

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7659976号
(P7659976)

(45)発行日 令和7年4月10日(2025.4.10)

(24)登録日 令和7年4月2日(2025.4.2)

(51)国際特許分類

F I

C O 7 D 209/86 (2006.01)

C O 7 D 209/86

C S P

H 1 O K 50/10 (2023.01)

H O 5 B 33/14

B

H 1 O K 50/15 (2023.01)

H O 5 B 33/22

D

H 1 O K 30/60 (2023.01)

H 1 O K 30/60

請求項の数 16 (全104頁)

(21)出願番号	特願2020-117508(P2020-117508)	(73)特許権者	000153878
(22)出願日	令和2年7月8日(2020.7.8)		株式会社半導体エネルギー研究所
(65)公開番号	特開2021-14452(P2021-14452A)		神奈川県厚木市長谷398番地
(43)公開日	令和3年2月12日(2021.2.12)	(72)発明者	夢田 杏奈
審査請求日	令和5年6月13日(2023.6.13)		神奈川県厚木市長谷398番地 株式会
(31)優先権主張番号	特願2019-129980(P2019-129980)		社半導体エネルギー研究所内
(32)優先日	令和1年7月12日(2019.7.12)	(72)発明者	川上 祥子
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		神奈川県厚木市長谷398番地 株式会
			社半導体エネルギー研究所内
		(72)発明者	奥山 拓夢
			神奈川県厚木市長谷398番地 株式会
			社半導体エネルギー研究所内
		(72)発明者	鈴木 恒徳
			神奈川県厚木市長谷398番地 株式会
			社半導体エネルギー研究所内
			最終頁に続く

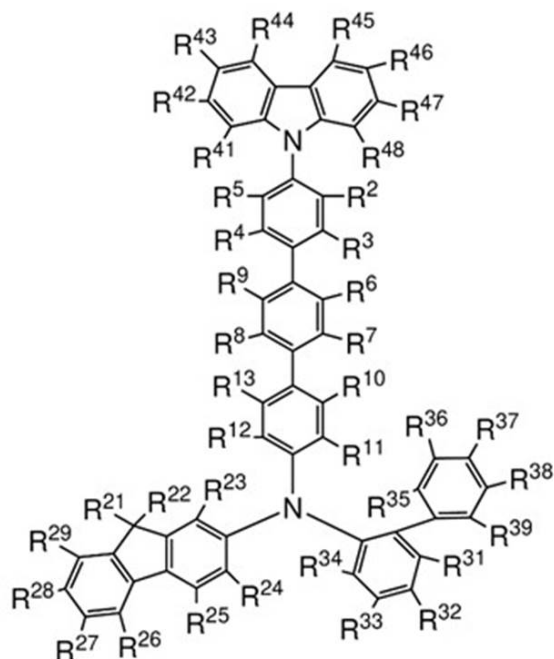
(54)【発明の名称】 有機化合物、発光デバイス、受光デバイス、発光装置、発光モジュール、電子機器、及び照明装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

一般式（G1）で表される有機化合物。

【化 1】



(G1)

(式中、 $R^2 \sim R^{13}$ 、 $R^{23} \sim R^{29}$ 、 $R^{31} \sim R^{39}$ 、及び $R^{41} \sim R^{48}$ は、それぞれ独立に、水素、炭素数 1 以上 6 以下のアルキル基、炭素数 3 以上 6 以下のシクロアルキル基、または、置換もしくは無置換の炭素数 6 以上 13 以下のアリール基を表す。 R^{21} 及び R^{22} は、それぞれ独立に、炭素数 1 以上 6 以下のアルキル基を表す。)

【請求項 2】

請求項 1 において、

$R^{35} \sim R^{39}$ のいずれか 1 つが、置換もしくは無置換のフェニル基、または、置換もしくは無置換のナフチル基を表す、有機化合物。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 において、

R^{21} と R^{22} は、同一である、有機化合物。

【請求項 4】

請求項 3 において、

R^{21} と R^{22} は、いずれもメチル基を表す、有機化合物。

【請求項 5】

請求項 1 乃至 4 のいずれかーにおいて、

$R^{41} \sim R^{48}$ は、それぞれ独立に、水素、メチル基、tert-ブチル基、または、置換もしくは無置換のフェニル基を表す、有機化合物。

【請求項 6】

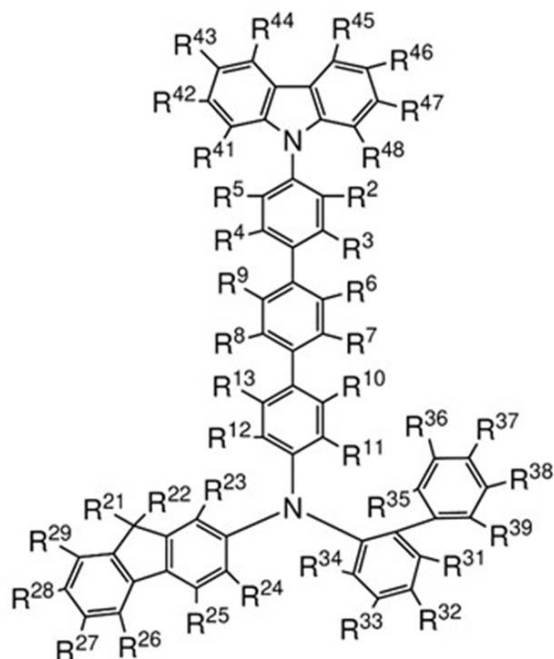
一対の電極間に、請求項 1 乃至 5 のいずれかーに記載の有機化合物を有する、発光デバイス。

【請求項 7】

一対の電極間に発光層及び正孔輸送層を有し、

前記発光層及び前記正孔輸送層のうち少なくとも一方は、一般式 (G1) で表される有機化合物を有する、発光デバイス。

【化 2】



(G1)

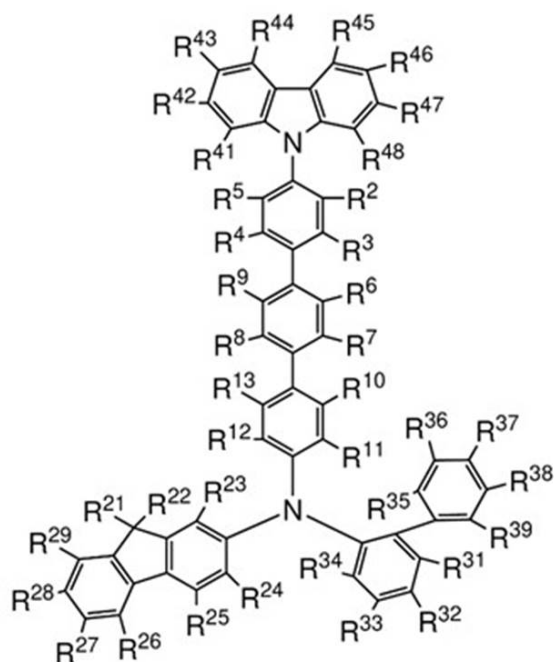
(式中、 $R^2 \sim R^{13}$ 、 $R^{21} \sim R^{29}$ 、 $R^{31} \sim R^{39}$ 、及び $R^{41} \sim R^{48}$ は、それぞれ独立に、水素、炭素数 1 以上 6 以下のアルキル基、炭素数 3 以上 6 以下のシクロアルキル基、または、置換もしくは無置換の炭素数 6 以上 13 以下のアリール基を表す。)

【請求項 8】

陽極と陰極との間に発光層を有し、

前記陽極と前記発光層との間に、一般式 (G1) で表される有機化合物を有する、発光デバイス。

【化 3】



(G1)

(式中、 $R^2 \sim R^{13}$ 、 $R^{21} \sim R^{29}$ 、 $R^{31} \sim R^{39}$ 、及び $R^{41} \sim R^{48}$ は、それぞれ

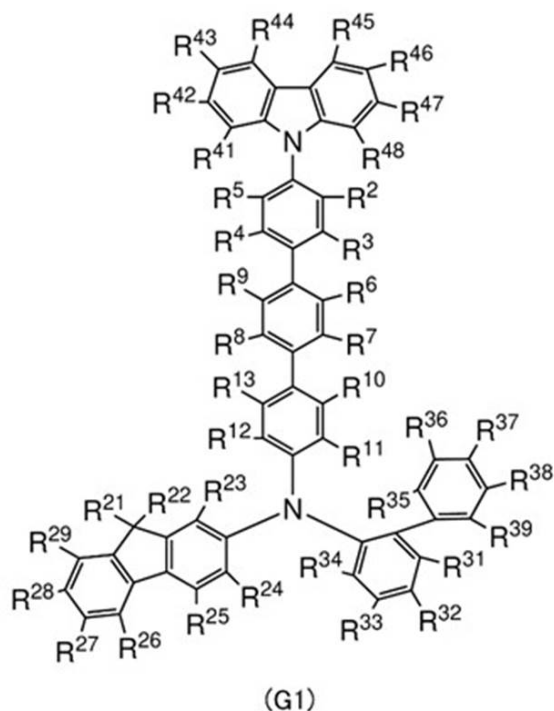
れ独立に、水素、炭素数 1 以上 6 以下のアルキル基、炭素数 3 以上 6 以下のシクロアルキル基、または、置換もしくは無置換の炭素数 6 以上 13 以下のアリール基を表す。)

【請求項 9】

陽極と陰極との間に発光層を有し、

前記陽極と前記発光層との間に、一般式 (G1) で表される有機化合物と、電子受容性材料とを有する、発光デバイス。

【化 4】



(式中、 $R^2 \sim R^{13}$ 、 $R^{21} \sim R^{29}$ 、 $R^{31} \sim R^{39}$ 、及び $R^{41} \sim R^{48}$ は、それぞれ独立に、水素、炭素数 1 以上 6 以下のアルキル基、炭素数 3 以上 6 以下のシクロアルキル基、または、置換もしくは無置換の炭素数 6 以上 13 以下のアリール基を表す。)

【請求項 10】

請求項 9 において、

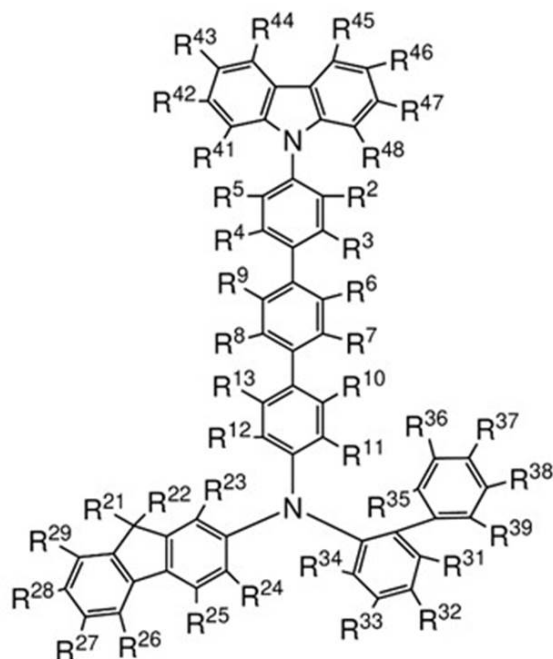
前記有機化合物と前記電子受容性材料とが混合されている領域を有する、発光デバイス。

【請求項 11】

一对の電極間に発光層を有し、

前記発光層は、一般式 (G1) で表される有機化合物を有する、発光デバイス。

【化 5】



(G1)

(式中、 $R^2 \sim R^{13}$ 、 $R^{21} \sim R^{29}$ 、 $R^{31} \sim R^{39}$ 、及び $R^{41} \sim R^{48}$ は、それぞれ独立に、水素、炭素数1以上6以下のアルキル基、炭素数3以上6以下のシクロアルキル基、または、置換もしくは無置換の炭素数6以上13以下のアリール基を表す。)

【請求項 12】

請求項6乃至11のいずれかに記載の発光デバイスと、
トランジスタ及び基板のうち少なくとも一方と、を有する、発光装置。

【請求項 13】

請求項12に記載の発光装置と、
コネクタ及び集積回路の少なくとも一方と、を有する、発光モジュール。

【請求項 14】

請求項12に記載の発光装置と、
アンテナ、バッテリー、筐体、カメラ、スピーカ、マイク、及び操作ボタンのうち少なくとも一つと、を有する、電子機器。

【請求項 15】

請求項6乃至11のいずれかに記載の発光デバイスと、
筐体、カバー、及び支持台のうち少なくとも一つと、を有する、照明装置。

【請求項 16】

一対の電極間に、請求項1乃至5のいずれかに記載の有機化合物を有する、受光デバイス。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明の一態様は、有機化合物、発光デバイス、発光装置、発光モジュール、電子機器、及び照明装置に関する。

【0002】

なお、本発明の一態様は、上記の技術分野に限定されない。本発明の一態様の技術分野としては、半導体装置、表示装置、発光装置、蓄電装置、記憶装置、電子機器、照明装置、入力装置（例えば、タッチセンサなど）、入出力装置（例えば、タッチパネルなど）、それらの駆動方法、またはそれらの製造方法を一例として挙げることができる。

【背景技術】

【0003】

有機エレクトロルミネッセンス（EL：Electro Luminescence）現象を利用した発光デバイス（有機ELデバイス、有機EL素子ともいう）の研究開発が盛んに行われている。有機ELデバイスの基本的な構成は、一対の電極間に発光性の有機化合物を含む層（以下、発光層とも記す）を挟んだものである。この有機ELデバイスに電圧を印加することにより、発光性の有機化合物からの発光を得ることができる。

【0004】

有機ELデバイスは、薄型軽量化が容易である、入力信号に対し高速に応答可能である、直流低電圧電源を用いて駆動可能である等の特徴を有し、表示装置に好適である。

10

【0005】

また、有機ELデバイスは、膜状に形成することができるため、面状に発光を得ることができる。よって、大面積の発光デバイスを容易に形成することができる。このことは、LED（発光ダイオード）に代表される点光源及び蛍光灯に代表される線光源では得難い特色であるため、有機ELデバイスは、照明装置等に応用できる面光源としての利用価値も高い。

【0006】

特許文献1には、発光デバイスに用いることができる材料として、正孔輸送性の高い芳香族アミン化合物が開示されている。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【文献】特開2009-298779号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

本発明の一態様は、新規な有機化合物を提供することを課題の一つとする。または、本発明の一態様は、耐熱性の高い有機化合物を提供することを課題の一つとする。または、本発明の一態様は、昇華性の高い有機化合物を提供することを課題の一つとする。または、本発明の一態様は、発光デバイスに用いることができる新規な有機化合物を提供することを課題の一つとする。または、本発明の一態様は、発光デバイスにおいて、正孔輸送性材料として用いることができる新規な有機化合物を提供することを課題の一つとする。または、本発明の一態様は、発光デバイスにおいて、発光物質を分散させるホスト材料として用いることができる新規な有機化合物を提供することを課題の一つとする。

30

【0009】

または、本発明の一態様は、発光効率の高い発光デバイスを提供することを課題の一つとする。または、本発明の一態様は、駆動電圧の低い発光デバイスを提供することを課題の一つとする。または、本発明の一態様は、長寿命の発光デバイスを提供することを課題の一つとする。または、本発明の一態様は、耐熱性の高い発光デバイスを提供することを課題の一つとする。

40

【0010】

なお、これらの課題の記載は、他の課題の存在を妨げるものではない。本発明の一態様は、必ずしも、これらの課題の全てを解決する必要はないものとする。明細書、図面、請求項の記載から、これら以外の課題を抽出することが可能である。

【課題を解決するための手段】

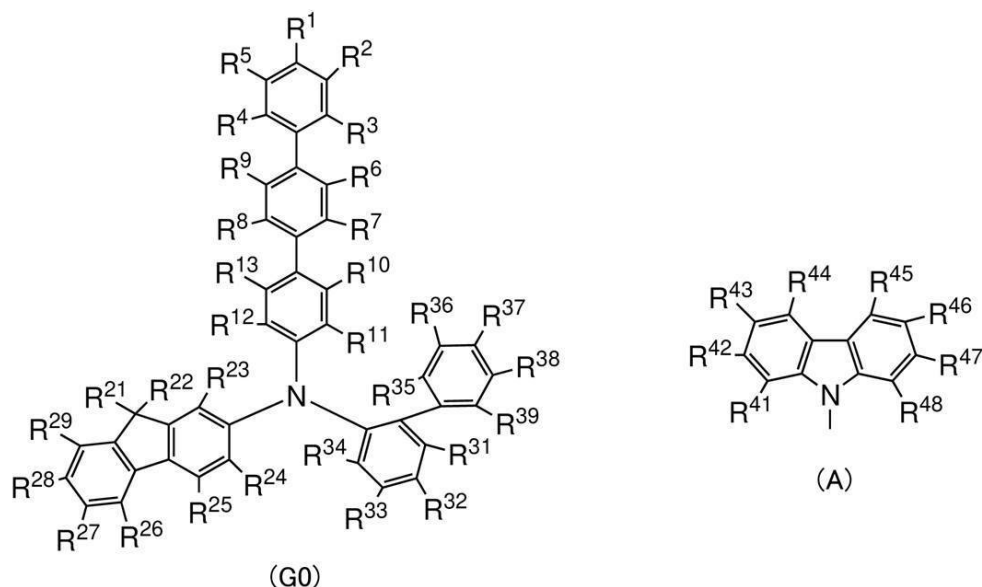
【0011】

本発明の一態様は、一般式（G0）で表される有機化合物である。

【0012】

50

【化 1】



【0013】

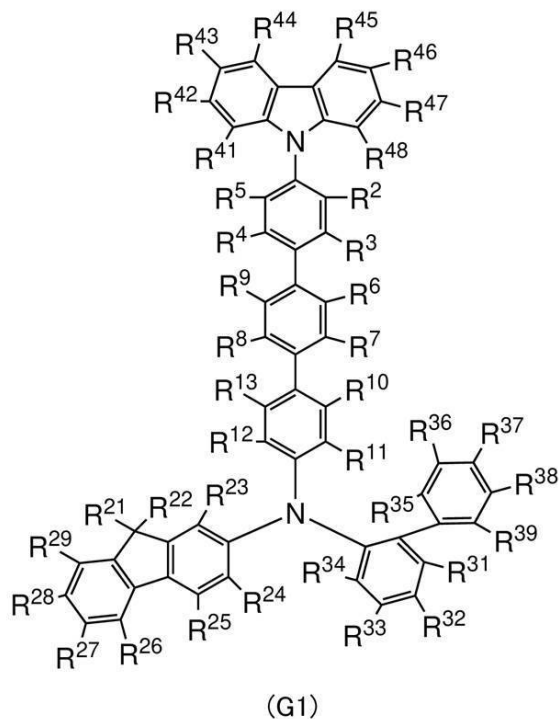
一般式 (G0) 中、 $R^1 \sim R^5$ は、いずれか 1 つが一般式 (A) を表し、その他は、それぞれ独立に、水素、炭素数 1 以上 6 以下のアルキル基、炭素数 3 以上 6 以下のシクロアルキル基、または、置換もしくは無置換の炭素数 6 以上 13 以下のアリール基を表し、 $R^6 \sim R^{13}$ 、 $R^{21} \sim R^{29}$ 、 $R^{31} \sim R^{39}$ 、及び $R^{41} \sim R^{48}$ は、それぞれ独立に、水素、炭素数 1 以上 6 以下のアルキル基、炭素数 3 以上 6 以下のシクロアルキル基、または、置換もしくは無置換の炭素数 6 以上 13 以下のアリール基を表す。 R^{21} と R^{22} は互いに結合してスピロ環を形成していてもよい。

【0014】

本発明の一態様は、一般式 (G1) で表される有機化合物である。

【0015】

【化 2】



【0016】

一般式 (G1) 中、 $R^2 \sim R^{13}$ 、 $R^{21} \sim R^{29}$ 、 $R^{31} \sim R^{39}$ 、及び $R^{41} \sim R^{48}$ は、それぞれ独立に、水素、炭素数 1 以上 6 以下のアルキル基、炭素数 3 以上 6 以下のシクロアルキル基、または、置換もしくは無置換の炭素数 6 以上 13 以下のアリール基を表す。 R^{21} と R^{22} は互いに結合してスピロ環を形成していてもよい。

【0017】

一般式 (G0) 中、及び、一般式 (G1) 中において、 $R^{35} \sim R^{39}$ のいずれか 1 つは、置換もしくは無置換のフェニル基、または、置換もしくは無置換のナフチル基を表すことが好ましい。

【0018】

一般式 (G0) 中、及び、一般式 (G1) 中において、 R^{21} と R^{22} は、同一であり、かつ、炭素数 1 以上 6 以下のアルキル基、または、置換もしくは無置換のフェニル基を表すことが好ましい。

【0019】

一般式 (G0) 中、及び、一般式 (G1) 中において、 R^{21} と R^{22} は、いずれもメチル基を表すことが好ましい。または、 R^{21} と R^{22} は、いずれも無置換のフェニル基を表すことが好ましい。または、 R^{21} と R^{22} は、互いに結合してスピロ環を形成していることが好ましい。例えば、 R^{21} と R^{22} は、いずれも置換または無置換のフェニル基であって、フェニル基同士が互いに結合してスピロビフルオレン環を形成していることが好ましい。

【0020】

一般式 (G0) 中、及び、一般式 (G1) 中において、 $R^{41} \sim R^{48}$ は、それぞれ独立に、水素、メチル基、tert-ブチル基、または、置換もしくは無置換のフェニル基を表すことが好ましい。

【0021】

本発明の一態様は、上記いずれかの構成の有機化合物を有する、発光デバイス、受光デバイス、または受発光デバイスである。

【0022】

本発明の一態様は、一对の電極間に有機化合物を含む層を有し、有機化合物を含む層は、上記いずれかの構成の有機化合物を有する、発光デバイス、受光デバイス、または受発光デバイスである。

【0023】

本発明の一態様は、一对の電極間に有機化合物を含む層を有し、有機化合物を含む層は、発光層及び正孔輸送層を有し、発光層及び正孔輸送層のうち少なくとも一方は、上記いずれかの構成の有機化合物を有する、発光デバイスである。

【0024】

本発明の一態様は、上記いずれかの構成の発光デバイスと、トランジスタ及び基板の一方または双方と、を有する発光装置である。

【0025】

本発明の一態様は、上記の発光装置を有し、フレキシブルプリント回路基板 (Flexible Printed Circuit、以下、FPCと記す) もしくはTCP (Tape Carrier Package) 等のコネクタが取り付けられた発光モジュール、またはCOG (Chip On Glass) 方式もしくはCOF (Chip On Film) 方式等により集積回路 (IC) が実装された発光モジュール等の発光モジュールである。なお、本発明の一態様の発光モジュールは、コネクタ及びICのうち一方のみを有していてもよく、双方を有していてもよい。

【0026】

本発明の一態様は、上記の発光モジュールと、アンテナ、バッテリー、筐体、カメラ、スピーカ、マイク、及び操作ボタンのうち少なくとも一つと、を有する電子機器である。

【0027】

本発明の一態様は、上記いずれかの構成の発光デバイスと、筐体、カバー、及び支持台の

10

20

30

40

50

うち少なくとも一つと、を有する、照明装置である。

【発明の効果】

【0028】

本発明の一態様により、新規な有機化合物を提供できる。本発明の一態様により、耐熱性の高い有機化合物を提供できる。本発明の一態様により、昇華性の高い有機化合物を提供できる。本発明の一態様により、発光デバイスに用いることができる新規な有機化合物を提供できる。本発明の一態様により、発光デバイスにおいて、正孔輸送性材料として用いることができる新規な有機化合物を提供できる。本発明の一態様により、発光デバイスにおいて、発光物質を分散させるホスト材料として用いることができる新規な有機化合物を提供できる。

10

【0029】

本発明の一態様は、発光効率の高い発光デバイスを提供できる。本発明の一態様により、駆動電圧の低い発光デバイスを提供できる。本発明の一態様により、長寿命の発光デバイスを提供できる。本発明の一態様により、耐熱性の高い発光デバイスを提供できる。

【0030】

なお、これらの効果の記載は、他の効果の存在を妨げるものではない。本発明の一態様は、必ずしも、これらの効果の全てを有する必要はない。明細書、図面、請求項の記載から、これら以外の効果を抽出することが可能である。

【図面の簡単な説明】

【0031】

20

【図1】図1(A)～図1(D)は、発光デバイスの一例を示す断面図である。

【図2】図2(A)は、発光装置の一例を示す上面図である。図2(B)、図2(C)は、発光装置の一例を示す断面図である。

【図3】図3(A)、図3(C)は、発光装置の一例を示す断面図である。図3(B)は、発光デバイスの一例を示す断面図である。

【図4】図4(A)、図4(B)は、発光装置の一例を示す断面図である。

【図5】図5(A)は、発光装置の一例を示す上面図である。図5(B)は、発光装置の一例を示す断面図である。図5(C)、図5(D)は、トランジスタの一例を示す断面図である。

【図6】図6(A)～図6(D)は、電子機器の一例を示す図である。

30

【図7】図7(A)～図7(F)は、電子機器の一例を示す図である。

【図8】図8(A)～図8(C)は、電子機器の一例を示す図である。

【図9】図9(A)～図9(E)は、電子機器の一例を示す図である。

【図10】図10(A)、図10(B)は、構造式(100)に示す有機化合物の紫外・可視吸収スペクトル及び発光スペクトルである。

【図11】図11は、実施例の発光デバイスを示す断面図である。

【図12】図12は、実施例2の発光デバイスの輝度－電流効率特性を示す図である。

【図13】図13は、実施例2の発光デバイスの電圧－輝度特性を示す図である。

【図14】図14は、実施例2の発光デバイスの電圧－電流特性を示す図である。

【図15】図15は、実施例2の発光デバイスの輝度－外部量子効率特性を示す図である。

40

【図16】図16は、実施例2の発光デバイスの発光スペクトルを示す図である。

【図17】図17(A)、図17(B)は、実施例2の発光デバイスの信頼性試験の結果を示す図である。

【図18】図18は、実施例3の発光デバイスの輝度－電流効率特性を示す図である。

【図19】図19は、実施例3の発光デバイスの電圧－輝度特性を示す図である。

【図20】図20は、実施例3の発光デバイスの電圧－電流特性を示す図である。

【図21】図21は、実施例3の発光デバイスの輝度－外部量子効率特性を示す図である。

【図22】図22は、実施例3の発光デバイスの発光スペクトルを示す図である。

【図23】図23(A)、図23(B)は、実施例3の発光デバイスの信頼性試験の結果を示す図である。

50

【図 2 4】図 2 4 は、実施例 4 の発光デバイスの輝度－電流効率特性を示す図である。

【図 2 5】図 2 5 は、実施例 4 の発光デバイスの電圧－輝度特性を示す図である。

【図 2 6】図 2 6 は、実施例 4 の発光デバイスの電圧－電流特性を示す図である。

【図 2 7】図 2 7 は、実施例 4 の発光デバイスの輝度－外部量子効率特性を示す図である。

【図 2 8】図 2 8 は、実施例 4 の発光デバイスの発光スペクトルを示す図である。

【図 2 9】図 2 9 (A)、図 2 9 (B) は、実施例 4 の発光デバイスの信頼性試験の結果を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0032】

実施の形態について、図面を用いて詳細に説明する。但し、本発明は以下の説明に限定されず、本発明の趣旨及びその範囲から逸脱することなくその形態及び詳細を様々に変更し得ることは当業者であれば容易に理解される。従って、本発明は以下に示す実施の形態の記載内容に限定して解釈されるものではない。

【0033】

なお、以下に説明する発明の構成において、同一部分または同様な機能を有する部分には同一の符号を異なる図面間で共通して用い、その繰り返しの説明は省略する。また、同様の機能を指す場合には、ハッチパターンを同じくし、特に符号を付さない場合がある。

【0034】

また、図面において示す各構成の、位置、大きさ、範囲などは、理解の簡単のため、実際の位置、大きさ、範囲などを表していない場合がある。このため、開示する発明は、必ずしも、図面に開示された位置、大きさ、範囲などに限定されない。

【0035】

なお、「膜」という言葉と、「層」という言葉とは、場合によっては、または、状況に応じて、互いに入れ替えることが可能である。例えば、「導電層」という用語を、「導電膜」という用語に変更することが可能である。または、例えば、「絶縁膜」という用語を、「絶縁層」という用語に変更することが可能である。

【0036】

(実施の形態 1)

本実施の形態では、本発明の一態様の有機化合物について説明する。

【0037】

【本発明の一態様の有機化合物の構造】

本発明の一態様の有機化合物は、第 3 級アミンであって、アミンの窒素には、ビフェニル骨格のオルト位と、フルオレン骨格と、テルフェニレン骨格と、が結合し、当該テルフェニレン骨格のアミンの窒素から最も遠いフェニレン基には、カルバゾール骨格が結合している。

【0038】

車載向けなど、高温環境下で用いられる発光デバイスには、高い耐熱性が求められる。また、ガラスフリットを用いた封止工程など、製品の作製工程中に高温がかかる場合にも、発光デバイスには、高い耐熱性が求められる。これらのことから、発光デバイスに用いる材料には、ガラス転移温度 (T_g) が 100°C 以上、さらには 120°C 以上であることが求められる場合がある。本発明の一態様では、有機化合物の T_g を 100°C 以上、さらには 120°C 以上とすることができるため、高い耐熱性が求められる発光デバイスに好適な材料を提供できる。一方で、発光デバイスの作製は真空蒸着により行われる場合が多い。その場合、発光デバイスに用いる材料は高い耐熱性と高い昇華性も併せ持つ必要があり、昇華温度は 500°C 以下であることが好ましく、より好ましくは 400°C 以下である。本発明の一態様では、高い耐熱性だけでなく高い昇華性も併せ持つ材料を提供できるため、デバイス作製の観点で高い生産性を有する材料を提供できる。

【0039】

本発明の一態様の有機化合物は、正孔輸送性及び電子ブロック性が高い。本発明の一態様の有機化合物は、発光デバイスにおいて、正孔輸送性材料として用いることができる。ま

10

20

30

40

50

た、本発明の一態様の有機化合物は、発光デバイスにおいて、発光物質を分散させるホスト材料として用いることができる。本発明の一態様の有機化合物を用いることで、発光デバイスの発光効率及び信頼性を高めることができる。

【0040】

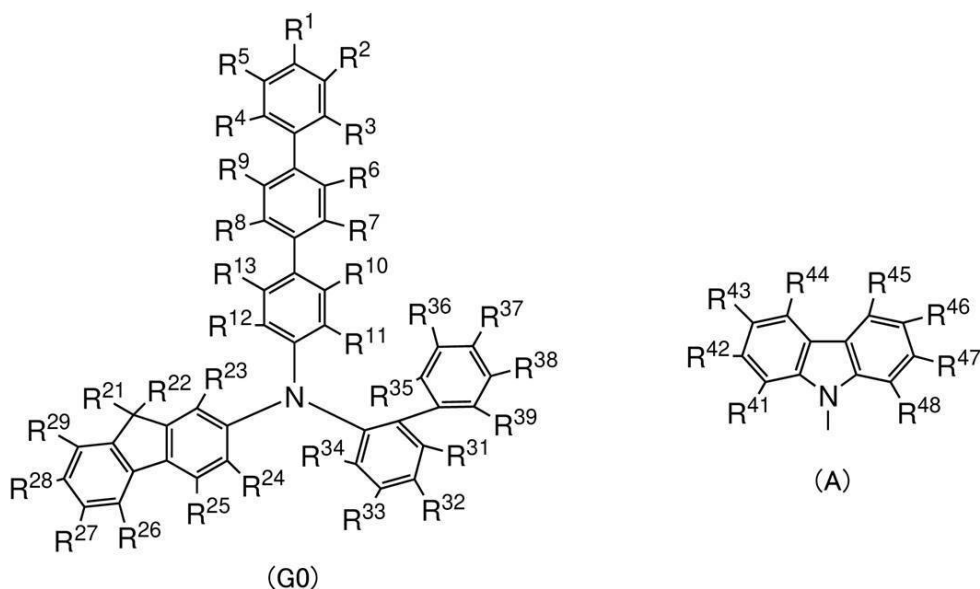
また、本発明の一態様の有機化合物は、有機フォトダイオードなどの受光デバイスや、発光及び受光の双方の機能を有する受発光デバイスにおいても、キャリア輸送性材料（正孔輸送性材料）として用いることができる。

【0041】

具体的には、本発明の一態様は、一般式（G0）で表される有機化合物である。なお、以降の一般式で表される構造の有機化合物だけでなく、当該構造の発光デバイス用材料、受光デバイス用材料も、それぞれ、本発明の一態様である。

【0042】

【化3】



【0043】

一般式（G0）中、 $R^1 \sim R^5$ は、いずれか1つが一般式（A）を表し、その他は、それぞれ独立に、水素、炭素数1以上6以下のアルキル基、炭素数3以上6以下のシクロアルキル基、または、置換もしくは無置換の炭素数6以上13以下のアリール基を表し、 $R^6 \sim R^{13}$ 、 $R^{21} \sim R^{29}$ 、 $R^{31} \sim R^{39}$ 、及び $R^{41} \sim R^{48}$ は、それぞれ独立に、水素、炭素数1以上6以下のアルキル基、炭素数3以上6以下のシクロアルキル基、または、置換もしくは無置換の炭素数6以上13以下のアリール基を表し、 R^{21} と R^{22} は互いに結合してスピロ環を形成していてもよい。

【0044】

一般式（G0）で表される有機化合物のうち、一般式（G1）で表される有機化合物がより好ましい。テルフェニレン骨格のパラ位にカルバゾリル基が結合する分子構造とすることで、テルフェニレン骨格のオルト位またはメタ位にカルバゾリル基が結合する分子構造と比較して有機化合物の耐熱性を高めることができる。

【0045】

10

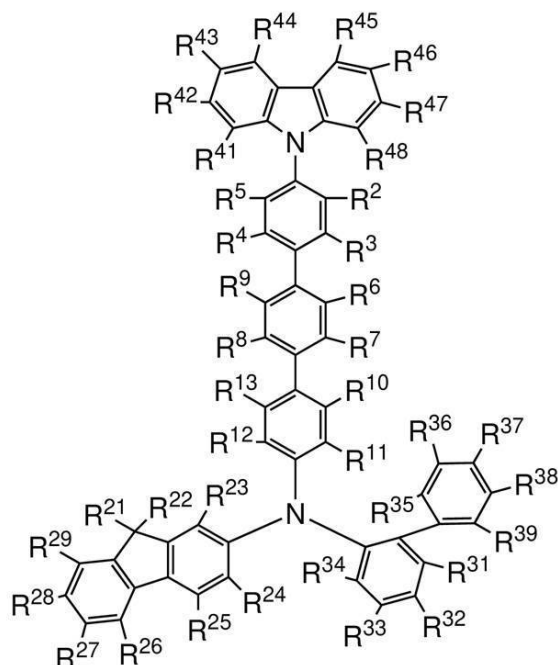
20

30

40

50

【化 4】



(G1)

【0046】

一般式 (G1) 中、 $R^2 \sim R^{13}$ 、 $R^{21} \sim R^{29}$ 、 $R^{31} \sim R^{39}$ 、及び $R^{41} \sim R^{48}$ は、それぞれ独立に、水素、炭素数 1 以上 6 以下のアルキル基、炭素数 3 以上 6 以下のシクロアルキル基、または、置換もしくは無置換の炭素数 6 以上 13 以下のアリール基を表し、 R^{21} と R^{22} は互いに結合してスピロ環を形成していてもよい。

【0047】

$R^{35} \sim R^{39}$ のいずれか 1 つが、置換もしくは無置換のフェニル基、または、置換もしくは無置換のナフチル基を表すことが好ましい。これにより、有機化合物の耐熱性を高めることができる。

【0048】

フルオレニル基の 9 位が水素である場合、当該水素の酸性度が高くなり、発光デバイスの信頼性が低下することが懸念されるため、フルオレニル基の 9 位である R^{21} と R^{22} は、水素ではなく、置換基を表すことが好ましい。一般式 (G1) で表される有機化合物の耐熱性と昇華性を考慮すると、 R^{21} と R^{22} は、それぞれ独立に、炭素数 1 以上 6 以下のアルキル基、または、置換もしくは無置換のフェニル基を表すことが好ましい。または、 R^{21} と R^{22} は、同一であり、かつ、炭素数 1 以上 6 以下のアルキル基、または、置換もしくは無置換のフェニル基を表すことが好ましい。

【0049】

また、合成コストの観点から、 R^{21} と R^{22} は、同一であることが好ましい。

【0050】

R^{21} と R^{22} は、いずれもメチル基を表すことが好ましい。これにより、有機化合物の昇華性を高めることができる。または、 R^{21} と R^{22} は、いずれも無置換のフェニル基を表すことが好ましい。これにより、有機化合物の耐熱性を高めることができる。

【0051】

または、 R^{21} と R^{22} は、高い耐熱性または高い信頼性を有するために、互いに結合してスピロ環を形成していることが好ましい。例えば、 R^{21} と R^{22} は、いずれも置換または無置換のフェニル基であって、フェニル基同士が互いに結合してスピロビフルオレン環を形成していることが好ましい。

【0052】

$R^{41} \sim R^{48}$ は、高い昇華性または高い信頼性を有するために、それぞれ独立に、水素、メチル基、tert-ブチル基、または、置換もしくは無置換のフェニル基を表すことが好ましい。

【0053】

一般式(G0)及び一般式(G1)における、炭素数1以上6以下のアルキル基としては、メチル基、エチル基、プロピル基、イソプロピル基、ブチル基、sec-ブチル基、イソブチル基、tert-ブチル基、ペンチル基、イソペンチル基、sec-ペンチル基、tert-ペンチル基、ネオペンチル基、ヘキシル基、イソヘキシル基、3-メチルペンチル基、2-メチルペンチル基、2-エチルブチル基、1,2-ジメチルブチル基、2,3-ジメチルブチル基、n-ヘプチル基等が挙げられる。

10

【0054】

一般式(G0)及び一般式(G1)における、炭素数3以上6以下のシクロアルキル基としては、シクロプロピル基、シクロブチル基、シクロペンチル基、シクロヘキシル基等が挙げられる。

【0055】

一般式(G0)及び一般式(G1)における、置換または無置換の炭素数6以上13以下のアリール基としては、フェニル基、o-トリル基、m-トリル基、p-トリル基、メシチル基、o-ビフェニル基、m-ビフェニル基、p-ビフェニル基、1-ナフチル基、2-ナフチル基、9H-フルオレニル基、9,9-ジメチル-9H-フルオレニル基、9,9'-スピロビ[9H-フルオレン]ーイル基等が挙げられる。

20

【0056】

一般式(G0)及び一般式(G1)における「置換もしくは無置換のX」(Xは各種環、骨格、基など)において、Xが置換基を有する場合、当該置換基としては、メチル基、エチル基、プロピル基、イソプロピル基、ブチル基、イソブチル基、sec-ブチル基、tert-ブチル基、ペンチル基、ヘキシル基のような炭素数1以上6以下のアルキル基、シクロプロピル基、シクロブチル基、シクロペンチル基、シクロヘキシル基のような炭素数3以上6以下のシクロアルキル基、及び、フェニル基、ナフチル基、ビフェニル基のような炭素数6以上13以下のアリール基等が挙げられる。

【0057】

本発明の一態様の有機化合物の具体例としては、構造式(100)～構造式(246)に示される有機化合物を挙げることができる。ただし、本発明はこれらに限定されない。

30

【0058】

40

50

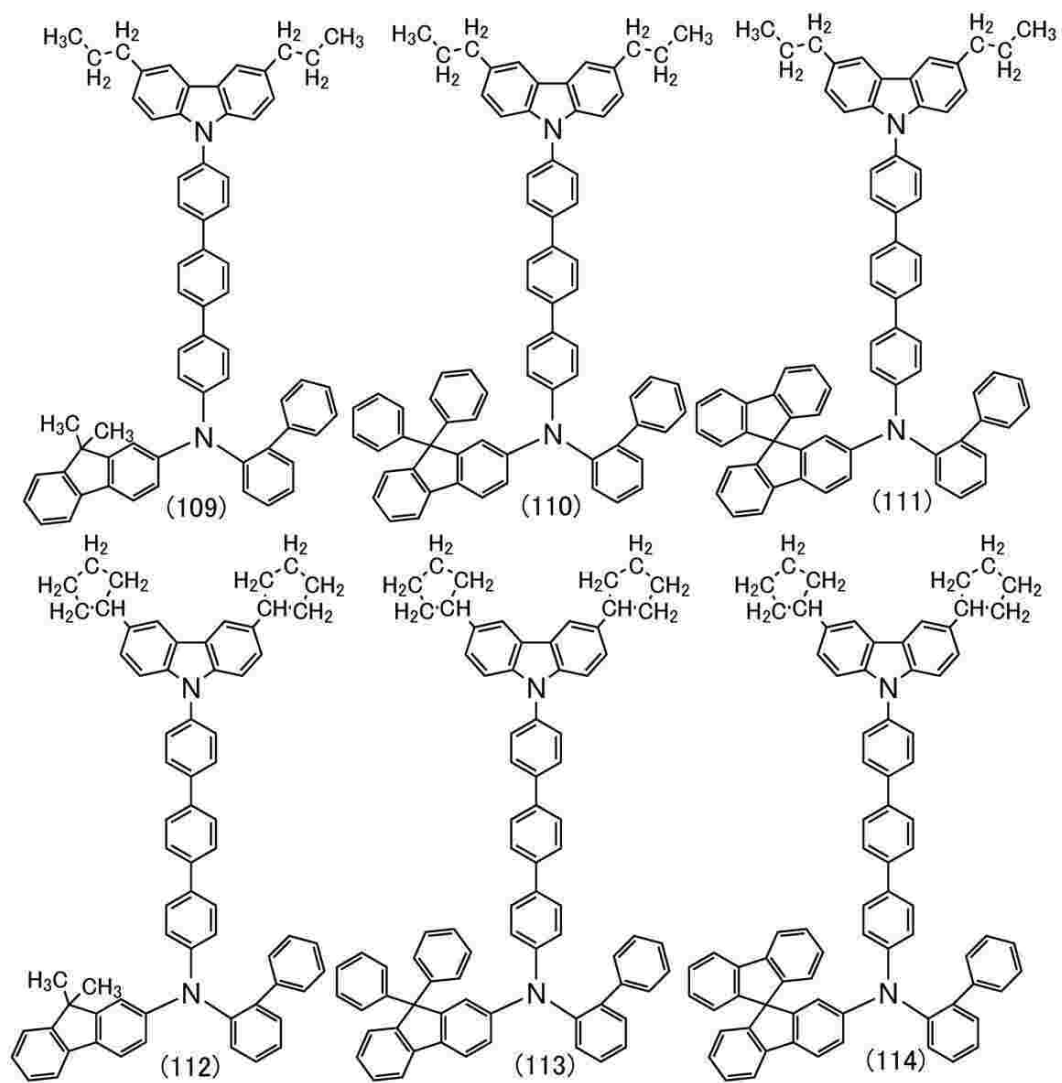
Chemical structures of compounds 100 through 108, which are a series of dendritic molecules. The structures are arranged in a 3x3 grid, with the last cell containing compound 108. Each structure consists of a central fluorene core connected to a triphenylamine group via a chain of four phenyl rings. The fluorene core is substituted with various groups at the 9 and 10 positions, and the triphenylamine group is substituted with various groups at the 2 and 3 positions. The structures are labeled (100) through (108) below them.

- (100) Fluorene core with two methyl groups (H₃C) at 9 and 10; triphenylamine group with two phenyl groups at 2 and 3.
- (101) Fluorene core with two methyl groups (H₃C) at 9 and 10; triphenylamine group with two phenyl groups at 2 and 3.
- (102) Fluorene core with two methyl groups (H₃C) at 9 and 10; triphenylamine group with two phenyl groups at 2 and 3.
- (103) Fluorene core with two methyl groups (H₃C) at 9 and 10; triphenylamine group with two phenyl groups at 2 and 3.
- (104) Fluorene core with two methyl groups (H₃C) at 9 and 10; triphenylamine group with two phenyl groups at 2 and 3.
- (105) Fluorene core with two methyl groups (H₃C) at 9 and 10; triphenylamine group with two phenyl groups at 2 and 3.
- (106) Fluorene core with two methyl groups (H₃C) at 9 and 10; triphenylamine group with two phenyl groups at 2 and 3.
- (107) Fluorene core with two methyl groups (H₃C) at 9 and 10; triphenylamine group with two phenyl groups at 2 and 3.
- (108) Fluorene core with two methyl groups (H₃C) at 9 and 10; triphenylamine group with two phenyl groups at 2 and 3.

【 0 0 5 9 】

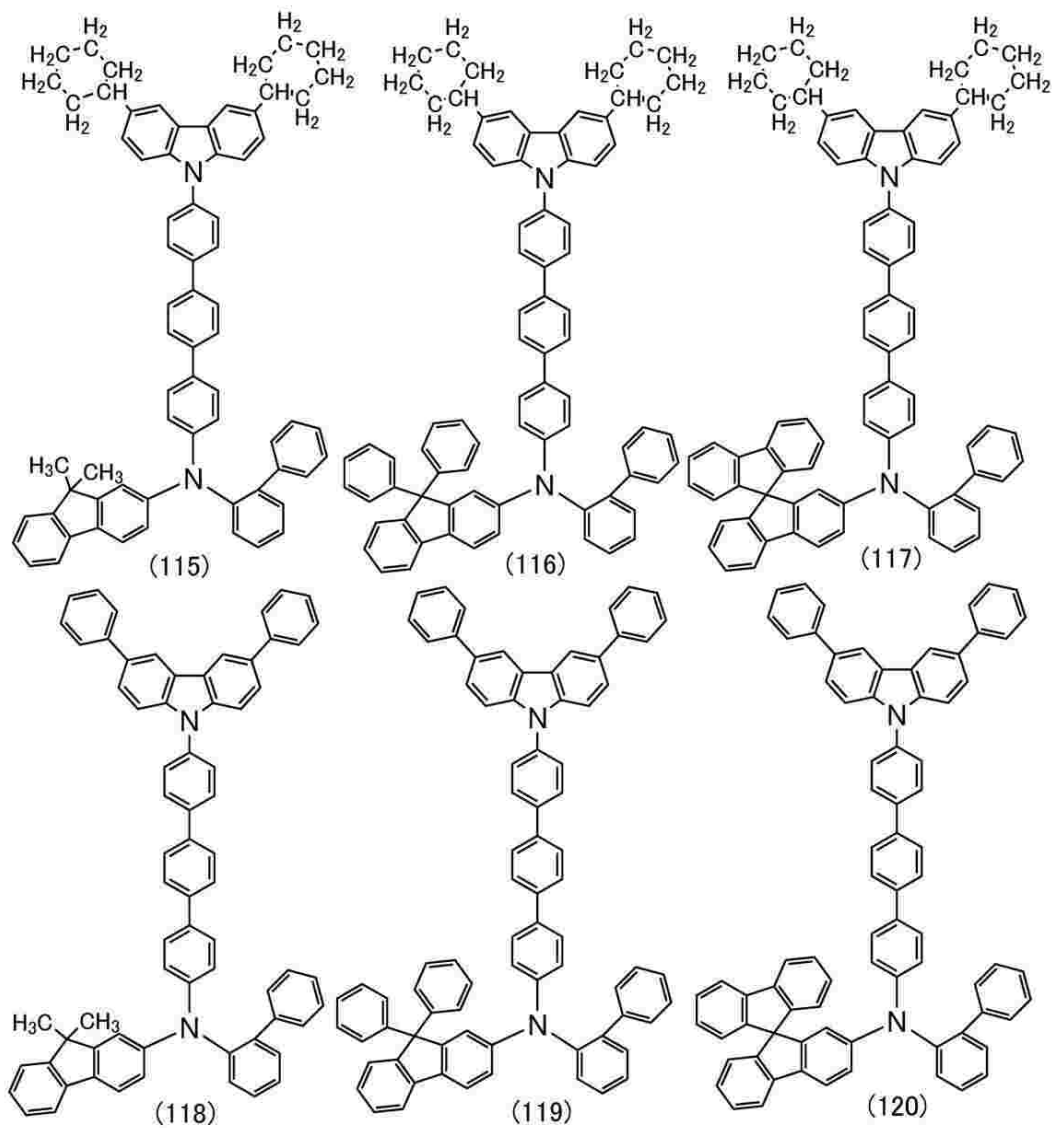
40

【化 6】



【 0 0 6 0 】

【化 7】



【 0 0 6 1 】

10

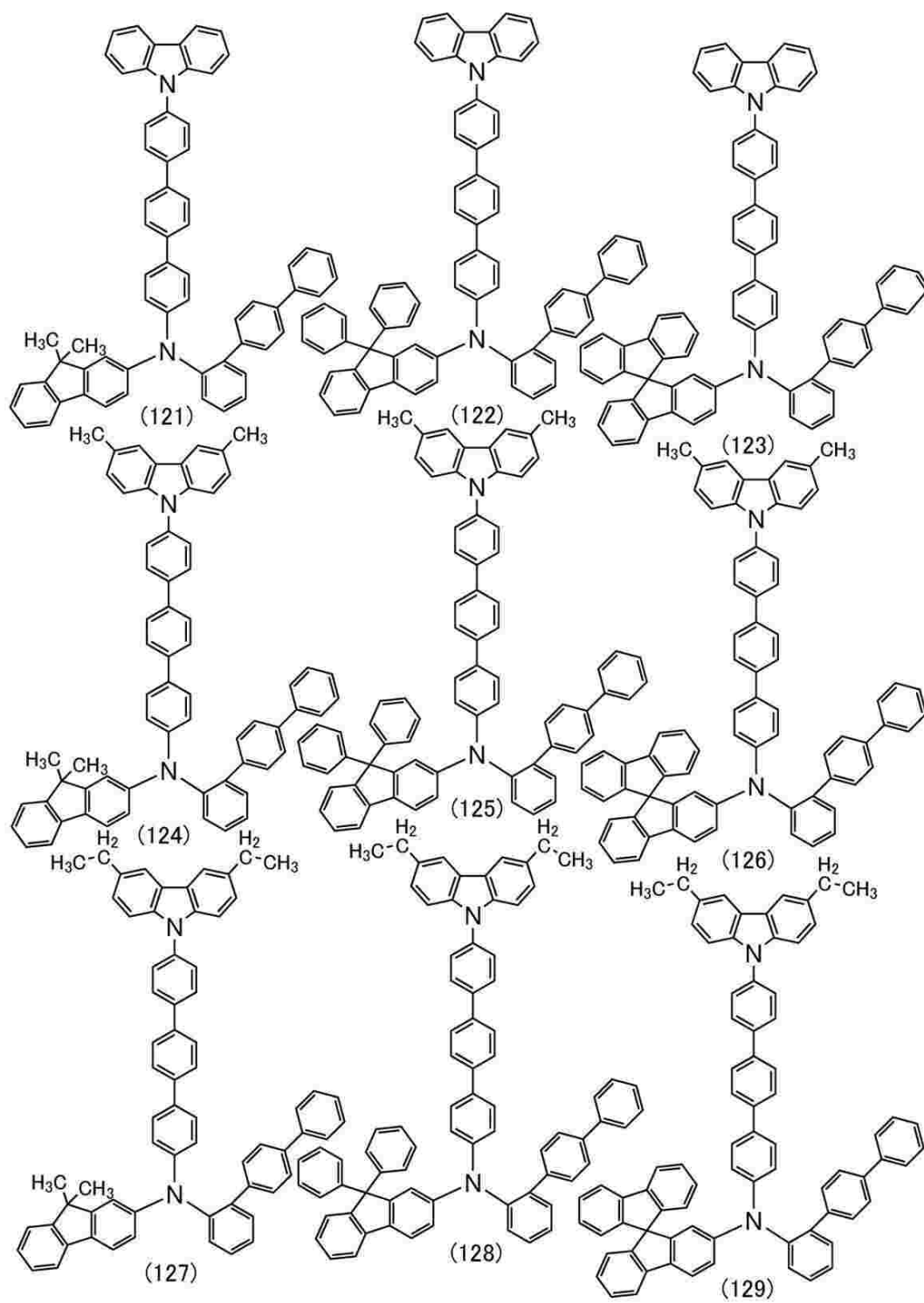
20

30

40

50

【化 8】



【 0 0 6 2 】

10

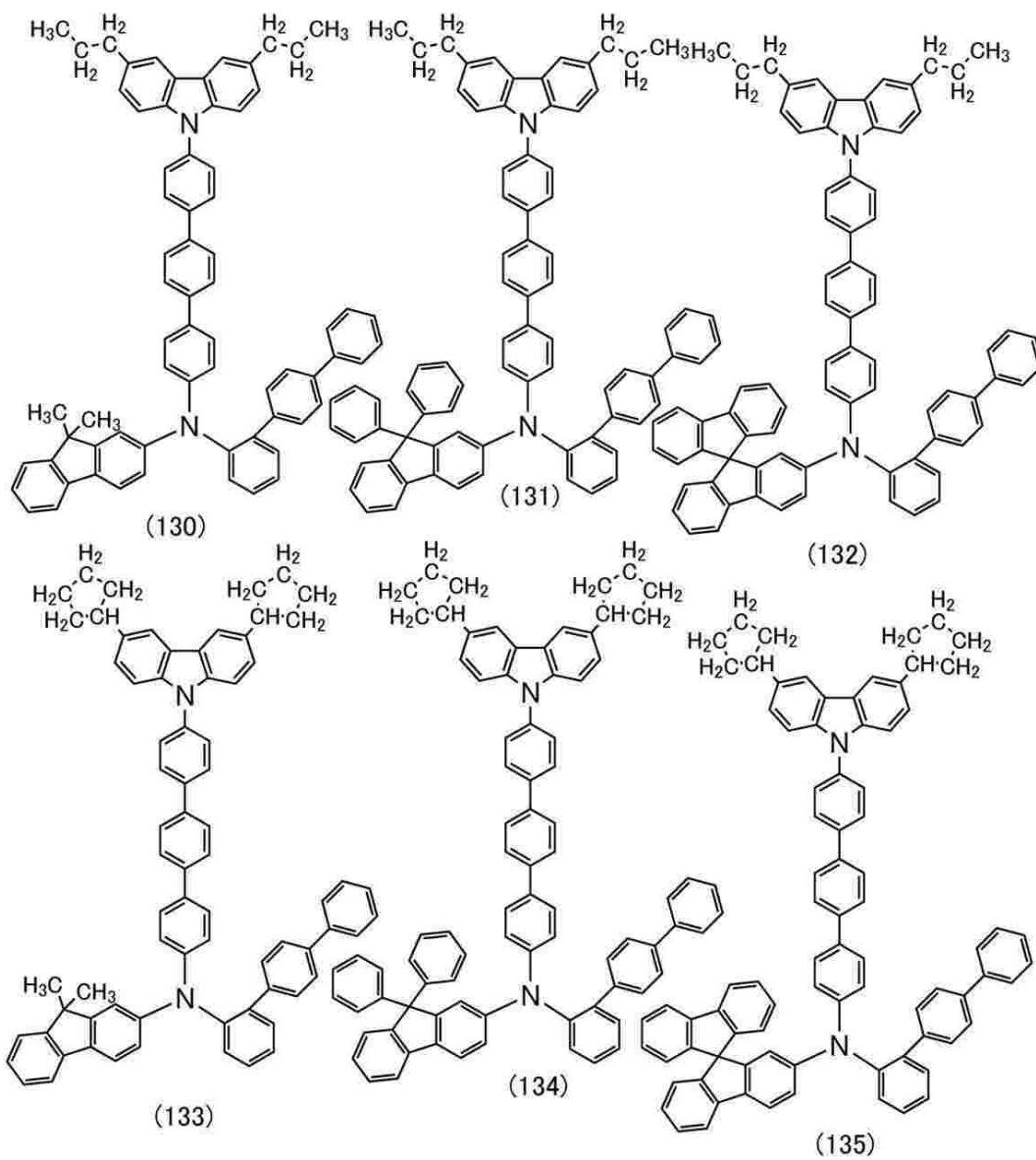
20

30

40

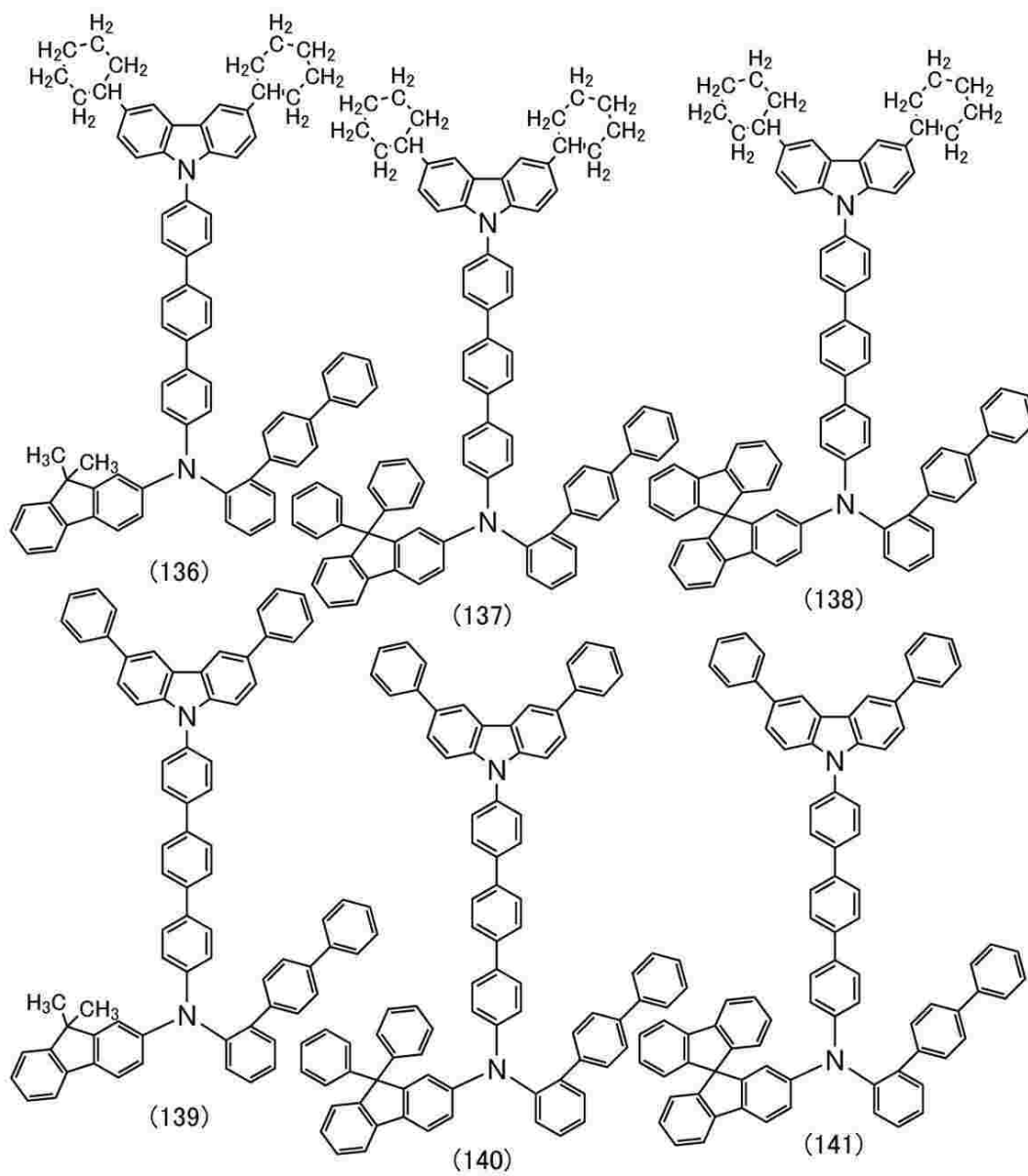
50

【化 9】



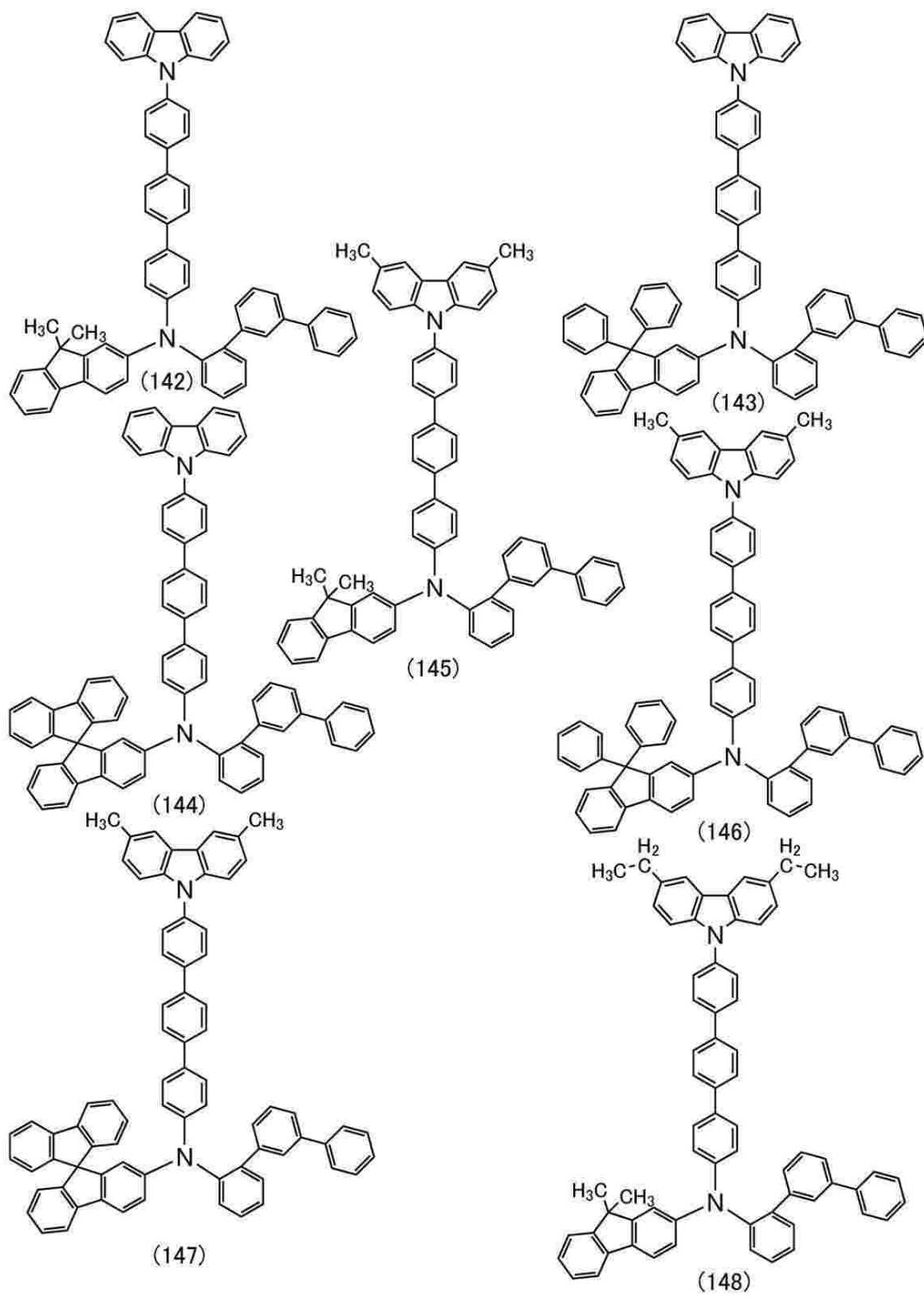
【 0 0 6 3 】

【化 10】



【0064】

【化 1 1】



【 0 0 6 5 】

10

20

30

40

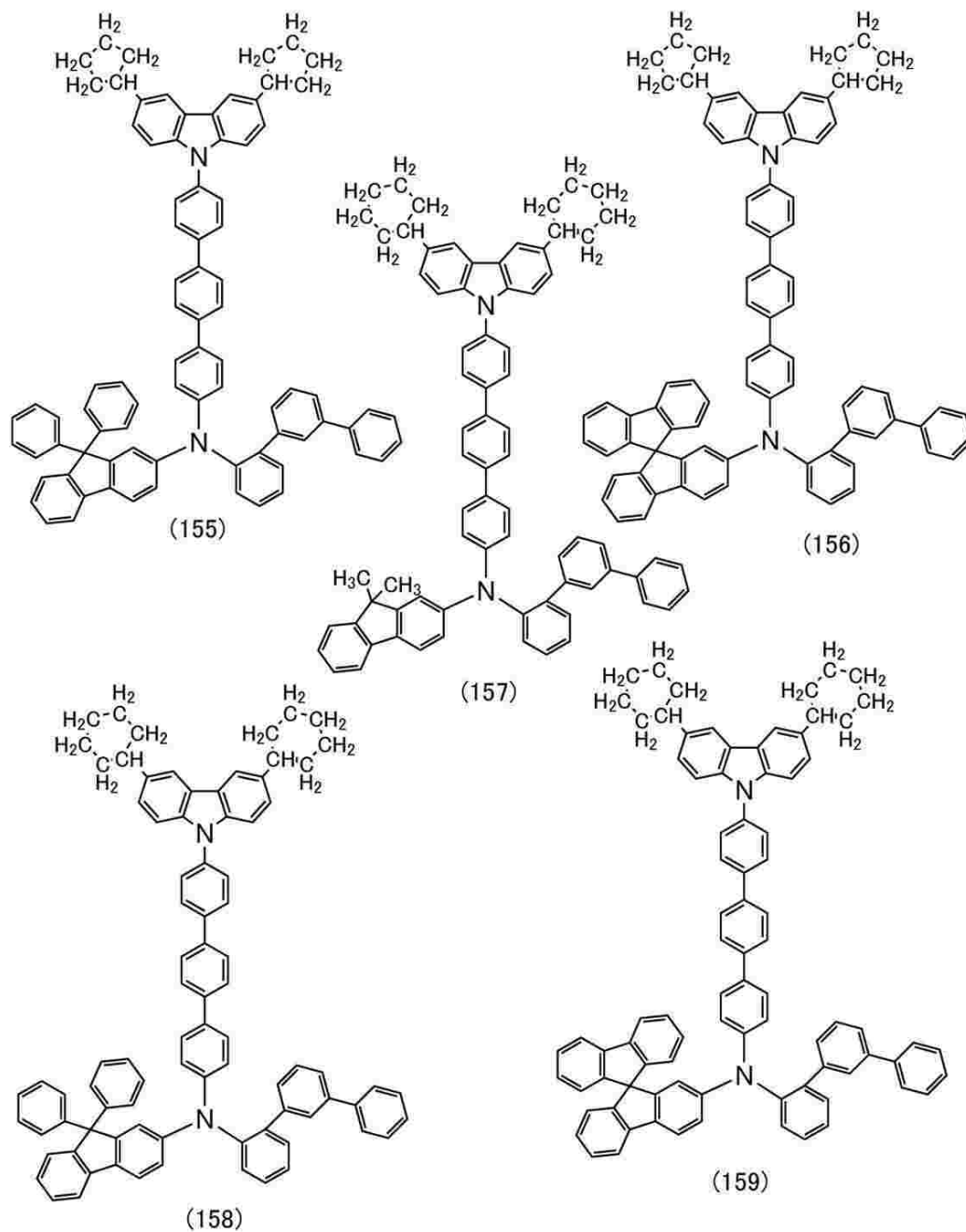
50

Chemical structures of compounds 149, 150, 151, 152, 153, and 154 are shown. These are dendritic dendrimers with a central fluorene core, a triphenylamine group, and a 4,4'-biphenyl linker. The terminal groups are indole-3-ylmethyl derivatives.

- Compound 149: Two terminal groups.
- Compound 150: Three terminal groups.
- Compound 151: Four terminal groups.
- Compound 152: Five terminal groups.
- Compound 153: Six terminal groups.
- Compound 154: Seven terminal groups.

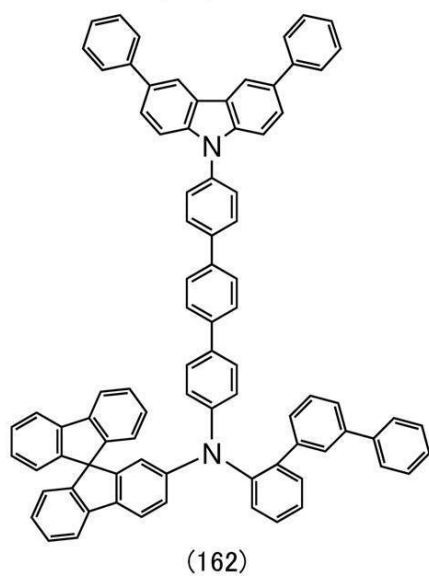
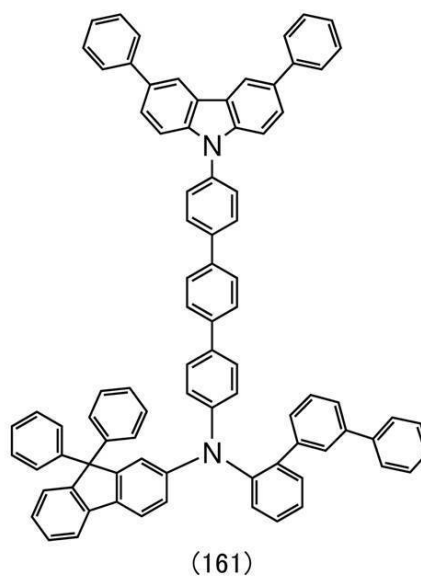
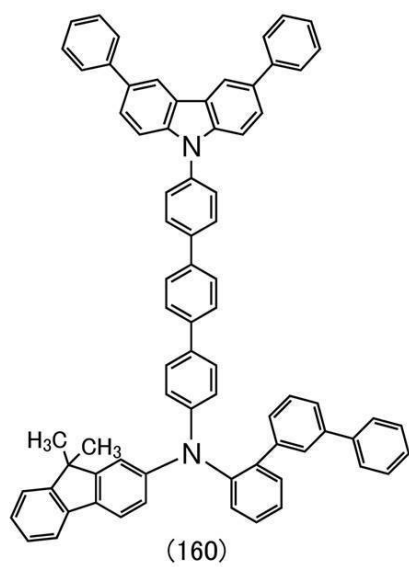
【 0 0 6 6 】

【化 1 3】



【 0 0 6 7】

【化 1 4】



【 0 0 6 8 】

10

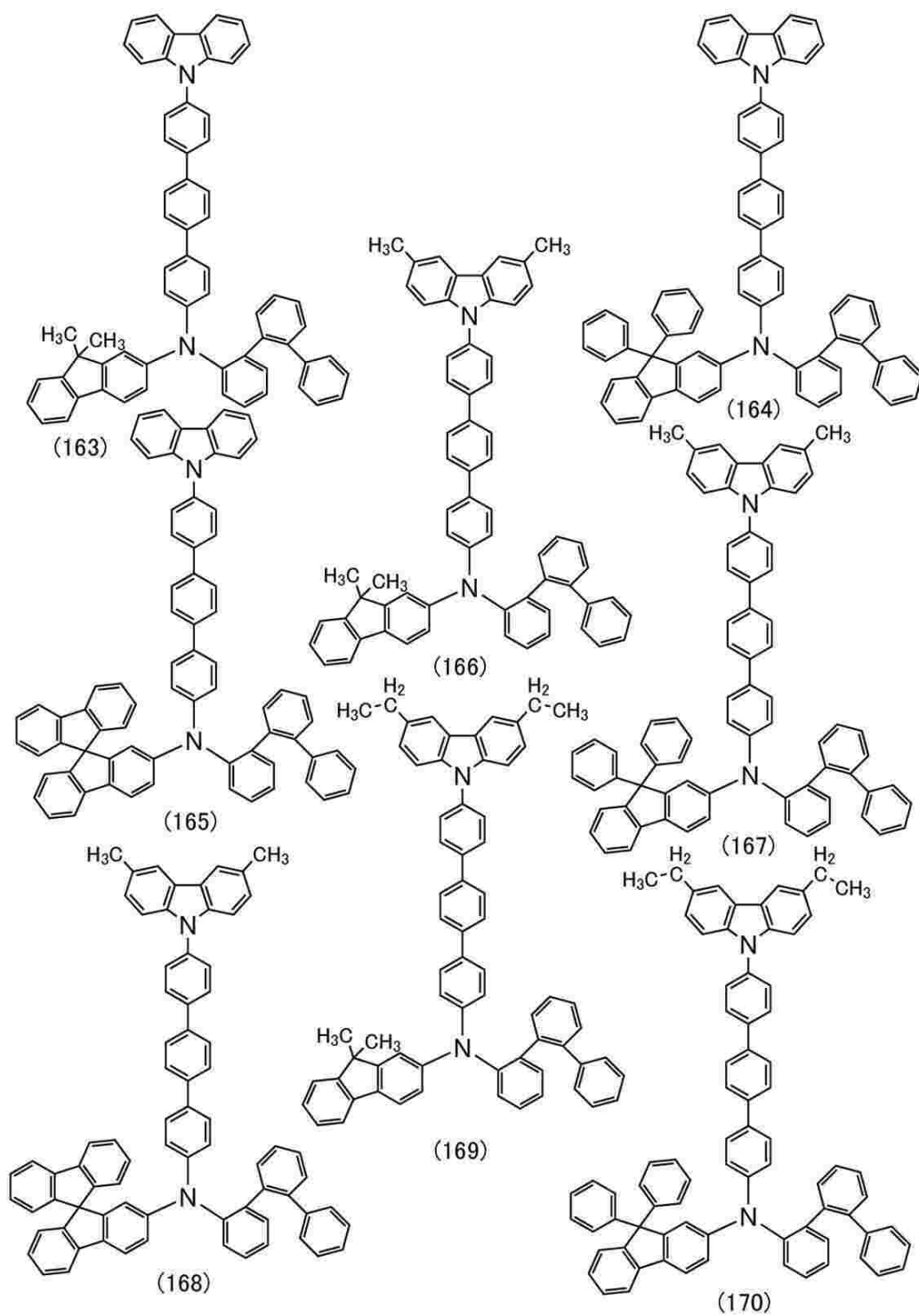
20

30

40

50

【化 1 5】



【 0 0 6 9 】

10

20

30

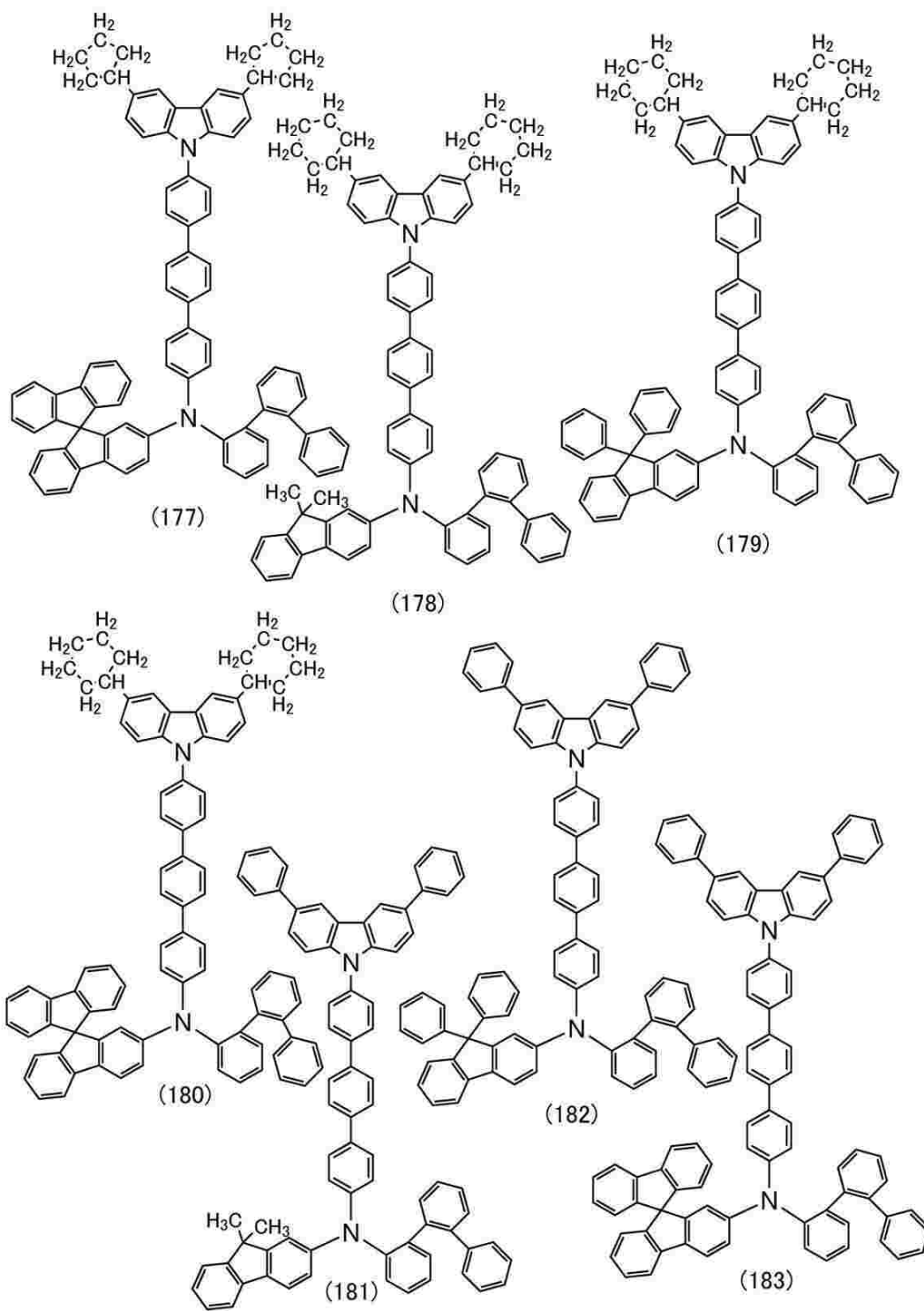
40

50

[illegible]

50

【化 1 7】



【 0 0 7 1】

10

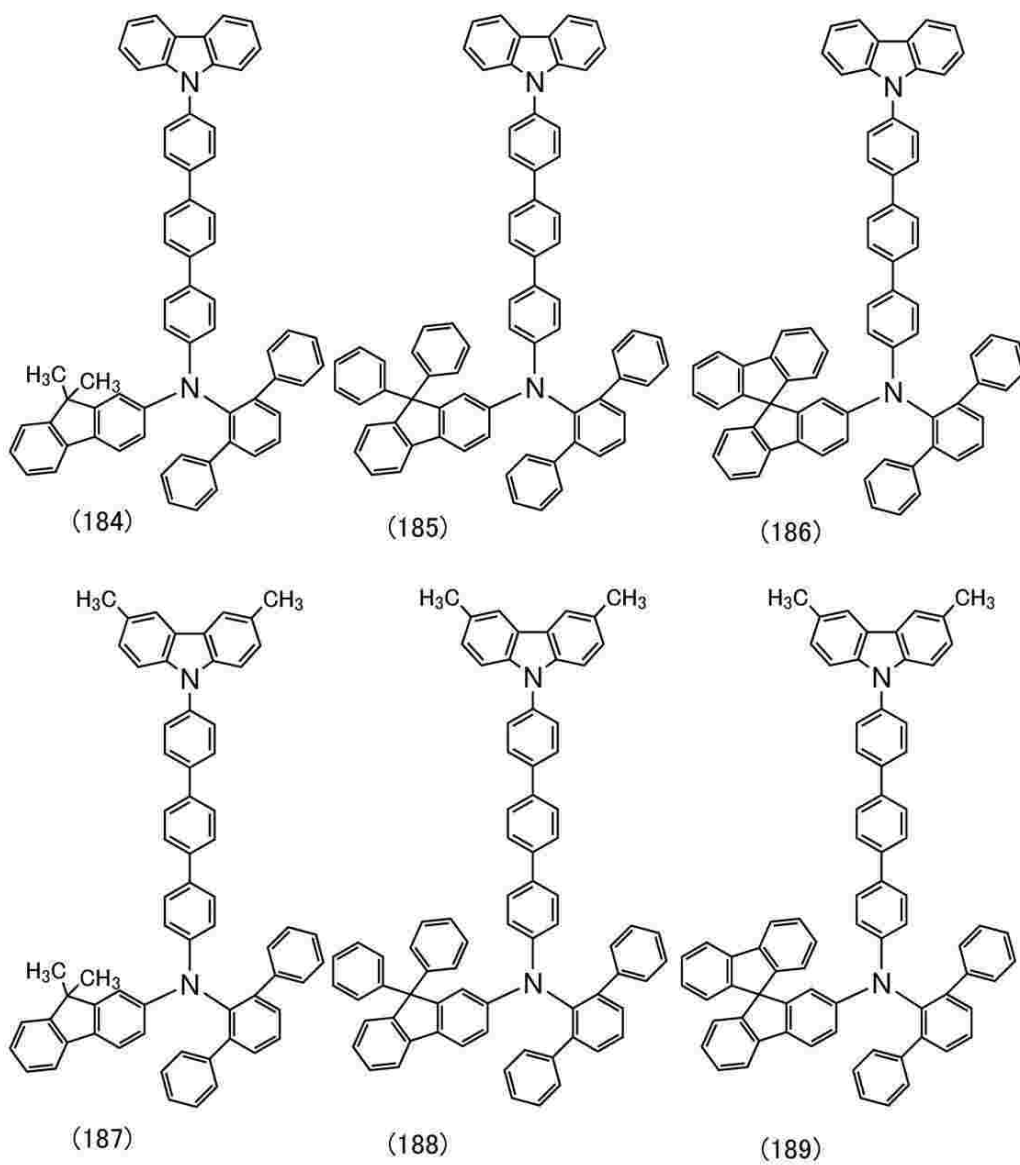
20

30

40

50

【化 1 8】



【 0 0 7 2】

10

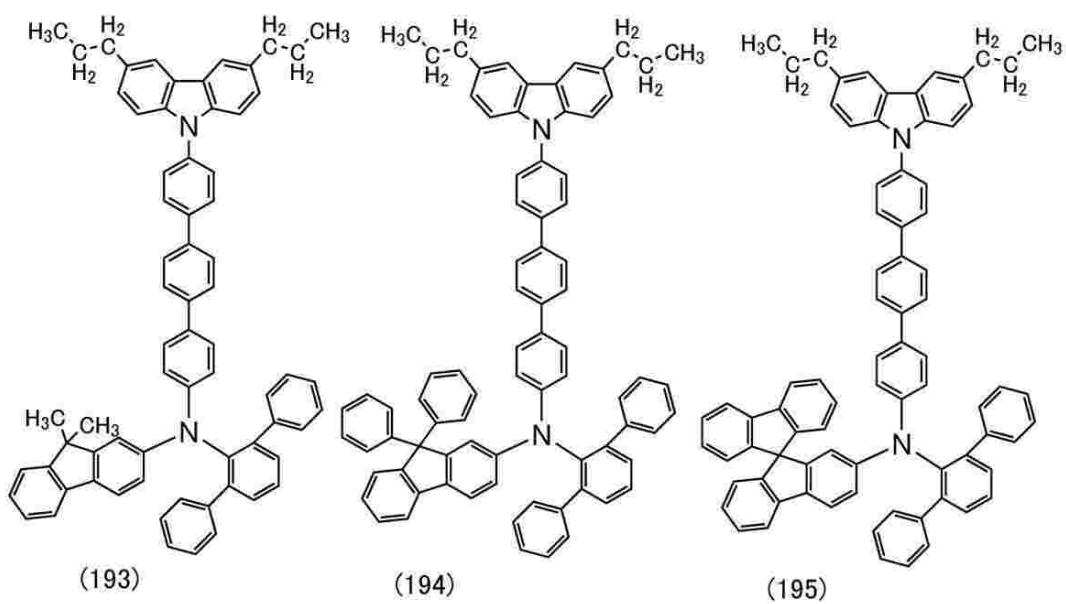
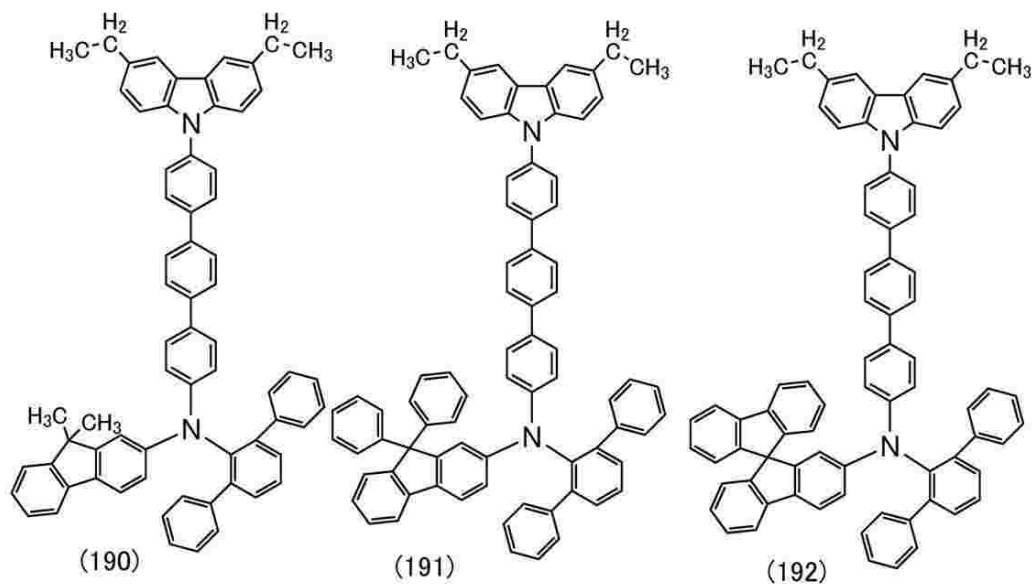
20

30

40

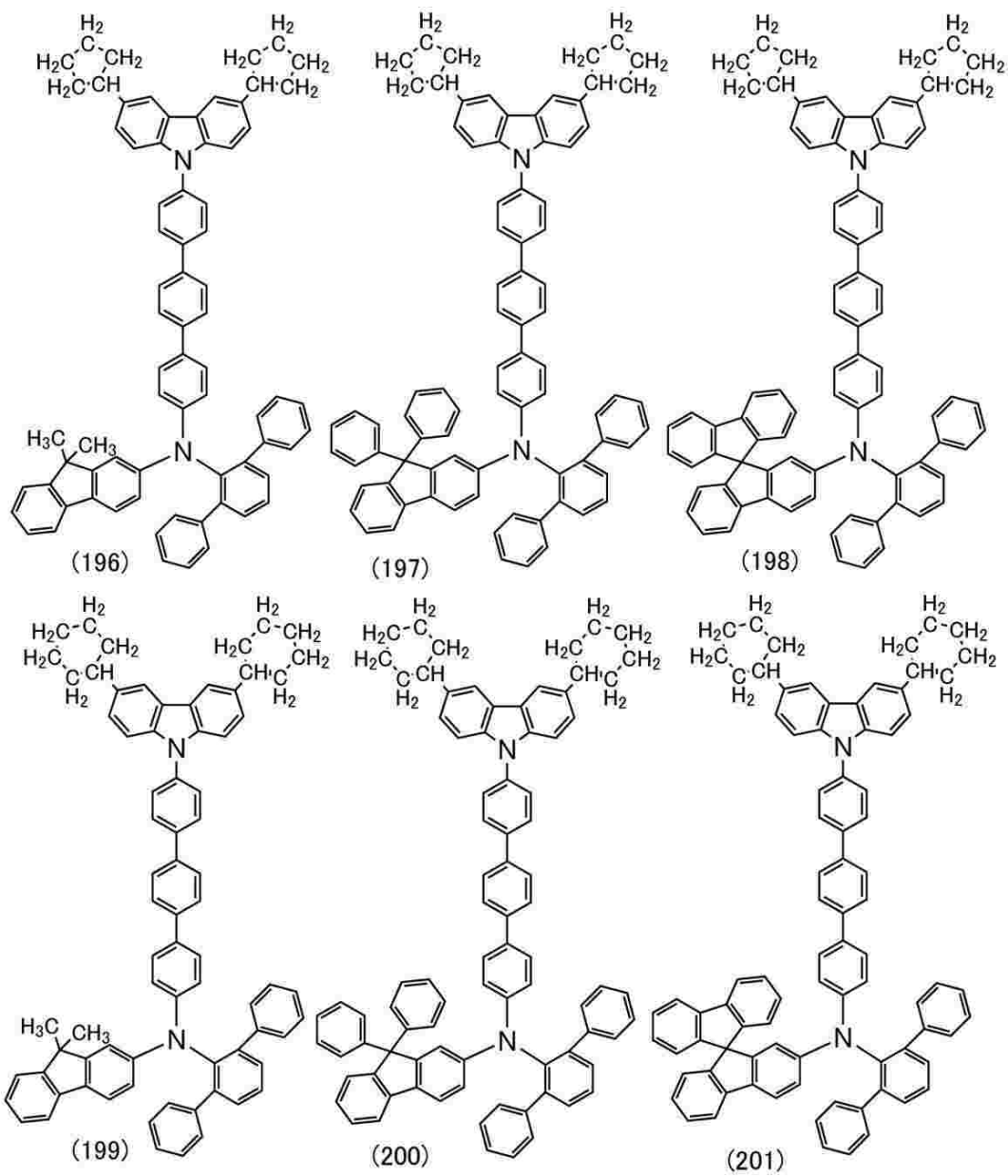
50

【化 1 9】



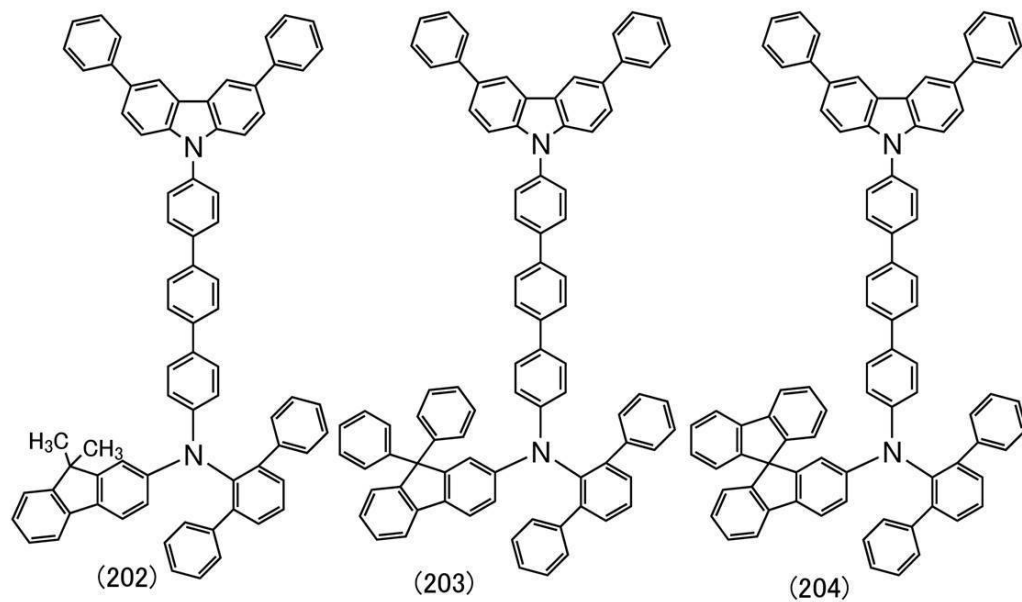
【 0 0 7 3 】

【化 2 0】



【 0 0 7 4】

【化 2 1】



【 0 0 7 5】

10

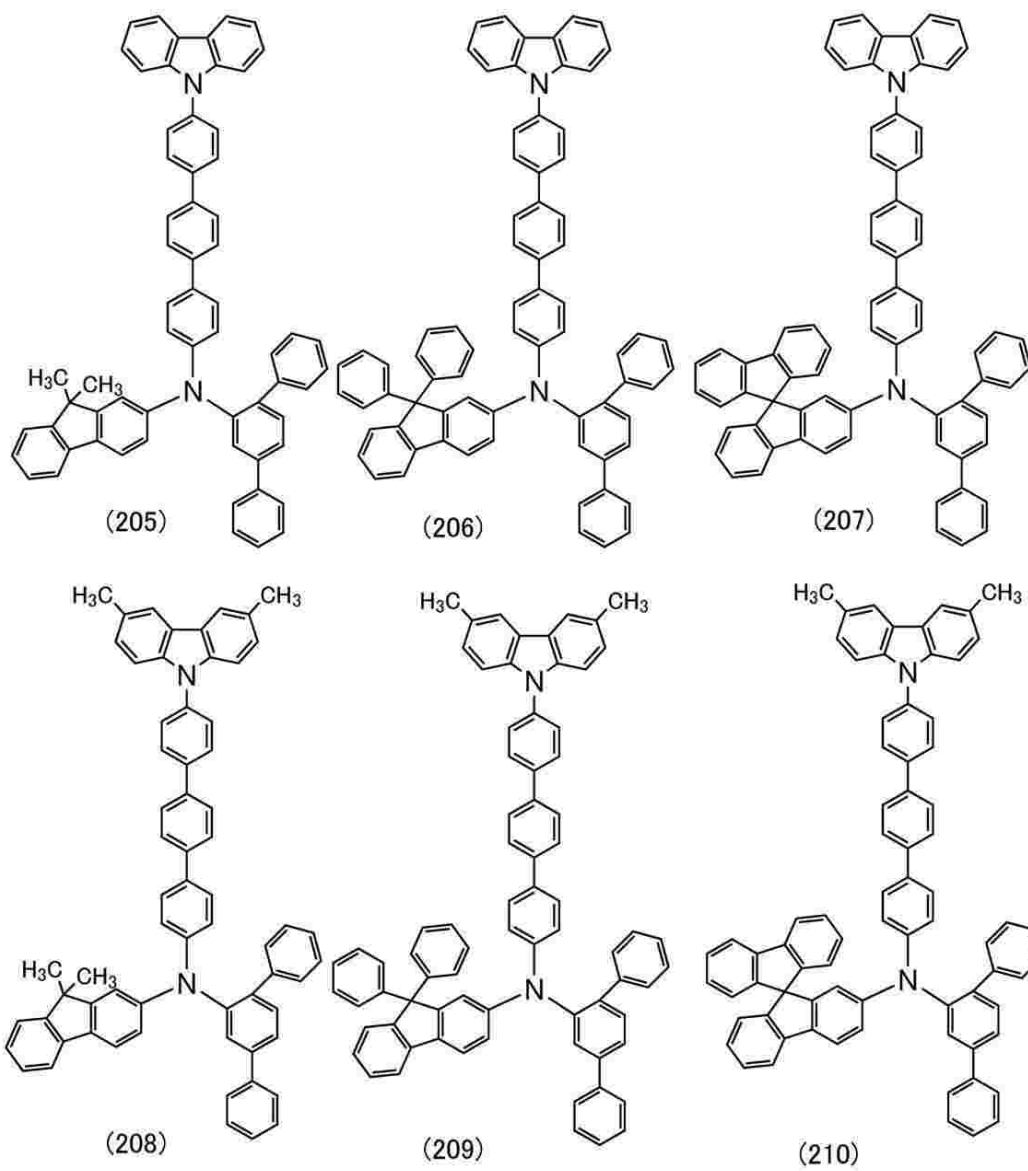
20

30

40

50

【化 2 2】



【 0 0 7 6】

10

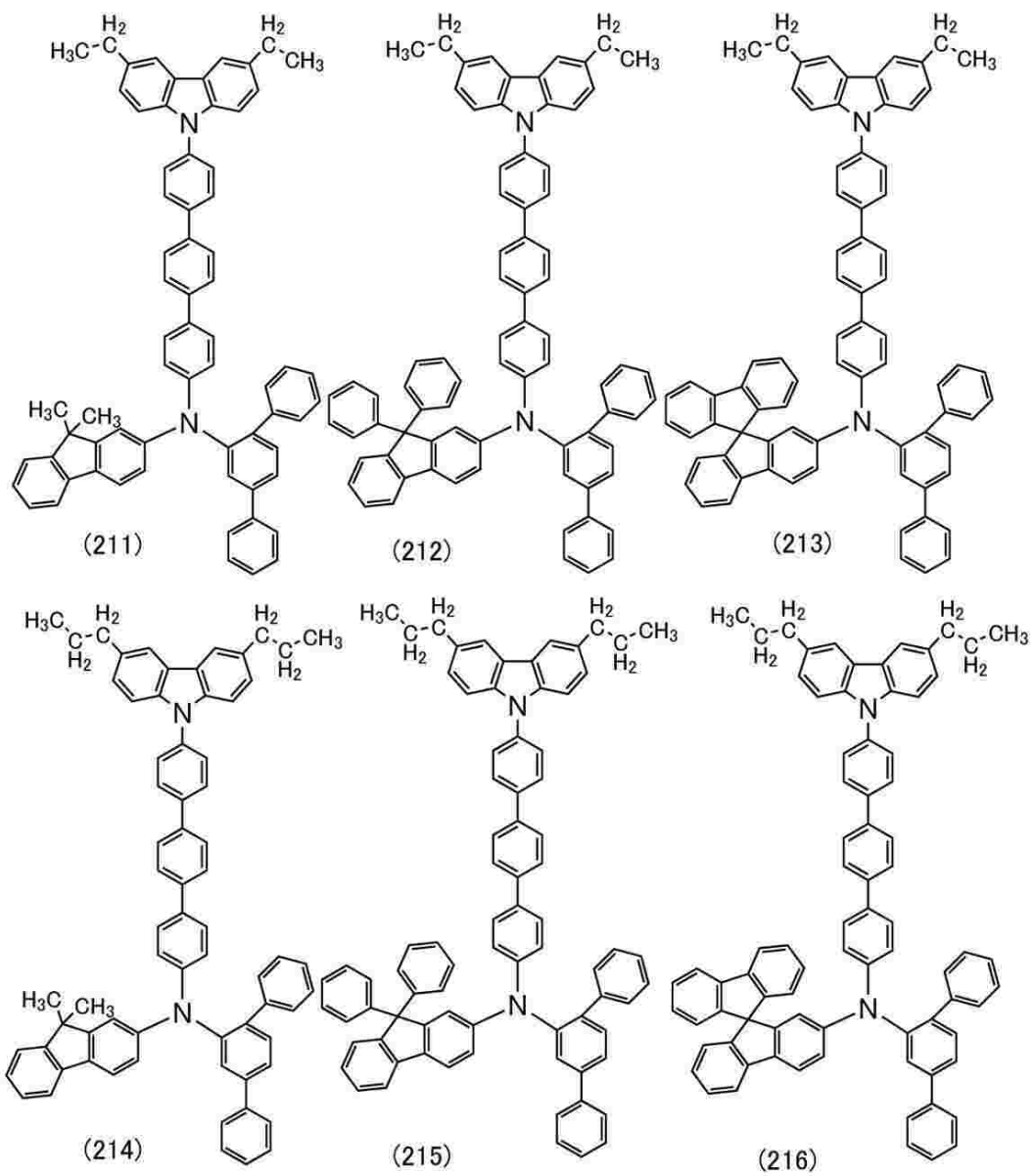
20

30

40

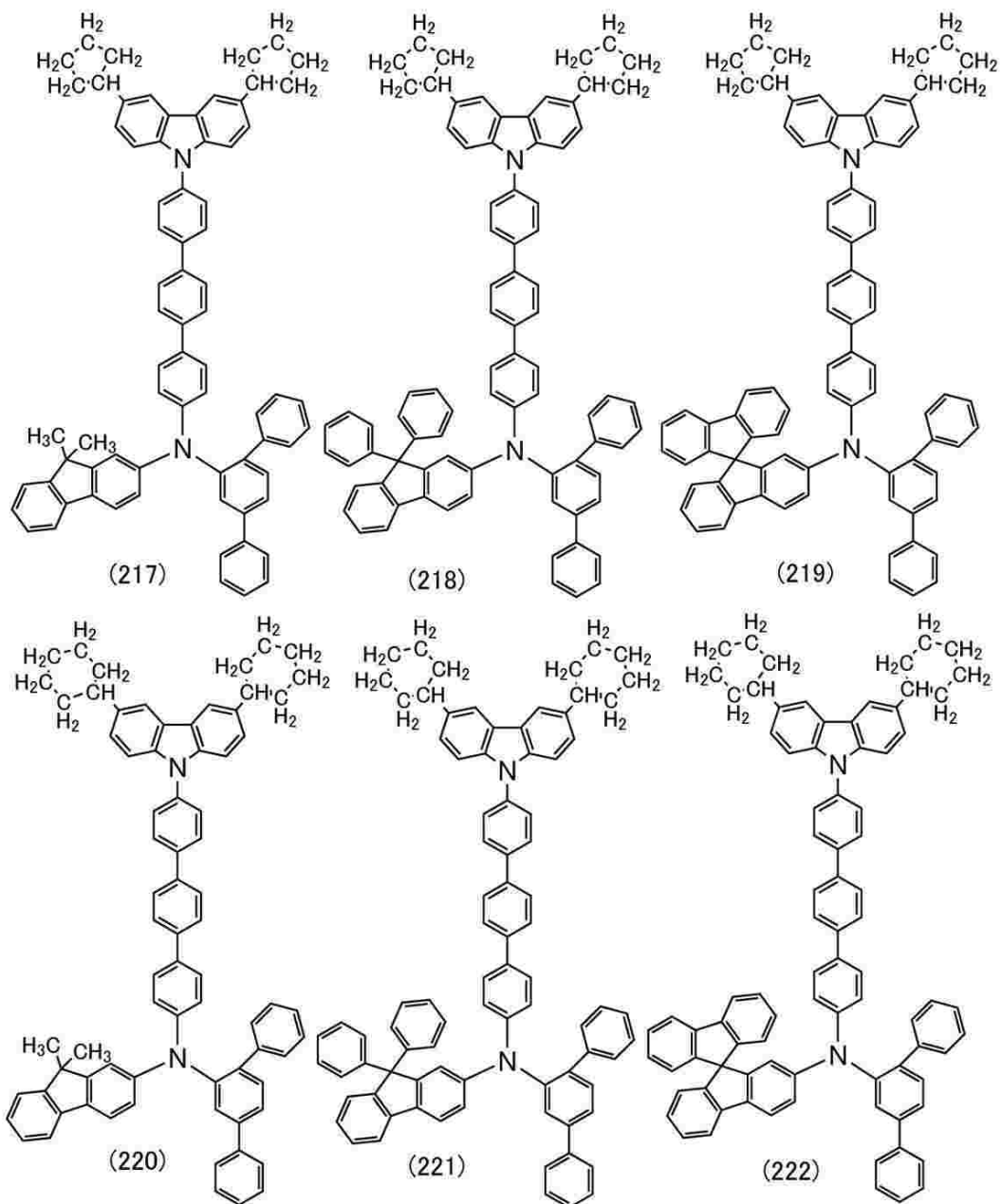
50

【化 2 3】



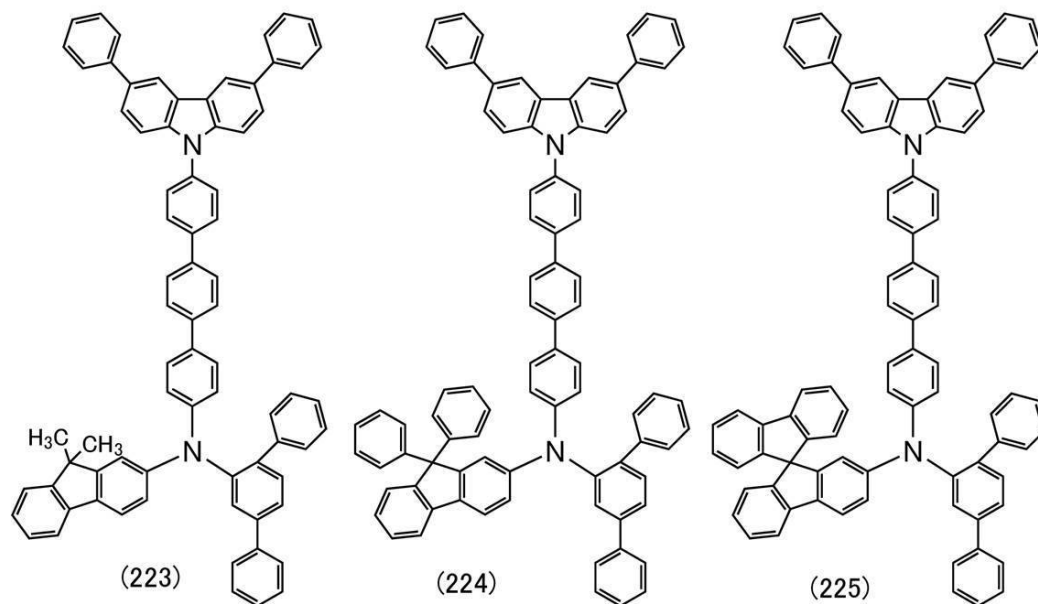
【 0 0 7 7 】

【化 2 4】



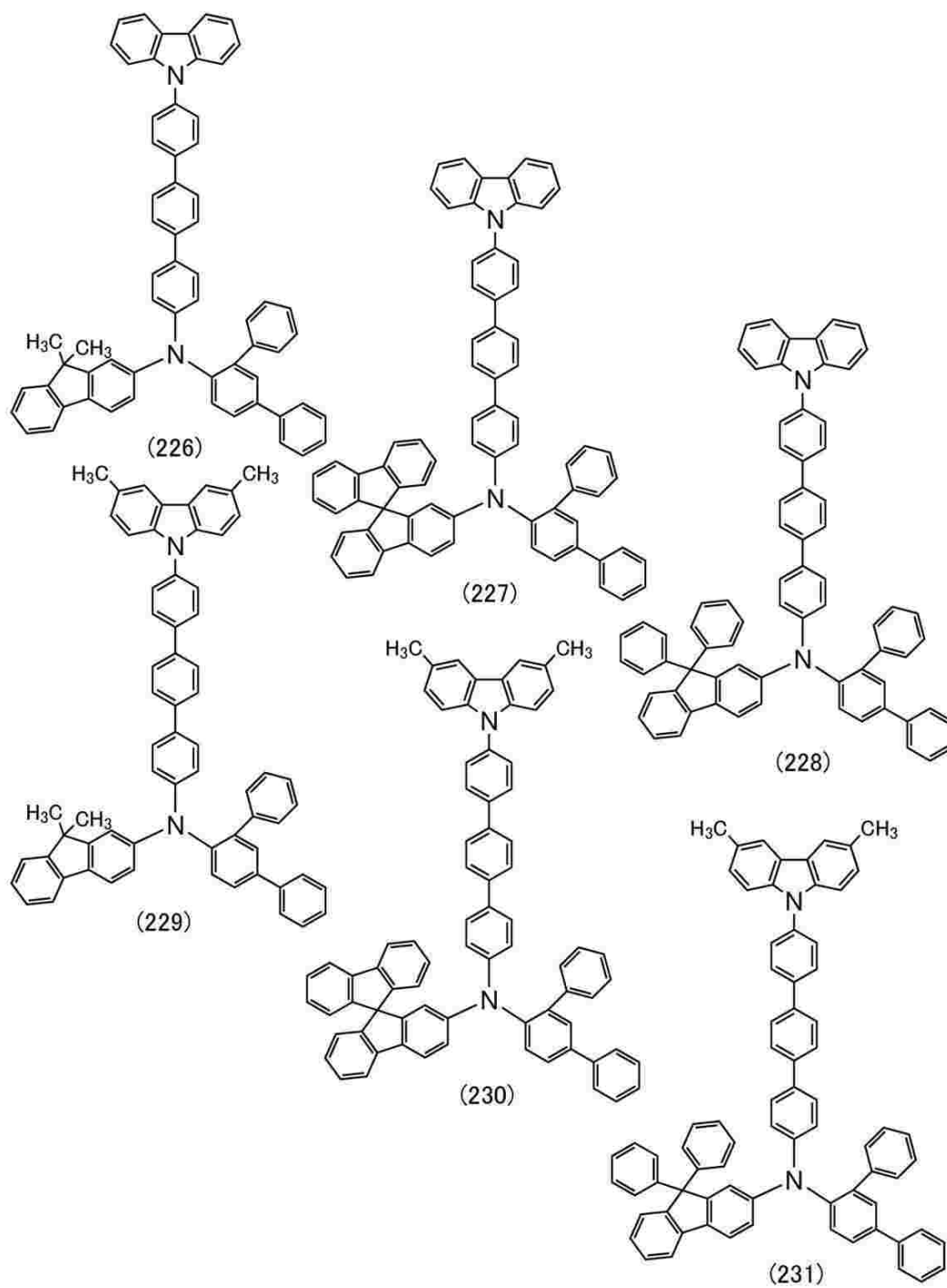
【 0 0 7 8 】

【化 2 5】



【 0 0 7 9】

【化 2 6】



【 0 0 8 0 】

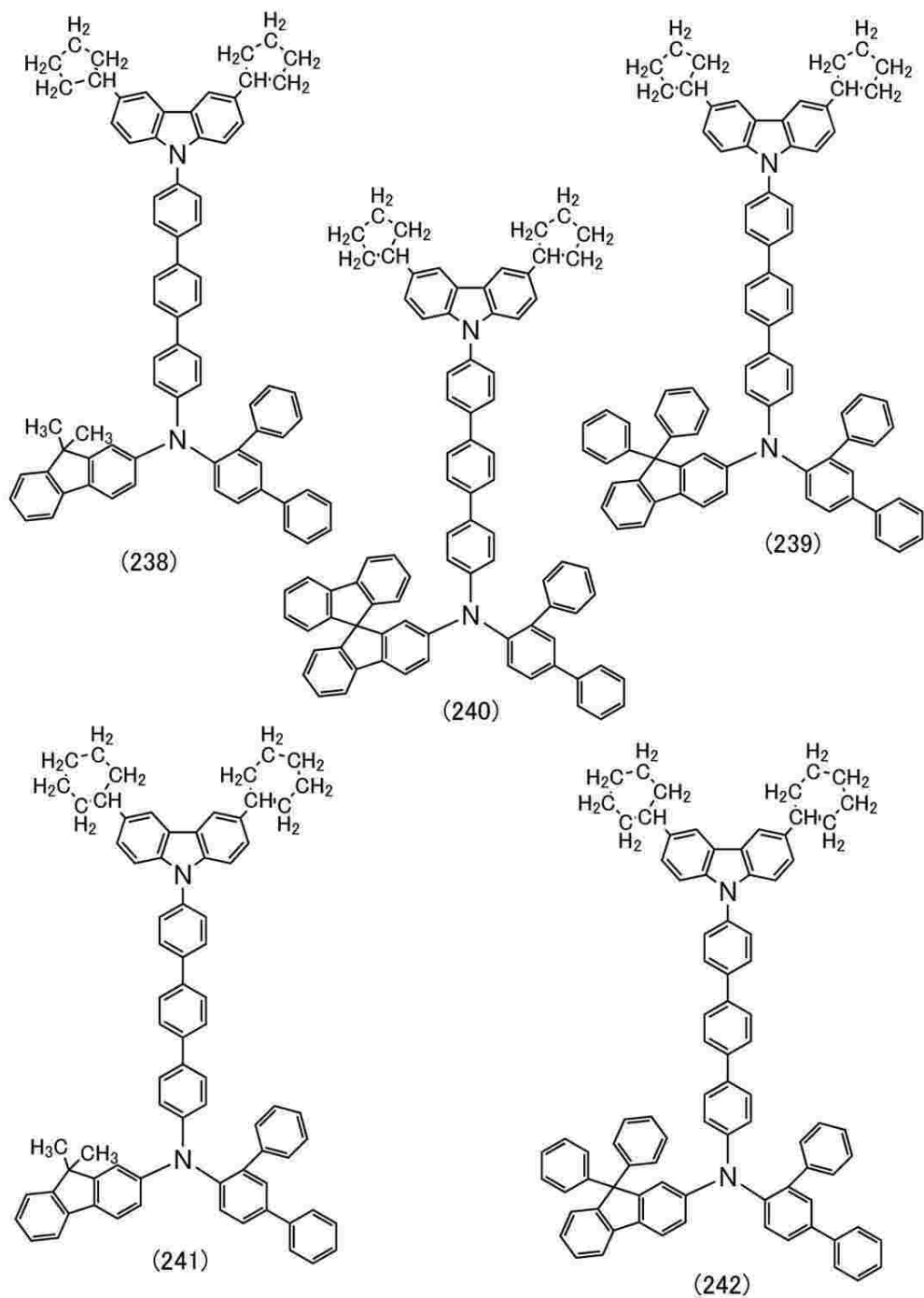
10



30

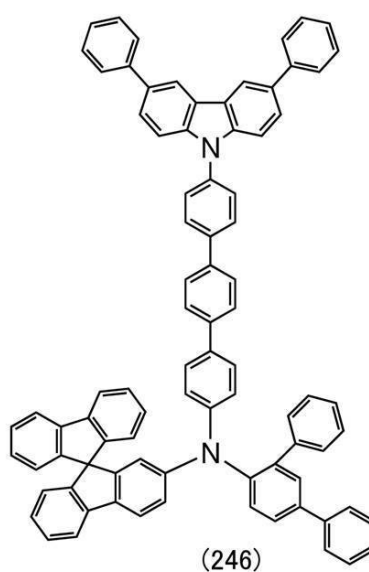
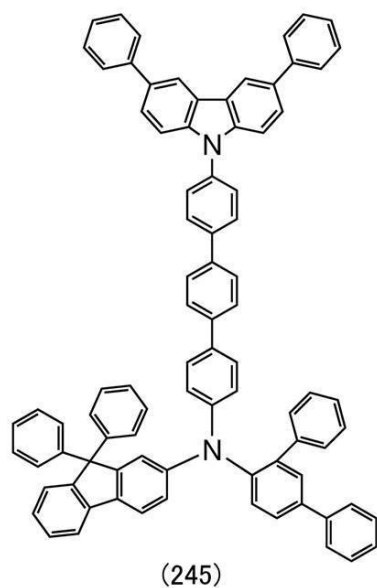
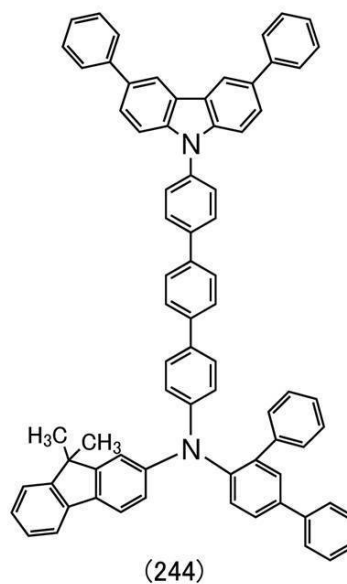
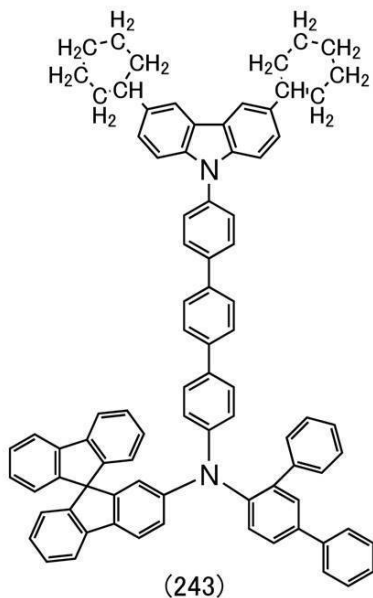
40

【化 2 8】



【 0 0 8 2】

【化 2 9】



【 0 0 8 3】

〔本発明の一態様の有機化合物の合成方法〕

本発明の一態様の有機化合物の合成方法としては種々の反応を適用することができる。一般式（G 0）で表される有機化合物の合成方法を以下に例示する。以下では、一般式（G 1）で表される有機化合物の合成方法の一例について説明する。

【 0 0 8 4】

10

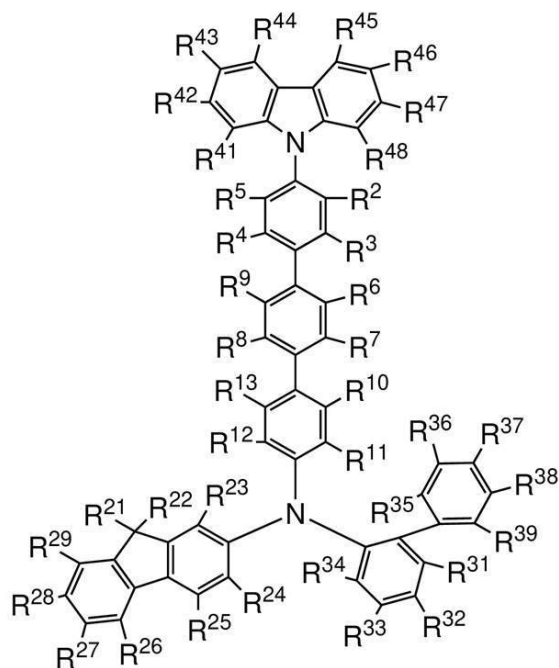
20

30

40

50

【化 3 0】



(G1)

【 0 0 8 5 】

一般式 (G1) 中、及び、以降の各合成スキーム中、 $R^2 \sim R^{13}$ 、 $R^{21} \sim R^{29}$ 、 $R^{31} \sim R^{39}$ 、及び $R^{41} \sim R^{48}$ は、それぞれ独立に、水素、炭素数 1 以上 6 以下のアルキル基、炭素数 3 以上 6 以下のシクロアルキル基、または、置換もしくは無置換の炭素数 6 以上 13 以下のアリール基を表す。 R^{21} と R^{22} は互いに結合してスピロ環を形成していてもよい。

【 0 0 8 6 】

≪一般式 (G1) で表される有機化合物の合成方法 1≫

一般式 (G1) で表される有機化合物は、合成スキーム (a-1) または合成スキーム (a-2) と、合成スキーム (a-3) と、を用いて合成することができる。

【 0 0 8 7 】

まず、合成スキーム (a-1) に示すように、9-ビフェニル-9H-カルバゾール化合物 (化合物 1) と、ジハロゲン化ベンゼン (化合物 2) と、をカップリングすることにより、ハロゲン化した 9-テルフェニル-9H-カルバゾール化合物 (化合物 3) を得る。

【 0 0 8 8 】

10

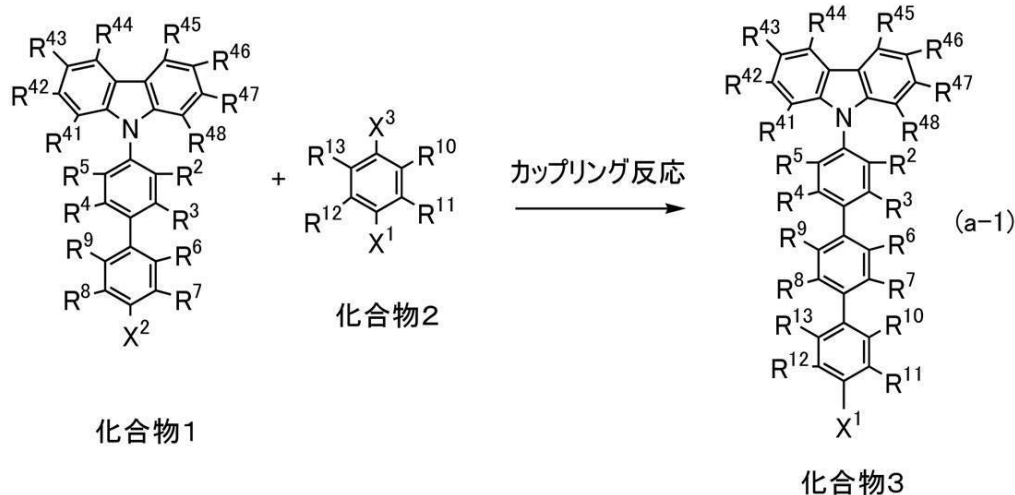
20

30

40

50

【化 3 1】



10

【0089】

合成スキーム (a-1) において、 $X^1 \sim X^3$ は、それぞれ独立に、ハロゲン、ボロン酸基、有機ホウ素基、トリフラート基、有機錫基、有機亜鉛基、またはハロゲン化マグネシウム基を表す。

【0090】

20

合成スキーム (a-1) において、パラジウム触媒を用いた鈴木・宮浦カップリング反応を行う場合、 X^1 はハロゲンを表し、 X^2 及び X^3 のうち一方が、ボロン酸基または有機ホウ素基を表し、他方が、ハロゲンまたはトリフラート基を表す。ハロゲンとしては、ヨウ素、臭素、または塩素が好ましい。

【0091】

当該反応では、ビス (ジベンジリデンアセトン) パラジウム (0)、酢酸パラジウム (II)、[1, 1'-ビス (ジフェニルホスフィン) フェロセン] パラジウム (II) ジクロリド、テトラキス (トリフェニルホスフィン) パラジウム (0) 等のパラジウム化合物と、トリ (tert-ブチル) ホスフィン、トリ (n-ヘキシル) ホスフィン、トリシクロヘキシルホスフィン、ジ (1-アダマンチル) -n-ブチルホスフィン、2-ジシクロヘキシルホスフィノー-2', 6'-ジメトキシビフェニル、トリ (オルトートリル) ホスフィン等の配位子を用いることができる。当該反応では、ナトリウム tert-ブトキシド等の有機塩基や、炭酸カリウム、炭酸セシウム、炭酸ナトリウム等の無機塩基等を用いることができる。

30

【0092】

当該反応では、溶媒として、トルエン、キシレン、ベンゼン、テトラヒドロフラン、ジオキサン、エタノール、メタノール、水、ジエチレングリコールジメチルエーテル、エチレングリコールモノメチルエーテル等を用いることができる。当該反応で用いることができる試薬類は、これらに限られるものではない。

【0093】

40

合成スキーム (a-1) においては、有機錫化合物を用いた右田・小杉・スティルカップリング反応、グリニヤール試薬を用いた熊田・玉尾・コリユーカップリング反応、有機亜鉛化合物を用いた根岸カップリング反応、銅または銅化合物を用いたウルマン反応等を行うこともできる。

【0094】

右田・小杉・スティルカップリング反応を用いる場合、 X^2 及び X^3 のうち、一方が有機錫基を表し、他方がハロゲンを表す。すなわち、化合物 1 及び化合物 2 のうち、一方が有機錫化合物であり、他方がハロゲン化物である。

【0095】

熊田・玉尾・コリユーカップリング反応を用いる場合、 X^2 及び X^3 のうち、一方がハロ

50

ゲン化マグネシウム基を表し、他方がハロゲンを表す。すなわち、化合物 1 及び化合物 2 のうち、一方がグリニヤール試薬であり、他方がハロゲン化物である。

【0096】

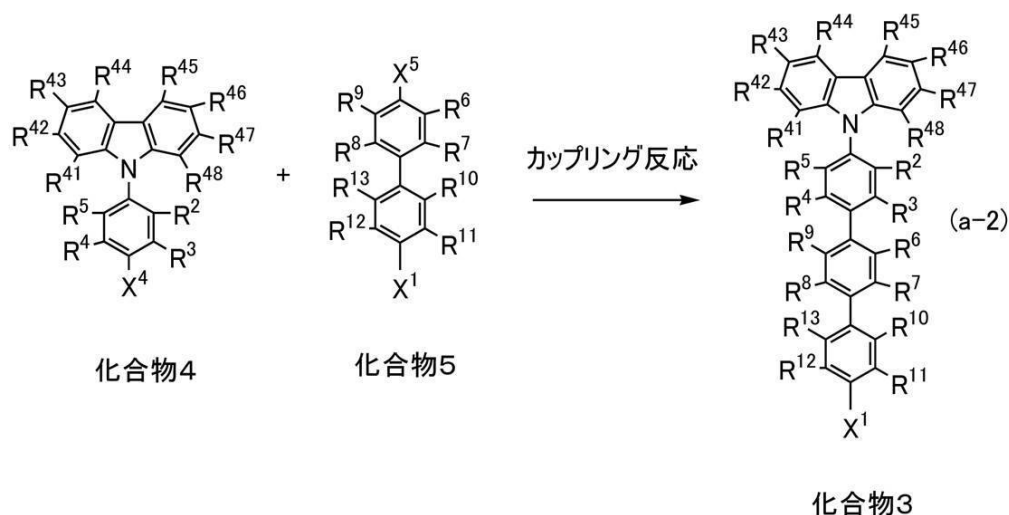
根岸カップリング反応を用いる場合、 X^2 及び X^3 のうち、一方が有機亜鉛基を表し、他方がハロゲンを表す。すなわち、化合物 1 及び化合物 2 のうち、一方が有機亜鉛化合物であり、他方がハロゲン化物である。

【0097】

または、合成スキーム (a-2) に示すように、9-フェニル-9H-カルバゾール化合物 (化合物 4) と、ビフェニル化合物 (化合物 5) と、をカップリングすることにより、ハロゲン化した 9-テルフェニル-9H-カルバゾール化合物 (化合物 3) を得る。

【0098】

【化32】



【0099】

合成スキーム (a-2) において、 X^1 、 X^4 、及び X^5 は、それぞれ独立に、ハロゲン、ボロン酸基、有機ホウ素基、トリフラート基、有機錫基、有機亜鉛基、またはハロゲン化マグネシウム基を表す。ハロゲンとしては、ヨウ素、臭素、または塩素が好ましい。

【0100】

合成スキーム (a-2) においては、パラジウム触媒を用いた鈴木・宮浦カップリング反応、有機錫化合物を用いた右田・小杉・スティルカップリング反応、グリニヤール試薬を用いた熊田・玉尾・コリユーカップリング反応、有機亜鉛化合物を用いた根岸カップリング反応、銅または銅化合物を用いたウルマン反応等を行うことができる。これらの反応を用いる場合の詳細は、合成スキーム (a-1) における説明を参照できる。

【0101】

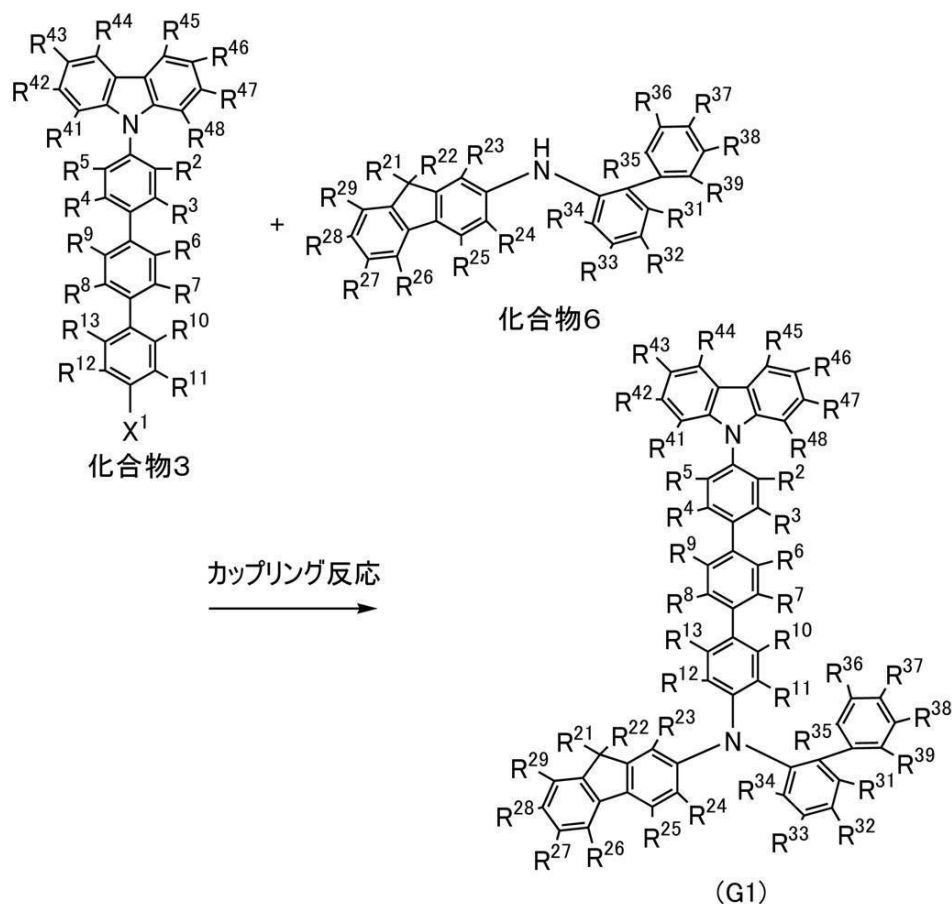
化合物 3 は様々なジアリールアミン化合物と組み合わせてカップリング反応に使用することが可能であり、材料開発の簡便化と発展に大きく寄与する有効な化合物といえる。また、化合物 3 はハロゲンを有するため、当該アミノ化の反応だけではなく、鈴木・宮浦カップリング反応、右田・小杉・スティルカップリング反応、熊田・玉尾・コリユーカップリング反応、根岸カップリング反応、ウルマン反応等の原料として用いることができ、炭素-炭素結合形成のためのカップリング反応にも幅広く応用することができ、有効・有用な化合物であるといえる。

【0102】

次に、合成スキーム (a-3) に示すように、合成スキーム (a-1) または合成スキーム (a-2) で得られた化合物 3 と、ジアリールアミン化合物 (化合物 6) と、をカップリングすることにより、一般式 (G1) で表される有機化合物を得ることができる。

【0103】

【化 3 3】



【0104】

合成スキーム (a-3) において、 X^1 は、ハロゲンを表す。ハロゲンとしては、ヨウ素、臭素、または塩素が好ましい。

【0105】

合成スキーム (a-3) は、パラジウム触媒を用いたバックワルド・ハートウィッグアミノ化反応によって行うことができる。該反応を行う場合、パラジウム触媒としては、ビス (ジベンジリデンアセトン) パラジウム (0)、酢酸パラジウム (II)、[1, 1-ビス (ジフェニルホスフィノ) フェロセン] パラジウム (II) ジクロリド、テトラキス (トリフェニルホスフィン) パラジウム (0)、アリルパラジウム (II) クロリド (ダイマー) 等のパラジウム化合物を用いることができる。また、配位子としては、トリ (tert-ブチル) ホスフィン、トリ (n-ヘキシル) ホスフィン、トリシクロヘキシルホスフィン、ジ (1-アダマンチル) -n-ブチルホスフィン、2-ジシクロヘキシルホスフィノ-2', 6'-ジメトキシビフェニル、トリ (オルトトリル) ホスフィン、ジ-tert-ブチル (1-メチル-2, 2-ジフェニルシクロプロピル) ホスフィン (略称: cBRIDP (登録商標)) 等を用いることができる。当該反応では、ナトリウム tert-ブトキシド等の有機塩基や、炭酸カリウム、炭酸セシウム、炭酸ナトリウム等の無機塩基等を用いることができる。当該反応では、溶媒として、トルエン、キシレン、ベンゼン、テトラヒドロフラン、ジオキサン等を用いることができる。なお、当該反応で用いることができる試薬類は、これらに限定されない。

【0106】

また、合成スキーム (a-3) をウルマン反応によって行う場合、用いることができる試薬は、銅もしくは銅化合物、塩基としては、炭酸カリウム等の無機塩基が挙げられる。当該反応において、用いることができる溶媒は、1, 3-ジメチル-3, 4, 5, 6-テトラヒドロ-2 (1H) ピリミジノン (DMPU)、トルエン、キシレン、ベンゼン等が挙げられる。ウルマン反応では、反応温度が100℃以上の方がより短時間かつ高収率で目

的物が得られるため、沸点の高いDMPUまたはキシレンを用いることが好ましい。また、反応温度は150℃以上のより高温がさらに好ましいため、DMPUを用いることがより好ましい。なお、当該反応で用いることができる試薬類は、これらに限定されない。

【0107】

《一般式（G1）で表される有機化合物の合成方法2》

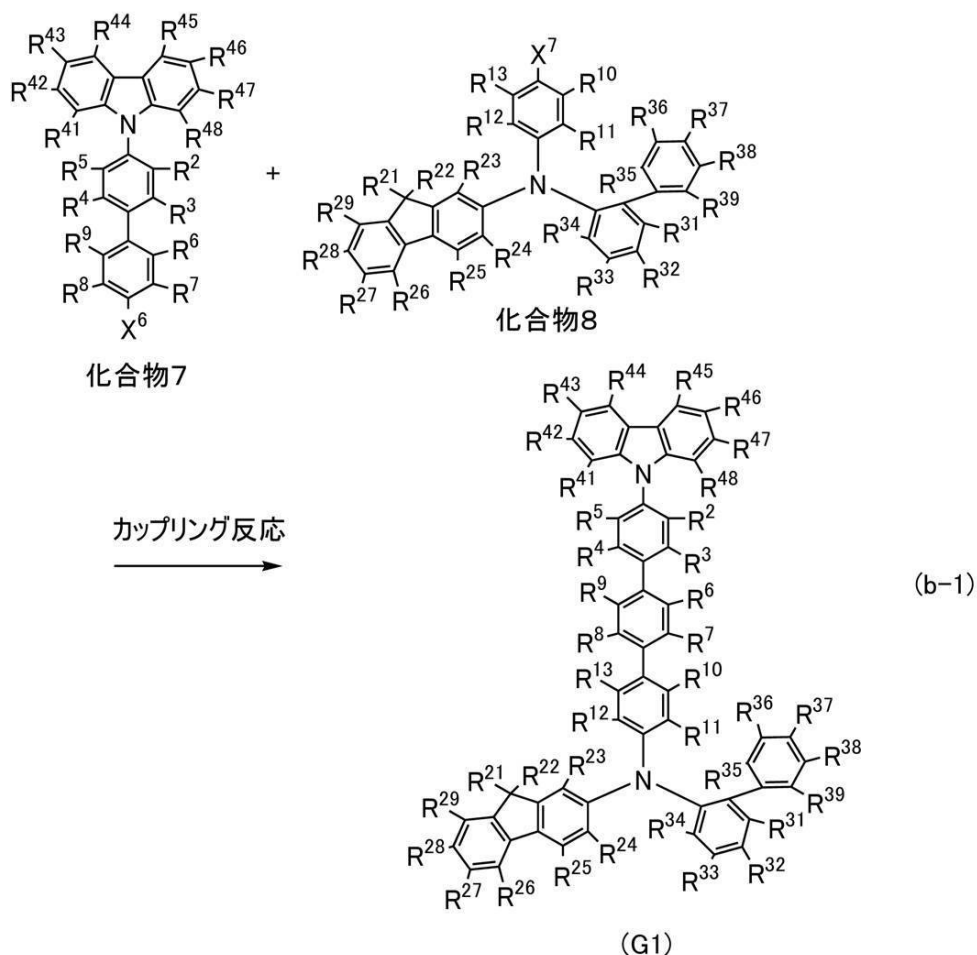
一般式（G1）で表される有機化合物は、合成スキーム（b-1）を用いて合成することができる。

【0108】

合成スキーム（b-1）に示すように、9-ビフェニル-9H-カルバゾール化合物（化合物7）と、トリアリールアミン化合物（化合物8）と、をカップリングすることにより、一般式（G1）で表される有機化合物を得ることができる。

【0109】

【化34】



【0110】

合成スキーム（b-1）において、X⁶及びX⁷は、それぞれ独立に、ハロゲン、ボロン酸基、有機ホウ素基、トリフラート基、有機錫基、有機亜鉛基、またはハロゲン化マグネシウム基を表す。ハロゲンとしては、塩素、臭素、またはヨウ素が好ましく、反応性を考慮するとより好ましくは臭素またはヨウ素であり、コストを考慮するとより好ましくは塩素または臭素である。

【0111】

合成スキーム（b-1）においては、パラジウム触媒を用いた鈴木・宮浦カップリング反応、有機錫化合物を用いた右田・小杉・スティルカップリング反応、グリニヤール試薬を用いた熊田・玉尾・コリュウカップリング反応、有機亜鉛化合物を用いた根岸カップリング反応、銅または銅化合物を用いた反応等を行うことができる。これらの反応を用いる場

合の詳細は、合成スキーム（a-1）における説明を参照できる。

【0112】

《一般式（G1）で表される有機化合物の合成方法3》

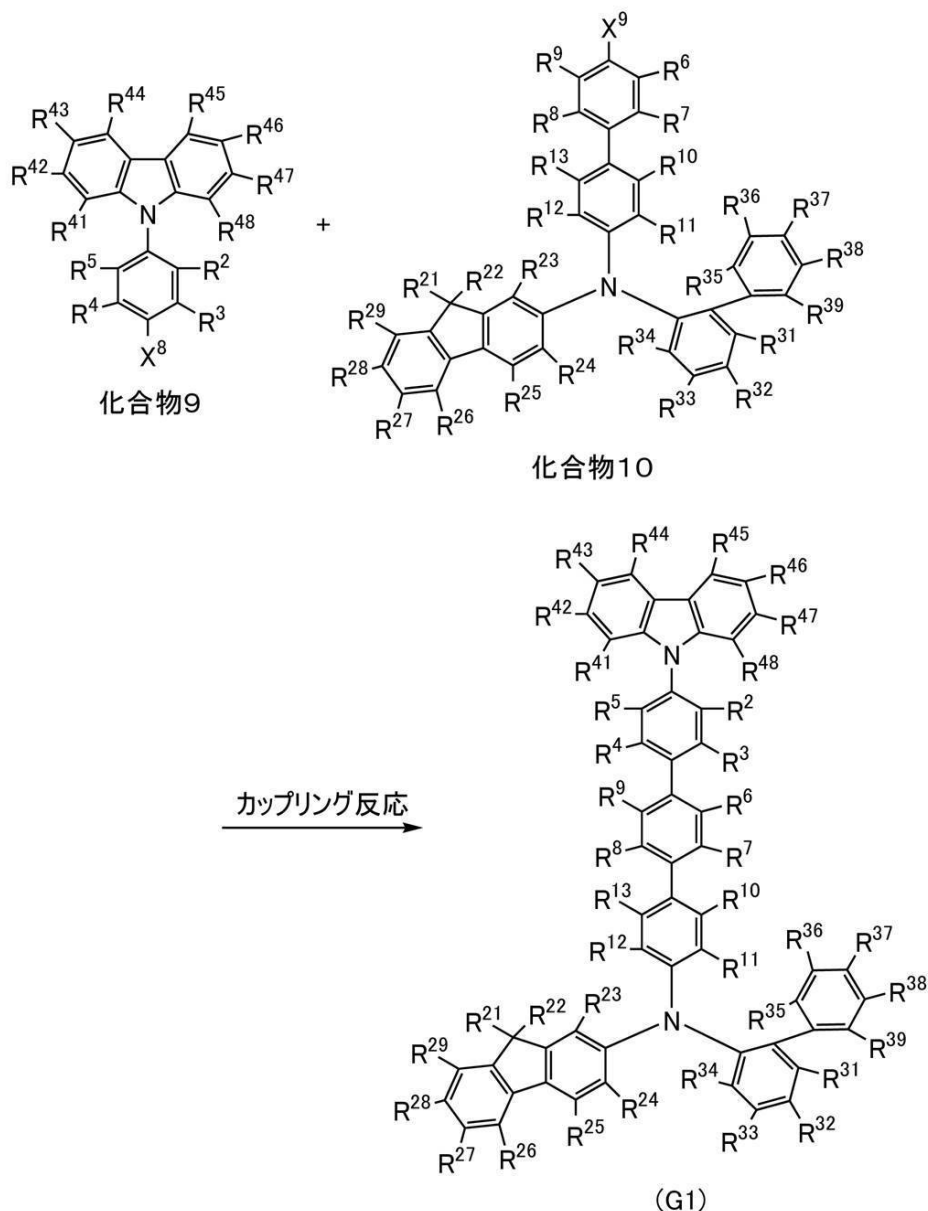
一般式（G1）で表される有機化合物は、合成スキーム（c-1）を用いて合成することができる。

【0113】

合成スキーム（c-1）に示すように、9-フェニル-9H-カルバゾール化合物（化合物9）と、トリアリールアミン化合物（化合物10）と、をカップリングすることにより、一般式（G1）で表される有機化合物を得ることができる。

【0114】

【化35】



【0115】

合成スキーム（c-1）において、X⁸及びX⁹は、それぞれ独立に、ハロゲン、ボロン酸基、有機ホウ素基、トリフラート基、有機錫基、有機亜鉛基、またはハロゲン化マグネシウム基を表す。ハロゲンとしては、塩素、臭素、またはヨウ素が好ましく、反応性を考慮するとより好ましくは臭素またはヨウ素であり、コストを考慮するとより好ましくは塩素または臭素である。

【0116】

合成スキーム(c-1)においては、パラジウム触媒を用いた鈴木・宮浦カップリング反応、有機錫化合物を用いた右田・小杉・スティルカップリング反応、グリニヤール試薬を用いた熊田・玉尾・コリュウカップリング反応、有機亜鉛化合物を用いた根岸カップリング反応、銅または銅化合物を用いた反応等を行うことができる。これらの反応を用いる場合の詳細は、合成スキーム(a-1)における説明を参照できる。

【0117】

≪一般式(G1)で表される有機化合物の合成方法4≫

一般式(G1)で表される有機化合物は、合成スキーム(d-1)を用いて合成することができる。

10

【0118】

合成スキーム(d-1)に示すように、9-テルフェニル-9H-カルバゾール化合物(化合物11)と、ビフェニル化合物(化合物12)と、をカップリングすることにより、ジアリールアミン化合物(化合物13)を得ることができ、続いてフルオレン化合物(化合物14)と、化合物13と、をカップリングすることにより、一般式(G1)で表される有機化合物を得ることができる。

【0119】

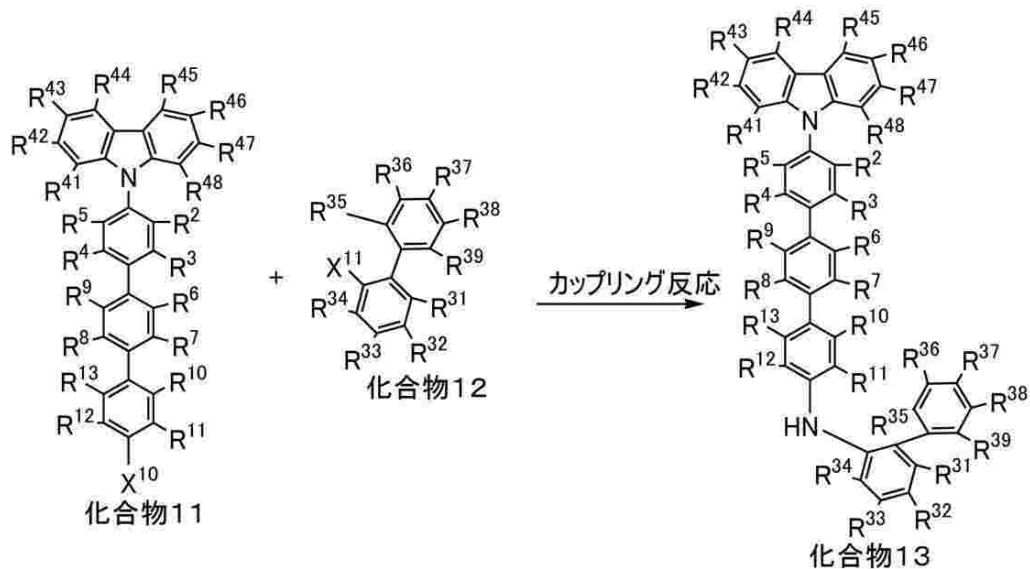
20

30

40

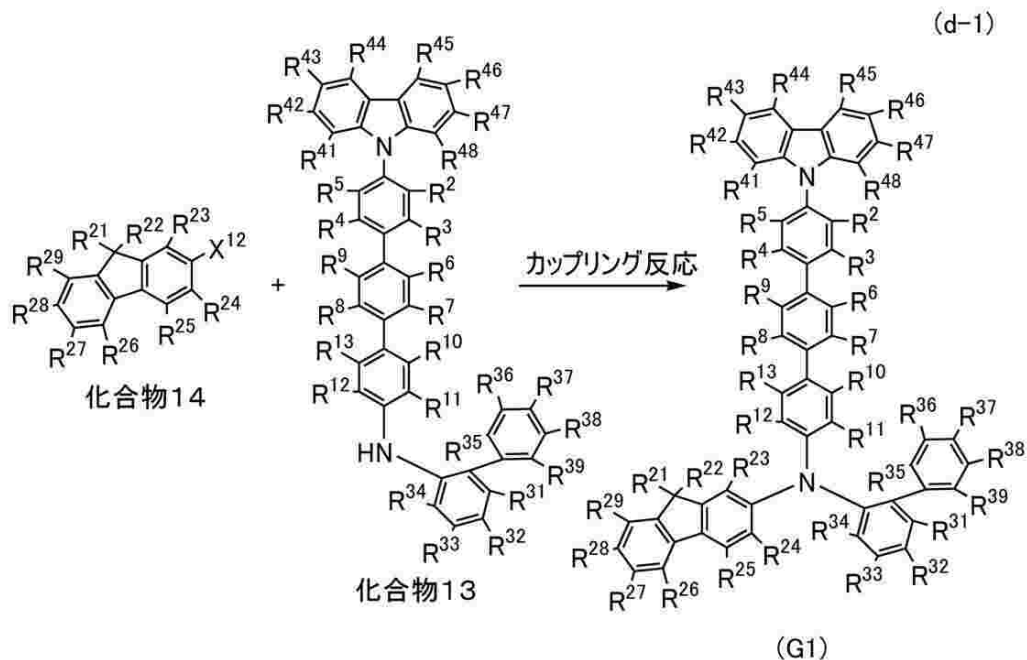
50

【化 3 6】



10

20



30

【0120】

合成スキーム (d-1) において、 X^{10} 及び X^{11} のうち一方は、アミノ基を表し、他方は、ハロゲンまたはトリフラート基を表す。 X^{12} は、ハロゲンまたはトリフラート基を表す。ハロゲンとしては、塩素、臭素、またはヨウ素が好ましく、反応性を考慮するとより好ましくは臭素またはヨウ素であり、コストを考慮するとより好ましくは塩素または臭素である。

40

【0121】

合成スキーム (d-1) においては、パラジウム触媒を用いたバックワルド・ハートウィッグアミノ化反応、銅または銅化合物を用いたウルマン反応等を行うことができる。これらの反応を用いる場合の詳細は、合成スキーム (a-3) における説明を参照できる。

【0122】

《一般式 (G1) で表される有機化合物の合成方法 5》

50

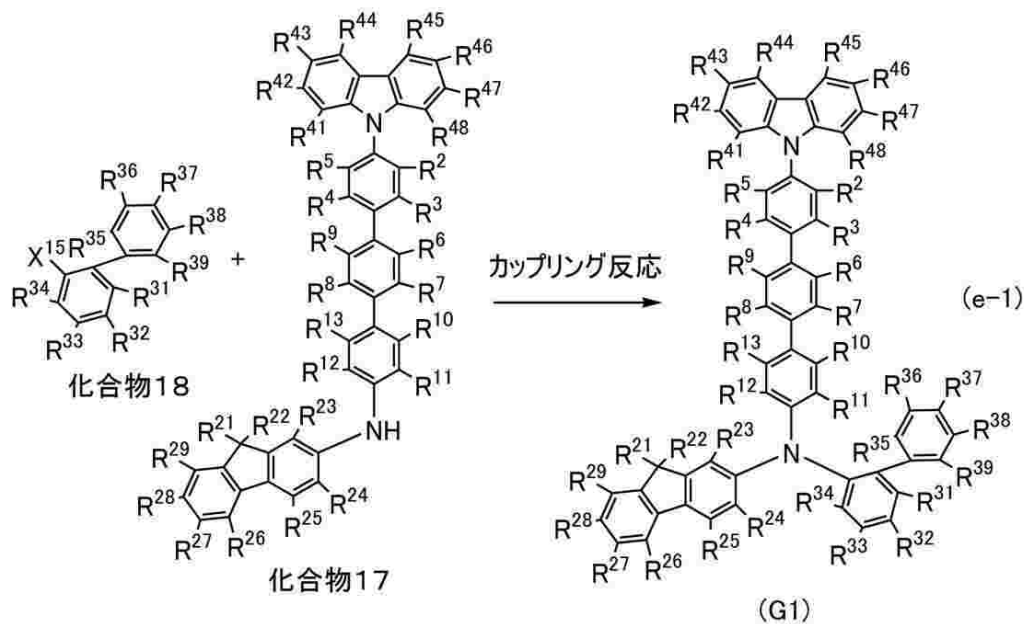
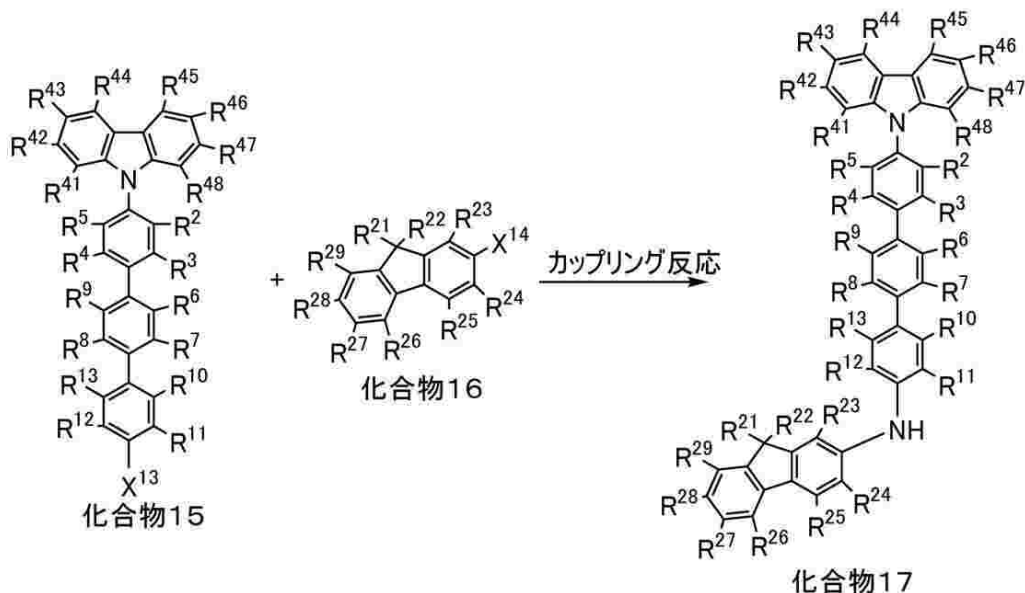
一般式（G1）で表される有機化合物は、合成スキーム（e-1）を用いて合成することができる。

【0123】

合成スキーム（e-1）に示すように、9-テルフェニル-9H-カルバゾール化合物（化合物15）と、フルオレン化合物（化合物16）と、をカップリングすることにより、ジアリールアミン化合物（化合物17）を得ることができ、続いてビフェニル化合物（化合物18）と、ジアリールアミン化合物（化合物17）と、をカップリングすることにより、一般式（G1）で表される有機化合物を得ることができる。

【0124】

【化37】



【0125】

合成スキーム（e-1）において、X¹³及びX¹⁴のうち一方は、アミノ基を表し、他方は、ハロゲンまたはトリフラート基を表す。X¹⁵は、ハロゲンまたはトリフラート基を表す。ハロゲンとしては、塩素、臭素、またはヨウ素が好ましく、反応性を考慮するとより好ましくは臭素またはヨウ素であり、コストを考慮するとより好ましくは塩素または臭

素である。

【0126】

合成スキーム（e-1）においては、パラジウム触媒を用いたバックワルド・ハートウィッグアミノ化反応、銅または銅化合物を用いたウルマン反応等を行うことができる。これらの反応を用いる場合の詳細は、合成スキーム（a-3）における説明を参照できる。

【0127】

以上、本発明の一態様の有機化合物の合成方法について説明したが、本発明はこれに限定されることはなく、他の合成方法によって合成してもよい。

【0128】

本発明の一態様の有機化合物は、耐熱性及び昇華性が高く、発光デバイス用材料や受光デバイス用材料として好適である。本発明の一態様の有機化合物は、正孔輸送性及び電子ブロッカ性が高く、発光デバイスにおけるホスト材料や正孔輸送性材料として好適である。本発明の一態様の有機化合物を用いることで、発光デバイスの発光効率を高めることができる。また、本発明の一態様の有機化合物を用いることで、発光デバイスの信頼性を高めることができる。

【0129】

本実施の形態は、他の実施の形態と適宜組み合わせることができる。また、本明細書において、1つの実施の形態の中に、複数の構成例が示される場合は、構成例を適宜組み合わせることが可能である。

【0130】

（実施の形態2）

本実施の形態では、本発明の一態様の発光デバイスについて図1を用いて説明する。本実施の形態では、可視光または近赤外光を発する機能を有する発光デバイスについて説明する。

【0131】

〔発光デバイスの構成例〕

＜発光デバイスの基本的な構造＞

図1（A）～図1（D）に、一对の電極間にEL層を有する発光デバイスの一例を示す。

【0132】

図1（A）に示す発光デバイスは、第1の電極101と第2の電極102との間にEL層103が挟まれた構造（シングル構造）を有する。EL層103は、少なくとも発光層を有する。

【0133】

図1（B）に、EL層103の積層構造の一例を示す。本実施の形態では、第1の電極101が陽極として機能し、第2の電極102が陰極として機能する場合を例に挙げて説明する。EL層103は、第1の電極101上に、正孔注入層111、正孔輸送層112、発光層113、電子輸送層114、電子注入層115が順次積層された構造を有する。正孔注入層111、正孔輸送層112、発光層113、電子輸送層114、及び電子注入層115は、それぞれ、単層構造であってもよく、積層構造であってもよい。第1の電極101が陰極で、第2の電極102が陽極の場合、積層順は逆になる。

【0134】

発光デバイスは、一对の電極間に複数のEL層を有していてもよい。例えば、発光デバイスは、n層（nは2以上の整数）のEL層を有し、（n-1）層目のEL層とn層目のEL層との間に電荷発生層104を有することが好ましい。

【0135】

図1（C）に、一对の電極間に2層のEL層（EL層103a、103b）を有する、タンデム構造の発光デバイスを示す。また、図1（D）に、3層のEL層（EL層103a、103b、103c）を有する、タンデム構造の発光デバイスを示す。

【0136】

EL層103a、103b、103cは、それぞれ、少なくとも発光層を有する。図1（

10

20

30

40

50

C)、図1(D)に示すタンデム構造のように複数のEL層を有する場合であっても、各EL層に、図1(B)に示すEL層103と同様の積層構造を適用することができる。EL層103a、103b、103cは、それぞれ、正孔注入層111、正孔輸送層112、電子輸送層114、及び電子注入層115のうち一種または複数種の層を有することができる。

【0137】

図1(C)に示す電荷発生層104は、第1の電極101と第2の電極102に電圧を印加したときに、EL層103a及びEL層103bのうち、一方に電子を注入し、他方に正孔(ホール)を注入する機能を有する。従って、図1(C)において、第1の電極101に第2の電極102よりも電位が高くなるように電圧を印加すると、電荷発生層104からEL層103aに電子が注入され、EL層103bに正孔が注入される。

10

【0138】

なお、電荷発生層104は、光の取り出し効率の点から、可視光または近赤外光を透過する(具体的には、電荷発生層104の可視光または近赤外光の透過率が、40%以上である)ことが好ましい。また、電荷発生層104は、第1の電極101や第2の電極102よりも低い導電率であっても機能する。

【0139】

なお、EL層同士を接して設けることで、両者の間に電荷発生層104と同じ構成が形成される場合は、電荷発生層を介さずにEL層同士を接して設けることができる。例えば、EL層の一方の面に電荷発生領域が形成されている場合、その面に接してEL層を設けることができる。

20

【0140】

タンデム構造の発光デバイスは、シングル構造のデバイスに比べて、電流効率が高く、同一の輝度で光らせる場合に必要な電流が少ない。そのため、発光デバイスの寿命が長く、発光装置や電子機器の信頼性を高めることができる。

【0141】

発光層113は、発光物質や複数の物質を適宜組み合わせ有しており、所望の波長の蛍光発光や燐光発光が得られる構成とすることができる。また、発光層113を発光波長の異なる積層構造としてもよい。なお、この場合、積層された各発光層に用いる発光物質やその他の物質は、それぞれ異なる材料を用いればよい。また、図1(C)、図1(D)に示すEL層103a、103b、103cは、互いに異なる波長の光を発する構成であってもよい。この場合も各発光層に用いる発光物質やその他の物質を異なる材料とすればよい。例えば、図1(C)において、EL層103aが赤色と緑色の光を発する構成とし、EL層103bが青色の光を発する構成とすることで、発光デバイス全体として白色発光する発光デバイスを得ることが可能となる。また、1つの発光デバイスは、同じ色を呈する発光層またはEL層を複数有していてもよい。例えば、図1(D)において、EL層103aが第1の青色の光を発する構成とし、EL層103bが黄色、黄緑色、または緑色の光と赤色の光とを発する構成とし、EL層103cが第2の青色の光を発する構成とすることで、発光デバイス全体として白色発光する発光デバイスを得ることが可能となる。

30

【0142】

本発明の一態様の発光デバイスにおいて、EL層で得られた発光を一对の電極間で共振させることにより、得られる発光を強める構成としてもよい。例えば、図1(B)において、第1の電極101を反射電極とし、第2の電極102を半透過・半反射電極とすることにより、微小光共振器(マイクロキャビティ)構造を形成することで、EL層103から得られる発光を強めることができる。

40

【0143】

発光デバイスにマイクロキャビティ構造を適用することで、同じEL層を有していても異なる波長の光(単色光)を取り出すことができる。そのため、異なる発光色を得るための、画素ごとに異なる機能層の形成(いわゆる、塗り分け)が不要となる。従って、高精細化を実現することが容易である。また、着色層(カラーフィルタ)との組み合わせも可能

50

である。さらに、特定波長の正面方向の発光強度を強めることが可能となるため、低消費電力化を図ることができる。

【0144】

なお、発光デバイスの第1の電極101が、可視光または近赤外光に対して反射性を有する導電膜と可視光または近赤外光に対して透光性を有する導電膜との積層構造からなる反射電極である場合、当該透光性を有する導電膜の膜厚を制御することにより光学調整を行うことができる。具体的には、発光層113から得られる光の波長 λ に対して、第1の電極101と、第2の電極102との電極間距離が $m\lambda/2$ （ただし、 m は自然数）近傍となるように調整するのが好ましい。

【0145】

また、発光層113から得られる所望の光（波長： λ ）を増幅させるために、第1の電極101から発光層113の所望の光が得られる領域（発光領域）までの光学距離と、第2の電極102から発光層113の所望の光が得られる領域（発光領域）までの光学距離と、をそれぞれ $(2m'+1)\lambda/4$ （ただし、 m' は自然数）近傍となるように調節するのが好ましい。なお、ここでいう発光領域とは、発光層113における正孔と電子との再結合領域を示す。

【0146】

このような光学調整を行うことにより、発光層113から得られる光のスペクトルを狭線化させ、色純度の良い発光を得ることができる。

【0147】

但し、上記の場合、第1の電極101と第2の電極102との光学距離は、厳密には第1の電極101における反射領域から第2の電極102における反射領域までの総厚ということができる。しかし、第1の電極101や第2の電極102における反射領域を厳密に決定することは困難であるため、第1の電極101と第2の電極102の任意の位置を反射領域と仮定することで十分に上述の効果をj得ることができるものとする。また、第1の電極101と、所望の光が得られる発光層との光学距離は、厳密には第1の電極101における反射領域と、所望の光が得られる発光層における発光領域との光学距離であるということができる。しかし、第1の電極101における反射領域や、所望の光が得られる発光層における発光領域を厳密に決定することは困難であるため、第1の電極101の任意の位置を反射領域、所望の光が得られる発光層の任意の位置を発光領域と仮定することで十分に上述の効果をj得ることができるものとする。

【0148】

第1の電極101と第2の電極102の少なくとも一方は、可視光または近赤外光に対して透光性を有する電極とする。可視光または近赤外光に対して透光性を有する電極の可視光または近赤外光の透過率は、40%以上とする。なお、可視光または近赤外光に対して透光性を有する電極が、上記半透過・半反射電極の場合、当該電極の可視光または近赤外光の反射率は、20%以上80%以下、好ましくは40%以上70%以下とする。また、これらの電極の抵抗率は、 $1 \times 10^{-2} \Omega \text{cm}$ 以下が好ましい。

【0149】

第1の電極101または第2の電極102が、可視光または近赤外光に対して反射性を有する電極（反射電極）である場合、反射電極の可視光または近赤外光の反射率は、40%以上100%以下、好ましくは70%以上100%以下とする。また、この電極の抵抗率は、 $1 \times 10^{-2} \Omega \text{cm}$ 以下が好ましい。

【0150】

＜発光デバイスの具体的な構造＞

次に、発光デバイスの具体的な構造について説明する。ここでは、図1（B）に示すシングル構造を有する発光デバイスを用いて説明する。

【0151】

＜第1の電極及び第2の電極＞

第1の電極101及び第2の電極102を形成する材料としては、上述した両電極の機能

10

20

30

40

50

が満たせるのであれば、以下に示す材料を適宜組み合わせる用いることができる。例えば、金属、合金、電気伝導性化合物、及びこれらの混合物などを適宜用いることができる。具体的には、 In-Sn 酸化物（ITOともいう）、 In-Si-Sn 酸化物（ITSOともいう）、 In-Zn 酸化物、 In-W-Zn 酸化物が挙げられる。その他、アルミニウム（Al）、チタン（Ti）、クロム（Cr）、マンガン（Mn）、鉄（Fe）、コバルト（Co）、ニッケル（Ni）、銅（Cu）、ガリウム（Ga）、亜鉛（Zn）、インジウム（In）、スズ（Sn）、モリブデン（Mo）、タンタル（Ta）、タングステン（W）、パラジウム（Pd）、金（Au）、白金（Pt）、銀（Ag）、イットリウム（Y）、ネオジム（Nd）などの金属、及びこれらを適宜組み合わせる含む合金を用いることもできる。その他、上記例示のない元素周期表の第1族または第2族に属する元素（例えば、リチウム（Li）、セシウム（Cs）、カルシウム（Ca）、ストロンチウム（Sr））、ユウロピウム（Eu）、イッテルビウム（Yb）などの希土類金属及びこれらを適宜組み合わせる含む合金、グラフェン等を用いることができる。

10

【0152】

なお、マイクロキャビティ構造を有する発光デバイスを作製する場合は、第1の電極101を反射電極として形成し、第2の電極102を半透過・半反射電極として形成する。したがって、所望の導電性材料を単数または複数用い、単層または積層して形成することができる。なお、第2の電極102は、EL層103を形成した後、上記と同様に材料を選択して形成する。また、これらの電極の作製には、スパッタリング法や真空蒸着法を用いることができる。

20

【0153】

<正孔注入層及び正孔輸送層>

正孔注入層111は、陽極である第1の電極101からEL層103に正孔を注入する層であり、正孔注入性の高い材料を含む層である。

【0154】

正孔注入性の高い材料としては、モリブデン酸化物、バナジウム酸化物、ルテニウム酸化物、タングステン酸化物、マンガン酸化物等の遷移金属酸化物、フタロシアニン（略称： H_2Pc ）や銅フタロシアニン（略称： CuPc ）等のフタロシアニン系の化合物等を用いることができる。

【0155】

正孔注入性の高い材料としては、4, 4', 4''-トリス（N, N-ジフェニルアミノ）トリフェニルアミン（略称：TDATA）、4, 4', 4''-トリス〔N-（3-メチルフェニル）-N-フェニルアミノ〕トリフェニルアミン（略称：MTDATA）、4, 4'-ビス〔N-（4-ジフェニルアミノフェニル）-N-フェニルアミノ〕ビフェニル（略称：DPAB）、4, 4'-ビス（N-〔4-〔N'-（3-メチルフェニル）-N'-フェニルアミノ〕フェニル〕-N-フェニルアミノ）ビフェニル（略称：DNTPD）、1, 3, 5-トリス〔N-（4-ジフェニルアミノフェニル）-N-フェニルアミノ〕ベンゼン（略称：DPA3B）、3-〔N-（9-フェニルカルバゾール-3-イル）-N-フェニルアミノ〕-9-フェニルカルバゾール（略称：PCzPCA1）、3, 6-ビス〔N-（9-フェニルカルバゾール-3-イル）-N-フェニルアミノ〕-9-フェニルカルバゾール（略称：PCzPCA2）、3-〔N-（1-ナフチル）-N-（9-フェニルカルバゾール-3-イル）アミノ〕-9-フェニルカルバゾール（略称：PCzPCN1）等の芳香族アミン化合物等を用いることができる。

30

40

【0156】

正孔注入性の高い材料としては、ポリ（N-ビニルカルバゾール）（略称：PVK）、ポリ（4-ビニルトリフェニルアミン）（略称：PVTPA）、ポリ〔N-（4-〔N'-（4-（4-ジフェニルアミノ）フェニル）フェニル〕-N'-フェニルアミノ〕フェニル〕メタクリルアミド〕（略称：PTPDMA）、ポリ〔N, N'-ビス（4-ブチルフェニル）-N, N'-ビス（フェニル）ベンジジン〕（略称：Poly-TPD）等を用いることができる。または、ポリ（3, 4-エチレンジオキシチオフェン）／ポリ（スチレンスルホ

50

ン酸) (略称: PEDOT/PSS)、ポリアニリン/ポリ(スチレンスルホン酸) (PAni/PSS) 等の酸を添加した高分子化合物等を用いることもできる。

【0157】

正孔注入性の高い材料としては、正孔輸送性材料とアクセプター性材料(電子受容性材料)とを含む複合材料を用いることもできる。この場合、アクセプター性材料により正孔輸送性材料から電子が引き抜かれて正孔注入層111で正孔が発生し、正孔輸送層112を介して発光層113に正孔が注入される。なお、正孔注入層111は、正孔輸送性材料とアクセプター性材料とを含む複合材料からなる単層で形成してもよく、正孔輸送性材料とアクセプター性材料とをそれぞれ別の層で積層して形成してもよい。

【0158】

正孔輸送層112は、正孔注入層111によって、第1の電極101から注入された正孔を発光層113に輸送する層である。正孔輸送層112は、正孔輸送性材料を含む層である。正孔輸送層112に用いる正孔輸送性材料は、特に正孔注入層111の最高被占有軌道準位(HOMO準位)と同じまたは近いHOMO準位を有するものを用いることが好ましい。

【0159】

正孔注入層111に用いるアクセプター性材料としては、元素周期表における第4族乃至第8族に属する金属の酸化物を用いることができる。具体的には、酸化モリブデン、酸化バナジウム、酸化ニオブ、酸化タンタル、酸化クロム、酸化タングステン、酸化マンガン、酸化レニウムが挙げられる。中でも特に、酸化モリブデンは大気中でも安定であり、吸湿性が低く、扱いやすいため好ましい。その他、キノジメタン誘導体、クロラニル誘導体、ヘキサザトリフェニレン誘導体などの有機アクセプターを用いることができる。電子吸引基(ハロゲン基やシアノ基)を有する化合物としては、7,7,8,8-テトラシアノ-2,3,5,6-テトラフルオロキノジメタン(略称: F₄-TCNQ)、クロラニル、2,3,6,7,10,11-ヘキサシアノ-1,4,5,8,9,12-ヘキサザトリフェニレン(略称: HAT-CN)、1,3,4,5,7,8-ヘキサフルオロテトラシアノ-ナフトキノジメタン(略称: F₆-TCNNQ)等を挙げることができる。特に、HAT-CNのように複素原子を複数有する縮合芳香環に電子吸引基が結合している化合物が、熱的に安定であり好ましい。また、電子吸引基(特にフルオロ基のようなハロゲン基やシアノ基)を有する[3]ラジアレン誘導体は、電子受容性が非常に高いため好ましく、具体的には α , α' , α'' -1,2,3-シクロプロパントリイリデントリス[4-シアノ-2,3,5,6-テトラフルオロベンゼンアセトニトリル]、 α , α' , α'' -1,2,3-シクロプロパントリイリデントリス[2,6-ジクロロ-3,5-ジフルオロ-4-(トリフルオロメチル)ベンゼンアセトニトリル]、 α , α' , α'' -1,2,3-シクロプロパントリイリデントリス[2,3,4,5,6-ペンタフルオロベンゼンアセトニトリル]などが挙げられる。

【0160】

正孔注入層111及び正孔輸送層112に用いる正孔輸送性材料としては、 $10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以上の正孔移動度を有する物質が好ましい。なお、電子よりも正孔の輸送性の高い物質であれば、これら以外のものも用いることができる。

【0161】

本発明の一態様の発光デバイスは、正孔注入層111及び正孔輸送層112の一方または双方に用いる正孔輸送性材料として、本発明の一態様の有機化合物を有することが好ましい。また、本発明の一態様の有機化合物は高い電子ブロック性を有するため、正孔輸送層112に用いることで、発光デバイスの発光効率を高めることができる。

【0162】

正孔輸送性材料としては、 π 電子過剰型複素芳香族化合物(例えばカルバゾール誘導体、チオフェン誘導体、フラン誘導体など)や芳香族アミン(芳香族アミン骨格を有する化合物)等の正孔輸送性の高い材料が好ましい。

【0163】

カルバゾール誘導体（カルバゾール骨格を有する化合物）としては、ビカルバゾール誘導体（例えば、3, 3'-ビカルバゾール誘導体）、カルバゾリル基を有する芳香族アミン等が挙げられる。

【0164】

ビカルバゾール誘導体（例えば、3, 3'-ビカルバゾール誘導体）としては、具体的には、3, 3'-ビス（9-フェニル-9H-カルバゾール）（略称：PCCP）、9, 9'-ビス（1, 1'-ビフェニル-4-イル）-3, 3'-ビ-9H-カルバゾール、9, 9'-ビス（1, 1'-ビフェニル-3-イル）-3, 3'-ビ-9H-カルバゾール、9-（1, 1'-ビフェニル-3-イル）-9'-（1, 1'-ビフェニル-4-イル）-9H, 9'-H-3, 3'-ビカルバゾール（略称：mBPCCBP）、9-（2-ナフチル）-9'-フェニル-9H, 9'-H-3, 3'-ビカルバゾール（略称：βNCCP）などが挙げられる。

【0165】

カルバゾリル基を有する芳香族アミンとしては、具体的には、4-フェニル-4'-（9-フェニル-9H-カルバゾール-3-イル）トリフェニルアミン（略称：PCBA1BP）、N-（4-ビフェニル）-N-（9, 9-ジメチル-9H-フルオレン-2-イル）-9-フェニル-9H-カルバゾール-3-アミン（略称：PCBiF）、N-（1, 1'-ビフェニル-4-イル）-N-〔4-（9-フェニル-9H-カルバゾール-3-イル）フェニル〕-9, 9-ジメチル-9H-フルオレン-2-アミン（略称：PCBBiF）、4, 4'-ジフェニル-4''-（9-フェニル-9H-カルバゾール-3-イル）トリフェニルアミン（略称：PCBBi1BP）、4-（1-ナフチル）-4'-（9-フェニル-9H-カルバゾール-3-イル）トリフェニルアミン（略称：PCBANB）、4, 4'-ジ（1-ナフチル）-4''-（9-フェニル-9H-カルバゾール-3-イル）トリフェニルアミン（略称：PCBNBB）、4-フェニルジフェニル-（9-フェニル-9H-カルバゾール-3-イル）アミン（略称：PCA1BP）、N, N'-ビス（9-フェニルカルバゾール-3-イル）-N, N'-ジフェニルベンゼン-1, 3-ジアミン（略称：PCA2B）、N, N', N''-トリフェニル-N, N', N''-トリス（9-フェニルカルバゾール-3-イル）ベンゼン-1, 3, 5-トリアミン（略称：PCA3B）、9, 9-ジメチル-N-フェニル-N-〔4-（9-フェニル-9H-カルバゾール-3-イル）フェニル〕フルオレン-2-アミン（略称：PCBAF）、N-フェニル-N-〔4-（9-フェニル-9H-カルバゾール-3-イル）フェニル〕スピロ-9, 9'-ビフルオレン-2-アミン（略称：PCBASf）、PCzPCA1、PCzPCA2、PCzPCN1、3-〔N-（4-ジフェニルアミノフェニル）-N-フェニルアミノ〕-9-フェニルカルバゾール（略称：PCzDPA1）、3, 6-ビス〔N-（4-ジフェニルアミノフェニル）-N-フェニルアミノ〕-9-フェニルカルバゾール（略称：PCzDPA2）、3, 6-ビス〔N-（4-ジフェニルアミノフェニル）-N-（1-ナフチル）アミノ〕-9-フェニルカルバゾール（略称：PCzTPN2）、2-〔N-（9-フェニルカルバゾール-3-イル）-N-フェニルアミノ〕スピロ-9, 9'-ビフルオレン（略称：PCASf）、N-〔4-（9H-カルバゾール-9-イル）フェニル〕-N-（4-フェニル）フェニルアニリン（略称：YGA1BP）、N, N'-ビス〔4-（カルバゾール-9-イル）フェニル〕-N, N'-ジフェニル-9, 9-ジメチルフルオレン-2, 7-ジアミン（略称：YGA2F）、4, 4', 4''-トリス（カルバゾール-9-イル）トリフェニルアミン（略称：TCTA）などが挙げられる。

【0166】

カルバゾール誘導体としては、上記に加えて、3-〔4-（9-フェナントリル）-フェニル〕-9-フェニル-9H-カルバゾール（略称：PCPPn）、3-〔4-（1-ナフチル）-フェニル〕-9-フェニル-9H-カルバゾール（略称：PCPN）、1, 3-ビス（N-カルバゾリル）ベンゼン（略称：mCP）、4, 4'-ジ（N-カルバゾリル）ビフェニル（略称：CBP）、3, 6-ビス（3, 5-ジフェニルフェニル）-9-フェニルカルバゾール（略称：CzTP）、1, 3, 5-トリス〔4-（N-カルバゾリル）フェニル〕ベンゼン（略称：TCPB）、9-〔4-（10-フェニル-9-アントラ

セニル) フェニル] - 9 H-カルバゾール (略称: CzPA) 等が挙げられる。

【0167】

チオフェン誘導体 (チオフェン骨格を有する化合物) 及びフラン誘導体 (フラン骨格を有する化合物) としては、具体的には、4, 4', 4''-(ベンゼン-1, 3, 5-トリイル)トリ (ジベンゾチオフェン) (略称: DBT3P-II)、2, 8-ジフェニル-4-[4-(9-フェニル-9H-フルオレン-9-イル) フェニル] ジベンゾチオフェン (略称: DBTFLP-III)、4-[4-(9-フェニル-9H-フルオレン-9-イル) フェニル]-6-フェニルジベンゾチオフェン (略称: DBTFLP-IV) などのチオフェン骨格を有する化合物、4, 4', 4''-(ベンゼン-1, 3, 5-トリイル)トリ (ジベンゾフラン) (略称: DBF3P-II)、4-{3-[3-(9-フェニル-9H-フルオレン-9-イル) フェニル] フェニル} ジベンゾフラン (略称: mmDBFFLBi-II) 等が挙げられる。

10

【0168】

芳香族アミンとしては、具体的には、4, 4'-ビス [N-(1-ナフチル)-N-フェニルアミノ] ビフェニル (略称: NPBまたは α -NPD)、N, N'-ビス (3-メチルフェニル)-N, N'-ジフェニル-[1, 1'-ビフェニル]-4, 4'-ジアミン (略称: TPD)、4, 4'-ビス [N-(スピロ-9, 9'-ビフルオレン-2-イル)-N-フェニルアミノ] ビフェニル (略称: BSPB)、4-フェニル-4'-(9-フェニルフルオレン-9-イル) トリフェニルアミン (略称: BPAPLP)、4-フェニル-3'-(9-フェニルフルオレン-9-イル) トリフェニルアミン (略称: mBPAPLP)、N-(9, 9-ジメチル-9H-フルオレン-2-イル)-N-{9, 9-ジメチル-2-[N'-フェニル-N'-(9, 9-ジメチル-9H-フルオレン-2-イル) アミノ]-9H-フルオレン-7-イル} フェニルアミン (略称: DFLADFL)、N-(9, 9-ジメチル-2-ジフェニルアミノ-9H-フルオレン-7-イル) ジフェニルアミン (略称: DPNF)、2-[N-(4-ジフェニルアミノフェニル)-N-フェニルアミノ] スピロ-9, 9'-ビフルオレン (略称: DPASF)、2, 7-ビス [N-(4-ジフェニルアミノフェニル)-N-フェニルアミノ] スピロ-9, 9'-ビフルオレン (略称: DPA2SF)、4, 4', 4''-トリス [N-(1-ナフチル)-N-フェニルアミノ] トリフェニルアミン (略称: 1'-TNATA)、TDATA、m-MTDATA、N, N'-ジ(p-トリル)-N, N'-ジフェニル-p-フェニレンジアミン (略称: DTDPPA)、DPAB、DNTPD、DPA3B等が挙げられる。

20

30

【0169】

正孔輸送性材料としては、PVK、PVTFA、PTPDMA、Poly-TPDなどの高分子化合物を用いることもできる。

【0170】

正孔輸送性材料は、上記に限られることなく公知の様々な材料を1種または複数種組み合わせて、正孔注入層111及び正孔輸送層112に用いることができる。

【0171】

<発光層>

発光層113は、発光物質を含む層である。発光層113は、1種または複数種の発光物質を有することができる。発光物質としては、青色、紫色、青紫色、緑色、黄緑色、黄色、橙色、赤色などの発光色を呈する物質を適宜用いる。また、発光物質として、近赤外光を発する物質を用いることもできる。また、複数の発光層に異なる発光物質を用いることにより、異なる発光色を呈する構成 (例えば、補色の関係にある発光色を組み合わせ得られる白色発光) とすることができる。さらに、1つの発光層が異なる発光物質を有していてもよい。

40

【0172】

発光層113は、発光物質 (ゲスト材料) に加えて、1種または複数種の有機化合物 (ホスト材料、アシスト材料等) を有することが好ましい。1種または複数種の有機化合物として、本実施の形態で説明する正孔輸送性材料及び電子輸送性材料の一方または双方を用

50

いることができる。また、1種または複数種の有機化合物として、バイポーラ性材料を用いてもよい。

【0173】

発光層113に正孔輸送性材料を用いる場合、当該正孔輸送性材料として、本発明の一態様の有機化合物を用いることが好ましい。

【0174】

発光層113に用いることができる発光物質として、特に限定は無く、一重項励起エネルギーを可視光領域または近赤外光領域の発光に変える発光物質、または三重項励起エネルギーを可視光領域または近赤外光領域の発光に変える発光物質を用いることができる。

【0175】

一重項励起エネルギーを発光に変える発光物質としては、蛍光を発する物質（蛍光材料）が挙げられ、例えば、ピレン誘導体、アントラセン誘導体、トリフェニレン誘導体、フルオレン誘導体、カルバゾール誘導体、ジベンゾチオフェン誘導体、ジベンゾフラン誘導体、ジベンゾキノキサリン誘導体、キノキサリン誘導体、ピリジン誘導体、ピリミジン誘導体、フェナントレン誘導体、ナフタレン誘導体などが挙げられる。特にピレン誘導体は発光量子収率が高いので好ましい。ピレン誘導体の具体例としては、N, N'-ビス(3-メチルフェニル)-N, N'-ビス[3-(9-フェニル-9H-フルオレン-9-イル)フェニル]ピレン-1, 6-ジアミン（略称：1, 6mMemFLPAPrn）、N, N'-ジフェニル-N, N'-ビス[4-(9-フェニル-9H-フルオレン-9-イル)フェニル]ピレン-1, 6-ジアミン（略称：1, 6FLPAPrn）、N, N'-ビス(ジベンゾフラン-2-イル)-N, N'-ジフェニルピレン-1, 6-ジアミン（略称：1, 6FrAPrn）、N, N'-ビス(ジベンゾチオフェン-2-イル)-N, N'-ジフェニルピレン-1, 6-ジアミン（略称：1, 6ThAPrn）、N, N'-(ピレン-1, 6-ジイル)ビス[(N-フェニルベンゾ[b]ナフト[1, 2-d]フラン)-6-アミン]（略称：1, 6BnfAPrn）、N, N'-(ピレン-1, 6-ジイル)ビス[(N-フェニルベンゾ[b]ナフト[1, 2-d]フラン)-8-アミン]（略称：1, 6BnfAPrn-02）、N, N'-(ピレン-1, 6-ジイル)ビス[(6, N-ジフェニルベンゾ[b]ナフト[1, 2-d]フラン)-8-アミン]（略称：1, 6BnfAPrn-03）などが挙げられる。

【0176】

その他にも、5, 6-ビス[4-(10-フェニル-9-アントリル)フェニル]-2, 2'-ビピリジン（略称：PAP2BPY）、5, 6-ビス[4'-(10-フェニル-9-アントリル)ビフェニル-4-イル]-2, 2'-ビピリジン（略称：PAPP2BPY）、N, N'-ビス[4-(9H-カルバゾール-9-イル)フェニル]-N, N'-ジフェニルスチルベン-4, 4'-ジアミン（略称：YGAS）、4-(9H-カルバゾール-9-イル)-4'-(10-フェニル-9-アントリル)トリフェニルアミン（略称：YGAPA）、4-(9H-カルバゾール-9-イル)-4'-(9, 10-ジフェニル-2-アントリル)トリフェニルアミン（略称：2YGAPPA）、N, 9-ジフェニル-N-[4-(10-フェニル-9-アントリル)フェニル]-9H-カルバゾール-3-アミン（略称：PCAPA）、4-(10-フェニル-9-アントリル)-4'-(9-フェニル-9H-カルバゾール-3-イル)トリフェニルアミン（略称：PCBAPA）、4-[4-(10-フェニル-9-アントリル)フェニル]-4'-(9-フェニル-9H-カルバゾール-3-イル)トリフェニルアミン（略称：PCBAPBA）、ペリレン、2, 5, 8, 11-テトラ(tert-ブチル)ペリレン（略称：TBP）、N, N'-(2-tert-ブチルアントラセン-9, 10-ジイルジ-4, 1-フェニレン)ビス[N, N', N'-トリフェニル-1, 4-フェニレンジアミン]（略称：DPABPA）、N, 9-ジフェニル-N-[4-(9, 10-ジフェニル-2-アントリル)フェニル]-9H-カルバゾール-3-アミン（略称：2PCAPPA）、N-[4-(9, 10-ジフェニル-2-アントリル)フェニル]-N, N', N'-トリフェニル-1, 4-フェニレンジアミン（略称：2DPAPPA）等を用いることができる。

【0177】

また、三重項励起エネルギーを発光に変える発光物質としては、例えば、燐光を発する物質（燐光材料）や熱活性化遅延蛍光を示す熱活性化遅延蛍光（Thermally Activated Delayed Fluorescence：TADF）材料が挙げられる。

【0178】

燐光材料としては、有機金属錯体、金属錯体（白金錯体）、希土類金属錯体等が挙げられる。これらは、物質ごとに異なる発光色（発光ピーク）を示すため、必要に応じて適宜選択して用いる。

【0179】

青色または緑色を呈し、発光スペクトルのピーク波長が450nm以上570nm以下である燐光材料としては、以下のような物質が挙げられる。

【0180】

例えば、トリス〔2-〔5-（2-メチルフェニル）-4-（2,6-ジメチルフェニル）-4H-1,2,4-トリアゾール-3-イル-κN²〕フェニル-κC〕イリジウム（III）（略称：〔Ir（mpptz-dmp）₃〕）、トリス〔5-メチル-3,4-ジフェニル-4H-1,2,4-トリアゾラト〕イリジウム（III）（略称：〔Ir（Mptz）₃〕）、トリス〔4-（3-ビフェニル）-5-イソプロピル-3-フェニル-4H-1,2,4-トリアゾラト〕イリジウム（III）（略称：〔Ir（iPrptz-3b）₃〕）、トリス〔3-（5-ビフェニル）-5-イソプロピル-4-フェニル-4H-1,2,4-トリアゾラト〕イリジウム（III）（略称：Ir（iPr5btz）₃〕）、のような4H-トリアゾール骨格を有する有機金属錯体、トリス〔3-メチル-1-（2-メチルフェニル）-5-フェニル-1H-1,2,4-トリアゾラト〕イリジウム（III）（略称：〔Ir（Mptz1-mp）₃〕）、トリス〔1-メチル-5-フェニル-3-プロピル-1H-1,2,4-トリアゾラト〕イリジウム（III）（略称：〔Ir（Prptz1-Me）₃〕）のような1H-トリアゾール骨格を有する有機金属錯体、factoris〔1-（2,6-ジイソプロピルフェニル）-2-フェニル-1H-イミダゾール〕イリジウム（III）（略称：〔Ir（iPrpmi）₃〕）、トリス〔3-（2,6-ジメチルフェニル）-7-メチルイミダゾ〔1,2-f〕フェナントリジナト〕イリジウム（III）（略称：〔Ir（dmpimp1-Me）₃〕）のようなイミダゾール骨格を有する有機金属錯体、ビス〔2-（4',6'-ジフルオロフェニル）ピリジナト-N, C²〕イリジウム（III）テトラキス（1-ピラゾリル）ボラート（略称：FIr6）、ビス〔2-（4',6'-ジフルオロフェニル）ピリジナト-N, C²〕イリジウム（III）ピコリナート（略称：FIrpic）、ビス〔2-〔3',5'-ビス（トリフルオロメチル）フェニル〕ピリジナト-N, ²C〕イリジウム（III）ピコリナート（略称：〔Ir（CF₃ppy）₂（pic）〕）、ビス〔2-（4',6'-ジフルオロフェニル）ピリジナト-N, ²C〕イリジウム（III）アセチルアセトナート（略称：FIr（acac））のように電子吸引基を有するフェニルピリジン誘導体を配位子とする有機金属錯体等が挙げられる。

【0181】

緑色または黄色を呈し、発光スペクトルのピーク波長が495nm以上590nm以下である燐光材料としては、以下のような物質が挙げられる。

【0182】

例えば、トリス〔4-メチル-6-フェニルピリミジナト〕イリジウム（III）（略称：〔Ir（mppm）₃〕）、トリス〔4-tert-ブチル-6-フェニルピリミジナト〕イリジウム（III）（略称：〔Ir（tBuppm）₃〕）、（アセチルアセトナト）ビス〔6-メチル-4-フェニルピリミジナト〕イリジウム（III）（略称：〔Ir（mppm）₂（acac）〕）、（アセチルアセトナト）ビス〔6-tert-ブチル-4-フェニルピリミジナト〕イリジウム（III）（略称：〔Ir（tBuppm）₂（acac）〕）、（アセチルアセトナト）ビス〔6-（2-ノルボルニル）-4-フェニル

10

20

30

40

50

ピリミジナト] イリジウム (III) (略称: $[\text{Ir}(\text{nbpmpm})_2(\text{acac})]$)
 、(アセチルアセトナト)ビス[5-メチル-6-(2-メチルフェニル)-4-フェニ
 ルピリミジナト] イリジウム (III) (略称: $[\text{Ir}(\text{mpmpmpm})_2(\text{acac})]$)
])、(アセチルアセトナト)ビス{4, 6-ジメチル-2-[6-(2, 6-ジメチル
 フェニル)-4-ピリミジニル- κN^3] フェニル- κC } イリジウム (III) (略称
 : $[\text{Ir}(\text{dmpmpm-dmp})_2(\text{acac})]$)、(アセチルアセトナト)ビス(4
 , 6-ジフェニルピリミジナト) イリジウム (III) (略称: $[\text{Ir}(\text{dppm})_2(\text{acac})]$)
)のようなピリミジン骨格を有する有機金属イリジウム錯体、(アセチルア
 セトナト)ビス(3, 5-ジメチル-2-フェニルピラジナト) イリジウム (III) (略
 称: $[\text{Ir}(\text{mppr-Me})_2(\text{acac})]$)、(アセチルアセトナト)ビス(5-
 イソプロピル-3-メチル-2-フェニルピラジナト) イリジウム (III) (略称:
 $[\text{Ir}(\text{mppr-iPr})_2(\text{acac})]$)のようなピラジン骨格を有する有機金属
 イリジウム錯体、トリス(2-フェニルピリジナト- N, C^2) イリジウム (III) (略
 称: $[\text{Ir}(\text{ppy})_3]$)、ビス(2-フェニルピリジナト- N, C^2) イリジウム
 (III) アセチルアセトナト (略称: $[\text{Ir}(\text{ppy})_2(\text{acac})]$)、ビス(ベン
 ゴ[h] キノリナト) イリジウム (III) アセチルアセトナト (略称: $[\text{Ir}(\text{bzq})_2(\text{acac})]$)
 、トリス(ベンゴ[h] キノリナト) イリジウム (III) (略称: $[\text{Ir}(\text{bzq})_3]$)、
 トリス(2-フェニルキノリナト- N, C^2) イリジウム (III) (略称: $[\text{Ir}(\text{pq})_3]$)、
 ビス(2-フェニルキノリナト- N, C^2) イリジウム (III) アセチルアセトナト (略
 称: $[\text{Ir}(\text{pq})_2(\text{acac})]$)、[2-(4-フェニル-2-ピリジニル- κN) フェニル- κC]
 ビス[2-(2-ピリジニル- κN) フェニル- κC] イリジウム (III) (略称: $[\text{Ir}(\text{ppy})_2(4\text{dppy})]$)、
 ビス[2-(2-ピリジニル- κN) フェニル- κC] [2-(4-メチル-5-フェニル-2-ピリ
 ジニル- κN) フェニル- κC] のようなピリジン骨格を有する有機金属イリジ
 ウム錯体、ビス(2, 4-ジフェニル-1, 3-オキサゾラト- N, C^2) イリジウム (III)
 アセチルアセトナト (略称: $[\text{Ir}(\text{dpo})_2(\text{acac})]$)、ビス{2-[4'-(パーフル
 オロフェニル) フェニル] ピリジナト- N, C^2 } イリジウム (III) アセチルアセ
 トナト (略称: $[\text{Ir}(\text{p-PF-ph})_2(\text{acac})]$)、ビス(2-フェニルベンゾチアゾ
 ラト- N, C^2) イリジウム (III) アセチルアセトナト (略称: $[\text{Ir}(\text{bt})_2(\text{acac})]$)
)などの有機金属錯体の他、トリス(アセチルアセトナト) (モノフェナントロ
 リン) テルビウム (III) (略称: $[\text{Tb}(\text{acac})_3(\text{Phen})]$)のような希土類金属錯
 体が挙げられる。

【0183】

黄色または赤色を呈し、発光スペクトルのピーク波長が570nm以上750nm以下で
 ある燐光材料としては、以下のような物質が挙げられる。

【0184】

例えば、(ジイソブチリルメタナト)ビス[4, 6-ビス(3-メチルフェニル)ピリミ
 ジナト] イリジウム (III) (略称: $[\text{Ir}(5\text{mdppm})_2(\text{dibm})]$)、ビス[4, 6-
 ビス(3-メチルフェニル)ピリミジナト] (ジピバロイルメタナト) イリ
 ジウム (III) (略称: $[\text{Ir}(5\text{mdppm})_2(\text{dpm})]$)、ビス[4, 6-ジ
 (ナフタレン-1-イル)ピリミジナト] (ジピバロイルメタナト) イリジウム (III)
 (略称: $[\text{Ir}(\text{d1npm})_2(\text{dpm})]$)、トリス(4- t -ブチル-6-フェ
 ニルピリミジナト) イリジウム (III) (略称: $[\text{Ir}(\text{tBuppm})_3]$)のよう
 なピリミジン骨格を有する有機金属錯体、(アセチルアセトナト)ビス(2, 3, 5-
 トリフェニルピラジナト) イリジウム (III) (略称: $[\text{Ir}(\text{tppr})_2(\text{acac})]$)、
 ビス(2, 3, 5-トリフェニルピラジナト) (ジピバロイルメタナト) イリジ
 ウム (III) (略称: $[\text{Ir}(\text{tppr})_2(\text{dpm})]$)、ビス{4, 6-ジメチル
 -2-[3-(3, 5-ジメチルフェニル)-5-フェニル-2-ピラジニル- κN] フェ
 ニル- κC } (2, 6-ジメチル-3, 5-ヘプタンジオナト- $\kappa^2\text{O}, \text{O}'$) イリジウ

10

20

30

40

50

ム (III) (略称: $[\text{Ir}(\text{dmdppr-P})_2(\text{dibm})]$)、ビス {4, 6-ジメチル-2-[5-(4-シアノ-2, 6-ジメチルフェニル)-3-(3, 5-ジメチルフェニル)-2-ピラジニル- κN]フェニル- κC } (2, 2, 6, 6-テトラメチル-3, 5-ヘプタンジオナト- $\kappa^2\text{O}, \text{O}'$) イリジウム (III) (略称: $[\text{Ir}(\text{dmdppr-dmCP})_2(\text{dpm})]$)、(アセチルアセトナト)ビス [2-メチル-3-フェニルキノキサリナト-N, C^2] イリジウム (III) (略称: $[\text{Ir}(\text{mpq})_2(\text{acac})]$)、(アセチルアセトナト)ビス (2, 3-ジフェニルキノキサリナト-N, C^2) イリジウム (III) (略称: $[\text{Ir}(\text{dpq})_2(\text{acac})]$)、(アセチルアセトナト)ビス [2, 3-ビス (4-フルオロフェニル) キノキサリナト] イリジウム (III) (略称: $[\text{Ir}(\text{Fdpq})_2(\text{acac})]$)、ビス {4, 6-ジメチル-2-[5-(5-シアノ-2-メチルフェニル)-3-(3, 5-ジメチルフェニル)-2-ピラジニル- κN]フェニル- κC } (2, 2, 6, 6-テトラメチル-3, 5-ヘプタンジオナト- $\kappa^2\text{O}, \text{O}'$) イリジウム (III) (略称: $[\text{Ir}(\text{dmdppr-m5CP})_2(\text{dpm})]$) のようなピラジン骨格を有する有機金属錯体や、トリス (1-フェニルイソキノリナト-N, C^2) イリジウム (III) (略称: $[\text{Ir}(\text{piq})_3]$)、ビス (1-フェニルイソキノリナト-N, C^2) イリジウム (III) アセチルアセトナト (略称: $[\text{Ir}(\text{piq})_2(\text{acac})]$)、ビス [4, 6-ジメチル-2-(2-キノリニル- κN)フェニル- κC] (2, 4-ペンタンジオナト- $\kappa^2\text{O}, \text{O}'$) イリジウム (III) のようなピリジン骨格を有する有機金属錯体、2, 3, 7, 8, 12, 13, 17, 18-オクタエチル-21H, 23H-ポルフィリン白金 (II) (略称: $[\text{PtOEP}]$) のような白金錯体、トリス (1, 3-ジフェニル-1, 3-プロパンジオナト) (モノフェナントロリン) ユーロピウム (III) (略称: $[\text{Eu}(\text{DBM})_3(\text{Phen})]$)、トリス [1-(2-テノイル)-3, 3, 3-トリフルオロアセトナト] (モノフェナントロリン) ユーロピウム (III) (略称: $[\text{Eu}(\text{TfA})_3(\text{Phen})]$) のような希土類金属錯体が挙げられる。

【0185】

発光層 113 に用いる有機化合物 (ホスト材料、アシスト材料等) としては、発光物質のエネルギーギャップより大きなエネルギーギャップを有する物質を、一種もしくは複数種選択して用いることができる。

【0186】

発光層 113 に用いる発光物質が蛍光材料である場合、発光物質と組み合わせて用いる有機化合物としては、一重項励起状態のエネルギー準位が大きく、三重項励起状態のエネルギー準位が小さい有機化合物を用いるのが好ましい。

【0187】

一部上記の具体例と重複するが、発光物質 (蛍光材料、燐光材料) との好ましい組み合わせという観点から、以下に有機化合物の具体例を示す。

【0188】

発光物質が蛍光材料である場合、発光物質と組み合わせて用いることができる有機化合物としては、アントラセン誘導体、テトラセン誘導体、フェナントレン誘導体、ピレン誘導体、クリセン誘導体、ジベンゾ [g, p] クリセン誘導体等の縮合多環芳香族化合物が挙げられる。

【0189】

蛍光材料と組み合わせて用いる有機化合物 (ホスト材料) の具体例としては、9-フェニル-3-[4-(10-フェニル-9-アントリル)フェニル]-9H-カルバゾール (略称: PCzPA)、3, 6-ジフェニル-9-[4-(10-フェニル-9-アントリル)フェニル]-9H-カルバゾール (略称: DPCzPA)、 PCPN 、9, 10-ジフェニルアントラセン (略称: DPAnth)、N, N-ジフェニル-9-[4-(10-フェニル-9-アントリル)フェニル]-9H-カルバゾール-3-アミン (略称: CzA1PA)、4-(10-フェニル-9-アントリル)トリフェニルアミン (略称: DPhPA)、4-(9H-カルバゾール-9-イル)-4'-(10-フェニル-9-アン

10

20

30

40

50

トリル) トリフェニルアミン (略称: YGAPA)、N, 9-ジフェニル-N-[4-(10-フェニル-9-アントリル)フェニル]-9H-カルバゾール-3-アミン (略称: PCAPA)、N, 9-ジフェニル-N-{4-[4-(10-フェニル-9-アントリル)フェニル]フェニル}-9H-カルバゾール-3-アミン (略称: PCAPBA)、N-(9, 10-ジフェニル-2-アントリル)-N, 9-ジフェニル-9H-カルバゾール-3-アミン (略称: 2PCAPA)、6, 12-ジメトキシ-5, 11-ジフェニルクリセン、N, N, N', N', N'', N'', N''', N''', N'''-オクタフェニルジベンゾ[*p*]クリセン-2, 7, 10, 15-テトラアミン (略称: DBC1)、CzPA、7-[4-(10-フェニル-9-アントリル)フェニル]-7H-ジベンゾ[*c*, *g*]カルバゾール (略称: cgDBCzPA)、6-[3-(9, 10-ジフェニル-2-アントリル)フェニル]-ベンゾ[*b*]ナフト[1, 2-*d*]フラン (略称: 2mBnfPPA)、9-フェニル-10-{4-(9-フェニル-9H-フルオレン-9-イル)ビフェニル-4'-イル}アントラセン (略称: FLPPA)、9, 10-ビス(3, 5-ジフェニルフェニル)アントラセン (略称: DPPA)、9, 10-ジ(2-ナフチル)アントラセン (略称: DNA)、2-*tert*-ブチル-9, 10-ジ(2-ナフチル)アントラセン (略称: *t*-BuDNA)、9, 9'-ビアントリル (略称: BANT)、9, 9'-(スチルベン-3, 3'-ジイル)ジフェナントレン (略称: DPNS)、9, 9'-(スチルベン-4, 4'-ジイル)ジフェナントレン (略称: DPNS2)、1, 3, 5-トリ(1-ピレニル)ベンゼン (略称: TPB3)、5, 12-ジフェニルテトラセン、5, 12-ビス(ビフェニル-2-イル)テトラセンなどが挙げられる。

10

20

【0190】

発光物質が燐光材料である場合、発光物質と組み合わせて用いる有機化合物としては、発光物質の三重項励起エネルギー (基底状態と三重項励起状態とのエネルギー差) よりも三重項励起エネルギーの大きい有機化合物を選択すればよい。

【0191】

励起錯体を形成させるべく複数の有機化合物 (例えば、第1のホスト材料、及び第2のホスト材料 (またはアシスト材料) 等) を発光物質と組み合わせて用いる場合は、これらの複数の有機化合物を燐光材料 (特に有機金属錯体) と混合して用いることが好ましい。

【0192】

このような構成とすることにより、励起錯体から発光物質へのエネルギー移動である ExTET (Exciplex-Triplet Energy Transfer) を用いた発光を効率よく得ることができる。なお、複数の有機化合物の組み合わせとしては、励起錯体が形成されやすいものがよく、正孔を受け取りやすい化合物 (正孔輸送性材料) と、電子を受け取りやすい化合物 (電子輸送性材料) とを組み合わせることが特に好ましい。なお、実施の形態1で示した本発明の一態様の有機化合物は、正孔を受け取りやすい化合物として好適である。なお、正孔輸送性材料及び電子輸送性材料の具体例については、本実施の形態で示す材料を用いることができる。この構成により、発光デバイスの高効率、低電圧駆動、長寿命を同時に実現できる。

30

【0193】

発光物質が燐光材料である場合に発光物質と組み合わせて用いることができる有機化合物としては、芳香族アミン、カルバゾール誘導体、ジベンゾチオフェン誘導体、ジベンゾフラン誘導体、亜鉛やアルミニウム系の金属錯体、オキサジアゾール誘導体、トリアゾール誘導体、ベンゾイミダゾール誘導体、キノキサリン誘導体、ジベンゾキノキサリン誘導体、ピリジン誘導体、トリアジン誘導体、ピリジン誘導体、ビピリジン誘導体、フェナントロリン誘導体等が挙げられる。

40

【0194】

なお、上記のうち、正孔輸送性の高い有機化合物である芳香族アミン (芳香族アミン骨格を有する化合物)、カルバゾール誘導体、ジベンゾチオフェン誘導体 (チオフェン誘導体)、ジベンゾフラン誘導体 (フラン誘導体) の具体例としては、上記に示した正孔輸送性材料の具体例と同じものが挙げられる。

50

【0195】

電子輸送性の高い有機化合物である、亜鉛やアルミニウム系の金属錯体の具体例としては、トリス（8-キノリノラト）アルミニウム（III）（略称：Alq）、トリス（4-メチル-8-キノリノラト）アルミニウム（III）（略称：Almq₃）、ビス（10-ヒドロキシベンゾ[h]キノリナト）ベリリウム（II）（略称：BeBq₂）、ビス（2-メチル-8-キノリノラト）（4-フェニルフェノラト）アルミニウム（III）（略称：BALq）、ビス（8-キノリノラト）亜鉛（II）（略称：Znq）など、キノリン骨格またはベンゾキノリン骨格を有する金属錯体等が挙げられる。

【0196】

この他、ビス〔2-（2-ベンゾオキサゾリル）フェノラト〕亜鉛（II）（略称：ZnPBO）、ビス〔2-（2-ベンゾチアゾリル）フェノラト〕亜鉛（II）（略称：ZnBTZ）などのオキサゾール系、チアゾール系配位子を有する金属錯体なども用いることができる。

【0197】

電子輸送性の高い有機化合物である、オキサジアゾール誘導体、トリアゾール誘導体、ベンゾイミダゾール誘導体、キノキサリン誘導体、ジベンゾキノキサリン誘導体、フェナントロリン誘導体の具体例としては、2-（4-ビフェニル）-5-（4-tert-ブチルフェニル）-1,3,4-オキサジアゾール（略称：PBD）、1,3-ビス〔5-（p-tert-ブチルフェニル）-1,3,4-オキサジアゾール-2-イル〕ベンゼン（略称：OXD-7）、9-〔4-（5-フェニル-1,3,4-オキサジアゾール-2-イル）フェニル〕-9H-カルバゾール（略称：CO11）、3-（4-ビフェニル）-4-フェニル-5-（4-tert-ブチルフェニル）-1,2,4-トリアゾール（略称：TAZ）、3-（4-tert-ブチルフェニル）-4-（4-エチルフェニル）-5-（4-ビフェニル）-1,2,4-トリアゾール（略称：p-EtTAZ）、2,2',2''-（1,3,5-ベンゼントリイル）トリス（1-フェニル-1H-ベンゾイミダゾール）（略称：TPBI）、2-〔3-（ジベンゾチオフェン-4-イル）フェニル〕-1-フェニル-1H-ベンゾイミダゾール（略称：mDBTBIm-II）、4,4'-ビス（5-メチルベンゾオキサゾール-2-イル）スチルベン（略称：BzOs）、バソフェナントロリン（略称：BPhen）、バソキュプロイン（略称：BCP）、2,9-ビス（ナフタレン-2-イル）-4,7-ジフェニル-1,10-フェナントロリン（略称：NBPhen）、2-〔3-（ジベンゾチオフェン-4-イル）フェニル〕ジベンゾ〔f,h〕キノキサリン（略称：2mDBTPDBq-II）、2-〔3'-（ジベンゾチオフェン-4-イル）ビフェニル-3-イル〕ジベンゾ〔f,h〕キノキサリン（略称：2mDBTBPD Bq-II）、2-〔3'-（9H-カルバゾール-9-イル）ビフェニル-3-イル〕ジベンゾ〔f,h〕キノキサリン（略称：2mCzBPDBq）、2-〔4-（3,6-ジフェニル-9H-カルバゾール-9-イル）フェニル〕ジベンゾ〔f,h〕キノキサリン（略称：2CzPD Bq-II）、7-〔3-（ジベンゾチオフェン-4-イル）フェニル〕ジベンゾ〔f,h〕キノキサリン（略称：7mDBTPDBq-II）、及び6-〔3-（ジベンゾチオフェン-4-イル）フェニル〕ジベンゾ〔f,h〕キノキサリン（略称：6mDBTPDBq-II）などが挙げられる。

【0198】

電子輸送性の高い有機化合物である、ジアジン骨格を有する複素環化合物、トリアジン骨格を有する複素環化合物、ピリジン骨格を有する複素環化合物の具体例としては、4,6-ビス〔3-（フェナントレン-9-イル）フェニル〕ピリミジン（略称：4,6mPnP2Pm）、4,6-ビス〔3-（4-ジベンゾチエニル）フェニル〕ピリミジン（略称：4,6mDBTP2Pm-II）、4,6-ビス〔3-（9H-カルバゾール-9-イル）フェニル〕ピリミジン（略称：4,6mCzP2Pm）、2-〔4-〔3-（N-フェニル-9H-カルバゾール-3-イル）-9H-カルバゾール-9-イル〕フェニル〕-4,6-ジフェニル-1,3,5-トリアジン（略称：PCCzPTzn）、9-〔3-（4,6-ジフェニル-1,3,5-トリアジン-2-イル）フェニル〕-9'-フェニ

10

20

30

40

50

ル-2, 3'-ビ-9H-カルバゾール (略称: mPCCzPTzn-02)、2-[3'-(9,9-ジメチル-9H-フルオレン-2-イル)-1,1'-ビフェニル-3-イル]-4,6-ジフェニル-1,3,5-トリアジン (略称: mFBPTzn)、2-[(1,1'-ビフェニル)-4-イル]-4-フェニル-6-[9,9'-スピロビ(9H-フルオレン)-2-イル]-1,3,5-トリアジン (略称: BP-SFTzn)、2-{3-[3-(ベンゾ[b]ナフト[1,2-d]フラン-8-イル)フェニル]フェニル}-4,6-ジフェニル-1,3,5-トリアジン (略称: mBnfBPTzn)、2-{3-[3-(ベンゾ[b]ナフト[1,2-d]フラン-6-イル)フェニル]フェニル}-4,6-ジフェニル-1,3,5-トリアジン (略称: mBnfBPTzn-02)、3,5-ビス[3-(9H-カルバゾール-9-イル)フェニル]ピリジン (略称: 35DCzPPy)、1,3,5-トリ[3-(3-ピリジル)フェニル]ベンゼン (略称: TmPyPB) などが挙げられる。

【0199】

電子輸送性の高い有機化合物としては、ポリ(2,5-ピリジンジイル) (略称: PPy)、ポリ[(9,9-ジヘキシルフルオレン-2,7-ジイル)-co-(ピリジン-3,5-ジイル)] (略称: PF-Py)、ポリ[(9,9-ジオクチルフルオレン-2,7-ジイル)-co-(2,2'-ビピリジン-6,6'-ジイル)] (略称: PF-BPy) のような高分子化合物を用いることもできる。

【0200】

TADF材料とは、三重項励起状態をわずかな熱エネルギーによって一重項励起状態にアップコンバート (逆項間交差) が可能で、一重項励起状態からの発光 (蛍光) を効率よく呈する材料のことである。また、熱活性化遅延蛍光が効率良く得られる条件としては、三重項励起準位と一重項励起準位のエネルギー差が0 eV以上0.2 eV以下、好ましくは0 eV以上0.1 eV以下であることが挙げられる。また、TADF材料における遅延蛍光とは、通常の蛍光と同様のスペクトルを持ちながら、寿命が著しく長い発光をいう。その寿命は、 10^{-6} 秒以上、好ましくは 10^{-3} 秒以上である。

【0201】

TADF材料としては、例えば、フラーレンやその誘導体、プロフラビン等のアクリジン誘導体、エオシン等が挙げられる。また、マグネシウム (Mg)、亜鉛 (Zn)、カドミウム (Cd)、スズ (Sn)、白金 (Pt)、インジウム (In)、もしくはパラジウム (Pd) 等を含む金属含有ポルフィリンが挙げられる。金属含有ポルフィリンとしては、例えば、プロトポルフィリン-フッ化スズ錯体 (略称: SnF₂ (Proto IX))、メソポルフィリン-フッ化スズ錯体 (略称: SnF₂ (Meso IX))、ヘマトポルフィリン-フッ化スズ錯体 (略称: SnF₂ (Hemato IX))、コプロポルフィリン-テトラメチルエステル-フッ化スズ錯体 (略称: SnF₂ (Copro III-4Me))、オクタエチルポルフィリン-フッ化スズ錯体 (略称: SnF₂ (OEP))、エチオポルフィリン-フッ化スズ錯体 (略称: SnF₂ (Etio I))、オクタエチルポルフィリン-塩化白金錯体 (略称: PtCl₂OEP) 等が挙げられる。

【0202】

その他にも、2-(ビフェニル-4-イル)-4,6-ビス(12-フェニルインドロ[2,3-a]カルバゾール-11-イル)-1,3,5-トリアジン (略称: PIC-TRZ)、PCCzPTzn、2-[4-(10H-フェノキサジン-10-イル)フェニル]-4,6-ジフェニル-1,3,5-トリアジン (略称: PXZ-TRZ)、3-[4-(5-フェニル-5,10-ジヒドロフェナジン-10-イル)フェニル]-4,5-ジフェニル-1,2,4-トリアゾール (略称: PPZ-3TPT)、3-(9,9-ジメチル-9H-アクリジン-10-イル)-9H-キサンテン-9-オン (略称: ACRXTN)、ビス[4-(9,9-ジメチル-9,10-ジヒドロアクリジン)フェニル]スルホン (略称: DMAC-DPS)、10-フェニル-10H,10'-H-スピロ[アクリジン-9,9'-アントラセン]-10'-オン (略称: ACRSA)、等のπ電子過剰型複素芳香環及びπ電子不足型複素芳香環を有する複素環化合物を用いることができる

。なお、 π 電子過剰型複素芳香環と π 電子不足型複素芳香環とが直接結合した物質は、 π 電子過剰型複素芳香環のドナー性と π 電子不足型複素芳香環のアクセプター性が共に強くなり、一重項励起状態と三重項励起状態のエネルギー差が小さくなるため、特に好ましい。

【0203】

なお、TADF材料を用いる場合、他の有機化合物と組み合わせて用いることもできる。特に、上述したホスト材料、正孔輸送材料、電子輸送材料と組み合わせることができる。

【0204】

また、上記の材料は、低分子材料や高分子材料と組み合わせることにより発光層113の形成に用いることができる。また、成膜には、公知の方法（蒸着法や塗布法や印刷法など）を適宜用いることができる。

【0205】

<電子輸送層>

電子輸送層114は、電子注入層115によって、第2の電極102から注入された電子を発光層113に輸送する層である。なお、電子輸送層114は、電子輸送性材料を含む層である。電子輸送層114に用いる電子輸送性材料は、 $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 以上の電子移動度を有する物質が好ましい。なお、正孔よりも電子の輸送性の高い物質であれば、これら以外のものも用いることができる。

【0206】

電子輸送性材料としては、キノリン骨格を有する金属錯体、ベンゾキノリン骨格を有する金属錯体、オキサゾール骨格を有する金属錯体、チアゾール骨格を有する金属錯体等の他、オキサジアゾール誘導体、トリアゾール誘導体、イミダゾール誘導体、オキサゾール誘導体、チアゾール誘導体、フェナントロリン誘導体、キノリン配位子を有するキノリン誘導体、ベンゾキノリン誘導体、キノキサリン誘導体、ジベンゾキノキサリン誘導体、ピリジン誘導体、ビピリジン誘導体、ピリミジン誘導体、その他含窒素複素芳香族化合物を含む π 電子不足型複素芳香族化合物等の電子輸送性の高い材料を用いることができる。

【0207】

電子輸送性材料の具体例としては、上記に示した材料を用いることができる。

【0208】

<電子注入層>

電子注入層115は、電子注入性の高い材料を含む層である。電子注入層115には、フッ化リチウム（LiF）、フッ化セシウム（CsF）、フッ化カルシウム（CaF₂）、リチウム酸化物（LiO_x）等のようなアルカリ金属、アルカリ土類金属、またはそれらの化合物を用いることができる。また、フッ化エルビウム（ErF₃）のような希土類金属化合物を用いることができる。また、電子注入層115にエレクトライドを用いてもよい。エレクトライドとしては、例えば、カルシウムとアルミニウムの混合酸化物に電子を高濃度添加した物質等が挙げられる。なお、上述した電子輸送層114を構成する物質を用いることもできる。

【0209】

また、電子注入層115に、電子輸送性材料とドナー性材料（電子供与性材料）とを含む複合材料を用いてもよい。このような複合材料は、電子供与体によって有機化合物に電子が発生するため、電子注入性及び電子輸送性に優れている。この場合、有機化合物としては、発生した電子の輸送に優れた材料であることが好ましく、具体的には、例えば上述した電子輸送層114に用いる電子輸送性材料（金属錯体や複素芳香族化合物等）を用いることができる。電子供与体としては、有機化合物に対し電子供与性を示す物質であればよい。具体的には、アルカリ金属やアルカリ土類金属や希土類金属が好ましく、リチウム、セシウム、マグネシウム、カルシウム、エルビウム、イッテルビウム等が挙げられる。また、アルカリ金属酸化物やアルカリ土類金属酸化物が好ましく、リチウム酸化物、カルシウム酸化物、バリウム酸化物等が挙げられる。また、酸化マグネシウムのようなルイス塩基を用いることもできる。また、テトラチアフルバレン（略称：TTF）等の有機化合物を用いることもできる。

【0210】

<電荷発生層>

図1(C)に示す発光デバイスにおいて、電荷発生層104は、第1の電極101（陽極）と第2の電極102（陰極）との間に電圧を印加したときに、EL層103aに電子を注入し、EL層103bに正孔を注入する機能を有する。

【0211】

電荷発生層104は、正孔輸送性材料とアクセプター性材料（電子受容性材料）とを含む構成であっても、電子輸送性材料とドナー性材料とを含む構成であってもよい。このような構成の電荷発生層104を形成することにより、EL層が積層された場合における駆動電圧の上昇を抑制することができる。

【0212】

正孔輸送性材料、アクセプター性材料、電子輸送性材料、及びドナー性材料は、それぞれ上述の材料を用いることができる。

【0213】

なお、本実施の形態で示す発光デバイスの作製には、蒸着法などの真空プロセスや、スピコート法やインクジェット法などの溶液プロセスを用いることができる。蒸着法を用いる場合には、スパッタ法、イオンプレーティング法、イオンビーム蒸着法、分子線蒸着法、真空蒸着法などの物理蒸着法（PVD法）や、化学蒸着法（CVD法）等を用いることができる。特にEL層に含まれる機能層（正孔注入層、正孔輸送層、発光層、電子輸送層、電子注入層）及び電荷発生層については、蒸着法（真空蒸着法等）、塗布法（ディップコート法、ダイコート法、バーコート法、スピコート法、スプレーコート法等）、印刷法（インクジェット法、スクリーン（孔版印刷）法、オフセット（平版印刷）法、フレキソ（凸版印刷）法、グラビア法、マイクロコンタクト法等）などの方法により形成することができる。

【0214】

EL層103を構成する機能層及び電荷発生層の材料は、それぞれ、上述の材料に限定されない。例えば、機能層の材料として、高分子化合物（オリゴマー、 dendリマー、ポリマー等）、中分子化合物（低分子と高分子の中間領域の化合物：分子量400乃至4000）、無機化合物（量子ドット材料等）等を用いてもよい。なお、量子ドット材料としては、コロイド状量子ドット材料、合金型量子ドット材料、コア・シェル型量子ドット材料、コア型量子ドット材料などを用いることができる。

【0215】

本実施の形態は、他の実施の形態と適宜組み合わせることができる。

【0216】

（実施の形態3）

本実施の形態では、本発明の一態様の発光装置について図2～図5を用いて説明する。

【0217】

〔発光装置の構成例1〕

図2(A)に、発光装置の上面図を示し、図2(B)、図2(C)に、図2(A)の一点鎖線X1-Y1間及びX2-Y2間の断面図を示す。図2(A)～図2(C)に示す発光装置は、例えば、照明装置に用いることができる。発光装置は、ボトムエミッション、トップエミッション、デュアルエミッションのいずれであってもよい。

【0218】

図2(B)に示す発光装置は、基板490a、基板490b、導電層406、導電層416、絶縁層405、有機ELデバイス450（第1の電極401、EL層402、及び第2の電極403）、及び接着層407を有する。有機ELデバイス450は、発光素子、有機EL素子、発光デバイスなどということもできる。EL層402は、実施の形態1に示す、本発明の一態様の有機化合物を有することが好ましい。例えば、正孔注入層の材料、正孔輸送層の材料、及び、発光層のホスト材料のうち、少なくともいずれか一つとして、当該有機化合物を有することが好ましい。

【0219】

有機ELデバイス450は、基板490a上の第1の電極401と、第1の電極401上のEL層402と、EL層402上の第2の電極403とを有する。基板490a、接着層407、及び基板490bによって、有機ELデバイス450は封止されている。

【0220】

第1の電極401、導電層406、導電層416の端部は絶縁層405で覆われている。導電層406は第1の電極401と電氣的に接続し、導電層416は第2の電極403と電氣的に接続する。第1の電極401を介して絶縁層405に覆われた導電層406は、補助配線として機能し、第1の電極401と電氣的に接続する。有機ELデバイス450の電極と電氣的に接続する補助配線を有すると、電極の抵抗に起因する電圧降下を抑制できるため、好ましい。導電層406は、第1の電極401上に設けられていてもよい。また、絶縁層405上等に、第2の電極403と電氣的に接続する補助配線を有していてもよい。

10

【0221】

基板490a及び基板490bには、それぞれ、ガラス、石英、セラミック、サファイア、有機樹脂などを用いることができる。基板490a及び基板490bに可撓性を有する材料を用いると、表示装置の可撓性を高めることができる。

【0222】

発光装置の発光面には、光取り出し効率を高めるための光取り出し構造、ゴミの付着を抑制する帯電防止膜、汚れを付着しにくくする撥水性の膜、使用に伴う傷の発生を抑制するハードコート膜、衝撃吸収層等を配置してもよい。

20

【0223】

絶縁層405に用いることのできる絶縁材料としては、例えば、アクリル樹脂、エポキシ樹脂などの樹脂、酸化シリコン、酸化窒化シリコン、窒化酸化シリコン、窒化シリコン、酸化アルミニウムなどの無機絶縁材料が挙げられる。

【0224】

接着層407としては、紫外線硬化型等の光硬化型接着剤、反応硬化型接着剤、熱硬化型接着剤、嫌気型接着剤などの各種硬化型接着剤を用いることができる。これら接着剤としてはエポキシ樹脂、アクリル樹脂、シリコーン樹脂、フェノール樹脂、ポリイミド樹脂、イミド樹脂、PVC（ポリビニルクロライド）樹脂、PVB（ポリビニルブチラル）樹脂、EVA（エチレンビニルアセテート）樹脂等が挙げられる。特に、エポキシ樹脂等の透湿性が低い材料が好ましい。また、二液混合型の樹脂を用いてもよい。また、接着シート等を用いてもよい。

30

【0225】

図2（C）に示す発光装置は、バリア層490c、導電層406、導電層416、絶縁層405、有機ELデバイス450、接着層407、バリア層423、及び基板490bを有する。

【0226】

図2（C）に示すバリア層490cは、基板420、接着層422、及びバリア性の高い絶縁層424を有する。

40

【0227】

図2（C）に示す発光装置では、バリア性の高い絶縁層424とバリア層423との間に、有機ELデバイス450が配置されている。したがって、基板420及び基板490bに比較的防水性の低い樹脂フィルムなどを用いても、有機ELデバイスに水などの不純物が入り込み寿命が低減することを、抑制することができる。

【0228】

基板420及び基板490bには、それぞれ、例えば、ポリエチレンテレフタレート（PET）、ポリエチレンナフタレート（PEN）等のポリエステル樹脂、ポリアクリロニトリル樹脂、アクリル樹脂、ポリイミド樹脂、ポリメチルメタクリレート樹脂、ポリカーボネート（PC）樹脂、ポリエーテルスルホン（PES）樹脂、ポリアミド樹脂（ナイロン

50

、アラミド等)、ポリシロキサン樹脂、シクロオレフィン樹脂、ポリスチレン樹脂、ポリアミドイミド樹脂、ポリウレタン樹脂、ポリ塩化ビニル樹脂、ポリ塩化ビニリデン樹脂、ポリプロピレン樹脂、ポリテトラフルオロエチレン(P T F E)樹脂、A B S樹脂、セルロースナノファイバー等を用いることができる。基板420及び基板490bには、可撓性を有する程度の厚さのガラスを用いてもよい。

【0229】

バリア性の高い絶縁層424としては、無機絶縁膜を用いることが好ましい。無機絶縁膜としては、例えば、窒化シリコン膜、酸化窒化シリコン膜、酸化シリコン膜、窒化酸化シリコン膜、酸化アルミニウム膜、窒化アルミニウム膜などを用いることができる。また、酸化ハフニウム膜、酸化イットリウム膜、酸化ジルコニウム膜、酸化ガリウム膜、酸化タンタル膜、酸化マグネシウム膜、酸化ランタン膜、酸化セリウム膜、及び酸化ネオジム膜等を用いてもよい。また、上述の絶縁膜を2以上積層して用いてもよい。

10

【0230】

バリア層423には、少なくとも1層の無機膜を有することが好ましい。例えば、バリア層423には、無機膜の単層構造や、無機膜と有機膜との積層構造を適用することができる。無機膜としては、上記無機絶縁膜が好適である。当該積層構造としては、例えば、酸化窒化シリコン膜と、酸化シリコン膜と、有機膜と、酸化シリコン膜と、窒化シリコン膜と、を順に形成する構成などが挙げられる。バリア層を無機膜と有機膜との積層構造とすることで、有機ELデバイス450に入り込みうる不純物(代表的には、水素、水など)を好適に抑制することができる。

20

【0231】

バリア性の高い絶縁層424及び有機ELデバイス450は、可撓性を有する基板420上に直接形成することができる。この場合、接着層422は不要である。また、絶縁層424及び有機ELデバイス450は、硬質基板上に剥離層を介して形成した後、基板420に転置することができる。例えば、剥離層に、熱、力、レーザ光などを与えることにより、硬質基板から絶縁層424及び有機ELデバイス450を剥離した後、接着層422を用いて基板420を貼り合わせることで、基板420に転置してもよい。剥離層としては、例えば、タングステン膜と酸化シリコン膜とを含む無機膜の積層構造や、ポリイミド等の有機樹脂膜等を用いることができる。硬質基板を用いる場合、樹脂基板などに比べて、高温をかけて絶縁層424を形成することができるため、絶縁層424を緻密で極めてバリア性の高い絶縁膜とすることができる。

30

【0232】

〔発光装置の構成例2〕

図3(A)に、発光装置の断面図を示す。図3(A)に示す発光装置は、トランジスタと発光デバイスとが電氣的に接続されてなるアクティブマトリクス型の発光装置である。

【0233】

図3(A)に示す発光装置は、基板201、トランジスタ210、発光デバイス203R、発光デバイス203G、発光デバイス203B、カラーフィルタ206R、カラーフィルタ206G、カラーフィルタ206B、基板205等を有する。

【0234】

図3(A)では、基板201上にトランジスタ210が設けられ、トランジスタ210上に絶縁層202が設けられ、絶縁層202上に発光デバイス203R、203G、203Bが設けられている。

40

【0235】

トランジスタ210、及び、発光デバイス203R、203G、203Bは、基板201、基板205、及び接着層208によって囲まれた空間207に封止されている。空間207は、例えば、減圧雰囲気、不活性雰囲気、または樹脂で充填された構成を適用できる。

【0236】

図3(A)に示す発光装置は、1つの画素が、赤色の副画素(R)、緑色の副画素(G)、及び青色の副画素(B)を有する構成である。

50

【0237】

本発明の一態様の発光装置は、マトリクス状に配置された複数の画素を有する。1つの画素は、1つ以上の副画素を有する。1つの副画素は、1つの発光デバイスを有する。例えば、画素には、副画素を3つ有する構成（R、G、Bの3色、または、黄色（Y）、シアン（C）、及びマゼンタ（M）の3色など）、または、副画素を4つ有する構成（R、G、B、白色（W）の4色、または、R、G、B、Yの4色など）を適用できる。

【0238】

図3（B）に、発光デバイス203R、発光デバイス203G、及び、発光デバイス203Bの詳細な構成を示す。発光デバイス203R、203G、203Bは、共通のEL層213を有し、また、各発光デバイスの発光色に応じて、各発光デバイスの電極間の光学距離が調整されたマイクロキャビティ構造を有する。EL層213は、実施の形態1に示す、本発明の一態様の有機化合物を有することが好ましい。例えば、正孔注入層の材料、正孔輸送層の材料、及び、発光層のホスト材料のうち、少なくともいずれか一つとして、当該有機化合物を有することが好ましい。

【0239】

第1の電極211は、反射電極として機能し、第2の電極215は、半透過・半反射電極として機能する。

【0240】

発光デバイス203Rは、赤色の光の強度が強められるよう、第1の電極211と第2の電極215との間が光学距離220Rとなるように調整されている。同様に、発光デバイス203Gは、緑色の光の強度が強められるよう、第1の電極211と第2の電極215との間が光学距離220Gとなるように調整され、発光デバイス203Bは、青色の光の強度が強められるよう、第1の電極211と第2の電極215との間が光学距離220Bとなるように調整されている。

【0241】

図3（B）に示すように、発光デバイス203Rにおいて導電層212Rを第1の電極211上に形成し、発光デバイス203Gにおいて導電層212Gを第1の電極211上に形成することで、光学調整を行うことができる。さらに、発光デバイス203Bにおいて、導電層212R及び導電層212Gとは異なる厚さの導電層を、第1の電極211上に形成して、光学距離220Bを調整してもよい。なお、図3（A）に示すように、第1の電極211、導電層212R、及び導電層212Gの端部は、絶縁層204に覆われている。

【0242】

図3（A）に示す発光装置は、発光デバイスから得られた発光が基板205に形成された各色のカラーフィルタを介して射出されるトップエミッション型の発光装置である。カラーフィルタは、可視光のうち特定の波長域を通過させ、特定の波長域を阻止することができる。

【0243】

赤色の副画素（R）では、発光デバイス203Rからの発光が、赤色のカラーフィルタ206Rを介して射出される。図3（A）に示すように、発光デバイス203Rと重なる位置に赤の波長域のみを通過させるカラーフィルタ206Rを設けることにより、発光デバイス203Rから赤色発光を得ることができる。

【0244】

同様に、緑色の副画素（G）では、発光デバイス203Gからの発光が、緑色のカラーフィルタ206Gを介して射出され、青色の副画素（B）では、発光デバイス203Bからの発光が、青色のカラーフィルタ206Bを介して射出される。

【0245】

なお、基板205には、ブラックマトリックス209（黒色層ともいえる）が設けられていてもよい。このとき、カラーフィルタの端部は、ブラックマトリックス209と重なることが好ましい。さらに、各色のカラーフィルタ及びブラックマトリックス209は、可

10

20

30

40

50

視光を透過するオーバーコート層で覆われていてもよい。

【0246】

図3（C）に示す発光装置は、1つの画素が、赤色の副画素（R）、緑色の副画素（G）、青色の副画素（B）、白色の副画素（W）を有する構成である。図3（C）において、白色の副画素（W）が有する発光デバイス203Wからの光は、カラーフィルタを介さずに発光装置の外部に射出される。

【0247】

なお、発光デバイス203Wにおける第1の電極211と第2の電極215との間の光学距離は、発光デバイス203R、203G、203Bのいずれかと同じであってもよく、いずれとも異なってもよい。

【0248】

例えば、発光デバイス203Wから発せられる光が色温度の低い白色光であるなど、青色の光の強度を強めたい場合には、図3（C）に示すように、発光デバイス203Wにおける光学距離を、発光デバイス203Bにおける光学距離220Bと等しくすることが好ましい。これにより、発光デバイス203Wから得られる光を所望の色温度の白色光に近づけることができる。

【0249】

図3（A）では、各色の副画素が有する発光デバイスに、共通のEL層213を用いる例を示したが、図4（A）に示すように、各色の副画素が有する発光デバイスに、それぞれ異なるEL層を用いてもよい。図4（A）においても、上述のマイクロキャビティ構造を同様に適用できる。

【0250】

図4（A）では、発光デバイス203Rが、EL層213Rを有し、発光デバイス203Gが、EL層213Gを有し、発光デバイス203Bが、EL層213Bを有する例を示す。EL層213R、213G、213Bは、共通の層を有していてもよい。例えば、EL層213R、213G、213Bは、互いに発光層の構成が異なり、他の層は共通の層であってもよい。図4（A）において、発光デバイス203R、203G、203Bが発した光は、カラーフィルタを介して取り出されてもよく、カラーフィルタを介さずに取り出されてもよい。

【0251】

図3（A）では、トップエミッション型の発光装置を示したが、図4（B）に示すように、トランジスタ210が形成されている基板201側に光を取り出す構造（ボトムエミッション型）の発光装置も本発明の一態様である。

【0252】

ボトムエミッション型の発光装置では、各色のカラーフィルタを、基板201と発光デバイスとの間に設けることが好ましい。図4（B）では、基板201上にトランジスタ210を形成し、トランジスタ210上に絶縁層202aを形成し、絶縁層202a上にカラーフィルタ206R、206G、206Bを形成し、カラーフィルタ206R、206G、206B上に絶縁層202bを形成し、絶縁層202b上に発光デバイス203R、203G、203Bを形成する例を示す。

【0253】

トップエミッション型の発光装置の場合には、基板201として遮光性の基板及び透光性の基板を用いることができ、基板205として透光性の基板を用いることができる。

【0254】

ボトムエミッション型の発光装置の場合には、基板205として遮光性の基板及び透光性の基板を用いることができ、基板201として透光性の基板を用いることができる。

【0255】

〔発光装置の構成例3〕

本発明の一態様の発光装置は、パッシブマトリクス型またはアクティブマトリクス型とすることができる。アクティブマトリクス型の発光装置について図5を用いて説明する。

10

20

30

40

50

【0256】

図5（A）に発光装置の上面図を示す。図5（B）に、図5（A）に示す一点鎖線A-A'間の断面図を示す。

【0257】

図5（A）、図5（B）に示すアクティブマトリクス型の発光装置は、画素部302、回路部303、回路部304a、及び回路部304bを有する。

【0258】

回路部303、回路部304a、及び回路部304bは、それぞれ、走査線駆動回路（ゲートドライバ）または信号線駆動回路（ソースドライバ）として機能することができる。または、外付けのゲートドライバまたはソースドライバと、画素部302と、を電氣的に接続する回路であってもよい。

10

【0259】

第1の基板301上には、引き回し配線307が設けられる。引き回し配線307は、外部入力端子であるFPC308と電氣的に接続される。FPC308は、回路部303、回路部304a、及び回路部304bに外部からの信号（例えば、ビデオ信号、クロック信号、スタート信号、リセット信号等）や電位を伝達する。また、FPC308にはプリント配線基板（PWB）が取り付けられていてもよい。図5（A）、図5（B）に示す構成は、発光デバイス（または発光装置）及びFPCを有する発光モジュールということもできる。

【0260】

画素部302は、有機ELデバイス317、トランジスタ311、及びトランジスタ312を有する画素を、複数有する。トランジスタ312は、有機ELデバイス317が有する第1の電極313と電氣的に接続されている。トランジスタ311は、スイッチング用トランジスタとして機能する。トランジスタ312は、電流制御用トランジスタとして機能する。なお、各画素が有するトランジスタの数は、特に限定されることはなく、必要に応じて適宜設けることができる。

20

【0261】

回路部303は、トランジスタ309、トランジスタ310等を含む、複数のトランジスタを有する。回路部303は、単極性（N型またはP型のいずれか一方のみ）のトランジスタを含む回路で形成されてもよいし、N型のトランジスタとP型のトランジスタを含むCMOS回路で形成されてもよい。また、外部に駆動回路を有する構成としてもよい。

30

【0262】

本実施の形態の発光装置が有するトランジスタの構造は特に限定されない。例えば、プレーナ型のトランジスタ、スタガ型のトランジスタ、逆スタガ型のトランジスタ等を用いることができる。また、トップゲート型またはボトムゲート型のいずれのトランジスタ構造としてもよい。または、チャネルが形成される半導体層の上下にゲートが設けられていてもよい。

【0263】

トランジスタに用いる半導体材料の結晶性についても特に限定されず、非晶質半導体、結晶性を有する半導体（微結晶半導体、多結晶半導体、単結晶半導体、または一部に結晶領域を有する半導体）のいずれを用いてもよい。結晶性を有する半導体を用いると、トランジスタ特性の劣化を抑制できるため好ましい。

40

【0264】

トランジスタの半導体層は、金属酸化物（酸化物半導体ともいう）を有することが好ましい。または、トランジスタの半導体層は、シリコンを有していてもよい。シリコンとしては、アモルファスシリコン、結晶性のシリコン（低温ポリシリコン、単結晶シリコンなど）などが挙げられる。

【0265】

半導体層は、例えば、インジウムと、M（Mは、ガリウム、アルミニウム、シリコン、ホウ素、イットリウム、スズ、銅、バナジウム、ベリリウム、チタン、鉄、ニッケル、ゲル

50

マニウム、ジルコニウム、モリブデン、ランタン、セリウム、ネオジム、ハフニウム、タンタル、タングステン、及びマグネシウムから選ばれた一種または複数種）と、亜鉛と、を有することが好ましい。特に、Mは、アルミニウム、ガリウム、イットリウム、及びスズから選ばれた一種または複数種であることが好ましい。

【0266】

特に、半導体層として、インジウム（In）、ガリウム（Ga）、及び亜鉛（Zn）を含む酸化物（IGZOとも記す）を用いることが好ましい。

【0267】

半導体層がIn-M-Zn酸化物の場合、In-M-Zn酸化物を成膜するために用いるスパッタリングターゲットは、Inの原子数比がMの原子数比以上であることが好ましい。このようなスパッタリングターゲットの金属元素の原子数比として、In:M:Zn=1:1:1、In:M:Zn=1:1:1.2、In:M:Zn=2:1:3、In:M:Zn=3:1:2、In:M:Zn=4:2:3、In:M:Zn=4:2:4.1、In:M:Zn=5:1:6、In:M:Zn=5:1:7、In:M:Zn=5:1:8、In:M:Zn=6:1:6、In:M:Zn=5:2:5等が挙げられる。

【0268】

回路部303、回路部304a、回路部304bが有するトランジスタと、画素部302が有するトランジスタは、同じ構造であってもよく、異なる構造であってもよい。回路部303、回路部304a、回路部304bが有する複数のトランジスタの構造は、全て同じであってもよく、2種類以上であってもよい。同様に、画素部302が有する複数のトランジスタの構造は、全て同じであってもよく、2種類以上であってもよい。

【0269】

第1の電極313の端部は、絶縁層314により覆われている。なお、絶縁層314には、ネガ型の感光性樹脂、ポジ型の感光性樹脂（アクリル樹脂）などの有機化合物や、酸化シリコン、酸化窒化シリコン、窒化シリコン等の無機化合物を用いることができる。絶縁層314の上端部または下端部には、曲率を有する曲面を有するのが好ましい。これにより、絶縁層314の上層に形成される膜の被覆性を良好なものとすることができる。

【0270】

第1の電極313上にはEL層315が設けられ、EL層315上には第2の電極316が設けられる。EL層315は、発光層、正孔注入層、正孔輸送層、電子輸送層、電子注入層、電荷発生層等を有する。EL層315は、実施の形態1に示す、本発明の一態様の有機化合物を有することが好ましい。例えば、正孔注入層の材料、正孔輸送層の材料、及び、発光層のホスト材料のうち、少なくともいずれか一つとして、当該有機化合物を有することが好ましい。

【0271】

複数のトランジスタ及び複数の有機ELデバイス317は、第1の基板301、第2の基板306、及びシール材305によって、封止されている。第1の基板301、第2の基板306、及びシール材305で囲まれた空間318は、不活性気体（窒素やアルゴン等）や有機物（シール材305を含む）で充填されていてもよい。

【0272】

シール材305には、エポキシ樹脂やガラスフリットを用いることができる。なお、シール材305には、できるだけ水分や酸素を透過しない材料を用いることが好ましい。シール材としてガラスフリットを用いる場合には、接着性の観点から第1の基板301及び第2の基板306はガラス基板であることが好ましい。

【0273】

図5（C）、図5（D）に、発光装置に用いることができるトランジスタの例を示す。

【0274】

図5（C）に示すトランジスタ320は、ゲートとして機能する導電層321、ゲート絶縁層として機能する絶縁層328、チャネル形成領域327i及び一対の低抵抗領域327nを有する半導体層327、一対の低抵抗領域327nの一方と接続する導電層322

a、一对の低抵抗領域327nの他方と接続する導電層322b、ゲート絶縁層として機能する絶縁層325、ゲートとして機能する導電層323、並びに、導電層323を覆う絶縁層324を有する。絶縁層328は、導電層321とチャネル形成領域327iとの間に位置する。絶縁層325は、導電層323とチャネル形成領域327iとの間に位置する。トランジスタ320は、絶縁層326によって覆われていることが好ましい。絶縁層326をトランジスタ320の構成要素に含んでいてもよい。

【0275】

導電層322a及び導電層322bは、それぞれ、絶縁層324に設けられた開口を介して低抵抗領域327nと接続される。導電層322a及び導電層322bのうち、一方はソースとして機能し、他方はドレインとして機能する。

【0276】

絶縁層325は、少なくとも半導体層327のチャネル形成領域327iと重ねて設けられる。絶縁層325は、一对の低抵抗領域327nの上面及び側面を覆っていてもよい。

【0277】

図5(D)に示すトランジスタ330は、ゲートとして機能する導電層331、ゲート絶縁層として機能する絶縁層338、ソース及びドレインとして機能する導電層332a及び導電層332b、半導体層337、ゲート絶縁層として機能する絶縁層335、並びに、ゲートとして機能する導電層333を有する。絶縁層338は、導電層331と半導体層337との間に位置する。絶縁層335は、導電層333と半導体層337との間に位置する。トランジスタ330は、絶縁層334によって覆われていることが好ましい。絶縁層334を、トランジスタ330の構成要素に含んでもよい。

【0278】

トランジスタ320及びトランジスタ330には、チャネルが形成される半導体層を2つのゲートで挟持する構成が適用されている。2つのゲートを接続し、これらに同一の信号を供給することによりトランジスタを駆動してもよい。または、2つのゲートのうち、一方に閾値電圧を制御するための電位を与え、他方に駆動のための電位を与えることで、トランジスタの閾値電圧を制御してもよい。

【0279】

トランジスタを覆う絶縁層の少なくとも一層に、水や水素などの不純物が拡散しにくい材料を用いることが好ましい。これにより、絶縁層をバリア層として機能させることができる。このような構成とすることで、トランジスタに外部から不純物が拡散することを効果的に抑制でき、発光装置の信頼性を高めることができる。

【0280】

絶縁層325、絶縁層326、絶縁層328、絶縁層334、絶縁層335、及び絶縁層338としては、それぞれ、無機絶縁膜を用いることが好ましい。無機絶縁膜としては、例えば、窒化シリコン膜、酸化窒化シリコン膜、酸化シリコン膜、窒化酸化シリコン膜、酸化アルミニウム膜、窒化アルミニウム膜などを用いることができる。また、酸化ハフニウム膜、酸化イットリウム膜、酸化ジルコニウム膜、酸化ガリウム膜、酸化タンタル膜、酸化マグネシウム膜、酸化ランタン膜、酸化セリウム膜、及び酸化ネオジム膜等を用いてもよい。また、上述の絶縁膜を2以上積層して用いてもよい。

【0281】

なお、発光装置を構成する各種導電層に用いることができる材料としては、アルミニウム、チタン、クロム、ニッケル、銅、イットリウム、ジルコニウム、モリブデン、銀、タンタル、またはタングステンなどの金属、またはこれを主成分とする合金などが挙げられる。またこれらの材料を含む膜を単層で、または積層構造として用いることができる。例えば、シリコンを含むアルミニウム膜の単層構造、チタン膜上にアルミニウム膜を積層する二層構造、タングステン膜上にアルミニウム膜を積層する二層構造、銅-マグネシウム-アルミニウム合金膜上に銅膜を積層する二層構造、チタン膜上に銅膜を積層する二層構造、タングステン膜上に銅膜を積層する二層構造、チタン膜または窒化チタン膜と、その上に重ねてアルミニウム膜または銅膜を積層し、さらにその上にチタン膜または窒化チタン

10

20

30

40

50

膜を形成する三層構造、モリブデン膜または窒化モリブデン膜と、その上に重ねてアルミニウム膜または銅膜を積層し、さらにその上にモリブデン膜または窒化モリブデン膜を形成する三層構造等がある。なお、酸化インジウム、酸化錫または酸化亜鉛等の酸化物を用いてもよい。また、マンガンを含む銅を用いると、エッチングによる形状の制御性が高まるため好ましい。

【0282】

本実施の形態は、他の実施の形態と適宜組み合わせることができる。

【0283】

(実施の形態4)

本実施の形態では、本発明の一態様の電子機器について図を用いて説明する。

10

【0284】

電子機器としては、例えば、テレビジョン装置、コンピュータ用などのモニタ、デジタルカメラ、デジタルビデオカメラ、デジタルフォトフレーム、携帯電話機（携帯電話、携帯電話装置ともいう）、携帯型ゲーム機、携帯情報端末、音響再生装置、パチンコ機などの大型ゲーム機、生体認証機器、検査機器が挙げられる。

【0285】

本発明の一態様の電子機器は、表示部に本発明の一態様の発光装置を有するため、発光効率が高く、信頼性が高い。

【0286】

本実施の形態の電子機器の表示部には、例えばフルハイビジョン、4K2K、8K4K、16K8K、またはそれ以上の解像度を有する映像を表示させることができる。また、表示部の画面サイズとしては、対角20インチ以上、対角30インチ以上、対角50インチ以上、対角60インチ以上、または対角70インチ以上とすることができる。

20

【0287】

本発明の一態様の電子機器は可撓性を有するため、家屋もしくはビルの内壁もしくは外壁、または、自動車の内装もしくは外装の曲面に沿って組み込むことも可能である。

【0288】

また、本発明の一態様の電子機器は、二次電池を有していてもよく、非接触電力伝送を用いて、二次電池を充電することができると好ましい。

【0289】

30

二次電池としては、例えば、ゲル状電解質を用いるリチウムポリマー電池（リチウムイオンポリマー電池）等のリチウムイオン二次電池、ニッケル水素電池、ニカド電池、有機ラジカル電池、鉛蓄電池、空気二次電池、ニッケル亜鉛電池、銀亜鉛電池などが挙げられる。

【0290】

本発明の一態様の電子機器は、アンテナを有していてもよい。アンテナで信号を受信することで、表示部で映像または情報等の表示を行うことができる。また、電子機器がアンテナ及び二次電池を有する場合、アンテナを、非接触電力伝送に用いてもよい。

【0291】

本実施の形態の電子機器は、センサ（力、変位、位置、速度、加速度、角速度、回転数、距離、光、液、磁気、温度、化学物質、音声、時間、硬度、電場、電流、電圧、電力、放射線、流量、湿度、傾度、振動、にのみまたは赤外線を測定する機能を含むもの）を有していてもよい。

40

【0292】

本実施の形態の電子機器は、様々な機能を有することができる。例えば、様々な情報（静止画、動画、テキスト画像など）を表示部に表示する機能、タッチパネル機能、カレンダー、日付または時刻などを表示する機能、様々なソフトウェア（プログラム）を実行する機能、無線通信機能、記録媒体に記録されているプログラムまたはデータを読み出す機能等を有することができる。

【0293】

図6（A）にテレビジョン装置の一例を示す。テレビジョン装置7100は、筐体710

50

１に表示部７０００が組み込まれている。ここでは、スタンド７１０３により筐体７１０１を支持した構成を示している。

【０２９４】

表示部７０００に、本発明の一態様の発光装置を適用することができる。

【０２９５】

図６（Ａ）に示すテレビジョン装置７１００の操作は、筐体７１０１が備える操作スイッチや、別体のリモコン操作機７１１１により行うことができる。または、表示部７０００にタッチセンサを備えていてもよく、指等で表示部７０００に触れることで操作してもよい。リモコン操作機７１１１は、当該リモコン操作機７１１１から出力する情報を表示する表示部を有していてもよい。リモコン操作機７１１１が備える操作キーまたはタッチパネルにより、チャンネル及び音量の操作を行うことができ、表示部７０００に表示される映像を操作することができる。

10

【０２９６】

なお、テレビジョン装置７１００は、受信機及びモデムなどを備えた構成とする。受信機により一般のテレビ放送の受信を行うことができる。また、モデムを介して有線または無線による通信ネットワークに接続することにより、一方向（送信者から受信者）または双方向（送信者と受信者間、あるいは受信者間同士など）の情報通信を行うことも可能である。

【０２９７】

図６（Ｂ）に、ノート型パーソナルコンピュータの一例を示す。ノート型パーソナルコンピュータ７２００は、筐体７２１１、キーボード７２１２、ポインティングデバイス７２１３、外部接続ポート７２１４等を有する。筐体７２１１に、表示部７０００が組み込まれている。

20

【０２９８】

表示部７０００に、本発明の一態様の発光装置を適用することができる。

【０２９９】

図６（Ｃ）、図６（Ｄ）に、デジタルサイネージの一例を示す。

【０３００】

図６（Ｃ）に示すデジタルサイネージ７３００は、筐体７３０１、表示部７０００、及びスピーカ７３０３等を有する。さらに、ＬＥＤランプ、操作キー（電源スイッチ、または操作スイッチを含む）、接続端子、各種センサ、マイクロフォン等を有することができる。

30

【０３０１】

図６（Ｄ）は円柱状の柱７４０１に取り付けられたデジタルサイネージ７４００である。デジタルサイネージ７４００は、柱７４０１の曲面に沿って設けられた表示部７０００を有する。

【０３０２】

図６（Ｃ）、図６（Ｄ）において、表示部７０００に、本発明の一態様の発光装置を適用することができる。

【０３０３】

表示部７０００が広いほど、一度に提供できる情報量を増やすことができる。また、表示部７０００が広いほど、人の目につきやすく、例えば、広告の宣伝効果を高めることができる。

40

【０３０４】

表示部７０００にタッチパネルを適用することで、表示部７０００に画像または動画を表示するだけでなく、使用者が直感的に操作することができ、好ましい。また、路線情報もしくは交通情報などの情報を提供するための用途に用いる場合には、直感的な操作によりユーザビリティを高めることができる。

【０３０５】

また、図６（Ｃ）、図６（Ｄ）に示すように、デジタルサイネージ７３００またはデジタルサイネージ７４００は、ユーザが所持するスマートフォン等の情報端末機７３１１また

50

は情報端末機 7411 と無線通信により連携可能であることが好ましい。例えば、表示部 7000 に表示される広告の情報を、情報端末機 7311 または情報端末機 7411 の画面に表示させることができる。また、情報端末機 7311 または情報端末機 7411 を操作することで、表示部 7000 の表示を切り替えることができる。

【0306】

また、デジタルサイネージ 7300 またはデジタルサイネージ 7400 に、情報端末機 7311 または情報端末機 7411 の画面を操作手段（コントローラ）としたゲームを実行させることもできる。これにより、不特定多数のユーザが同時にゲームに参加し、楽しむことができる。

【0307】

図 7（A）～図 7（F）に、可撓性を有する表示部 7001 を有する携帯情報端末の一例を示す。

【0308】

表示部 7001 は、本発明の一態様の発光装置を用いて作製される。例えば、曲率半径 0.01mm 以上 150mm 以下で曲げることができる発光装置を適用できる。また、表示部 7001 はタッチセンサを備えていてもよく、指等で表示部 7001 に触れることで携帯情報端末を操作することができる。

【0309】

図 7（A）～図 7（C）に、折りたたみ可能な携帯情報端末の一例を示す。図 7（A）では、展開した状態、図 7（B）では、展開した状態または折りたたんだ状態の一方から他方に変化する途中の状態、図 7（C）では、折りたたんだ状態の携帯情報端末 7600 を示す。携帯情報端末 7600 は、折りたたんだ状態では可搬性に優れ、展開した状態では、継ぎ目のない広い表示領域により一覧性に優れる。

【0310】

表示部 7001 はヒンジ 7602 によって連結された 3 つの筐体 7601 に支持されている。ヒンジ 7602 を介して 2 つの筐体 7601 間を屈曲させることにより、携帯情報端末 7600 を展開した状態から折りたたんだ状態に可逆的に変形させることができる。

【0311】

図 7（D）、図 7（E）に、折りたたみ可能な携帯情報端末の一例を示す。図 7（D）では、表示部 7001 が内側になるように折りたたんだ状態、図 7（E）では、表示部 7001 が外側になるように折りたたんだ状態の携帯情報端末 7650 を示す。携帯情報端末 7650 は表示部 7001 及び非表示部 7651 を有する。携帯情報端末 7650 を使用しない際に、表示部 7001 が内側になるように折りたたむことで、表示部 7001 の汚れまたは傷つきを抑制できる。

【0312】

図 7（F）に腕時計型の携帯情報端末の一例を示す。携帯情報端末 7800 は、バンド 7801、表示部 7001、入出力端子 7802、操作ボタン 7803 等を有する。バンド 7801 は、筐体としての機能を有する。また、携帯情報端末 7800 は、可撓性を有するバッテリー 7805 を搭載することができる。バッテリー 7805 は例えば表示部 7001 またはバンド 7801 と重ねて配置してもよい。

【0313】

バンド 7801、表示部 7001、及びバッテリー 7805 は可撓性を有する。そのため、携帯情報端末 7800 を所望の形状に湾曲させることが容易である。

【0314】

操作ボタン 7803 は、時刻設定のほか、電源のオン、オフ動作、無線通信のオン、オフ動作、マナーモードの実行及び解除、省電力モードの実行及び解除など、様々な機能を持たせることができる。例えば、携帯情報端末 7800 に組み込まれたオペレーティングシステムにより、操作ボタン 7803 の機能を自由に設定することもできる。

【0315】

また、表示部 7001 に表示されたアイコン 7804 に指等で触れることで、アプリケー

10

20

30

40

50

ションを起動することができる。

【0316】

また、携帯情報端末7800は、通信規格された近距離無線通信を実行することが可能である。例えば無線通信可能なヘッドセットと相互通信することによって、ハンズフリーで通話することもできる。

【0317】

また、携帯情報端末7800は入出力端子7802を有していてもよい。入出力端子7802を有する場合、他の情報端末とコネクタを介して直接データのやりとりを行うことができる。また入出力端子7802を介して充電を行うこともできる。なお、本実施の形態で例示する携帯情報端末の充電動作は、入出力端子を介さずに非接触電力伝送により行ってもよい。

10

【0318】

図8(A)に自動車9700の外観を示す。図8(B)に自動車9700の運転席を示す。自動車9700は、車体9701、車輪9702、フロントガラス9703、ライト9704、フォグランプ9705等を有する。本発明の一態様の発光装置は、自動車9700の表示部などに用いることができる。例えば、図8(B)に示す表示部9710乃至表示部9715に本発明の一態様の発光装置を設けることができる。または、ライト9704またはフォグランプ9705に本発明の一態様の発光装置を用いてもよい。

【0319】

表示部9710と表示部9711は、自動車のフロントガラスに設けられた表示装置である。本発明の一態様の発光装置は、電極及び配線を、透光性を有する導電性材料で作製することによって、反対側が透けて見える、いわゆるシースルー状態とすることができる。表示部9710または表示部9711がシースルー状態であれば、自動車9700の運転時にも視界の妨げになることがない。よって、本発明の一態様の発光装置を自動車9700のフロントガラスに設置することができる。なお、発光装置を駆動するためのトランジスタなどを設ける場合には、有機半導体材料を用いた有機トランジスタ、または酸化物半導体を用いたトランジスタなど、透光性を有するトランジスタを用いるとよい。

20

【0320】

表示部9712はピラー部分に設けられた表示装置である。例えば、車体に設けられた撮像手段からの映像を表示部9712に映し出すことによって、ピラーで遮られた視界を補完することができる。表示部9713はダッシュボード部分に設けられた表示装置である。例えば、車体に設けられた撮像手段からの映像を表示部9713に映し出すことによって、ダッシュボードで遮られた視界を補完することができる。すなわち、自動車の外側に設けられた撮像手段からの映像を映し出すことによって、死角を補い、安全性を高めることができる。また、見えない部分を補完する映像を映すことによって、より自然に違和感なく安全確認を行うことができる。

30

【0321】

また、図8(C)は、運転席と助手席にベンチシートを採用した自動車の室内を示している。表示部9721は、ドア部に設けられた表示装置である。例えば、車体に設けられた撮像手段からの映像を表示部9721に映し出すことによって、ドアで遮られた視界を補完することができる。また、表示部9722は、ハンドルに設けられた表示装置である。表示部9723は、ベンチシートの座面の中央部に設けられた表示装置である。なお、表示装置を座面または背もたれ部分などに設置して、当該表示装置を、当該表示装置の発熱を熱源としたシートヒーターとして利用することもできる。

40

【0322】

表示部9714、表示部9715、または表示部9722はナビゲーション情報、スピードメーター、タコメーター、走行距離、燃料計、ギア状態、空調の設定などを表示することで、様々な情報を提供することができる。また、表示部に表示される表示項目及びレイアウトなどは、使用者の好みに合わせて適宜変更することができる。なお、上記情報は、表示部9710乃至表示部9713、表示部9721、表示部9723にも表示すること

50

ができる。また、表示部 9710 乃至表示部 9715、表示部 9721 乃至表示部 9723 は照明装置として用いることも可能である。また、表示部 9710 乃至表示部 9715、表示部 9721 乃至表示部 9723 は加熱装置として用いることも可能である。

【0323】

また、本発明の一態様の電子機器は、光源に、本発明の一態様の発光装置を有するため、発光効率が高く、信頼性が高い。例えば、可視光または近赤外光を発する光源に、本発明の一態様の発光装置を用いることができる。また、本発明の一態様の発光装置は、照明装置の光源に用いることもできる。

【0324】

図 9 (A) は指の静脈を対象とした生体認証機器であり、筐体 911、光源 912、検知ステージ 913 等を有する。検知ステージ 913 に指を載せることにより静脈の形状を撮像することができる。検知ステージ 913 の上部には近赤外光を発する光源 912 が設置され、下部には撮像装置 914 が設置される。検知ステージ 913 は近赤外光を透過する材料で構成されており、光源 912 から照射され、指を透過した近赤外光を撮像装置 914 で撮像することができる。なお、検知ステージ 913 と撮像装置 914 の間に光学系が設けられていてもよい。上記機器の構成は、手のひらの静脈を対象とした生体認証機器に利用することもできる。

【0325】

本発明の一態様の発光装置を、光源 912 に用いることができる。本発明の一態様の発光装置は、湾曲した形状に設置することができ、対象物に対して均一性よく光を照射することができる。特に波長 700 nm 以上 1200 nm 以下に最も強いピーク強度を有する近赤外光を発する発光装置であることが好ましい。指や手のひらなどを透過した光を受光して画像化することで静脈の位置を検出することができる。当該作用は生体認証として利用することができる。また、グローバルシャッタ方式と組み合わせることで、被写体に動きがあっても精度の高いセンシングが可能となる。

【0326】

また、光源 912 は、図 9 (B) に示す発光部 915、916、917 のように、複数の発光部を有することができる。発光部 915、916、917 のそれぞれは、発光する波長が異なってもよい。また、それぞれを別のタイミングで照射することもできる。したがって、照射する光の波長や角度を変えることにより異なる画像を連続して撮像することができるため、複数の画像を認証に利用し、高いセキュリティを実現することができる。

【0327】

図 9 (C) は手のひらの静脈を対象とした生体認証機器であり、筐体 921、操作ボタン 922、検知部 923、近赤外光を発する光源 924 等を有する。検知部 923 上に手をかざすことにより手のひらの静脈の形状を認識することができる。また、操作ボタンにより暗証番号などを入力することもできる。検知部 923 の周囲には光源 924 が配置され対象物(手)を照射する。そして、対象物からの反射光が検知部 923 に入射される。本発明の一態様の発光装置を、光源 924 に用いることができる。検知部 923 直下には撮像装置 925 が配置され、対象物の像(手の全体像)を取り込むことができる。なお、検知部 923 と撮像装置 925 の間に光学系が設けられていてもよい。上記機器の構成は、指の静脈を対象とした生体認証機器に利用することもできる。

【0328】

図 9 (D) は非破壊検査機器であり、筐体 931、操作パネル 932、搬送機構 933、モニタ 934、検知ユニット 935、近赤外光を発する光源 938 等を有する。本発明の一態様の発光装置を、光源 938 に用いることができる。被検査部材 936 は搬送機構 933 で検知ユニット 935 の直下に運搬される。被検査部材 936 には光源 938 から近赤外光が照射され、その透過光を検知ユニット 935 内に設けられた撮像装置 937 で撮像する。撮像された画像は、モニタ 934 に映し出される。その後、筐体 931 の出口まで運搬され、不良品が分別されて回収される。近赤外光を用いた撮像により、被検査部材内部の欠陥や異物などの不良要素を非破壊で高速に検出することができる。

【0329】

図9(E)は携帯電話機であり、筐体981、表示部982、操作ボタン983、外部接続ポート984、スピーカ985、マイク986、第1のカメラ987、第2のカメラ988等を有する。当該携帯電話機は、表示部982にタッチセンサを備える。筐体981及び表示部982は可撓性を有する。電話を掛ける、或いは文字を入力するなどのあらゆる操作は、指やスタイラスなどで表示部982に触れることで行うことができる。第1のカメラ987では可視光画像を取得することができ、第2のカメラ988では赤外光画像（近赤外光画像）を取得することができる。図9(E)に示す携帯電話機または表示部982は、本発明の一態様の発光装置を有していてもよい。

【0330】

10

本実施の形態は、他の実施の形態と適宜組み合わせることができる。

【実施例1】

【0331】

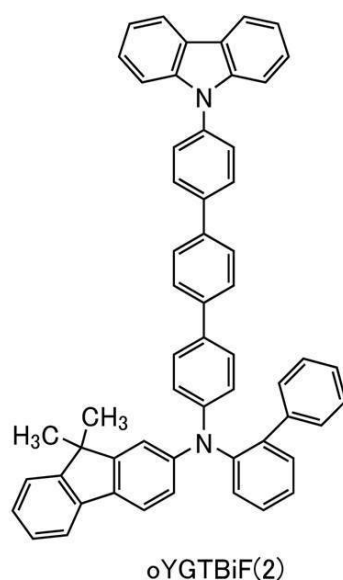
(合成例1)

本実施例では、本発明の一態様の有機化合物の合成方法について説明する。本実施例では、実施の形態1の構造式(100)で表されるN-[4','- (9H-カルバゾール-9-イル)-1,1':4',1''-テルフェニル-4-イル]-N-(1,1'-ビフェニル-2-イル)-9,9-ジメチル-9H-フルオレン-2-アミン（略称：oYGTBiF(2)）の合成方法について説明する。

【0332】

20

【化38】



30

【0333】

まず、1.3g(3.7mmol)のN-[1,1'-ビフェニル]-2-イル-9,9-ジメチル-9H-フルオレン-2-アミンと、1.6g(3.7mmol)の9-(4','-クロロ[1,1':4',1''-テルフェニル]-4-イル)-9H-カルバゾールと、26mg(74μmol)のジ-tert-ブチル(1-メチル-2,2-ジフェニルシクロプロピル)ホスフィン（登録商標：cBRIDP）を、還流管を付けた200mL三口フラスコに入れ、系内を窒素置換した。系内に0.71g(7.4mmol)のナトリウムtert-ブトキシドと、30mLのキシレンを加え、減圧脱気と窒素置換を3回ずつ行った。系内に21mg(37μmol)のビス(ジベンジリデンアセトン)パラジウム(0)を加え、150℃で10時間攪拌した。攪拌後、吸引濾過により混合物から不溶物を除去した。得られた濾液に水を加え、水層をトルエンで抽出した。得られた有機層を水で2回洗浄し、続いて飽和食塩水で洗浄した。有機層を硫酸マグネシウムで乾燥した。得られた混合物を自然濾過し、硫酸マグネシウムを除去した。得られた濾液を濃縮し、黄

40

50

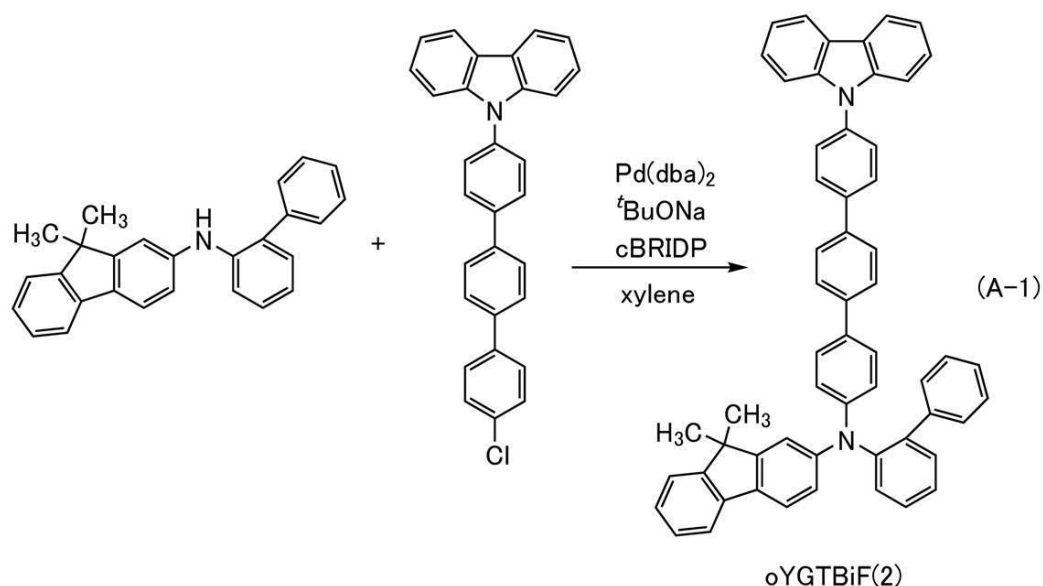
色粘性固体 2.6 g を得た。得られた固体をシリカゲルクロマトグラフィー（展開溶媒はトルエン：ヘキサン＝1：2）にて精製し、更に得られた淡黄色固体をトルエンで再結晶し、淡黄色固体を 0.83 g、収率 30% で得た。

【0334】

得られた 0.83 g の固体をトレインサブレーション法により昇華精製した。昇華精製は、アルゴンを 15 mL/min で流しながら、圧力 3.8 Pa、320℃ で固体を 16 時間加熱して行った。昇華精製後に目的物の淡黄色固体を 0.55 g、回収率 66% で得た。昇華精製において、320℃ の加熱により材料が昇華し、回収率も 66% と高いことから、本発明の一態様の有機化合物は昇華性がよく蒸着プロセスに問題がないことが確認された。合成スキームを (A-1) に示す。

【0335】

【化 39】



【0336】

得られた淡黄色固体の核磁気共鳴分光法 (^1H -NMR) による分析結果を以下に示す。この結果から、本実施例において、構造式 (100) に示す oYGTBiF(2) が得られたことがわかった。

【0337】

^1H NMR (ジクロロメタン- d_2 , 300 MHz) : δ = 8.17 (d, J = 7.8 Hz, 2H)、7.91 (d, J = 8.7 Hz, 2H)、7.78 (d, J = 8.7 Hz, 2H)、7.71 (d, J = 8.7 Hz, 2H)、7.67 (d, J = 8.7 Hz, 2H)、7.57 (d, J = 7.2 Hz, 1H)、7.52–7.19 (m, 18H)、7.14–7.06 (m, 5H)、6.92 (d, J = 1.8 Hz, 1H)、6.79 (dd, J_1 = 6.0 Hz, J_2 = 2.1 Hz, 1H)、1.30 (s, 6H)。

【0338】

次に、oYGTBiF(2) のトルエン溶液及び固体薄膜の紫外可視吸収スペクトル（以下、単に「吸収スペクトル」という）及び発光スペクトルを測定した。固体薄膜は、石英基板上に真空蒸着法にて作製した。

【0339】

吸収スペクトルの測定には紫外可視分光光度計（溶液：日本分光株式会社製、V-550、薄膜：（株）日立ハイテクノロジーズ製、U-4100）を用いた。トルエン溶液中の oYGTBiF(2) の吸収スペクトルは、oYGTBiF(2) のトルエン溶液を石英セルに入れて測定して得られた吸収スペクトルから、トルエンを石英セルに入れて測定して得られた吸収スペクトルを差し引いて算出した。薄膜の吸収スペクトルは、基板を含め

た透過率と反射率から求めた吸光度 ($-\log_{10} [\%T / (100 - \%R)]$) より算出した。なお%Tは透過率、%Rは反射率を表す。また、発光スペクトルの測定には蛍光光度計 ((株) 浜松ホトニクス製 FS920) を用いた。なお、吸収スペクトル、発光スペクトルともに、測定は室温で行った。

【0340】

得られたトルエン溶液の吸収スペクトル及び発光スペクトルの測定結果を図10(A)に示す。横軸は波長、縦軸は吸収強度及び発光強度を表す。

【0341】

図10(A)より、oYGTBiF(2)のトルエン溶液では、366nm付近に吸収ピークが見られ、421nm付近(励起波長: 366nm)に発光のピークが見られた。

10

【0342】

得られた固体薄膜の吸収スペクトル及び発光スペクトルの測定結果を図10(B)に示す。横軸は波長、縦軸は吸収強度及び発光強度を表す。

【0343】

図10(B)より、oYGTBiF(2)の固体薄膜では、294nm付近、350nm付近、及び367nm付近に吸収ピークが見られ、440nm付近(励起波長: 365nm)に発光のピークが見られた。

【0344】

本発明の一態様の有機化合物、oYGTBiF(2)は、青色及びそれよりも長波長側のエネルギーで発光する蛍光材料、並びに、緑色及びそれよりも長波長側のエネルギーで発光する燐光材料に適したホスト材料であることがわかった。oYGTBiF(2)は、可視域または近赤外域の発光物質(蛍光材料、遅延蛍光材料、または燐光材料など)と共に用いるホスト材料や、発光物質としても利用可能である。

20

【0345】

次に、oYGTBiF(2)のHOMO準位及びLUMO準位をサイクリックボルタンメトリ(CV)測定を元に算出した。算出方法を以下に示す。

【0346】

測定装置としては電気化学アナライザー(ビー・エー・エス(株)製、型番: ALSモデル600Aまたは600C)を用いた。CV測定における溶液は、溶媒として脱水ジメチルホルムアミド(DMF)((株)アルドリッチ製、99.8%、カタログ番号; 22705-6)を用い、支持電解質である過塩素酸テトラ-n-ブチルアンモニウム($n-Bu_4NClO_4$)((株)東京化成製、カタログ番号; T0836)を100mmol/Lの濃度となるように溶解させ、さらに測定対象を2mmol/Lの濃度となるように溶解させて調製した。

30

【0347】

また、作用電極としては白金電極(ビー・エー・エス(株)製、PTE白金電極)を、補助電極としては白金電極(ビー・エー・エス(株)製、VC-3用Ptカウンター電極(5cm))を、参照電極としてはAg/Ag⁺電極(ビー・エー・エス(株)製、RE7非水溶媒系参照電極)をそれぞれ用いた。なお、測定は室温(20℃以上25℃以下)で行った。

40

【0348】

また、CV測定時のスキャン速度は、0.1V/secに統一し、参照電極に対する酸化電位E_a[V]及び還元電位E_c[V]を測定した。E_aは酸化-還元波の中間電位とし、E_cは還元-酸化波の中間電位とした。ここで、本実施例で用いる参照電極の真空準位に対するポテンシャルエネルギーは、-4.94[eV]であることがわかっているため、HOMO準位[eV] = -4.94 - E_a、LUMO準位[eV] = -4.94 - E_cという式から、HOMO準位及びLUMO準位をそれぞれ求めることができる。

【0349】

また、CV測定を100回繰り返し行い、100サイクル目の測定での酸化-還元波と、1サイクル目の酸化-還元波を比較して、化合物の電氣的安定性を調べた。

50

【0350】

この結果、oYGTBiF(2)の酸化電位 E_a [V]の測定において、HOMO準位は -5.42 eV であることがわかった。一方、還元電位 E_c [V]の測定において、LUMO準位は -2.31 eV であり、高い電子ブロック性を有することが明らかとなった。また、酸化-還元波の繰り返し測定において1サイクル目と100サイクル後の波形と比較したところ、 E_a 測定においては88%、 E_c 測定においては99%のピーク強度を保っていたことから、oYGTBiF(2)は酸化及び還元に対する耐性が非常に良好であることが確認された。

【0351】

また、oYGTBiF(2)の示差走査熱量測定(DSC測定)を、パーキンエルマー社製、Pyris1DSCを用いて測定した。示差走査熱量測定は、昇温速度 $40^\circ\text{C}/\text{min}$ にて、 -10°C から 320°C まで昇温した後、同温度で1分間保持してから降温速度 $100^\circ\text{C}/\text{min}$ にて -10°C まで冷却する操作を2回連続で行った。2サイクル目のDSC測定結果から、oYGTBiF(2)のガラス転移点は 137°C であることが明らかとなり、非常に高い耐熱性を有する物質であることが示された。

【0352】

また、oYGTBiF(2)の熱重量測定-示差熱分析(Thermogravimetry-Differential Thermal Analysis)を行った。測定には高真空差動型示差熱天秤(ブルカー・エイックスエス株式会社製、TG-DTA2410SA)を用いた。測定は、大気圧において、昇温速度 $10^\circ\text{C}/\text{min}$ 、窒素気流下(流速 $200\text{ mL}/\text{min}$)の条件で行った。熱重量測定-示差熱分析において、熱重量測定から求めた重量が測定開始時の5%となる温度(分解温度)は 484°C であることがわかり、高い耐熱性を有する物質であることが示された。

【0353】

以上の結果から、本発明の一態様の有機化合物は、高い耐熱性と高い昇華性を併せ持ち、耐熱性の高い有機光デバイス(発光デバイス及び受光デバイス)を提供でき、また、デバイス作製の生産性を高くできることが確認された。

【実施例2】

【0354】

本実施例では、本発明の一態様の発光デバイスを作製し、評価した結果について説明する。

【0355】

本実施例では、発光デバイスとして、実施例1で説明したoYGTBiF(2)(構造式(100))を用いたデバイス1と、比較用の比較デバイス2、比較デバイス3、比較デバイス4と、を作製し、評価した結果について説明する。

【0356】

本実施例で用いる4つの発光デバイスの構造を図11に示し、具体的な構成について表1に示す。また、本実施例で用いる材料の化学式を以下に示す。

【0357】

10

20

30

40

50

【表 1】

	第1の電極	正孔注入層	正孔輸送層		発光層	電子輸送層		電子注入層	第2の電極
	801	811	812		813	814		815	803
デバイス1	ITO (70 nm)	oYGTBiF(2): ALD-MP001Q (1:0.1 10 nm)	oYGTBiF(2) (20 nm)	DBfBB1TP (10 nm)	cgDBCzPA: 3,10PCA2Nbf(IV)-02 (1:0.015 25 nm)	cgDBCzPA (15 nm)	NBPhen (10 nm)	LiF (1 nm)	Al (200 nm)
比較デバイス2		oYGBBiF: ALD-MP001Q (1:0.1 10 nm)	oYGBBiF (20 nm)						
比較デバイス3		oYGTBi1BP: ALD-MP001Q (1:0.1 10 nm)	oYGTBi1BP (20 nm)						
比較デバイス4		YGTBiF(2): ALD-MP001Q (1:0.1 10 nm)	YGTBiF(2) (20 nm)						

10

【 0 3 5 8 】

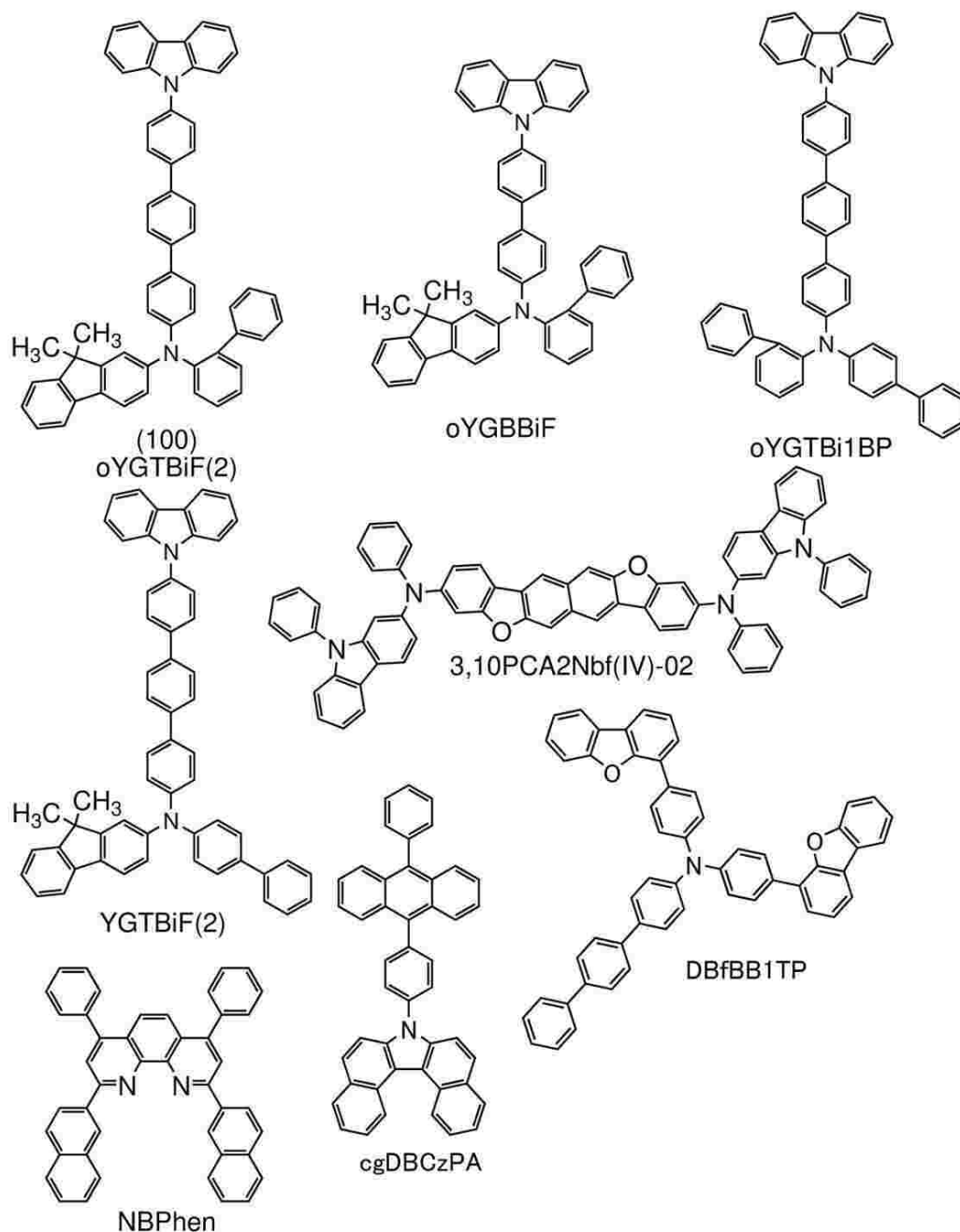
20

30

40

50

【化 4 0】



【 0 3 5 9】

《発光デバイスの作製》

本実施例で示す発光デバイスは、図 11 に示すように基板 800 上に第 1 の電極 801 が形成され、第 1 の電極 801 上に EL 層 802 として、正孔注入層 811、正孔輸送層 812、発光層 813、電子輸送層 814、及び電子注入層 815 が順次積層され、電子注入層 815 上に第 2 の電極 803 が積層された構造を有する。

【 0 3 6 0】

まず、基板 800 上に第 1 の電極 801 を形成した。電極面積は、 4 mm^2 ($2 \text{ mm} \times 2 \text{ mm}$) とした。基板 800 には、ガラス基板を用いた。第 1 の電極 801 は、酸化珪素を含むインジウム錫酸化物 (ITO) をスパッタリング法により、 70 nm の膜厚で成膜して形成した。なお、本実施例において、第 1 の電極 801 は、陽極として機能する。

【 0 3 6 1】

ここで、前処理として、基板の表面を水で洗浄し、 200°C で 1 時間焼成した後、UV オゾン処理を 370 秒行った。その後、 10^{-4} Pa 程度まで内部が減圧された真空蒸着装

置に基板を導入し、真空蒸着装置内の加熱室において、 170°C で30分間の真空焼成を行った後、基板を30分程度放冷した。

【0362】

次に、第1の電極801上に正孔注入層811を形成した。正孔注入層811は、真空蒸着装置内を 10^{-4}Pa に減圧した後、材料Xと、ALD-MP001Q（分析工房株式会社、材料シリアル番号：1S20180314）と、を、材料X：ALD-MP001Q=1：0.1（重量比）とし、膜厚が10nmとなるように共蒸着して形成した。なお、ALD-MP001Qは、アクセプター性材料である。

【0363】

次に、正孔注入層811上に正孔輸送層812を形成した。正孔輸送層812は、材料Xを膜厚が20nmとなるように蒸着し、N，N-ビス[4-（ジベンゾフラン-4-イル）フェニル]-4-アミノ-p-ターフェニル（略称：DBfBB1TP）を膜厚が10nmとなるように蒸着して形成した。

10

【0364】

正孔注入層811及び正孔輸送層812における材料Xとして、デバイス1では、N-[4'-（9H-カルバゾール-9-イル）-1，1'-ビフェニル-4-イル]-N-（1，1'-ジメチル-9H-フルオレン-2-アミン（略称：oYGTBiF（2））を用い、比較デバイス2では、N-[4'-（9H-カルバゾール-9-イル）-1，1'-ビフェニル-4-イル]-N-（1，1'-ジメチル-9H-フルオレン-2-アミン（略称：oYGBBiF）を用い、比較デバイス3では、2，4'-ジフェニル-4'-[4'-（9H-カルバゾール-9-イル）-1，1'-ビフェニル-4-イル]トリフェニルアミン（略称：oYGTBi1BP）を用い、比較デバイス4では、N-[4'-（9H-カルバゾール-9-イル）-1，1'-ビフェニル-4-イル]-N-（1，1'-ジメチル-9H-フルオレン-2-アミン（略称：YGTBiF（2））を用いた。

20

【0365】

次に、正孔輸送層812上に発光層813を形成した。ホスト材料として、7-[4-（10-フェニル-9-アントリル）フェニル]-7H-ジベンゾ[c，g]カルバゾール（略称：cgDBCzPA）を用い、ゲスト材料（蛍光材料）として、3，10-ビス[N-（9-フェニル-9H-カルバゾール-2-イル）-N-フェニルアミノ]ナフト[2，3-b；6，7-b']ビスベンゾフラン（略称：3，10PCA2NbF（IV）-02）を用い、重量比がcgDBCzPA：3，10PCA2NbF（IV）-02=1：0.015となるように共蒸着した。なお、膜厚は、25nmとした。

30

【0366】

次に、発光層813上に電子輸送層814を形成した。電子輸送層814は、cgDBCzPAの膜厚が15nmとなるように蒸着し、2，9-ビス（ナフタレン-2-イル）-4，7-ジフェニル-1，10-フェナントロリン（略称：NBPhen）を膜厚が10nmとなるように蒸着して形成した。

【0367】

次に、電子輸送層814上に電子注入層815を形成した。電子注入層815は、フッ化リチウム（LiF）を用い、膜厚が1nmとなるように蒸着して形成した。

40

【0368】

次に、電子注入層815上に第2の電極803を形成した。第2の電極803は、アルミニウムを蒸着法により、膜厚が200nmとなるように形成した。なお、本実施例において、第2の電極803は、陰極として機能する。

【0369】

以上の工程により、基板800上に一対の電極間にEL層802を挟んでなる発光デバイスを形成した。なお、上記工程で説明した正孔注入層811、正孔輸送層812、発光層813、電子輸送層814、電子注入層815は、本発明の一態様の発光デバイスにおけ

50

るＥＬ層を構成する機能層である。また、上述した作製方法における蒸着工程では、全て抵抗加熱法による蒸着法を用いた。

【０３７０】

また、上記に示すように作製した発光デバイスは、別の基板（図示せず）により封止される。なお、別の基板（図示せず）を用いた封止の際は、窒素雰囲気グローブボックス内において、紫外光により固化する接着剤を塗布した別の基板（図示せず）を基板８００上に固定し、基板８００上に形成された発光デバイスの周囲に接着剤が付着するよう基板同士を接着させた。封止時には３６５ｎｍの紫外光を 6 J/cm^2 照射し接着剤を固化し、 80°C にて１時間熱処理することにより接着剤を安定化させた。

【０３７１】

《発光デバイスの動作特性》

本実施例で作製した発光デバイスの動作特性について測定した。なお、測定は室温で行った。

【０３７２】

図１２に、発光デバイスの輝度－電流効率特性を示す。図１３に、発光デバイスの電圧－輝度特性を示す。図１４に、発光デバイスの電圧－電流特性を示す。図１５に、発光デバイスの輝度－外部量子効率特性を示す。

【０３７３】

表２に 1000 cd/m^2 付近における発光デバイスの主な初期特性値を示す。

【０３７４】

【表２】

	電圧 (V)	電流 (mA)	電流密度 (mA/cm ²)	色度(x,y)	輝度 (cd/m ²)	電流効率 (cd/A)	パワー効率 (lm/W)	外部量子 効率(%)	エネルギー 効率(%)
デバイス １	3.0	0.40	10.0	(0.14, 0.14)	1110	11.2	11.7	10.6	9.1
比較 デバイス ２	3.2	0.43	10.7	(0.14, 0.13)	1160	10.9	10.7	10.8	8.8
比較 デバイス ３	3.0	0.54	13.5	(0.14, 0.11)	1150	8.5	8.9	9.1	7.9
比較 デバイス ４	3.1	0.33	8.2	(0.14, 0.13)	940	11.4	11.5	11.0	9.2

【０３７５】

図１２～図１５及び表２に示すように、デバイス１、比較デバイス２、比較デバイス４は、発光効率が高いことがわかった。また、デバイス１は、比較デバイス３に比べて、発光効率が高いことがわかった。

【０３７６】

また、発光デバイスに 12.5 mA/cm^2 の電流密度で電流を流した際の発光スペクトルを、図１６に示す。図１６に示すように、デバイス１は、発光層８１３に含まれる $3,10\text{PCA2Nb f (IV)}-02$ の発光に由来して、 459 nm 付近に最大ピークを有する発光スペクトルを示した。同様に、比較デバイス２は 458 nm 付近、比較デバイス３は 457 nm 付近、比較デバイス４は 459 nm 付近に、最大ピークを有する発光スペクトルをそれぞれ示した。

【０３７７】

次に、発光デバイスに対する信頼性試験を行った。信頼性試験の結果を図１７に示す。図

17 (A)において、縦軸は初期輝度を100%とした時の規格化輝度(%)を示し、横軸は駆動時間(h)を示す。図17(B)において、縦軸は初期(駆動時間0時間のとき)の電圧からの電圧変化(ΔV)を示し、横軸は駆動時間(h)を示す。なお、信頼性試験は、電流密度を 50 mA/cm^2 に設定し、発光デバイスを駆動させた。

【0378】

330時間後の輝度を比較すると、デバイス1では初期輝度の85%、比較デバイス2では初期輝度の80%、比較デバイス3では初期輝度の87%、比較デバイス4では初期輝度の82%を保っていた。

【0379】

このことから、デバイス1は、比較デバイス2、比較デバイス4と発光効率が同等であり、かつ、信頼性がより高いことがわかった。また、デバイス1は、比較デバイス3よりも発光効率が高く、かつ、信頼性が同等であることがわかった。

【0380】

デバイス1に用いたoYGTBiF(2)は、第3級アミンであって、アミンの窒素には、ビフェニル骨格のオルト位と、フルオレン骨格と、テルフェニレン骨格と、が結合し、当該テルフェニレン骨格のアミンの窒素から最も遠いフェニレン基には、カルバゾール骨格が結合している。つまり、テルフェニレン骨格を介して、アミンの窒素とカルバゾールの窒素とが結合している。一方、比較デバイス2に用いたoYGBBiFは、テルフェニレン骨格ではなく、ビフェニレン骨格を介して、カルバゾールの窒素とアミンの窒素とが結合している点でデバイス1に用いたoYGTBiF(2)と異なる。また、比較デバイス3に用いたoYGTBi1BPは、フルオレン骨格ではなく、ビフェニル骨格のパラ位がアミンの窒素に結合している点でoYGTBiF(2)と異なる。比較デバイス4に用いたYGTBiF(2)は、オルトビフェニル骨格ではなく、ビフェニル骨格のパラ位がアミンの窒素に結合している点でoYGTBiF(2)と異なる。以上のことから、第3級アミンであって、アミンの窒素には、ビフェニル骨格のオルト位と、フルオレン骨格と、テルフェニレン骨格と、が結合し、当該テルフェニレン骨格の、アミンの窒素から最も遠いフェニレン基には、カルバゾール骨格が結合している有機化合物を用いることにより、発光デバイスの発光効率及び信頼性の双方を高められたといえる。

【実施例3】

【0381】

本実施例では、本発明の一態様の発光デバイスを作製し、評価した結果について説明する。

【0382】

本実施例では、発光デバイスとして、実施例1で説明したoYGTBiF(2)(構造式(100))を用いたデバイス5及びデバイス6を作製し、評価した結果について説明する。

【0383】

本実施例で用いる2つの発光デバイスの具体的な構成について表3に示す。なお、デバイス5の構造は、発光層813の発光材料を変えた以外はデバイス1(図11)と同様であり、デバイス6の構造は、正孔輸送層812の膜厚を厚くした以外は、デバイス5と同様である。そのため、デバイス5及びデバイス6の作製方法について、デバイス1と同様の部分については実施例2を参照できる。また、本実施例で用いる材料の化学式を以下に示す。

【0384】

10

20

30

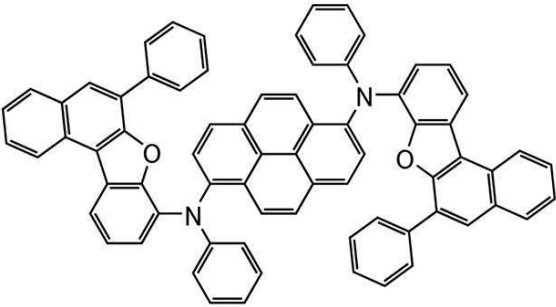
40

50

【表 3】

	第1の電極	正孔注入層	正孔輸送層		発光層	電子輸送層		電子注入層	第2の電極
	801	811	812		813	814		815	803
デバイス5	ITO (70 nm)	oYGTBiF(2): ALD-MP001Q (1:0.1 10 nm)	oYGTBiF(2) (20 nm)	DBfBB1TP (10 nm)	cgDBCzPA: 1,6BnfAPrn-03 (1:0.03 25 nm)	cgDBCzPA (15 nm)	NBPhen (10 nm)	LiF (1 nm)	Al (200 nm)
デバイス6			oYGTBiF(2) (120 nm)						

【 0 3 8 5 】
【化 4 1】



1,6BnfAPrn-03

【 0 3 8 6 】
表 3 に示すように、本実施例の発光デバイスでは、発光層 8 1 3 に、ホスト材料として、cgDBCzPAを用い、発光材料として、N，N′－（ピレン－1，6－ジイル）ビス〔（6，N－ジフェニルベンゾ〔b〕ナフト〔1，2－d〕フラン）－8－アミン〕（略称：1，6BnfAPrn-03）を用いた。

【 0 3 8 7 】
また、表 3 に示すように、デバイス 5 とデバイス 6 とは、正孔輸送層 8 1 2 に用いる o Y G T B i F （ 2 ） の膜厚が互いに異なる。

【 0 3 8 8 】
《発光デバイスの動作特性》
本実施例で作製した発光デバイスの動作特性について測定した。なお、測定は室温で行った。

【 0 3 8 9 】
図 1 8 に、発光デバイスの輝度－電流効率特性を示す。図 1 9 に、発光デバイスの電圧－輝度特性を示す。図 2 0 に、発光デバイスの電圧－電流特性を示す。図 2 1 に、発光デバイスの輝度－外部量子効率特性を示す。

【 0 3 9 0 】
表 4 に 1 0 0 0 c d / m ² 付近における発光デバイスの主な初期特性値を示す。

【 0 3 9 1 】

【表 4】

	電圧 (V)	電流 (mA)	電流密度 (mA/cm ²)	色度(x,y)	輝度 (cd/m ²)	電流効率 (cd/A)	パワー効率 (lm/W)	外部量子 効率(%)	エネルギー 効率(%)
デバイス 5	3.0	0.40	10.1	(0.14, 0.14)	1040	10.3	10.8	9.5	8.2
デバイス 6	3.6	0.52	13.1	(0.14, 0.09)	990	7.5	6.6	8.9	6.5

10

【0392】

図18～図21及び表4に示すように、デバイス5及びデバイス6は、発光効率が高いことがわかった。また、デバイス6はデバイス5に比べ正孔輸送層812の膜厚を100nm厚くしたにもかかわらず、1000cd/m²での駆動電圧は0.6Vしか増加していない。このことはoYGTBiF(2)の正孔輸送性が優れていることを意味する。

【0393】

また、発光デバイスに12.5mA/cm²の電流密度で電流を流した際の発光スペクトルを、図22に示す。図22に示すように、デバイス5は、発光層813に含まれる1,6BnfAPrn-03の発光に由来して、458nm付近に最大ピークを有する発光スペクトルを示した。同様に、デバイス6は、456nm付近に最大ピークを有する発光スペクトルを示した。なお、デバイス5とデバイス6は発光に関する光学距離が若干ずれており、発光色度はずれているが、これはoYGTBiF(2)の膜厚のみを変化させ、この材料の輸送性を評価したためである。

20

【0394】

次に、発光デバイスに対する信頼性試験を行った。信頼性試験の結果を図23に示す。図23(A)において、縦軸は初期輝度を100%とした時の規格化輝度(%)を示し、横軸は駆動時間(h)を示す。図23(B)において、縦軸は初期(駆動時間0時間のとき)の電圧からの電圧変化(ΔV)を示し、横軸は駆動時間(h)を示す。なお、信頼性試験は、電流密度を50mA/cm²に設定し、発光デバイスを駆動させた。

30

【0395】

信頼性試験の結果より、デバイス5及びデバイス6は、いずれも高い信頼性を示すことがわかった。

【0396】

一般的に正孔注入層における電子アクセプター性材料の濃度を濃くし、HOMO準位の深い正孔輸送性材料を用いる場合、正孔輸送層を厚くすることで、発光デバイスの駆動電圧が高くなることがある。図23(B)に示すように、デバイス5及びデバイス6における310時間後の電圧と初期電圧との差は、いずれも0.15V以内に収まっており、電圧上昇が小さいことがわかった。以上のことから、本発明の一態様の有機化合物を用いた正孔輸送層の厚さを厚くしても、発光デバイスの駆動電圧は上昇しにくいことがわかった。

40

【実施例4】

【0397】

本実施例では、本発明の一態様の発光デバイスを作製し、評価した結果について説明する。

【0398】

本実施例では、発光デバイスとして、実施例1で説明したoYGTBiF(2)(構造式(100))を用いたデバイス7及びデバイス8を作製し、評価した結果について説明する。

【0399】

本実施例で用いる2つの発光デバイスの具体的な構成について表5に示す。なお、デバイス7の構造は、発光層813及び電子輸送層814の材料を変えた以外はデバイス1(図

50

11)と同様であり、デバイス8の構造は、正孔輸送層812の膜厚を厚くした以外は、デバイス7と同様である。そのため、デバイス7及びデバイス8の作製方法について、デバイス1と同様の部分については実施例2を参照できる。なお、デバイス7及びデバイス8の構造はデバイス1(図11)と同様であり、作製方法については実施例2を参照できる。また、本実施例で用いる材料の化学式を以下に示す。

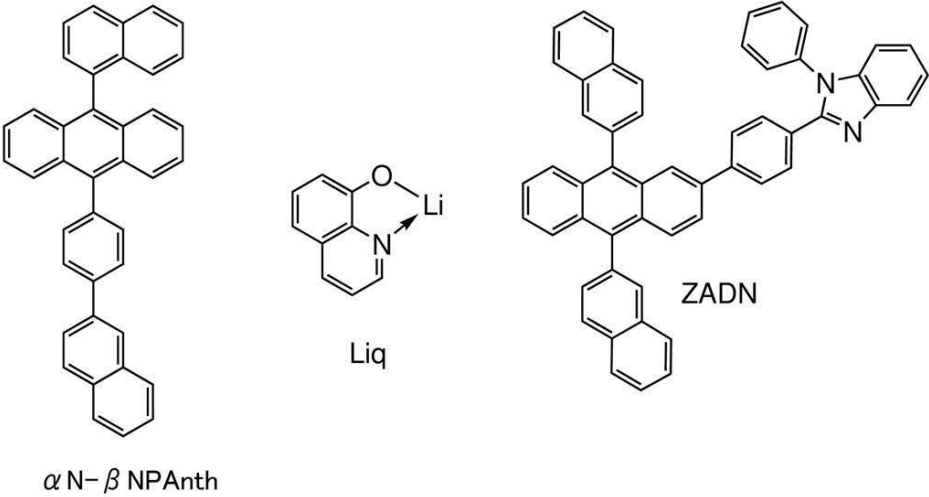
【0400】

【表5】

	第1の電極	正孔注入層	正孔輸送層		発光層	電子輸送層	電子注入層	第2の電極
	801	811	812		813	814	815	803
デバイス7	ITSO (70 nm)	oYGTBiF(2): ALD-MP001Q (1:0.1 10 nm)	oYGTBiF(2) (20 nm)	DBfBB1TP (10 nm)	α N- β NPAnth: 1,6BnfAPrn-03 (1:0.03 25 nm)	ZADN:Liq (1:1 25 nm)	Liq (1 nm)	Al (200 nm)
デバイス8			oYGTBiF(2) (120 nm)					

【0401】

【化42】



【0402】

表5に示すように、本実施例の発光デバイスでは、発光層813に、ホスト材料として、9-(1-ナフチル)-10-[4-(2-ナフチル)フェニル]アントラセン(略称: α N- β NPAnth)を用い、発光材料として、1,6BnfAPrn-03を用いた。また、電子輸送層814は、2-{4-[9,10-ジ(ナフタレン-2-イル)-2-アントリル]フェニル}-1-フェニル-1H-ベンゾイミダゾール(略称:ZADN)と8-ヒドロキシキノリナト-リチウム(略称:Liq)とを、重量比が1:1(=ZADN:Liq)、膜厚が25nmとなるように共蒸着して形成した。

【0403】

また、表5に示すように、デバイス7とデバイス8とは、正孔輸送層812に用いるoYGTBiF(2)の膜厚が互いに異なる。

【0404】

＜発光デバイスの動作特性＞

本実施例で作製した発光デバイスの動作特性について測定した。なお、測定は室温で行った。

【0405】

図24に、発光デバイスの輝度-電流効率特性を示す。図25に、発光デバイスの電圧-

輝度特性を示す。図 2 6 に、発光デバイスの電圧－電流特性を示す。図 2 7 に、発光デバイスの輝度－外部量子効率特性を示す。

【0406】

表 6 に 1000 cd/m^2 付近における発光デバイスの主な初期特性値を示す。

【0407】

【表 6】

	電圧 (V)	電流 (mA)	電流密度 (mA/cm ²)	色度(x,y)	輝度 (cd/m ²)	電流効率 (cd/A)	パワー効率 (lm/W)	外部量子 効率(%)	エネルギー 効率(%)
デバイス 7	4.0	0.40	9.9	(0.14, 0.14)	990	9.9	7.8	9.1	5.9
デバイス 8	4.6	0.48	12.1	(0.14, 0.09)	880	7.3	5.0	8.6	4.9

10

【0408】

図 2 4～図 2 7 及び表 6 に示すように、デバイス 7 及びデバイス 8 は、発光効率が高いことがわかった。また、デバイス 8 はデバイス 7 に比べ正孔輸送層 8 1 2 の膜厚を 100 nm 厚くしたにもかかわらず、 1000 cd/m^2 での駆動電圧は 0.6 V しか増加していない。このことは o Y G T B i F (2) の正孔輸送性が優れていることを意味する。

20

【0409】

また、発光デバイスに 12.5 mA/cm^2 の電流密度で電流を流した際の発光スペクトルを、図 2 8 に示す。図 2 8 に示すように、デバイス 7 は、発光層 8 1 3 に含まれる 1, 6 B n f A P r n - 0 3 の発光に由来して、 458 nm 付近に最大ピークを有する発光スペクトルを示した。同様に、デバイス 8 は、 456 nm 付近に最大ピークを有する発光スペクトルを示した。なお、デバイス 7 とデバイス 8 は発光に関する光学距離が若干ずれており、発光色度はずれているが、これは o Y G T B i F (2) の膜厚のみを変化させ、この材料の輸送性を評価したためである。

【0410】

次に、発光デバイスに対する信頼性試験を行った。信頼性試験の結果を図 2 9 に示す。図 2 9 (A) において、縦軸は初期輝度を 100% とした時の規格化輝度 (%) を示し、横軸は駆動時間 (h) を示す。図 2 9 (B) において、縦軸は初期 (駆動時間 0 時間のとき) の電圧からの電圧変化 (ΔV) を示し、横軸は駆動時間 (h) を示す。なお、信頼性試験は、電流密度を 50 mA/cm^2 に設定し、発光デバイスを駆動させた。

30

【0411】

信頼性試験の結果より、デバイス 7 及びデバイス 8 は、いずれも高い信頼性を示すことがわかった。

【0412】

図 2 9 (B) に示すように、デバイス 7 及びデバイス 8 における 380 時間後の電圧と初期電圧との差は、いずれも 0.20 V 以内に収まっており、電圧上昇が小さいことがわかった。以上のことから、本発明の一態様の有機化合物を用いた正孔輸送層の厚さを厚くしても、発光デバイスの駆動電圧は上昇しにくいことがわかった。

40

【0413】

また、実施例 3 と実施例 4 では、発光デバイスの発光層及び電子輸送層に用いた材料が異なる。これらの実施例から、本発明の一態様の有機化合物は、様々な材料と組み合わせて、発光効率及び信頼性の高い発光デバイスを作製できることが示された。

【0414】

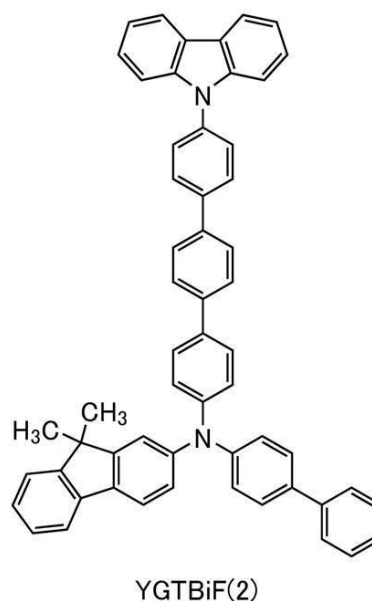
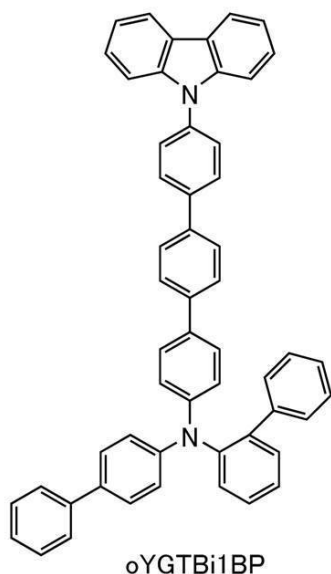
(参考例)

以下では、実施例 2 の比較デバイスに用いた、2, 4'-ジフェニル-4''-[4'-(9H 50

ーカルバゾール-9-イル)-1,1'-ビフェニル-4-イル]トリフェニルアミン(略称: oYGTBi1BP)と、N-[4''-(9H-カルバゾール-9-イル)-1,1':4',1''-テルフェニル-4-イル]-N-(1,1'-ビフェニル-4-イル)-9,9-ジメチル-9H-フルオレン-2-アミン(略称: YGTBiF(2))の合成方法について説明する。

【0415】

【化43】



【0416】

< oYGTBi1BP の合成 >

1. 4 g (4.2 mmol) の N-(4-ビフェニルイル)-2-ビフェニルアミンと、1.8 g (4.2 mmol) の 9-(4''-クロロ [1,1':4',1''-テルフェニル]-4-イル)-9H-カルバゾールと、30 mg (84 μmol) のジ-tert-ブチル(1-メチル-2,2-ジフェニルシクロプロピル)ホスフィン(登録商標: cBRIDP)を、還流管を付けた200 mL三口フラスコに入れ、系内を窒素置換した。系内に0.81 g (8.4 mmol) のナトリウム tert-ブトキシドと、100 mL のキシレンを加え、減圧脱気と窒素置換を3回ずつ行った。系内に24 mg (42 μmol) のビス(ジベンジリデンアセトン)パラジウム(0)を加え、150℃で11時間攪拌した。攪拌後、吸引濾過により混合物から不溶物を除去した。得られた濾液に水を加え、水層をトルエンで抽出した。得られた有機層を水で2回洗浄し、続いて飽和食塩水で洗浄した。有機層を硫酸マグネシウムで乾燥した。得られた混合物を自然濾過し、硫酸マグネシウムを除去した。得られた濾液をアルミナ・セライト(和光純薬工業株式会社、カタログ番号: 531-16855)濾過にて精製し、得られた濾液を濃縮したところ、淡黄色固体2.3 gを得た。得られた固体を再結晶(使用溶媒: トルエンとヘキサンの混合溶媒)にて精製し、目的物の淡黄色固体を1.5 g、収率50%で得た。

【0417】

得られた1.5 gの固体をトレインサブレーション法により昇華精製した。昇華精製は、アルゴンを15 mL/minで流しながら、圧力3.8 Pa、345℃で固体を16時間加熱して行った。昇華精製後に目的物の淡黄色固体を1.0 g、回収率66%で得た。合成スキームを(X-1)に示す。

【0418】

10

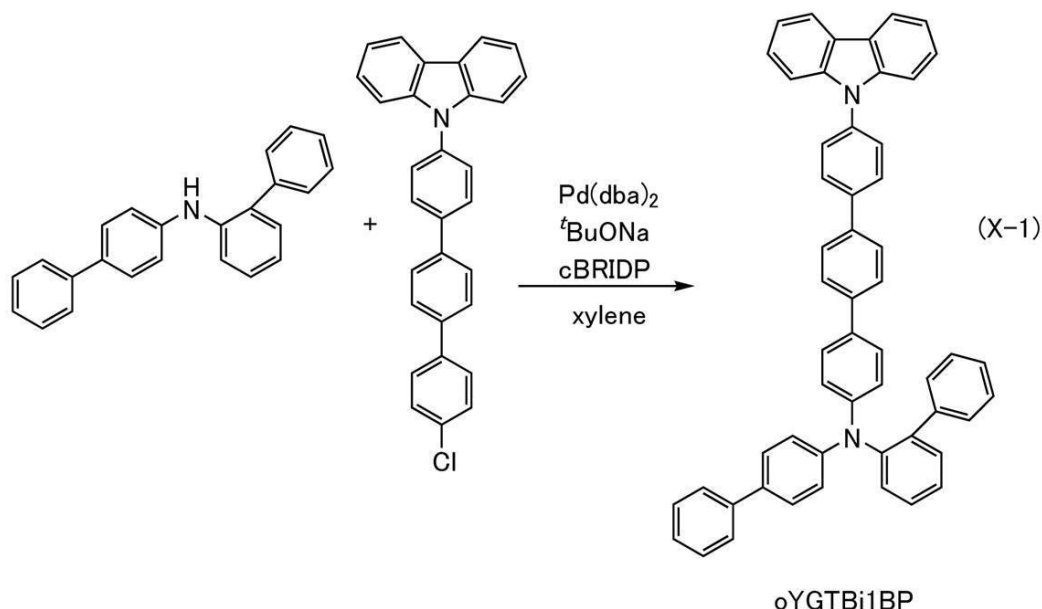
20

30

40

50

【化 4 4】



10

【0 4 1 9】

得られた淡黄色固体の ^1H -NMRによる分析結果を以下に示す。この結果により、oYGTBi1BPが得られたことがわかった。

【0 4 2 0】

^1H NMR (ジクロロメタン- d_2 , 300 MHz) : $\delta = 8.16$ (d, $J = 8.1$ Hz, 2H)、7.90 (dd, $J_1 = 4.5$ Hz, $J_2 = 1.8$ Hz, 2H)、7.77 (dd, $J_1 = 4.2$ Hz, $J_2 = 2.1$ Hz, 2H)、7.70–7.66 (m, 4H)、7.55–7.14 (m, 24H)、6.99 (d, $J = 5.7$ Hz, 2H)、6.96 (d, $J = 5.7$ Hz, 2H)。

【0 4 2 1】

次に、oYGTBi1BPのトルエン溶液及び固体薄膜の吸収スペクトル及び発光スペクトルを測定した。測定条件は、実施例1と同様のため省略する。

30

【0 4 2 2】

測定の結果、oYGTBi1BPのトルエン溶液では、365 nm付近に吸収ピークが見られ、411 nm (励起波長346 nm) に発光のピークが見られた。また、oYGTBi1BPの固体薄膜では、296 nm付近、347 nm付近、及び362 nm付近に吸収ピークが見られ、426 nm付近 (励起波長360 nm) に発光のピークが見られた。

【0 4 2 3】

次に、oYGTBi1BPのHOMO準位及びLUMO準位を、CV測定を元に算出した。算出方法は実施例1と同様のため省略する。

【0 4 2 4】

また、CV測定を100回繰り返し行い、100サイクル目の測定での酸化還元波と、1サイクル目の酸化還元波を比較して、化合物の電氣的安定性を調べた。

40

【0 4 2 5】

この結果、oYGTBi1BPの酸化電位 E_a [V] の測定において、HOMO準位は -5.50 eVであることがわかった。一方、還元電位 E_c [V] の測定において、LUMO準位は -2.32 eVであることがわかった。また、酸化還元波の繰り返し測定において1サイクル目と100サイクル後の波形と比較したところ、 E_a 測定においては85%、 E_c 測定においては94%のピーク強度を保っていたことから、oYGTBi1BPは酸化及び還元に対する耐性が非常に良好であることが確認された。

【0 4 2 6】

50

また、oYGTBi1BPの示差走査熱量測定（DSC測定）を、パーキンエルマー社製、Pyris1DSCを用いて測定した。示差走査熱量測定は、昇温速度40℃/minにて、-10℃から380℃まで昇温した後、同温度で1分間保持してから降温速度100℃/minにて-10℃まで冷却する操作を2回連続で行った。2サイクル目のDSC測定結果から、oYGTBi1BPのガラス転移点は122℃であることが明らかとなり、非常に高い耐熱性を有する物質であることが示された。

【0427】

また、oYGTBi1BPの示差熱分析を行った。測定方法は実施例1と同様のため省略する。熱重量測定－示差熱分析において、熱重量測定から求めた重量が測定開始時の-5%となる温度（分解温度）は486℃であることがわかり、高い耐熱性を有する物質であることが示された。

【0428】

<YGTBiF(2)の合成>

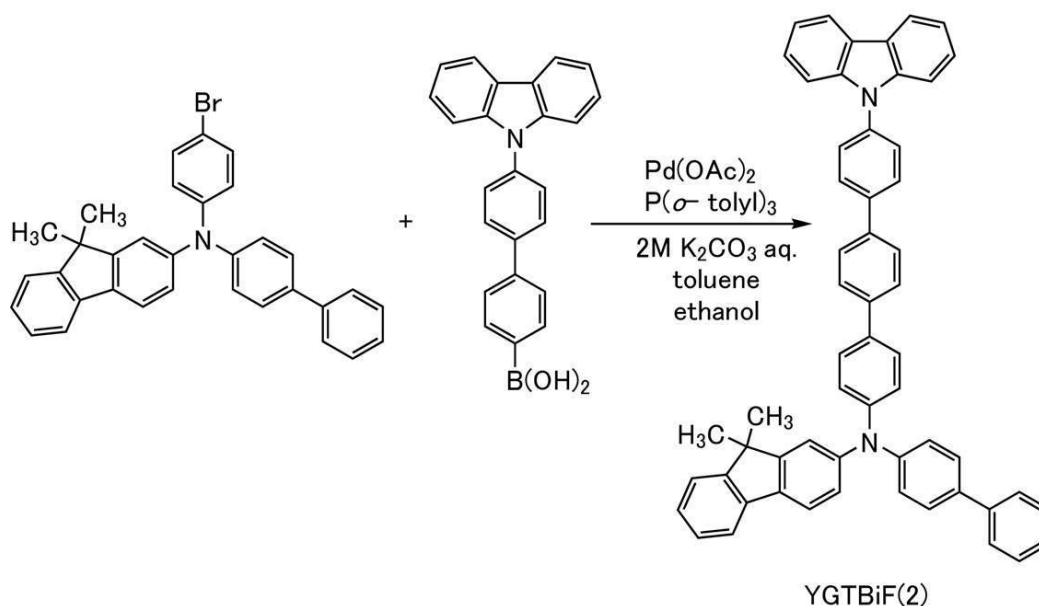
2.0g(4.0mmol)の2-アミノ-N-[(1,1'-ビフェニル)-4-イル]-N-(4-ブロモフェニル)-9,9-ジメチルフルオレンと、1.4g(4.0mmol)の[4'-(カルバゾール-9-イル)-4-ビフェニル]ボロン酸と、24mg(76μmol)のトリ(オルトトリル)ホスフィンと、5mLの2M炭酸カリウム水溶液と、30mLのトルエンと、10mLのエタノールを、還流管を付けた200mL三口フラスコに入れ、混合物の減圧脱気をした後、系内を窒素置換した。この混合物を60℃で加熱し、この混合物に8.9mg(40μmol)の酢酸パラジウム(II)を加えた。この混合物を10時間還流した。得られた混合物を吸引濾過した。得られた濾液に水を加え、水層をトルエンにて抽出した。得られた抽出液と有機層を合わせて水と飽和食塩水で洗浄し、硫酸マグネシウムで乾燥した。この混合物を自然濾過し得られた濾液を濃縮し、淡褐色固体を得た。この固体を、高速液体クロマトグラフィー(HPLC)(移動相：クロロホルム)により精製したところ、目的物の淡黄色固体を1.3g、収率43%で得た。

【0429】

得られた1.3gの固体をトレインサブリメーション法により昇華精製した。昇華精製は、アルゴンを15mL/minで流しながら、圧力3.1Pa、350℃で固体を15時間加熱して行った。昇華精製後に目的物の淡黄色固体を1.1g、回収率85%で得た。合成スキームを(Y-1)に示す。

【0430】

【化45】



【0431】

得られた淡黄色固体の $^1\text{H-NMR}$ による分析結果を以下に示す。この結果により、 $\text{YGTBiF}(2)$ が得られたことがわかった。

【0432】

$^1\text{H-NMR}$ (ジクロロメタン- d_2 , 300MHz) : $\delta = 8.17$ (d、 $J = 7.8\text{Hz}$ 、2H)、 7.92 (d、 $J = 8.7\text{Hz}$ 、2H)、 7.75 (dd、 $J_1 = 27.6\text{Hz}$ 、 $J_2 = 9.0\text{Hz}$ 、4H)、 $7.70 - 7.61$ (m、8H)、 7.56 (d、 $J = 9.0\text{Hz}$ 、2H)、 $7.52 - 7.42$ (m、7H)、 $7.36 - 7.24$ (m、10H)、 7.14 (dd、 $J_1 = 6.0\text{Hz}$ 、 $J_2 = 2.1\text{Hz}$ 、1H)、 1.45 (s、6H)。

10

【0433】

次に、 $\text{YGTBiF}(2)$ のトルエン溶液及び固体薄膜の吸収スペクトル及び発光スペクトルを測定した。測定条件は、実施例1と同様のため省略する。

【0434】

測定の結果より、 $\text{YGTBiF}(2)$ のトルエン溶液では、 363nm 付近に吸収ピークが見られ、 425nm (励起波長 363nm) に発光のピークが見られた。また、 $\text{YGTBiF}(2)$ の固体薄膜では、 294nm 付近、 350nm 付近、 365nm 付近に吸収ピークが見られ、 442nm 付近 (励起波長 380nm) に発光のピークが見られた。

【0435】

次に、 $\text{YGTBiF}(2)$ のHOMO準位及びLUMO準位を、CV測定を元に算出した。算出方法は実施例1と同様のため省略する。

20

【0436】

また、CV測定を100回繰り返し行い、100サイクル目の測定での酸化-還元波と、1サイクル目の酸化-還元波を比較して、化合物の電氣的安定性を調べた。

【0437】

この結果、 $\text{YGTBiF}(2)$ の酸化電位 E_a [V] の測定において、HOMO準位は -5.41eV であることがわかった。一方、還元電位 E_c [V] の測定において、LUMO準位は -2.34eV であることがわかった。また、酸化-還元波の繰り返し測定において1サイクル目と100サイクル後の波形と比較したところ、 E_a 測定においては90%、 E_c 測定においては96%のピーク強度を保っていたことから、 $\text{YGTBiF}(2)$ は酸化及び還元に対する耐性が非常に良好であることが確認された。

30

【0438】

また、 $\text{YGTBiF}(2)$ の示差走査熱量測定 (DSC測定) を、パーキンエルマー社製、Pyris 1 DSCを用いて測定した。示差走査熱量測定は、昇温速度 $40^\circ\text{C}/\text{min}$ にて、 -10°C から 330°C まで昇温した後、同温度で1分間保持してから降温速度 $100^\circ\text{C}/\text{min}$ にて -10°C まで冷却する操作を2回連続で行った。2サイクル目のDSC測定結果から、 $\text{YGTBiF}(2)$ のガラス転移点は 145°C であることが明らかとなり、非常に高い耐熱性を有する物質であることが示された。

【0439】

また、 $\text{YGTBiF}(2)$ の示差熱分析を行った。測定方法は実施例1と同様のため省略する。熱重量測定-示差熱分析において、熱重量測定から求めた重量が測定開始時の5%となる温度 (分解温度) は 499°C であることがわかり、高い耐熱性を有する物質であることが示された。

40

【符号の説明】

【0440】

- 101 第1の電極
- 102 第2の電極
- 103 EL層
- 103a EL層
- 103b EL層

50

1 0 3 c	E L 層	
1 0 4	電荷発生層	
1 1 1	正孔注入層	
1 1 2	正孔輸送層	
1 1 3	発光層	
1 1 4	電子輸送層	
1 1 5	電子注入層	
2 0 1	基板	
2 0 2	絶縁層	
2 0 2 a	絶縁層	10
2 0 2 b	絶縁層	
2 0 3 B	発光デバイス	
2 0 3 G	発光デバイス	
2 0 3 R	発光デバイス	
2 0 3 W	発光デバイス	
2 0 4	絶縁層	
2 0 5	基板	
2 0 6 B	カラーフィルタ	
2 0 6 G	カラーフィルタ	
2 0 6 R	カラーフィルタ	20
2 0 7	空間	
2 0 8	接着層	
2 0 9	ブラックマトリックス	
2 1 0	トランジスタ	
2 1 1	第 1 の電極	
2 1 2 G	導電層	
2 1 2 R	導電層	
2 1 3	E L 層	
2 1 3 B	E L 層	
2 1 3 G	E L 層	30
2 1 3 R	E L 層	
2 1 5	第 2 の電極	
2 2 0 B	光学距離	
2 2 0 G	光学距離	
2 2 0 R	光学距離	
3 0 1	第 1 の基板	
3 0 2	画素部	
3 0 3	回路部	
3 0 4 a	回路部	40
3 0 4 b	回路部	
3 0 5	シール材	
3 0 6	第 2 の基板	
3 0 7	配線	
3 0 8	F P C	
3 0 9	トランジスタ	
3 1 0	トランジスタ	
3 1 1	トランジスタ	
3 1 2	トランジスタ	
3 1 3	第 1 の電極	50

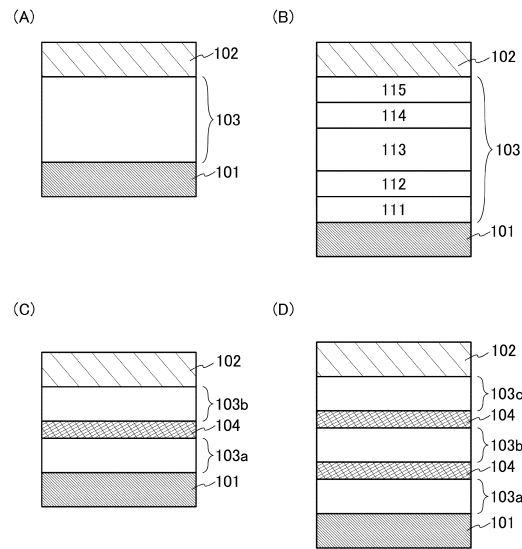
3 1 4	絶縁層	
3 1 5	E L 層	
3 1 6	第 2 の電極	
3 1 7	有機 E L デバイス	
3 1 8	空間	
3 2 0	トランジスタ	
3 2 1	導電層	
3 2 2 a	導電層	
3 2 2 b	導電層	
3 2 3	導電層	10
3 2 4	絶縁層	
3 2 5	絶縁層	
3 2 6	絶縁層	
3 2 7	半導体層	
3 2 7 i	チャネル形成領域	
3 2 7 n	低抵抗領域	
3 2 8	絶縁層	
3 3 0	トランジスタ	
3 3 1	導電層	
3 3 2 a	導電層	20
3 3 2 b	導電層	
3 3 3	導電層	
3 3 4	絶縁層	
3 3 5	絶縁層	
3 3 7	半導体層	
3 3 8	絶縁層	
4 0 1	第 1 の電極	
4 0 2	E L 層	
4 0 3	第 2 の電極	
4 0 5	絶縁層	30
4 0 6	導電層	
4 0 7	接着層	
4 1 6	導電層	
4 2 0	基板	
4 2 2	接着層	
4 2 3	バリア層	
4 2 4	絶縁層	
4 5 0	有機 E L デバイス	
4 9 0 a	基板	
4 9 0 b	基板	40
4 9 0 c	バリア層	
8 0 0	基板	
8 0 1	第 1 の電極	
8 0 2	E L 層	
8 0 3	第 2 の電極	
8 1 1	正孔注入層	
8 1 2	正孔輸送層	
8 1 3	発光層	
8 1 4	電子輸送層	
8 1 5	電子注入層	50

9 1 1	筐体	
9 1 2	光源	
9 1 3	検知ステージ	
9 1 4	撮像装置	
9 1 5	発光部	
9 1 6	発光部	
9 1 7	発光部	
9 2 1	筐体	
9 2 2	操作ボタン	
9 2 3	検知部	10
9 2 4	光源	
9 2 5	撮像装置	
9 3 1	筐体	
9 3 2	操作パネル	
9 3 3	搬送機構	
9 3 4	モニタ	
9 3 5	検知ユニット	
9 3 6	被検査部材	
9 3 7	撮像装置	
9 3 8	光源	20
9 8 1	筐体	
9 8 2	表示部	
9 8 3	操作ボタン	
9 8 4	外部接続ポート	
9 8 5	スピーカ	
9 8 6	マイク	
9 8 7	第 1 のカメラ	
9 8 8	第 2 のカメラ	
7 0 0 0	表示部	
7 0 0 1	表示部	30
7 1 0 0	テレビジョン装置	
7 1 0 1	筐体	
7 1 0 3	スタンド	
7 1 1 1	リモコン操作機	
7 2 0 0	ノート型パーソナルコンピュータ	
7 2 1 1	筐体	
7 2 1 2	キーボード	
7 2 1 3	ポインティングデバイス	
7 2 1 4	外部接続ポート	
7 3 0 0	デジタルサイネージ	40
7 3 0 1	筐体	
7 3 0 3	スピーカ	
7 3 1 1	情報端末機	
7 4 0 0	デジタルサイネージ	
7 4 0 1	柱	
7 4 1 1	情報端末機	
7 6 0 0	携帯情報端末	
7 6 0 1	筐体	
7 6 0 2	ヒンジ	
7 6 5 0	携帯情報端末	50

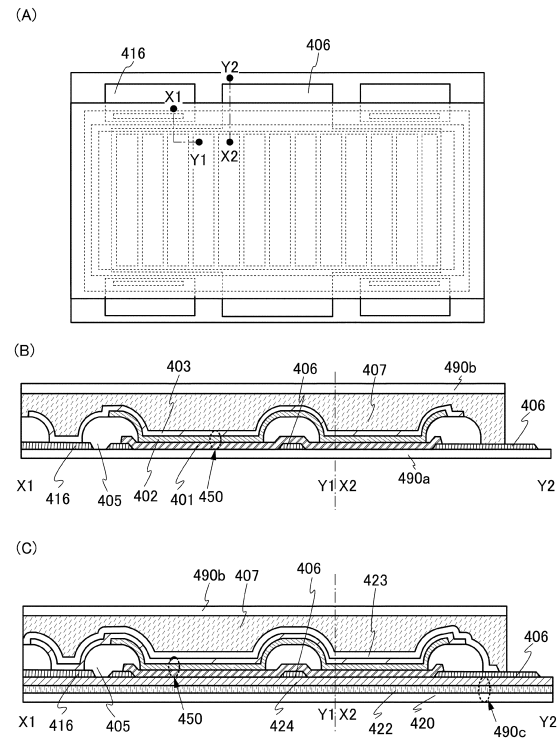
- 7 6 5 1 非表示部
- 7 8 0 0 携帯情報端末
- 7 8 0 1 バンド
- 7 8 0 2 入出力端子
- 7 8 0 3 操作ボタン
- 7 8 0 4 アイコン
- 7 8 0 5 バッテリ
- 9 7 0 0 自動車
- 9 7 0 1 車体
- 9 7 0 2 車輪
- 9 7 0 3 フロントガラス
- 9 7 0 4 ライト
- 9 7 0 5 フォグランプ
- 9 7 1 0 表示部
- 9 7 1 1 表示部
- 9 7 1 2 表示部
- 9 7 1 3 表示部
- 9 7 1 4 表示部
- 9 7 1 5 表示部
- 9 7 2 1 表示部
- 9 7 2 2 表示部
- 9 7 2 3 表示部

【図面】

【図 1】



【図 2】



10

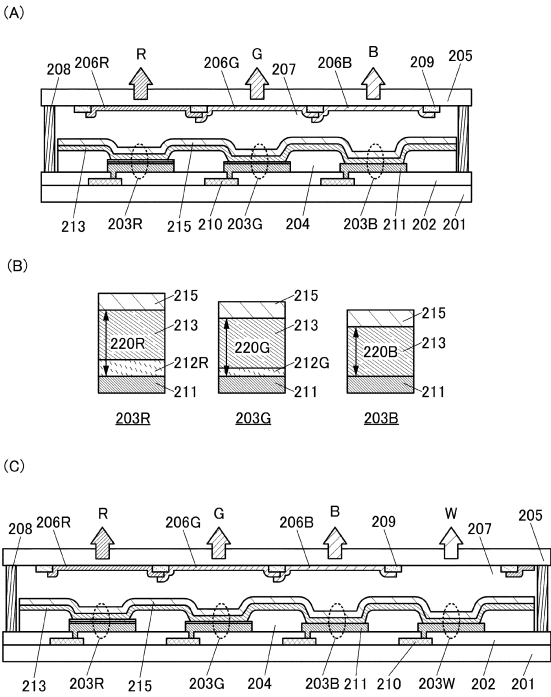
20

30

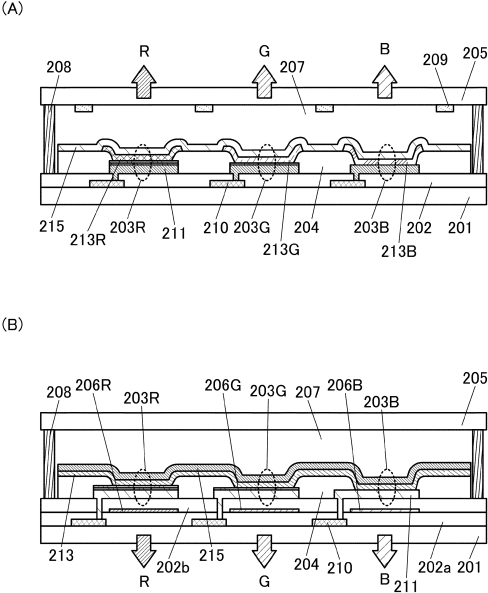
40

50

【図 3】



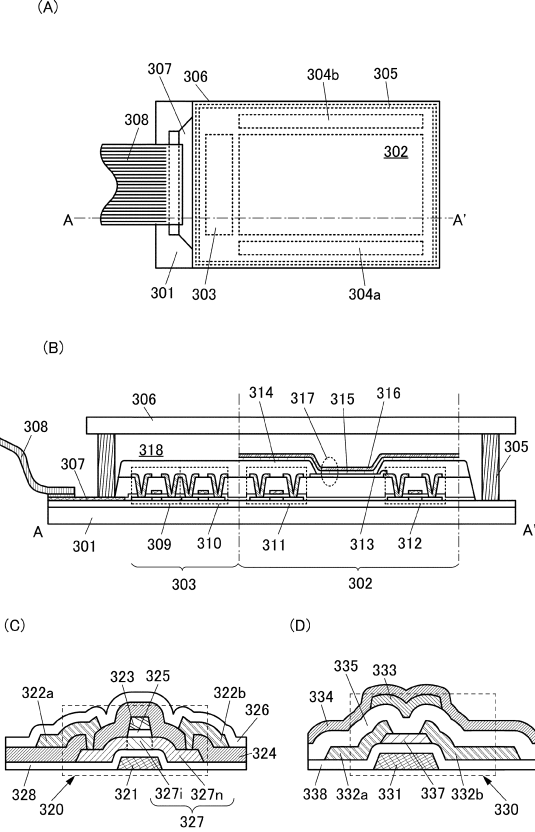
【図 4】



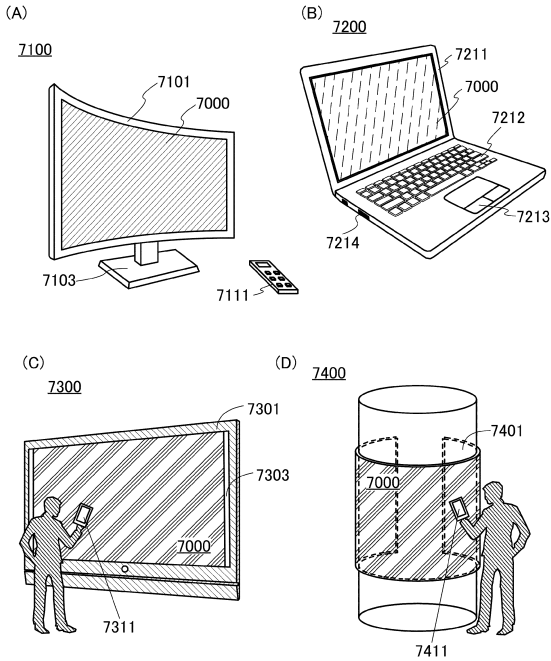
10

20

【図 5】



【図 6】

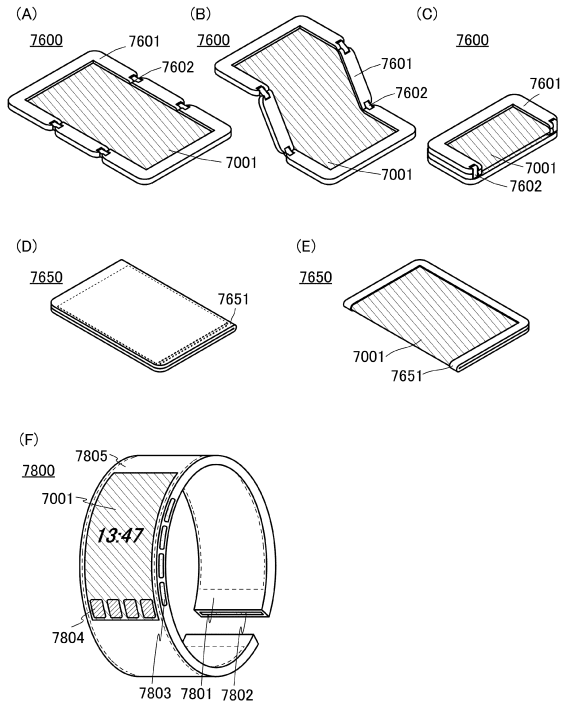


30

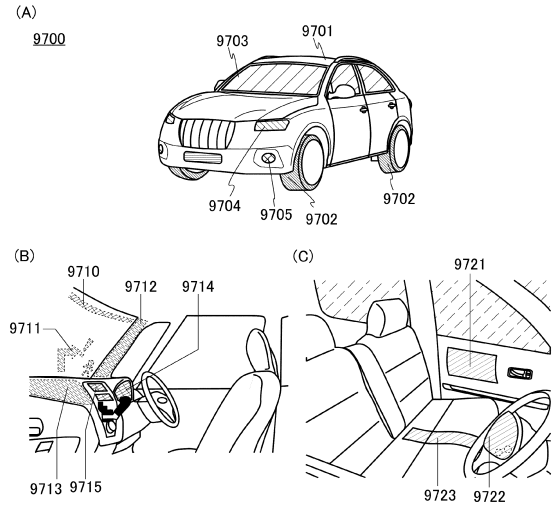
40

50

【図 7】



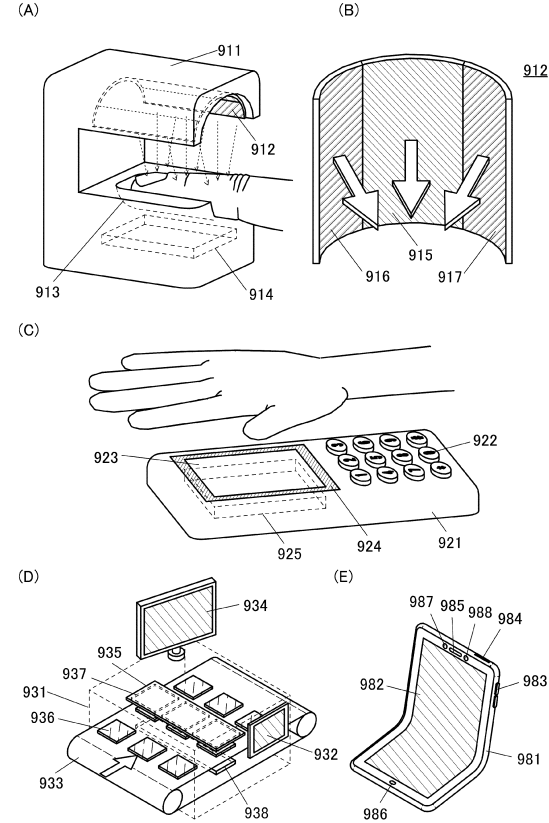
【図 8】



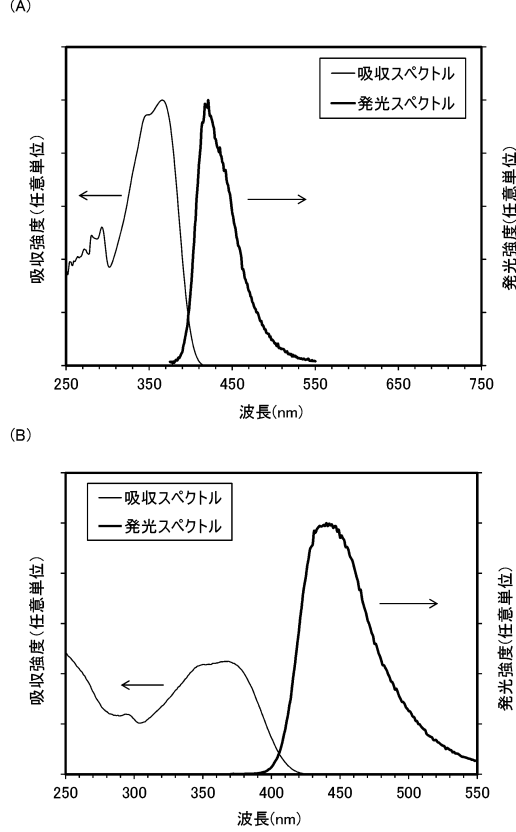
10

20

【図 9】



【図 10】

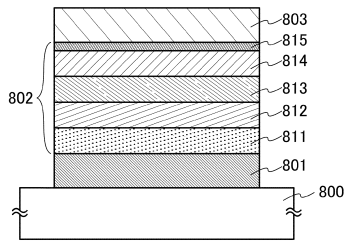


30

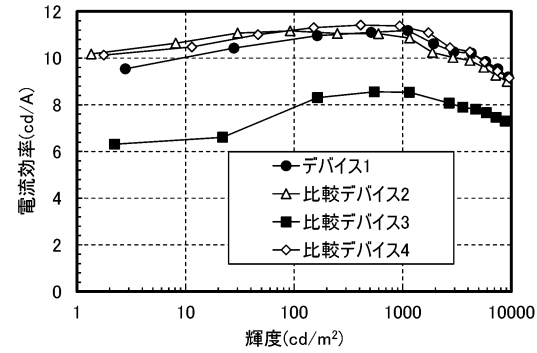
40

50

【図 1 1】

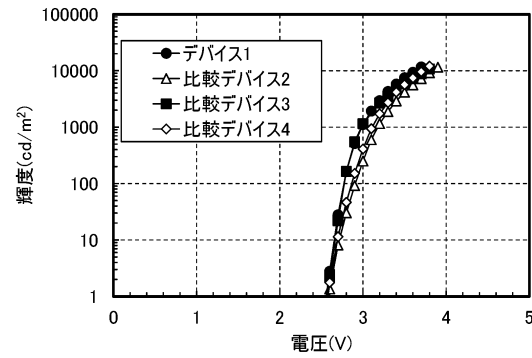


【図 1 2】

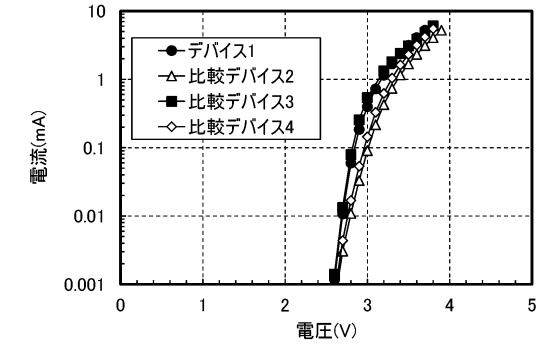


10

【図 1 3】

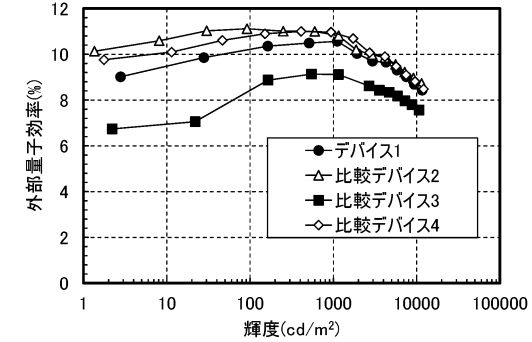


【図 1 4】

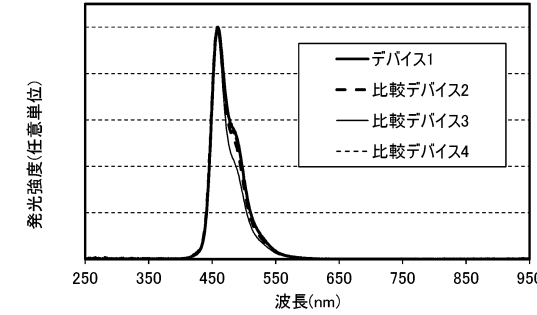


20

【図 1 5】



【図 1 6】



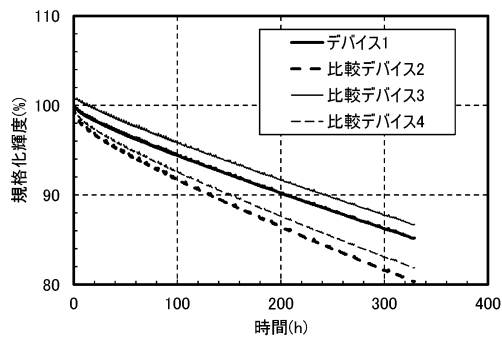
30

40

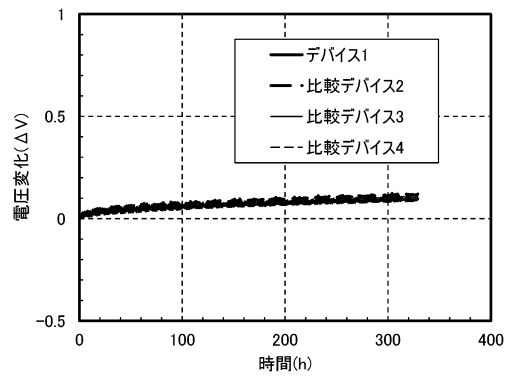
50

【図 17】

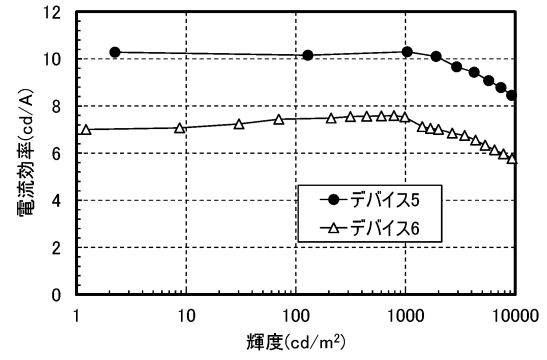
(A)



(B)



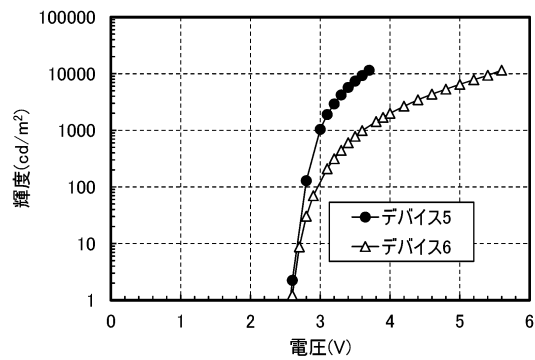
【図 18】



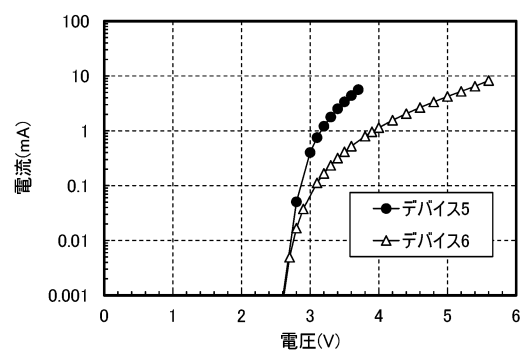
10

20

【図 19】



【図 20】

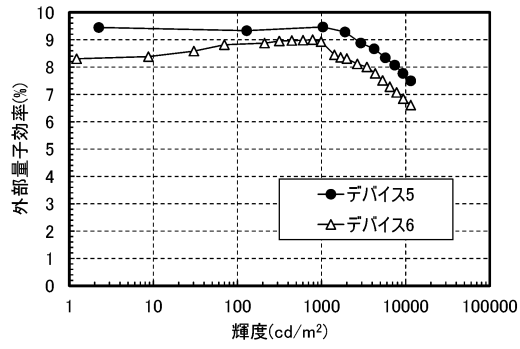


30

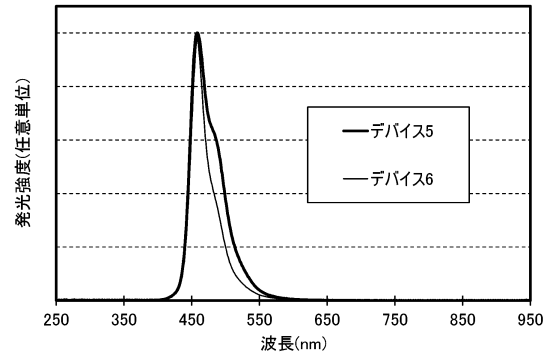
40

50

【図 2 1】



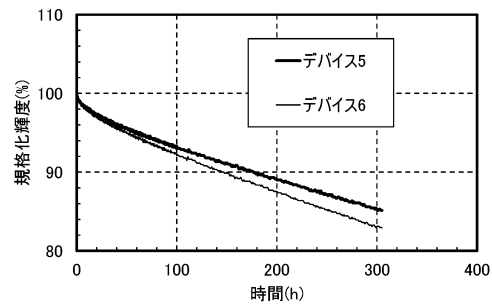
【図 2 2】



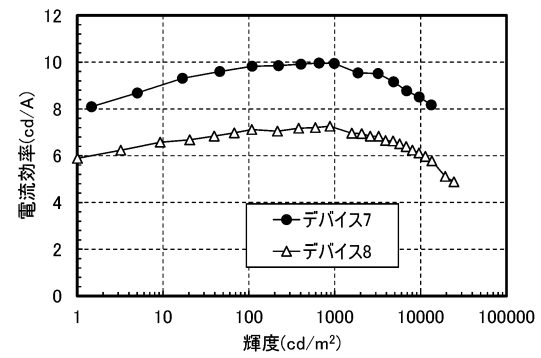
10

【図 2 3】

(A)

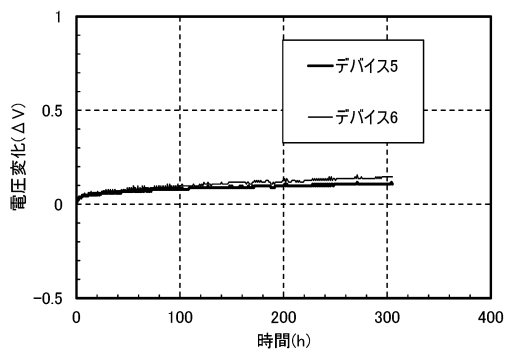


【図 2 4】



20

(B)

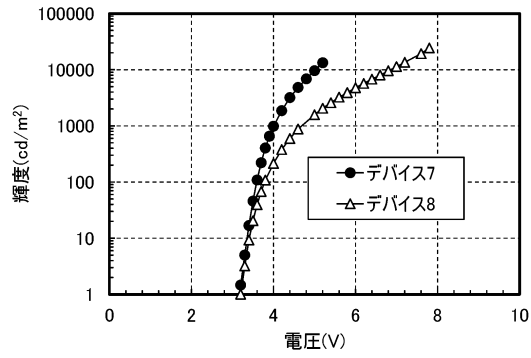


30

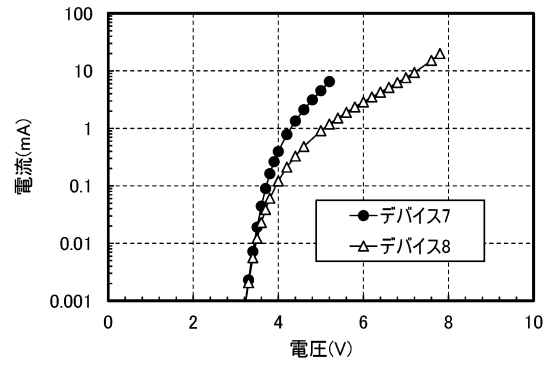
40

50

【図 2 5】

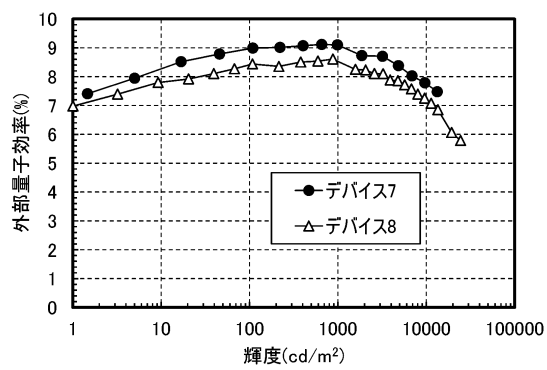


【図 2 6】

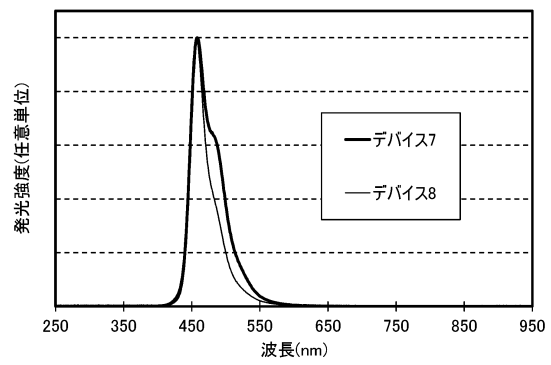


10

【図 2 7】



【図 2 8】



20

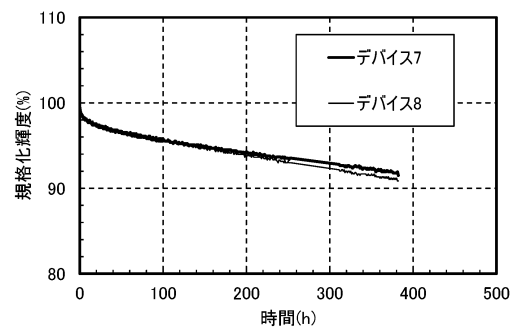
30

40

50

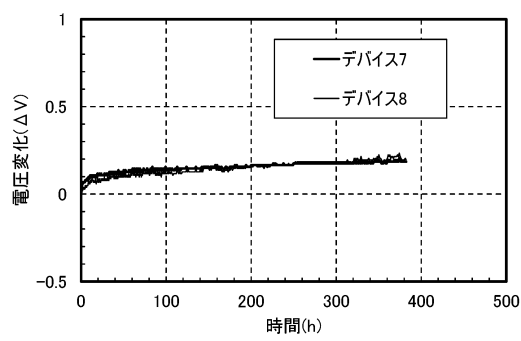
【図 29】

(A)



10

(B)



20

30

40

50

フロントページの続き

(72)発明者 瀬尾 哲史

神奈川県厚木市長谷 3 9 8 番地 株式会社半導体エネルギー研究所内

審査官 奥谷 暢子

(56)参考文献 中国特許出願公開第 1 0 8 9 7 6 1 6 2 (CN, A)
特開 2 0 0 9 - 2 9 8 7 7 9 (JP, A)
韓国公開特許第 1 0 - 2 0 1 9 - 0 0 5 8 8 5 9 (KR, A)
特開 2 0 1 8 - 1 0 8 9 4 1 (JP, A)
中国特許出願公開第 1 0 8 2 5 0 0 8 4 (CN, A)
韓国公開特許第 1 0 - 2 0 1 8 - 0 0 1 2 1 9 3 (KR, A)
韓国公開特許第 1 0 - 2 0 1 8 - 0 0 9 8 1 3 0 (KR, A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

C 0 7 D

H 1 0 K

CAplus/REGISTRY (STN)