2	青	2.0
実施例6	HT16	HT3	HT12	Z-5 84%	Z-6 15%	ZBD-2 1%	ET12	ET2	青	2.6
実施例7	HT16	HT3	HT12	Z-5 84%	Z-2 15%	ZBD-2 1%	ET12	ET2	青	1.7
実施例8	HT16	HT3	HT12	Z-5 84%	Z-7 15%	ZBD-2 1%	ET12	ET2	青	2.6
実施例9	HT16	HT3	HT12	Z-5 84%	Z-3 15%	ZBD-2 1%	ET12	ET2	青	2.4

10

20

30

40

【 0 2 1 1 】

50

【表 10】

	HIL	HTL	EBL	EML			HBL	ETL	発光色	素子 耐久比
				第三の 有機 化合物	第一の 有機 化合物	第二の 有機 化合物				
実施例10	HT16	HT3	HT12	Z-4 84%	Z-7 15%	ZBD-2 1%	ET12	ET2	青	2.1
実施例11	HT16	HT3	HT12	Z-9 84%	Z-7 15%	ZBD-2 1%	ET12	ET2	青	2.1
実施例12	HT16	HT3	HT12	Z-11 84%	Z-7 15%	ZBD-2 1%	ET12	ET2	青	2.3
比較例5	HT16	HT3	HT12	Z-13 84%	Z-7 15%	ZBD-2 1%	ET12	ET2	青	1.3
比較例6	HT16	HT3	HT12	Z-16 84%	Z-7 15%	ZBD-2 1%	ET12	ET2	青	1.0
実施例13	HT16	HT3	HT12	Z-5 84%	Z-6 15%	ZBD-3 1%	ET12	ET2	青	2.9
実施例14	HT16	HT3	HT10	Z-5 84%	Z-6 15%	ZBD-3 1%	ET12	ET5	青	2.9
実施例15	HT16	HT3	HT12	Z-5 84%	Z-6 15%	ZBD-4 1%	ET12	ET2	青	2.6
実施例16	HT16	HT3	HT12	Z-5 98%	Z-12 1%	ZBD-3 1%	ET12	ET2	青	2.9
実施例17	HT16	HT3	HT12	Z-5 84%	Z-8 15%	ZBD-2 1%	ET12	ET2	青	2.8
実施例18	HT16	HT3	HT10	Z-11 84%	Z-7 15%	ZBD-2 1%	ET12	ET2	青	2.3
実施例19	HT16	HT3	Z-10	Z-11 84%	Z-7 15%	ZBD-2 1%	ET12	ET2	青	2.4
実施例20	HT16	HT3	HT10	Z-11 84%	Z-7 15%	ZBD-2 1%	ET13	ET2	青	2.3
実施例21	HT16	HT3	HT10	Z-11 84%	Z-7 15%	ZBD-2 1%	ET15	ET2	青	2.0
実施例22	HT16	HT3	HT12	Z-9 94%	Z-7 5%	ZBD-2 1%	ET12	ET2	青	1.9
実施例23	HT16	HT3	HT12	Z-9 69%	Z-7 30%	ZBD-2 1%	ET12	ET2	青	2.3

10

20

30

40

【 0 2 1 2 】

50

【表 1 1】

	HIL	HTL	EBL	EML			HBL	ETL	発光色	素子 耐久比
				第三の有 機化合物	第一の有 機化合物	第二の有 機化合物				
実施例24	HT16	HT3	HT12	Z-5 84%	Z-19 15%	ZBD-2 1%	ET12	ET2	青	2.7
実施例25	HT16	HT3	HT12	Z-5 84%	Z-19 15%	ZBD-3 1%	ET12	ET2	青	3.0
実施例26	HT16	HT3	HT12	Z-5 84%	Z-20 15%	ZBD-3 1%	ET12	ET2	青	3.0

10

## 【0 2 1 3】

< 発光層を構成する有機化合物の自由回転可能な単結合が炭素 - 炭素結合であることの効果 >

実施例 1 と比較例 1 乃至 3 とを比較すると、発光層を構成する有機化合物の自由回転可能な単結合として炭素 - 窒素結合を有する比較例 1 乃至 3 よりも、炭素 - 炭素結合のみからなる本発明の方が、良好な耐久特性が示された。これは、実施例 1 の発光層を構成する有機化合物の自由回転可能な単結合が炭素 - 炭素結合のみで、結合エネルギーが高く、発光素子駆動中に電荷や励起状態において分解や反応が起こりにくいからである。

## 【0 2 1 4】

< 第二の有機化合物の自由回転可能な炭素 - 炭素結合の少なくとも一方の炭素は  $sp^2$  炭素であることの効果 >

実施例 2 乃至 4 と比較例 4 とを比較すると、第二の有機化合物に *tert*-ブチル基を有する比較例 4 よりも、メチル基を有する実施例 4 の方が、耐久特性が良く、さらにアリール基のみからなる実施例 3 の方が良い。これは、発光層を構成する有機化合物の分子を構成する結合エネルギーが高い実施例の方が、発光素子駆動中に電荷や励起状態において分解や反応が起こりにくいからである。

## 【0 2 1 5】

< 第一の有機化合物の安定構造効果 >

実施例 1 と 5 とを比較すると、実施例 5 の方が、実施例 1 よりも耐久特性が良い。これは、実施例 1 は第一の有機化合物にアルキル基を有し、実施例 5 はアリール基のみで構成されているため、発光素子駆動中に電荷や励起状態において、より分解や反応が起こりにくいからである。

## 【0 2 1 6】

< 第三の有機化合物の安定構造効果 >

実施例 5 と 6 とを比較すると、実施例 6 の方が、実施例 5 よりも耐久特性が良い。これは、実施例 5 は第三の有機化合物がアルキル基を有し、実施例 6 は第三の有機化合物がアリール基のみで構成されているため、発光素子駆動中に電荷や励起状態において、より分解や反応が起こりにくいからである。

## 【0 2 1 7】

< 第一の有機化合物の正孔トラップ性効果 >

実施例 8 と 9 とを比較すると、実施例 8 の方が、実施例 9 よりも耐久特性が良い。これは、第三の有機化合物と第一の有機化合物の HOMO 差が、実施例 9 は 0.1 eV であるのに対し、実施例 8 は 0.2 eV であり、実施例 8 の方が、正孔トラップ性が高く、キャリアバランスが良好であるからである。

## 【0 2 1 8】

< 第二の有機化合物の電子トラップ性効果 >

実施例 6 と 13 とを比較すると、実施例 13 の方が、実施例 6 よりも耐久特性が良い。これは、第三の有機化合物と第一の有機化合物の LUMO 差が、実施例 9 は 0.1 eV であるのに対し、実施例 13 は 0.4 eV であり、実施例 13 の方が、電子トラップ性が高

20

30

40

50

く、キャリアバランスが良好であるためである。

【0219】

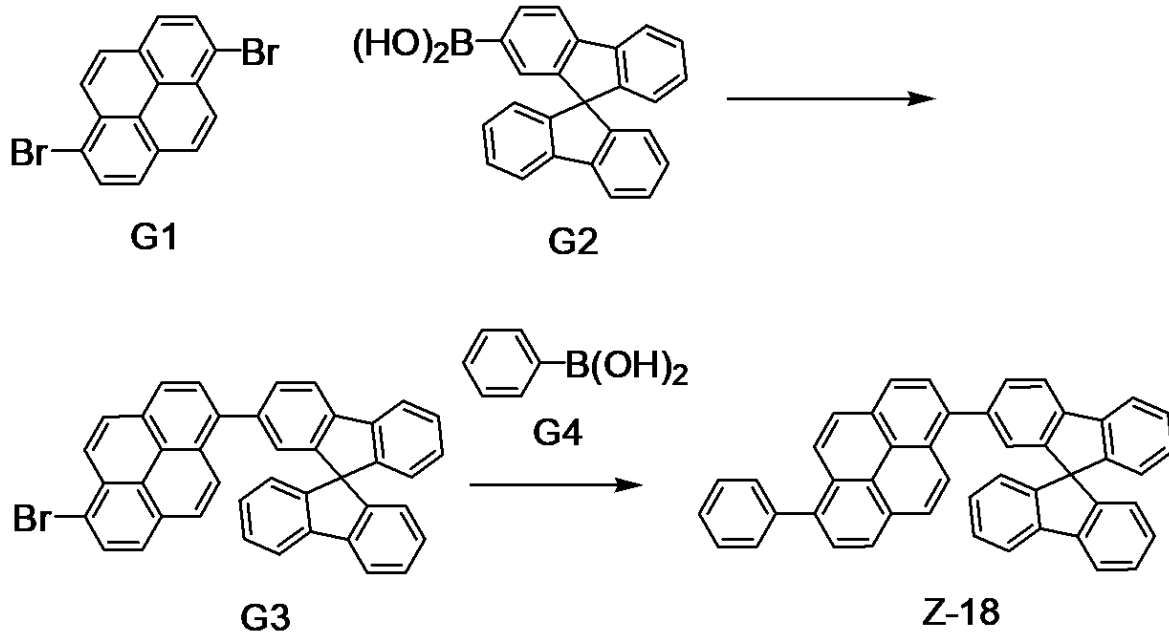
以上、実施例では、発光層を構成する材料として、自由回転可能な単結合が炭素-炭素結合からなる3種の有機化合物を用い、HOMO-LUMOの関係を調整した。これにより、電荷が発光層内に閉じ込められ、再結合領域の集中が抑制され、発光層を構成する化合物の分子構造が安定化されるため、高耐久性の有機発光素子が得られた。

【0220】

(実施例27)

以下の反応式により、例示化合物Z-18を合成した。

【化57】



10

20

【0221】

50 ml のナスフラスコに、以下に示す試薬、溶媒を仕込んだ。

化合物 G 1 : 1.4 g (3.9 mmol)

化合物 G 2 : 1.4 g (3.9 mmol)

Pd(PPh<sub>3</sub>)<sub>4</sub>: 0.23 g (0.2 mmol)

炭酸カリウム: 2.7 g

トルエン: 20 ml

エタノール: 6 ml

H<sub>2</sub>O: 8 ml

【0222】

次に、反応溶液を、窒素気流下にて加熱還流攪拌し、6時間攪拌を行った。反応終了後、濃縮し、水を加えて攪拌した後、ろ過し、ろ物を回収した。ろ物をクロロベンゼンに溶解した後、これをカラムクロマトグラフィー(クロロベンゼン:ヘプタン)にて精製後、クロロベンゼン/ヘプタンで再結晶を行うことにより、白色固体のG3を0.72 g(収率:31%)得た。

30

40

尚、G3は、MALDI-TOF-MS(Bruker社製Autoflex LRF)を用いて質量分析を行った。その結果、実測値:m/z=596、計算値:C<sub>41</sub>H<sub>23</sub>Br=596であった。

【0223】

50 ml のナスフラスコに、以下に示す試薬、溶媒を仕込んだ。

化合物 G 3 : 0.50 g (0.84 mmol)

化合物 G 4 : 0.11 g (0.92 mmol)

50

$\text{Pd}(\text{PPh}_3)_4$  : 49 mg ( 0.04 mmol )

炭酸ナトリウム : 0.6 g

トルエン : 10 ml

エタノール : 4 ml

$\text{H}_2\text{O}$  : 6 ml

【 0 2 2 4 】

次に、反応溶液を、窒素気流下にて加熱還流攪拌し、6時間攪拌を行った。反応終了後、ろ過し、ろ物を回収した。ろ物をクロロベンゼンに溶解した後、これをカラムクロマトグラフィー（クロロベンゼン：シクロヘキサン）にて精製後、トルエンで再結晶を行うことにより、薄黄色固体の Z - 18 を 0.25 g ( 収率 : 51% ) 得た。

尚、Z - 18 は、MALDI - TOF - MS ( Bruker 社製 Autoflex LRF ) を用いて質量分析を行った。その結果、実測値 :  $m/z = 593$ 、計算値 :  $\text{C}_{47}\text{H}_{28} = 593$  であった。

【 0 2 2 5 】

( 実施例 28 乃至 35 )

実施例 27 の原料 G 2、G 4 を表 1 2 に示す化合物に変えた以外は、実施例 27 と同様にして実施例 28 乃至実施例 35 の例示化合物を合成した。また、実施例 27 と同様にして測定した質量分析結果の実測値 :  $m/z$  を表 1 2 に示す。

【 0 2 2 6 】

【 表 1 2 】

	例示化合物	原料 G 2	原料 G 4	m/z
実施例 28	Z - 19			669
実施例 29	Z - 20			745
実施例 30	Z - 21			709
実施例 31	Z - 22			699
実施例 32	Z - 23			781
実施例 33	Z - 24			678
実施例 34	Z - 3			581
実施例 35	Z - 4			505

【 0 2 2 7 】

以上、実施例では、発光層を構成する材料として、自由回転可能な単結合が炭素 - 炭素結合からなる3種の有機化合物を用い、HOMO - LUMOの関係を調整した。これにより、電荷が発光層内に閉じ込められ、再結合領域の集中が抑制され、発光層を構成する化合物の分子構造が安定化されるため、高耐久性の有機発光素子が得られた。

【符号の説明】

【0228】

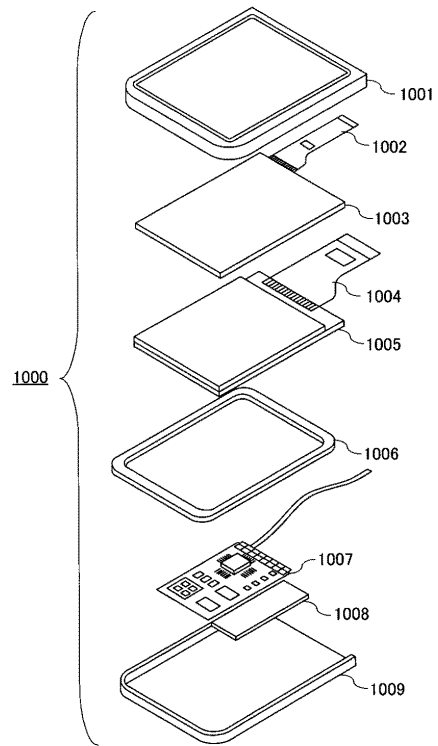
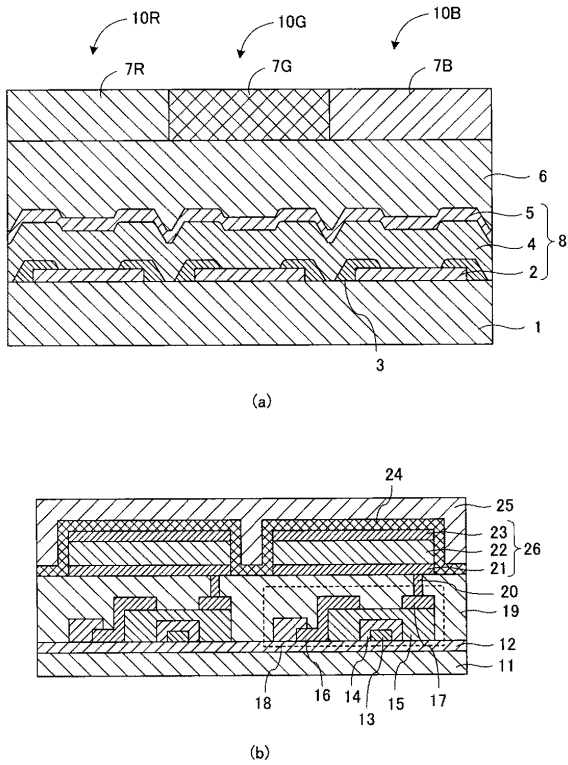
2, 21: 第一電極、8, 26: 有機発光素子、5, 23: 第二電極、18: トランジスタ、1200: 電子機器、1201, 1302, 1311, 1312: 表示部、1203: 筐体、1300, 1310: 表示装置、1400: 照明装置、1402: 光源、1404: 光学フィルタ、1405: 光拡散部

10

【図面】

【図1】

【図2】



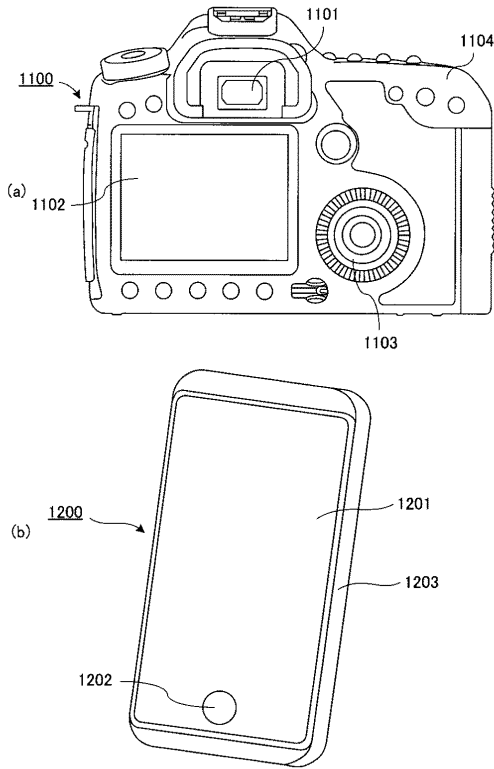
20

30

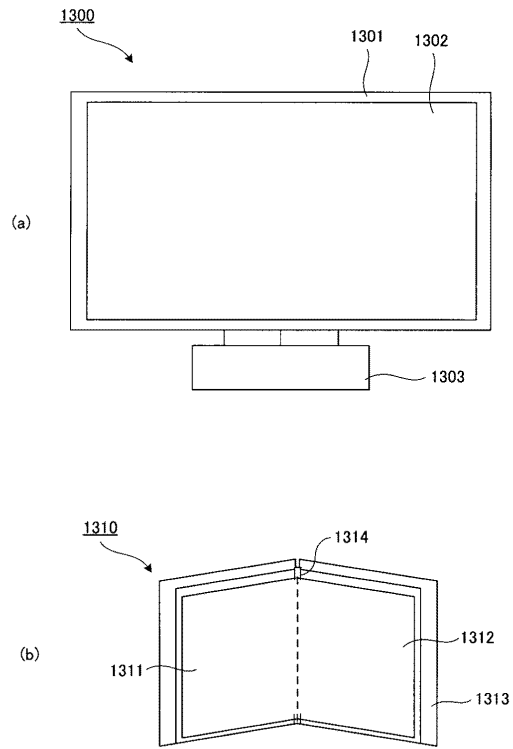
40

50

【 図 3 】



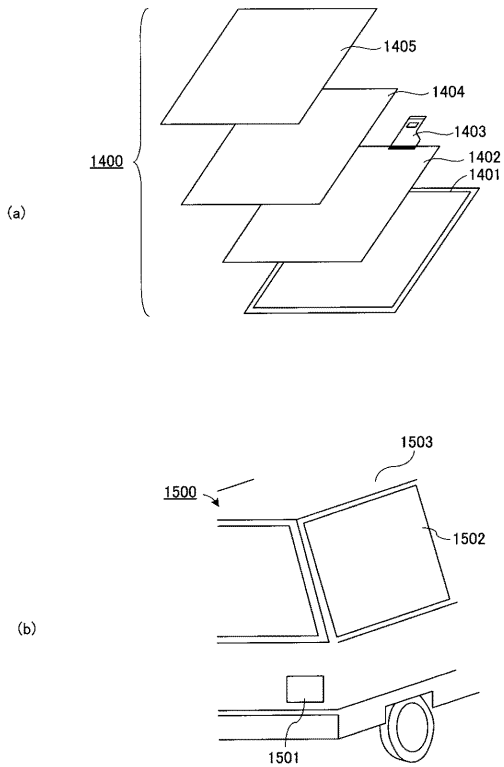
【 図 4 】



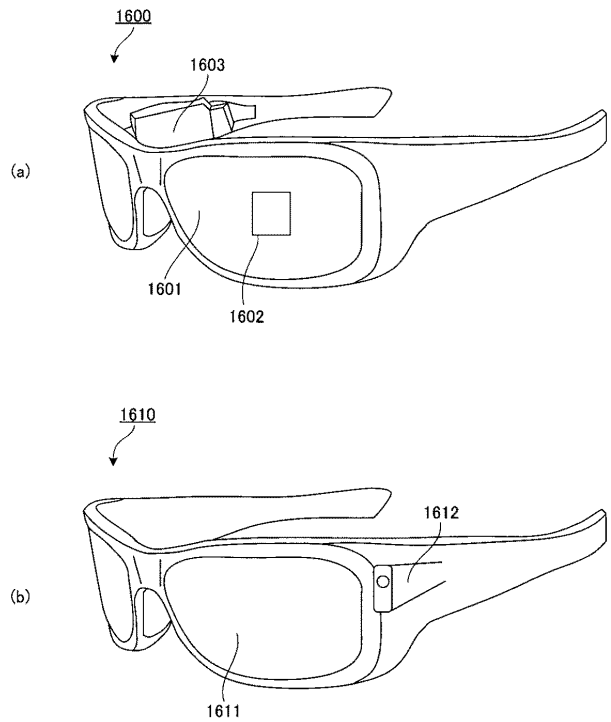
10

20

【 図 5 】



【 図 6 】

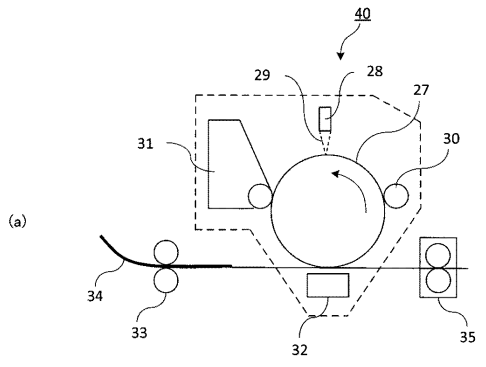


30

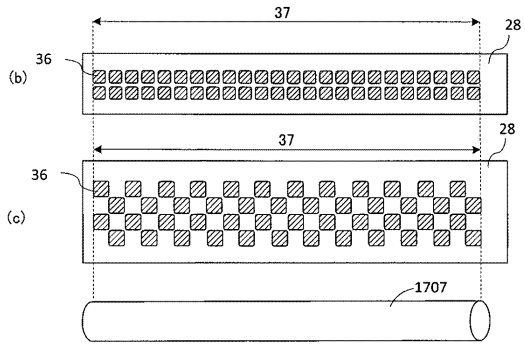
40

50

【 図 7 】



10



20

30

40

50

## フロントページの続き

(51)国際特許分類	F I	テーマコード (参考)
H 1 0 K 50/17 (2023.01)	H 1 0 K 50/17	
H 1 0 K 50/18 (2023.01)	H 1 0 K 50/18	
H 1 0 K 59/123 (2023.01)	H 1 0 K 59/123	
H 1 0 K 59/65 (2023.01)	H 1 0 K 59/65	
H 1 0 K 59/90 (2023.01)	H 1 0 K 59/90	
H 1 0 K 50/854 (2023.01)	H 1 0 K 50/854	
H 1 0 K 50/85 (2023.01)	H 1 0 K 50/85	
C 0 9 K 11/06 (2006.01)	C 0 9 K 11/06	6 1 0
C 0 7 D 519/00 (2006.01)	C 0 9 K 11/06	6 2 0
C 0 7 D 209/86 (2006.01)	C 0 9 K 11/06	6 9 0
H 1 0 K 101/30 (2023.01)	C 0 7 D 519/00	
	C 0 7 D 209/86	
	H 1 0 K 101:30	

キヤノン株式会社内

(72)発明者 山田 直樹

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

Fターム (参考) 3K107 AA01 AA03 BB01 BB02 BB04 BB08 CC06 CC22 DD51 DD53  
DD59 DD66 DD68 DD71 DD78 EE03 EE21 EE28 EE68 FF14 FF19  
4C072 MM10 UU05