

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7358552号
(P7358552)

(45)発行日 令和5年10月10日(2023.10.10)

(24)登録日 令和5年9月29日(2023.9.29)

(51)国際特許分類

F I

C 0 7 D 491/048 (2006.01)

C 0 7 D 491/048

C 0 9 K 11/06 (2006.01)

C 0 9 K 11/06

H 1 0 K 50/16 (2023.01)

H 0 5 B 33/22

H 1 0 K 50/11

H 1 0 K 50/16

C S P

6 9 0

B

請求項の数 9 (全96頁)

(21)出願番号	特願2022-74128(P2022-74128)	(73)特許権者	000153878
(22)出願日	令和4年4月28日(2022.4.28)		株式会社半導体エネルギー研究所
(62)分割の表示	特願2017-151312(P2017-151312)	(72)発明者	鈴木 宏記
)の分割		神奈川県厚木市長谷 3 9 8 番地
原出願日	平成29年8月4日(2017.8.4)		神奈川県厚木市長谷 3 9 8 番地 株式会
(65)公開番号	特開2022-110006(P2022-110006)		社半導体エネルギー研究所内
	A)	(72)発明者	山口 知也
(43)公開日	令和4年7月28日(2022.7.28)		神奈川県厚木市長谷 3 9 8 番地 株式会
審査請求日	令和4年5月13日(2022.5.13)		社半導体エネルギー研究所内
(31)優先権主張番号	特願2016-159794(P2016-159794)	(72)発明者	吉住 英子
(32)優先日	平成28年8月17日(2016.8.17)		神奈川県厚木市長谷 3 9 8 番地 株式会
(33)優先権主張国・地域又は機関			社半導体エネルギー研究所内
	日本国(JP)	(72)発明者	瀬尾 哲史
(31)優先権主張番号	特願2017-102066(P2017-102066)		神奈川県厚木市長谷 3 9 8 番地 株式会
(32)優先日	平成29年5月23日(2017.5.23)		社半導体エネルギー研究所内
	最終頁に続く		最終頁に続く

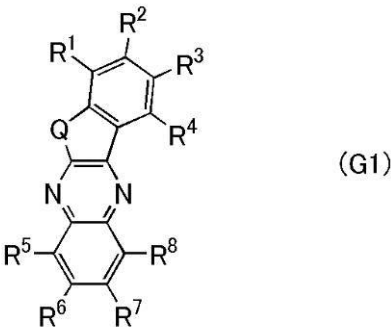
(54)【発明の名称】 有機化合物、発光素子、発光装置、電子機器および照明装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】

一般式（G 1）で表される有機化合物。

【化 1】



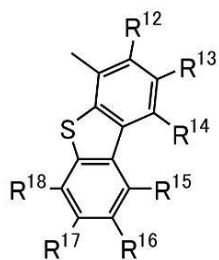
10

（式中、QはOを表し、R¹、R²及びR⁴～R⁸はそれぞれ独立に、水素、ハロゲン基、置換もしくは無置換の炭素数1～6のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数6～12のアリール基、または置換もしくは無置換の炭素数3～12のヘテロアリール基のいずれかを表し、R³は、置換もしくは無置換のフェニレン基を介して下記一般式（A-1）

20

で表される A を有する。)

【化 2】



(A-1)

10

(式中、R¹² ~ R¹⁸ はそれぞれ独立に、水素、炭素数 1 ~ 6 のアルキル基、または置換もしくは無置換のフェニル基のいずれかを表す。)

【請求項 2】

一般式 (G 1) で表される有機化合物。

【化 3】

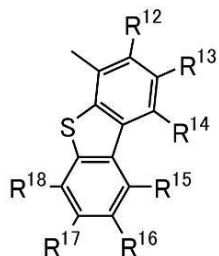


(G1)

20

(式中、Q は O を表し、R¹、R²、R⁴ ~ R⁶ 及び R⁸ はそれぞれ独立に、水素、ハロゲン基、置換もしくは無置換の炭素数 1 ~ 6 のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数 6 ~ 12 のアリール基、または置換もしくは無置換の炭素数 3 ~ 12 のヘテロアリール基のいずれかを表し、かつ R³ および R⁷ は、置換もしくは無置換の フェニレン基 を介して下記一般式 (A - 1) で表される A を有する。)

【化 4】



(A-1)

40

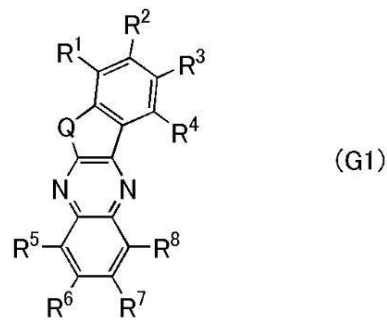
(式中、R¹² ~ R¹⁸ はそれぞれ独立に、水素、炭素数 1 ~ 6 のアルキル基、または置換もしくは無置換のフェニル基のいずれかを表す。)

【請求項 3】

一般式 (G 1) で表される有機化合物。

50

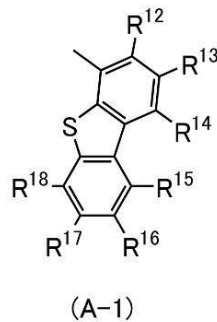
【化 5】



10

(式中、QはOを表し、 R^1 、 R^2 、 R^4 、 R^5 、 R^7 及び R^8 はそれぞれ独立に、水素、ハロゲン基、置換もしくは無置換の炭素数1～6のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数6～12のアリール基、または置換もしくは無置換の炭素数3～12のヘテロアリール基のいずれかを表し、かつ R^3 および R^6 は、置換もしくは無置換のフェニレン基を介して下記一般式(A-1)で表されるAを有する。)

【化 6】



20

(式中、 R^{12} ～ R^{18} はそれぞれ独立に、水素、炭素数1～6のアルキル基、または置換もしくは無置換のフェニル基のいずれかを表す。)

30

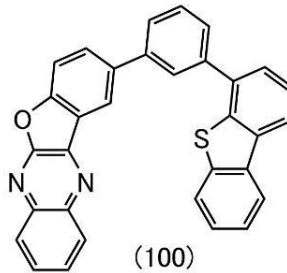
【請求項 4】

式(100)、式(200)及び式(262)のいずれか一で表される有機化合物。

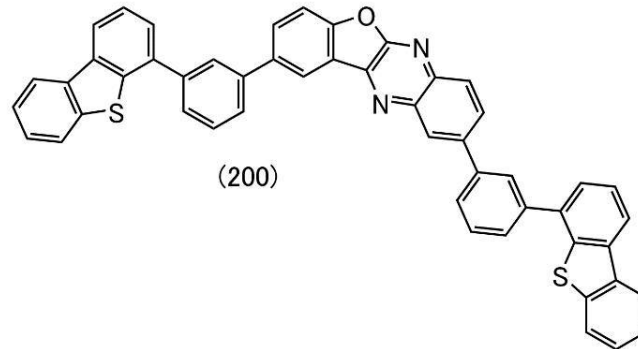
40

50

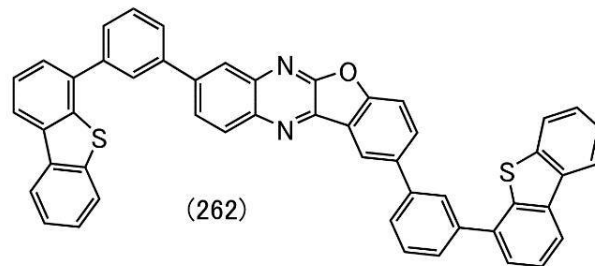
【化 7】



10



20



【請求項 5】

請求項 1 乃至請求項 4 のいずれかーに記載の有機化合物を用いた発光素子。

30

【請求項 6】

一対の電極間に発光層を有し、

前記発光層は、請求項 1 乃至請求項 4 のいずれかーに記載の有機化合物を有する発光素子。

【請求項 7】

請求項 5 または請求項 6 に記載の発光素子と、

トランジスタ、または基板のいずれかーと、を有する発光装置。

【請求項 8】

請求項 7 に記載の発光装置と、

マイク、カメラ、操作用ボタン、外部接続部、または、スピーカのいずれかーと、を有する電子機器。

40

【請求項 9】

請求項 7 に記載の発光装置と、

筐体、カバー、または、支持台のいずれかーと、を有する照明装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明の一態様は、発光素子、発光装置、電子機器、および照明装置に関する。但し、本発明の一態様は、それらに限定されない。すなわち、本発明の一態様は、物、方法、製造方法、または駆動方法に関する。または、本発明の一態様は、プロセス、マシン、マニユ

50

ファクチャ、または、組成物（コンポジション・オブ・マター）に関する。また、具体的には、半導体装置、表示装置、液晶表示装置などを一例として挙げるができる。

【背景技術】

【0002】

一对の電極間にEL層を挟んでなる発光素子（有機EL素子ともいう）は、薄型軽量、入力信号に対する高速な応答性、低消費電力などの特性を有することから、これを適用したディスプレイは、次世代のフラットパネルディスプレイとして注目されている。

【0003】

発光素子は、一对の電極間に電圧を印加することにより、各電極から注入された電子およびホールがEL層において再結合し、EL層に含まれる発光物質（有機化合物）が励起状態となり、その励起状態が基底状態に戻る際に発光する。なお、励起状態の種類としては、一重項励起状態（ S^* ）と三重項励起状態（ T^* ）とがあり、一重項励起状態からの発光が蛍光、三重項励起状態からの発光が燐光と呼ばれている。また、発光素子におけるこれらの統計的な生成比率は、 $S^* : T^* = 1 : 3$ であると考えられている。発光物質から得られる発光スペクトルはその発光物質特有のものであり、異なる種類の有機化合物を発光物質として用いることによって、様々な発光色の発光素子を得ることができる。

【0004】

このような発光素子に関しては、その素子特性を向上させる為に、素子構造の改良や材料開発等が盛んに行われている（例えば、特許文献1参照。）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【文献】特開2010-182699号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

発光素子の開発において、発光素子に用いる有機化合物は、その特性や信頼性を高める上で非常に重要である。そこで、本発明の一態様では、新規な有機化合物を提供する。すなわち、素子特性や信頼性を高める上で有効な新規の有機化合物を提供する。また、本発明の一態様では、発光素子に用いることができる新規な有機化合物を提供する。また、本発明の一態様では、発光素子のEL層に用いることができる、新規な有機化合物を提供する。また、本発明の一態様である新規な有機化合物を用いた高効率で信頼性の高い新規な発光素子を提供する。また、新規な発光装置、新規な電子機器、または新規な照明装置を提供する。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。なお、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。なお、これら以外の課題は、明細書、図面、請求項などの記載から、自ずと明らかとなるものであり、明細書、図面、請求項などの記載から、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】

【0007】

本発明の一態様は、下記一般式（G1）で表される有機化合物である。

【0008】

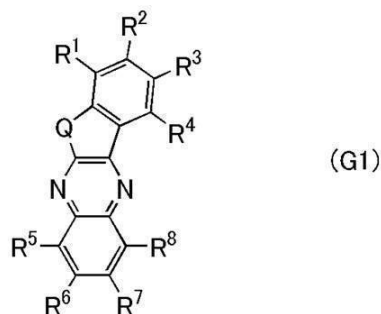
10

20

30

40

【化 1】



10

【 0 0 0 9 】

但し、一般式 (G 1) 中、Q は O または S を表し、 $R^1 \sim R^8$ はそれぞれ独立に、水素、ハロゲン基、置換もしくは無置換の炭素数 1 ~ 6 のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数 6 ~ 12 のアリール基、または置換もしくは無置換の炭素数 3 ~ 12 のヘテロアリール基のいずれかを表し、かつ $R^1 \sim R^8$ の少なくとも一は、置換もしくは無置換の炭素数 3 ~ 24 の、縮合芳香環または縮合複素芳香環のいずれかを有する。

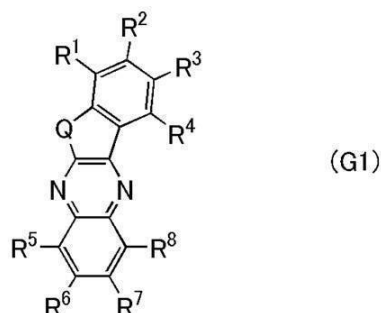
【 0 0 1 0 】

また、本発明の別の一態様は、下記一般式 (G 1) で表される有機化合物である。

20

【 0 0 1 1 】

【化 2】



30

【 0 0 1 2 】

但し、一般式 (G 1) 中、Q は O または S を表し、 $R^1 \sim R^8$ はそれぞれ独立に、水素、ハロゲン基、置換もしくは無置換の炭素数 1 ~ 6 のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数 6 ~ 12 のアリール基、または置換もしくは無置換の炭素数 3 ~ 12 のヘテロアリール基のいずれかを表し、かつ $R^1 \sim R^4$ の少なくとも一および $R^5 \sim R^8$ の少なくとも一は、置換もしくは無置換の炭素数 3 ~ 24 の、縮合芳香環または縮合複素芳香環のいずれかを有する。

40

【 0 0 1 3 】

また、上記各構成における、縮合芳香環または縮合複素芳香環としては、ナフタレン環、フルオレン環、フェナントレン環、トリフェニレン環、ジベンゾチオフェン環、ジベンゾフラン環、またはカルバゾール環のいずれかが挙げられる。

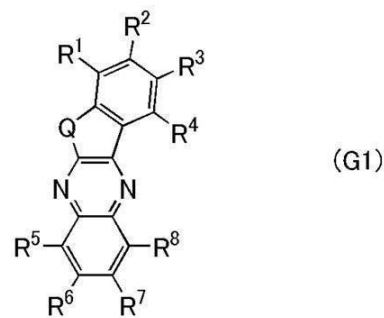
【 0 0 1 4 】

また、本発明の別の一態様は、下記一般式 (G 1) で表される有機化合物である。

【 0 0 1 5 】

50

【化 3】



10

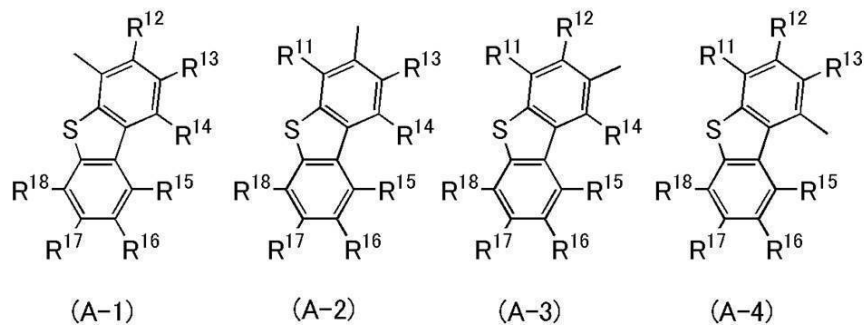
【 0 0 1 6 】

但し、一般式 (G 1) 中、Q は O または S を表し、 $R^1 \sim R^8$ はそれぞれ独立に、水素、ハロゲン基、置換もしくは無置換の炭素数 1 ~ 6 のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数 6 ~ 12 のアリール基、または置換もしくは無置換の炭素数 3 ~ 12 のヘテロアリール基のいずれかを表し、かつ $R^1 \sim R^8$ の少なくとも一は、置換もしくは無置換の炭素数 6 ~ 24 のアリーレン基、または置換もしくは無置換の炭素数 3 ~ 24 のヘテロアリーレン基を介して下記一般式 (A - 1) ~ (A - 4) で表される A を有する。

【 0 0 1 7 】

20

【化 4】



30

【 0 0 1 8 】

但し、一般式 (A - 1) ~ (A - 4) 中、 $R^{11} \sim R^{18}$ はそれぞれ独立に、水素、炭素数 1 ~ 6 のアルキル基、または置換もしくは無置換のフェニル基のいずれかを表す。

【 0 0 1 9 】

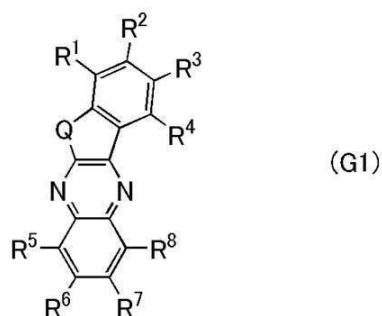
また、本発明の別の一態様は、下記一般式 (G 1) で表される有機化合物である。

【 0 0 2 0 】

40

50

【化 5】



10

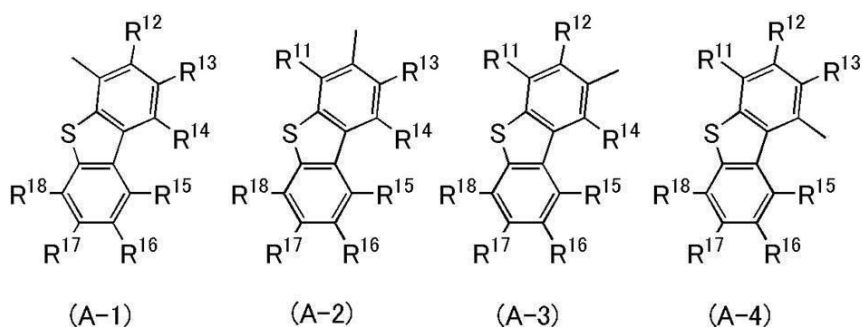
【0021】

但し、一般式 (G1) 中、Q は O または S を表し、 $R^1 \sim R^8$ はそれぞれ独立に、水素、ハロゲン基、置換もしくは無置換の炭素数 1 ~ 6 のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数 6 ~ 12 のアリール基、または置換もしくは無置換の炭素数 3 ~ 12 のヘテロアリール基のいずれかを表し、かつ $R^1 \sim R^4$ の少なくとも一および $R^5 \sim R^8$ の少なくとも一は、置換もしくは無置換の炭素数 6 ~ 24 のアリーレン基、または置換もしくは無置換の炭素数 3 ~ 24 のヘテロアリーレン基を介して下記一般式 (A-1) ~ (A-4) で表される A を有する。

20

【0022】

【化 6】



30

【0023】

但し、一般式 (A-1) ~ (A-4) 中、 $R^{11} \sim R^{18}$ はそれぞれ独立に、水素、炭素数 1 ~ 6 のアルキル基、または置換もしくは無置換のフェニル基のいずれかを表す。

【0024】

なお、上記各構成において、 $R^1 \sim R^8$ の少なくとも一、もしくは、 $R^1 \sim R^4$ の少なくとも一および $R^5 \sim R^8$ の少なくとも一、が上記 A と直接結合する構造も本発明に含めることとする。

40

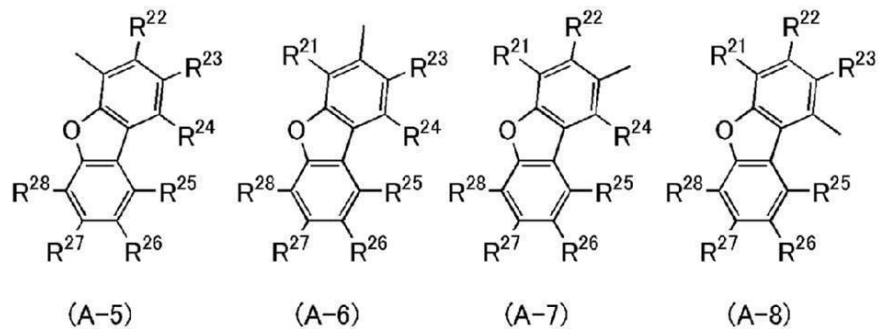
【0025】

また、上記各構成において、一般式 (G1) に含まれる A には、下記一般式 (A-5) ~ (A-13) で表される構造も含まれることとする。

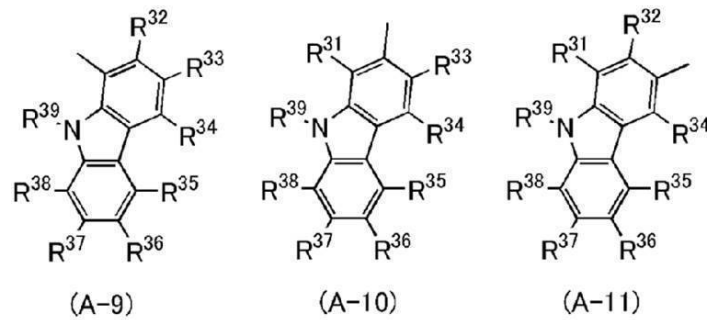
【0026】

50

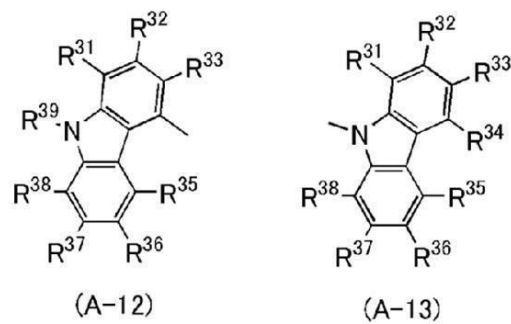
【化 7】



10



20



30

【 0 0 2 7 】

但し、一般式 (A - 5) ~ (A - 13) 中、 $R^{21} \sim R^{28}$ 、 $R^{31} \sim R^{39}$ はそれぞれ独立に、水素、炭素数 1 ~ 6 のアルキル基、または置換もしくは無置換のフェニル基のいずれかを表す。

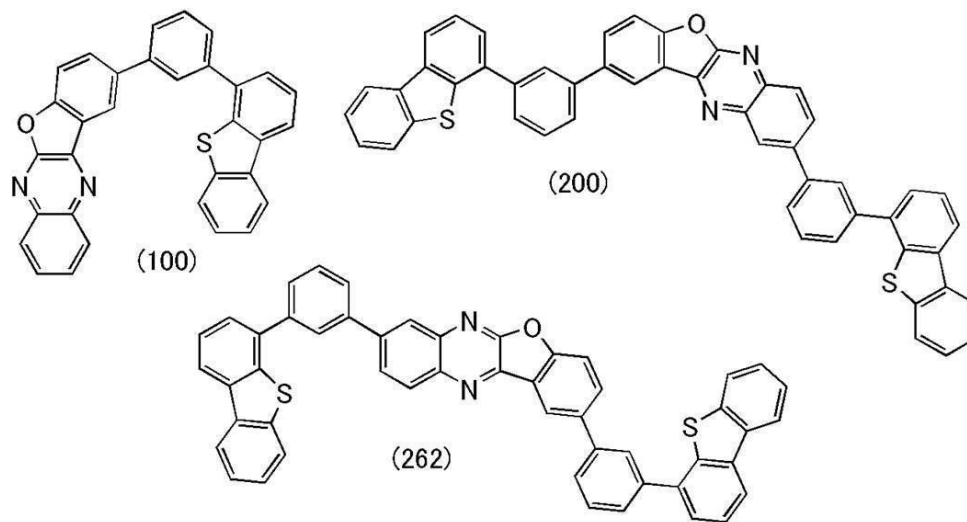
【 0 0 2 8 】

本発明の別の態様は、構造式 (100)、構造式 (200)、または構造式 (262) で表される有機化合物である。

【 0 0 2 9 】

40

【化 8】



10

【 0 0 3 0 】

本発明の別の態様は、ベンゾフロキノキサリン骨格またはベンゾチエノキノキサリン骨格を有する有機化合物を用いた発光素子である。なお、上記有機化合物に加えて三重項励起エネルギーを発光に変える物質、例えば、有機金属錯体を含む燐光材料や T A D F 材料を有する発光素子も本発明の一態様に含める。

20

【 0 0 3 1 】

本発明の別の態様は、上述した本発明の一態様である有機化合物を用いた発光素子である。なお、一對の電極間に有する E L 層や、E L 層に含まれる発光層に本発明の一態様である有機化合物を用いて形成された発光素子も本発明の一態様に含まれることとする。また、発光素子に加えて、トランジスタ、基板などを有する発光装置も発明の範疇に含める。さらに、これらの発光装置に加えて、マイク、カメラ、操作用ボタン、外部接続部、筐体、カバー、支持台または、スピーカ等を有する電子機器や照明装置も発明の範疇に含める。

30

【 0 0 3 2 】

本発明の一態様である有機化合物は、発光物質として用いることができるが、燐光を発光する発光物質（燐光性化合物）と組み合わせて発光素子の発光層に用いることができる。すなわち、発光層から三重項励起状態からの発光を得ることが可能であるため、発光素子の高効率化が可能となり、非常に有効である。したがって、本発明の一態様である有機化合物と、燐光性化合物と、を組み合わせて発光層に用いた発光素子は、本発明の一態様に含まれるものとする。さらに上記に加えて第 3 の物質を発光層に加えた構成としてもよい。

【 0 0 3 3 】

また、本発明の一態様は、発光素子を有する発光装置を含み、さらに発光装置を有する照明装置も範疇に含めるものである。従って、本明細書における発光装置とは、画像表示デバイス、または光源（照明装置含む）を指す。また、発光装置にコネクタ、例えば F P C (F l e x i b l e p r i n t e d c i r c u i t) もしくは T C P (T a p e C a r r i e r P a c k a g e) が取り付けられたモジュール、T C P の先にプリント配線板が設けられたモジュール、または発光素子に C O G (C h i p O n G l a s s) 方式により I C (集積回路) が直接実装されたモジュールも全て発光装置に含むものとする。

40

【発明の効果】

【 0 0 3 4 】

50

本発明の一態様は、新規な有機化合物を提供することができる。すなわち、素子特性や信頼性を高める上で有効な新規の有機化合物を提供することができる。また、本発明の一態様では、発光素子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ができる。また、本発明の一態様では、発光素子のEL層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ができる。また、本発明の一態様である新規な有機化合物を用いた高効率で信頼性の高い新規な発光素子を提供することができる。また、新規な発光装置、新規な電子機器、または新規な照明装置を提供することができる。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。なお、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。なお、これら以外の効果は、明細書、図面、請求項などの記載から、自ずと明らかとなるものであり、明細書、図面、請求項などの記載から、これら以外の効果を抽出することが可能である。

10

【図面の簡単な説明】

【0035】

【図1】発光素子の構造について説明する図。

【図2】発光装置について説明する図。

【図3】発光装置について説明する図。

【図4】電子機器について説明する図。

【図5】電子機器について説明する図。

【図6】自動車について説明する図。

【図7】照明装置について説明する図。

20

【図8】照明装置について説明する図。

【図9】タッチパネルの一例を示す図。

【図10】タッチパネルの一例を示す図。

【図11】タッチパネルの一例を示す図。

【図12】タッチセンサのブロック図及びタイミングチャート。

【図13】タッチセンサの回路図。

【図14】表示装置のブロック図。

【図15】表示装置の回路構成。

【図16】表示装置の断面構造。

【図17】構造式(100)に示す有機化合物の ^1H -NMRチャート。

30

【図18】構造式(100)に示す有機化合物の溶液中の紫外・可視吸収スペクトル及び発光スペクトル。

【図19】構造式(100)に示す有機化合物の固体薄膜の紫外・可視吸収スペクトル及び発光スペクトル。

【図20】発光素子について説明する図。

【図21】発光素子1の電流密度-輝度特性を示す図。

【図22】発光素子1の電圧-輝度特性を示す図。

【図23】発光素子1の輝度-電流効率特性を示す図。

【図24】発光素子1の電圧-電流特性を示す図。

【図25】発光素子1の発光スペクトルを示す図。

40

【図26】発光素子2および発光素子3の電流密度-輝度特性を示す図。

【図27】発光素子2および発光素子3の電圧-輝度特性を示す図。

【図28】発光素子2および発光素子3の輝度-電流効率特性を示す図。

【図29】発光素子2および発光素子3の電圧-電流特性を示す図。

【図30】発光素子2および発光素子3の発光スペクトルを示す図。

【図31】構造式(100)に示す有機化合物の酸化還元反応特性を示す図。

【図32】発光素子1の信頼性を示す図。

【図33】構造式(262)に示す有機化合物の ^1H -NMRチャート。

【図34】構造式(262)に示す有機化合物の溶液中の紫外・可視吸収スペクトル及び発光スペクトル。

50

【図 3 5】構造式 (2 6 2) に示す有機化合物の発光スペクトル。

【図 3 6】構造式 (2 0 0) に示す有機化合物の ^1H -NMR チャート。

【図 3 7】構造式 (2 0 0) に示す有機化合物の発光スペクトル。

【図 3 8】発光素子 4 の電流密度 - 輝度特性を示す図。

【図 3 9】発光素子 4 の電圧 - 輝度特性を示す図。

【図 4 0】発光素子 4 の輝度 - 電流効率特性を示す図。

【図 4 1】発光素子 4 の電圧 - 電流特性を示す図。

【図 4 2】発光素子 4 の発光スペクトルを示す図。

【図 4 3】発光素子 4 の信頼性を示す図。

【図 4 4】構造式 (2 0 0) に示す有機化合物の溶液中の紫外・可視吸収スペクトル及び発光スペクトル。

10

【発明を実施するための形態】

【 0 0 3 6 】

以下、本発明の実施の態様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が可能である。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。

【 0 0 3 7 】

なお、図面等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、図面等を開示された位置、大きさ、範囲などに限定されない。

20

【 0 0 3 8 】

また、本明細書等において、図面を用いて発明の構成を説明するにあたり、同じものを指す符号は異なる図面間でも共通して用いる。

【 0 0 3 9 】

(実施の形態 1)

本実施の形態では、本発明の一態様である有機化合物について説明する。

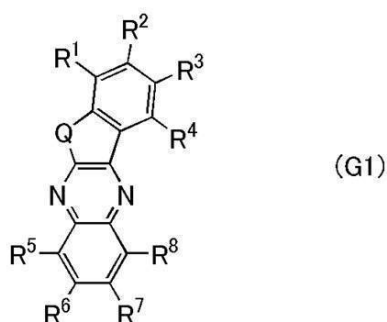
【 0 0 4 0 】

本発明の一態様である有機化合物は、ベンゾフロキノキサリン骨格またはベンゾチエノキノキサリン骨格を有する下記一般式 (G 1) で表される構造を有する有機化合物である。

30

【 0 0 4 1 】

【化 9】



40

【 0 0 4 2 】

一般式 (G 1) において、Q は O または S を表し、 $R^1 \sim R^8$ はそれぞれ独立に、水素、ハロゲン基、置換もしくは無置換の炭素数 1 ~ 6 のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数 6 ~ 12 のアリール基、または置換もしくは無置換の炭素数 3 ~ 12 のヘテロアリール基のいずれかを表し、かつ $R^1 \sim R^8$ の少なくとも一は、置換もしくは無置換の炭素数 3 ~ 24 の、縮合芳香環または縮合複素芳香環のいずれかを有する。

50

【 0 0 4 3 】

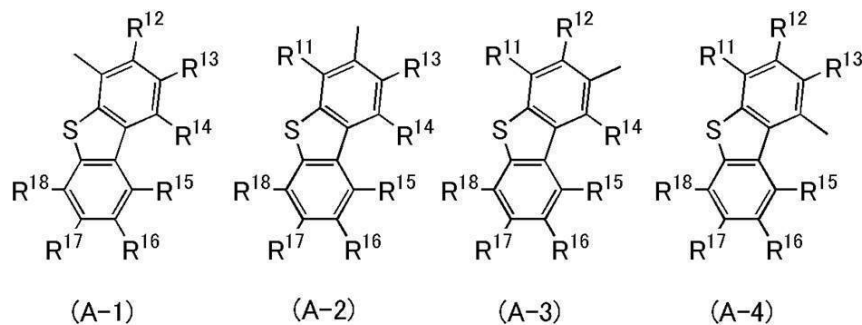
なお、上述した一般式 (G 1) は、上記構成の他に「一般式 (G 1) において、Q は O または S を表し、 $R^1 \sim R^8$ はそれぞれ独立に、水素、ハロゲン基、置換もしくは無置換の炭素数 1 ～ 6 のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数 6 ～ 12 のアリール基、または置換もしくは無置換の炭素数 3 ～ 12 のヘテロアリール基のいずれかを表し、かつ $R^1 \sim R^4$ の少なくとも一および $R^5 \sim R^8$ の少なくとも一は、置換もしくは無置換の炭素数 3 ～ 24 の、縮合芳香環または縮合複素芳香環のいずれかを有する。」としても良い。

【 0 0 4 4 】

また、上述した一般式 (G 1) は、上記構成の他に「一般式 (G 1) 中、Q は O または S を表し、 $R^1 \sim R^8$ はそれぞれ独立に、水素、ハロゲン基、置換もしくは無置換の炭素数 1 ～ 6 のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数 6 ～ 12 のアリール基、または置換もしくは無置換の炭素数 3 ～ 12 のヘテロアリール基のいずれかを表し、かつ $R^1 \sim R^8$ の少なくとも一は、置換もしくは無置換の炭素数 6 ～ 24 のアリーレン基、または置換もしくは無置換の炭素数 3 ～ 24 のヘテロアリーレン基を介して下記一般式 (A - 1) ～ (A - 4) で表される A を有する。」としても良い。

【 0 0 4 5 】

【 化 1 0 】



【 0 0 4 6 】

一般式 (A - 1) ～ (A - 4) において、 $R^{11} \sim R^{18}$ はそれぞれ独立に、水素、炭素数 1 ～ 6 のアルキル基、または置換もしくは無置換のフェニル基のいずれかを表す。

【 0 0 4 7 】

また、上述した一般式 (G 1) は、上記構成の他に「一般式 (G 1) 中、Q は O または S を表し、 $R^1 \sim R^8$ はそれぞれ独立に、水素、ハロゲン基、置換もしくは無置換の炭素数 1 ～ 6 のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数 6 ～ 12 のアリール基、または置換もしくは無置換の炭素数 3 ～ 12 のヘテロアリール基のいずれかを表し、かつ $R^1 \sim R^4$ の少なくとも一および $R^5 \sim R^8$ の少なくとも一は、置換もしくは無置換の炭素数 6 ～ 24 のアリーレン基、または置換もしくは無置換の炭素数 3 ～ 24 のヘテロアリーレン基を介して下記一般式 (A - 1) ～ (A - 4) で表される A を有する。」としても良い。

【 0 0 4 8 】

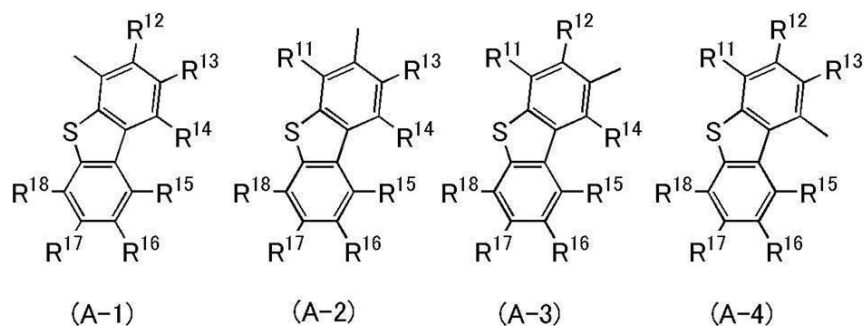
10

20

30

40

【化 1 1】



10

【0049】

一般式 (A-1) ~ (A-4) において、 $R^{11} \sim R^{18}$ はそれぞれ独立に、水素、炭素数 1 ~ 6 のアルキル基、または置換もしくは無置換のフェニル基のいずれかを表す。

【0050】

なお、上述した一般式 (G1) における上記各構成では、 $R^1 \sim R^8$ の少なくとも一、もしくは、 $R^1 \sim R^4$ の少なくとも一および $R^5 \sim R^8$ の少なくとも一、が上記 A と直接結合する構造としてもよい。

20

【0051】

また、上述した一般式 (G1) において、一般式 (G1) に含まれる A には、下記一般式 (A-5) ~ (A-13) で表される構造も含まれることとする。

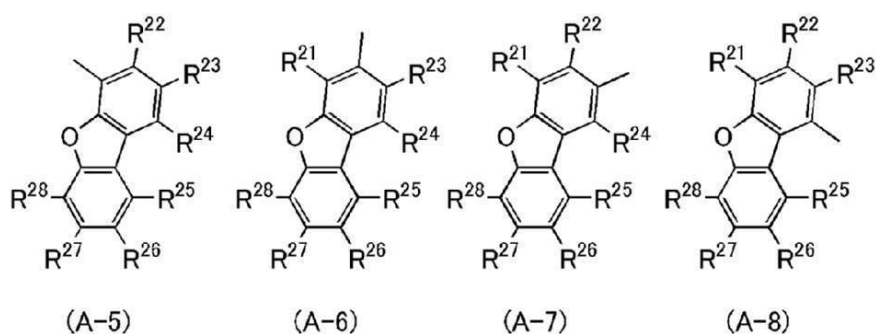
【0052】

30

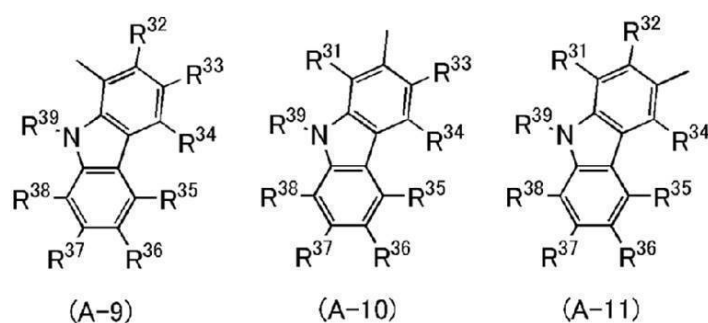
40

50

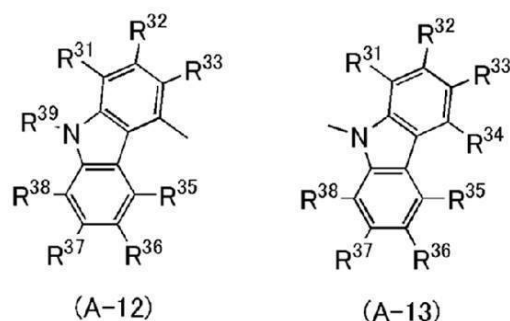
【化 1 2】



10



20



30

【0053】

一般式(A-5)～(A-13)において、 $R^{21} \sim R^{28}$ 、 $R^{31} \sim R^{39}$ はそれぞれ独立に、水素、炭素数1～6のアルキル基、または置換もしくは無置換のフェニル基のいずれかを表す。

【0054】

なお、上記各構成における置換とは、好ましくは、メチル基、エチル基、*n*-プロピル基、イソプロピル基、*sec*-ブチル基、*tert*-ブチル基、*n*-ペンチル基、*n*-ヘキシル基のような炭素数1～6のアルキル基や、フェニル基、*o*-トリル基、*m*-トリル基、*p*-トリル基、1-ナフチル基、2-ナフチル基、2-ビフェニル基、3-ビフェニル基、4-ビフェニル基のような炭素数6～12のアリール基のような置換基による置換を表す。また、これらの置換基は互いに結合し、環を形成していても良い。例えば、前記アリーレン基が、置換基として9位に二つのフェニル基を有する2,7-フルオレニレン基である場合、該フェニル基が互いに結合し、スピロ-9,9'-ビフルオレン-2,7-ジイル基となっても良い。

40

【0055】

また、上記一般式(G1)中の、 $R^1 \sim R^8$ における炭素数1～6のアルキル基の具体例としては、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

50

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、sec-ヘキシル基、tert-ヘキシル基、ネオヘキシル基、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-ジメチルブチル基等が挙げられる。

【0056】

また、上記一般式(G1)中の、 $R^1 \sim R^8$ における置換または無置換の炭素数6~12のアリール基の具体例としては、置換または無置換のフェニル基、置換または無置換のビフェニル基、置換または無置換のナフチル基、置換または無置換のインデニル基が挙げられる。なお、上記構成における置換とは、好ましくは、メチル基、エチル基、n-プロピル基、イソプロピル基、sec-ブチル基、tert-ブチル基、n-ペンチル基、n-ヘキシル基のような炭素数1~6のアルキル基や、フェニル基、o-トリル基、m-トリル基、p-トリル基、1-ナフチル基、2-ナフチル基、2-ビフェニル基、3-ビフェニル基、4-ビフェニル基のような炭素数6~12のアリール基のような置換基による置換を表す。また、これらの置換基は互いに結合し、環を形成していても良い。例えば、前記アリール基が、置換基として9位に二つのフェニル基を有する2-フルオレニル基である場合、該フェニル基が互いに結合し、スピロ-9,9'-ビフルオレン-2-イル基となっても良い。より具体的には、例えば、フェニル基、トリル基、キシリル基、ビフェニル基、インデニル基、ナフチル基、フルオレニル基などが挙げられる。

10

【0057】

また、上記一般式(G1)中の、 $R^1 \sim R^8$ における置換もしくは無置換の炭素数3~12のヘテロアリール基の具体例としては、ベンゾチエニル基、ベンゾフラニル基、インドリル基、ジベンゾチエニル基、ジベンゾフラニル基、またはカルバゾリル基などが挙げられる。

20

【0058】

また、上記一般式(G1)中の、 $R^1 \sim R^8$ における置換もしくは無置換の炭素数3~24の縮合芳香環または縮合複素芳香環の具体例としては、ナフタレン環、ベンゾチオフェン環、ベンゾフラン環、インドール環、フルオレン環、フェナントレン環、トリフェニレン環、ジベンゾチオフェン環、ベンゾナフトチオフェン環、ジベンゾフラン環、ベンゾナフトフラン環、カルバゾール環、またはベンゾカルバゾール環などが挙げられる。

【0059】

次に、上述した本発明の一態様である有機化合物の具体的な構造式を下記に示す。ただし、本発明はこれらに限定されることはない。

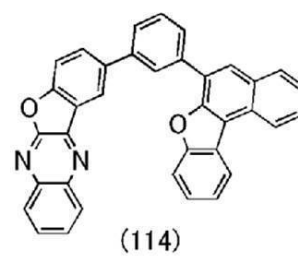
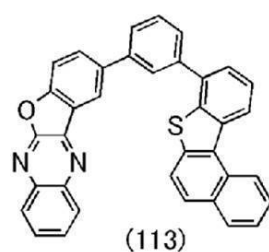
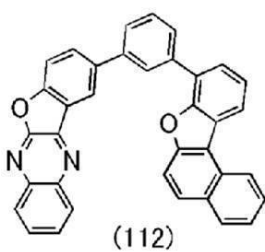
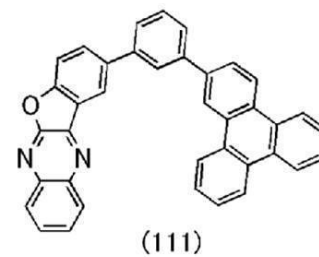
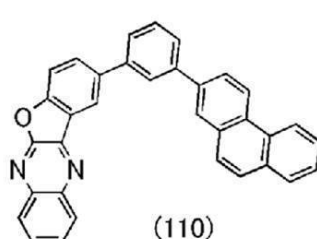
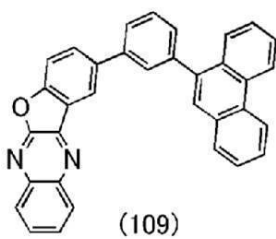
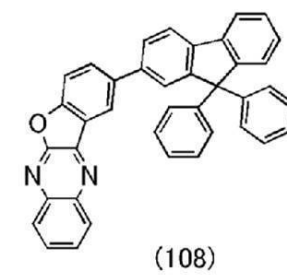
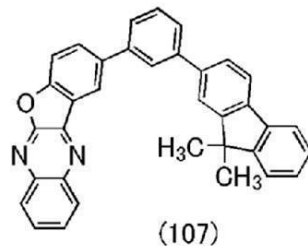
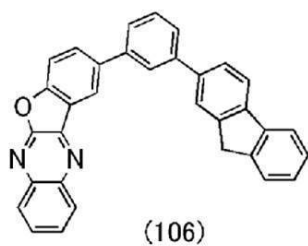
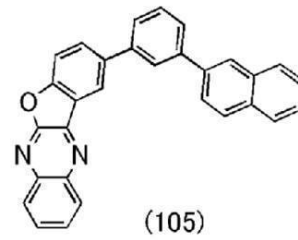
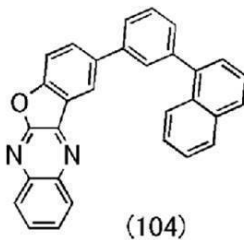
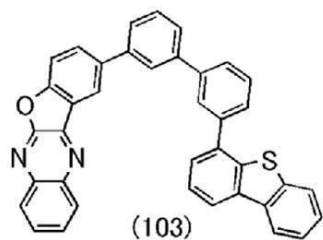
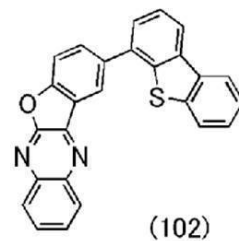
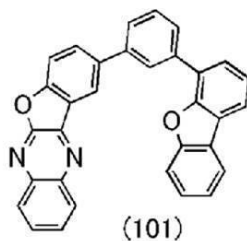
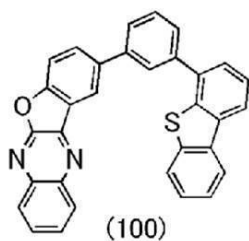
30

【0060】

40

50

【化 1 3】



【 0 0 6 1】

10

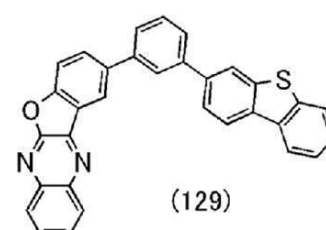
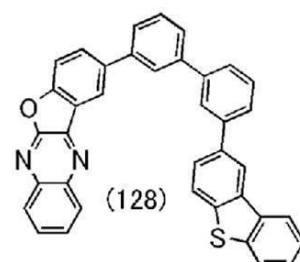
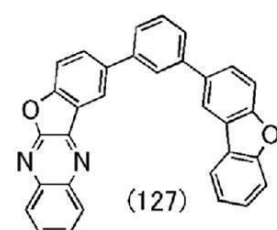
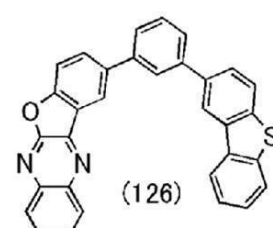
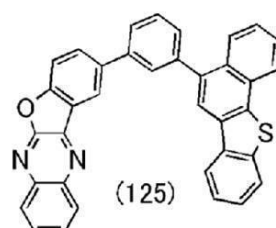
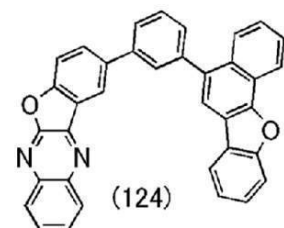
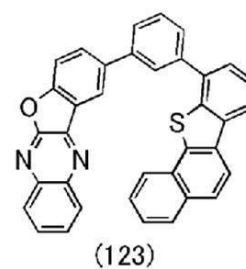
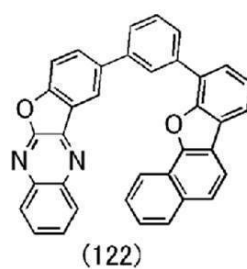
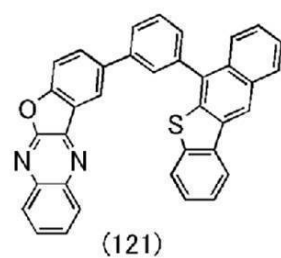
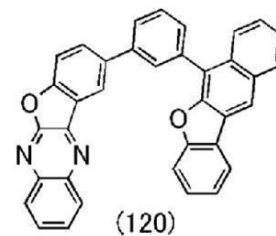
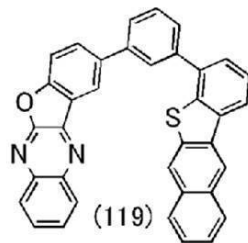
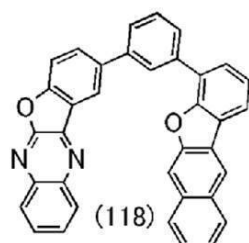
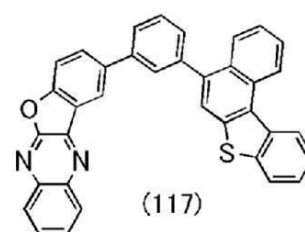
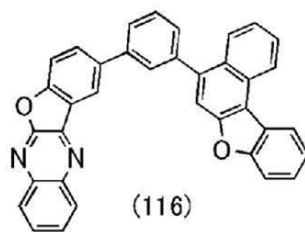
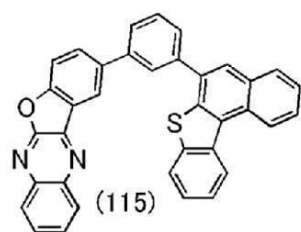
20

30

40

50

【化 1 4】



【 0 0 6 2】

10

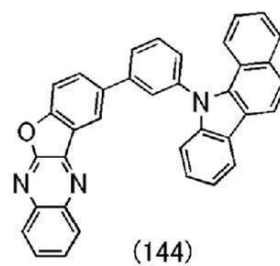
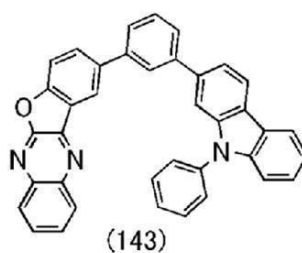
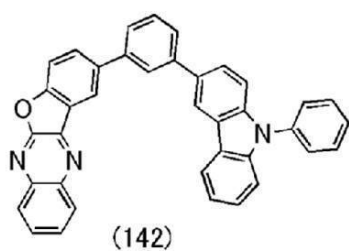
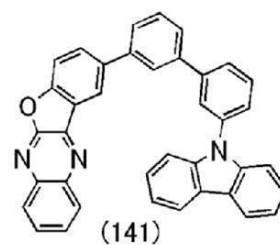
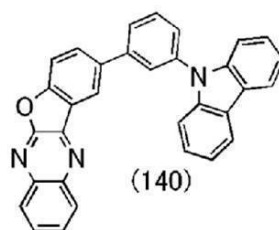
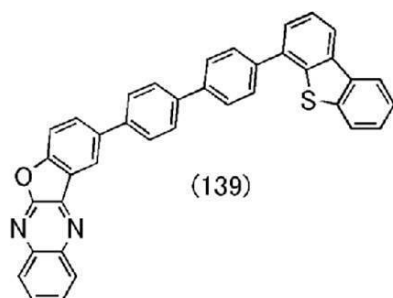
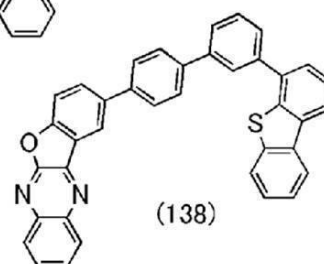
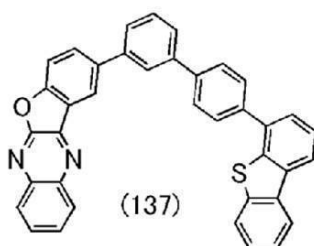
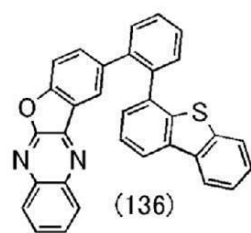
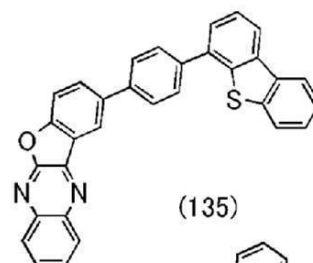
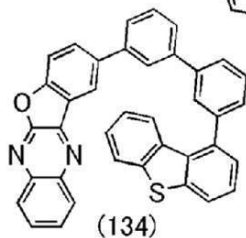
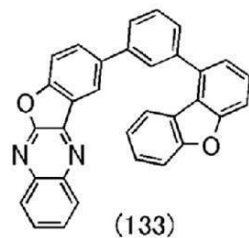
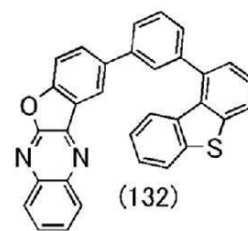
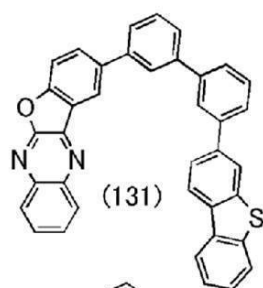
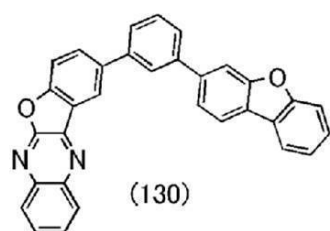
20

30

40

50

【化 1 5】



【 0 0 6 3】

10

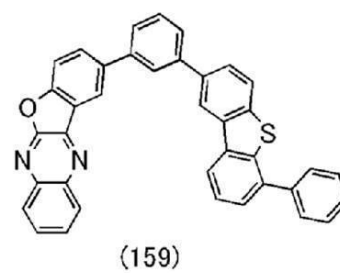
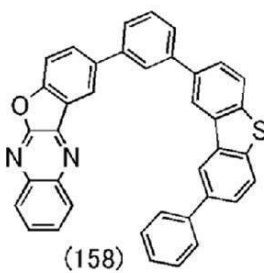
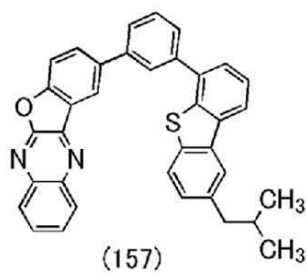
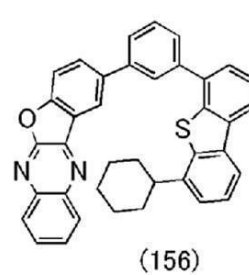
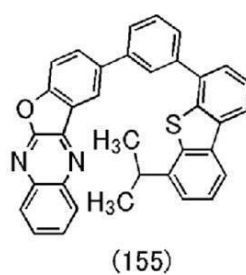
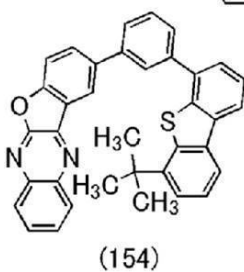
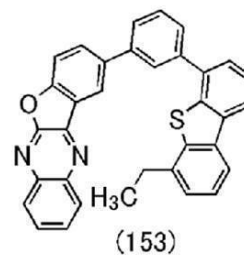
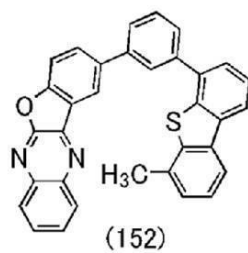
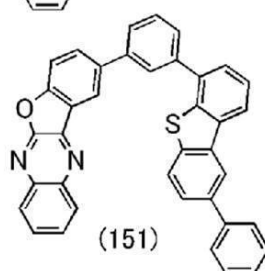
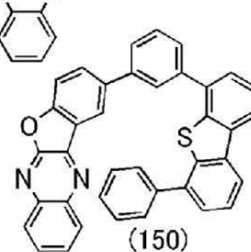
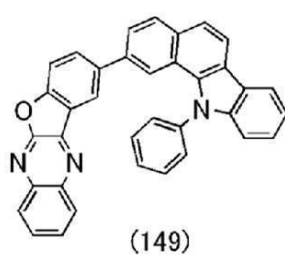
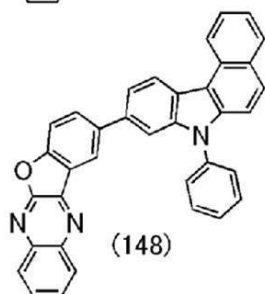
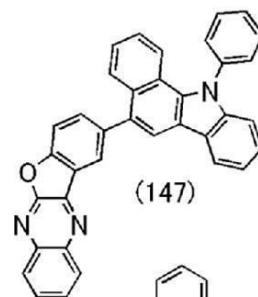
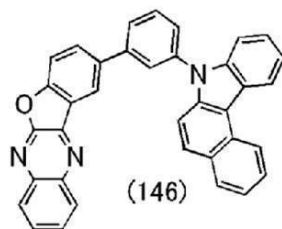
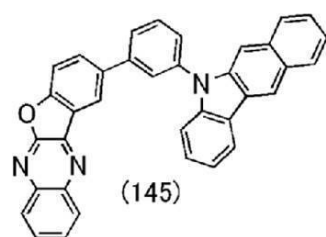
20

30

40

50

【化 1 6】



【 0 0 6 4】

10

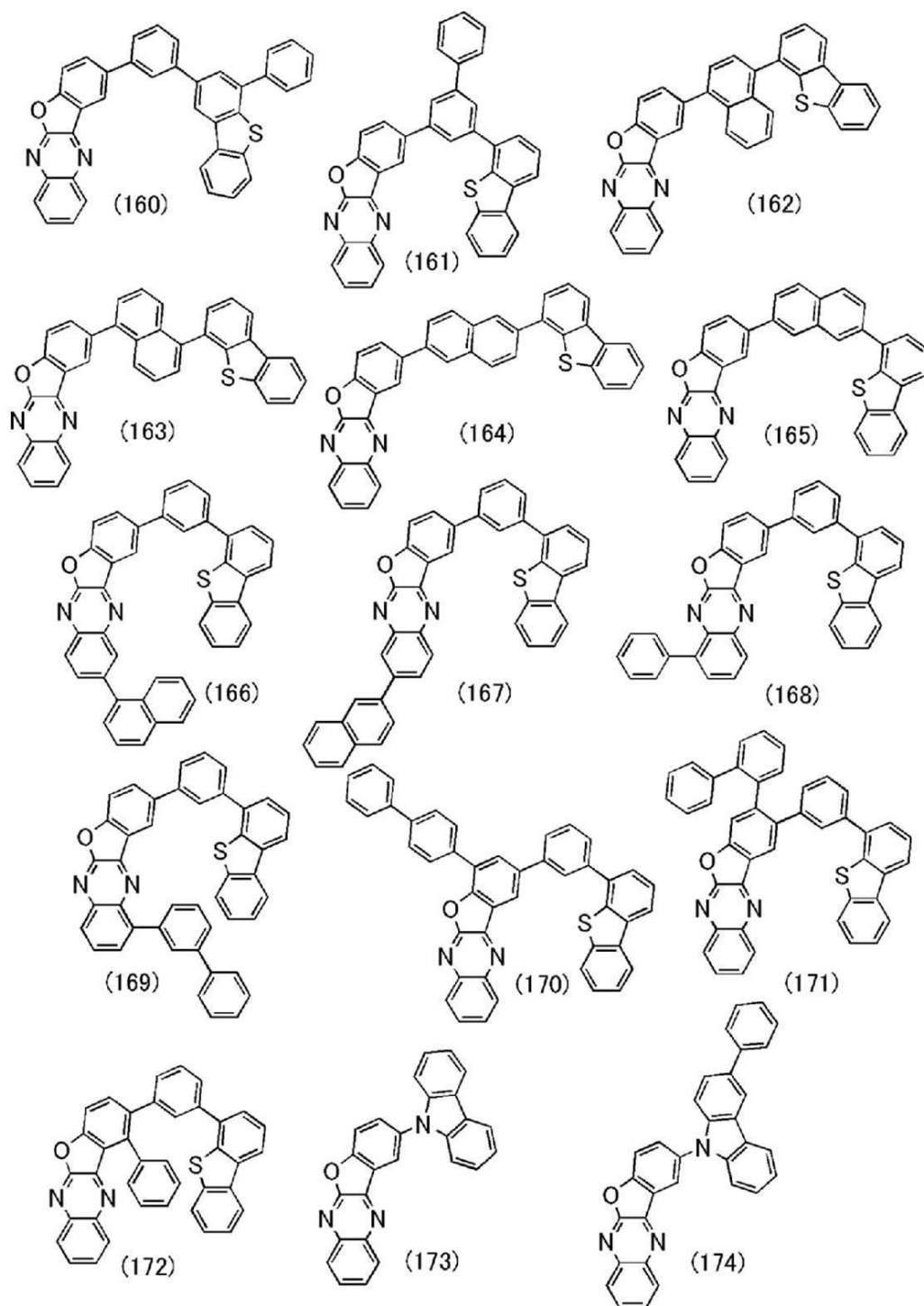
20

30

40

50

【化 1 7】



【 0 0 6 5 】

10

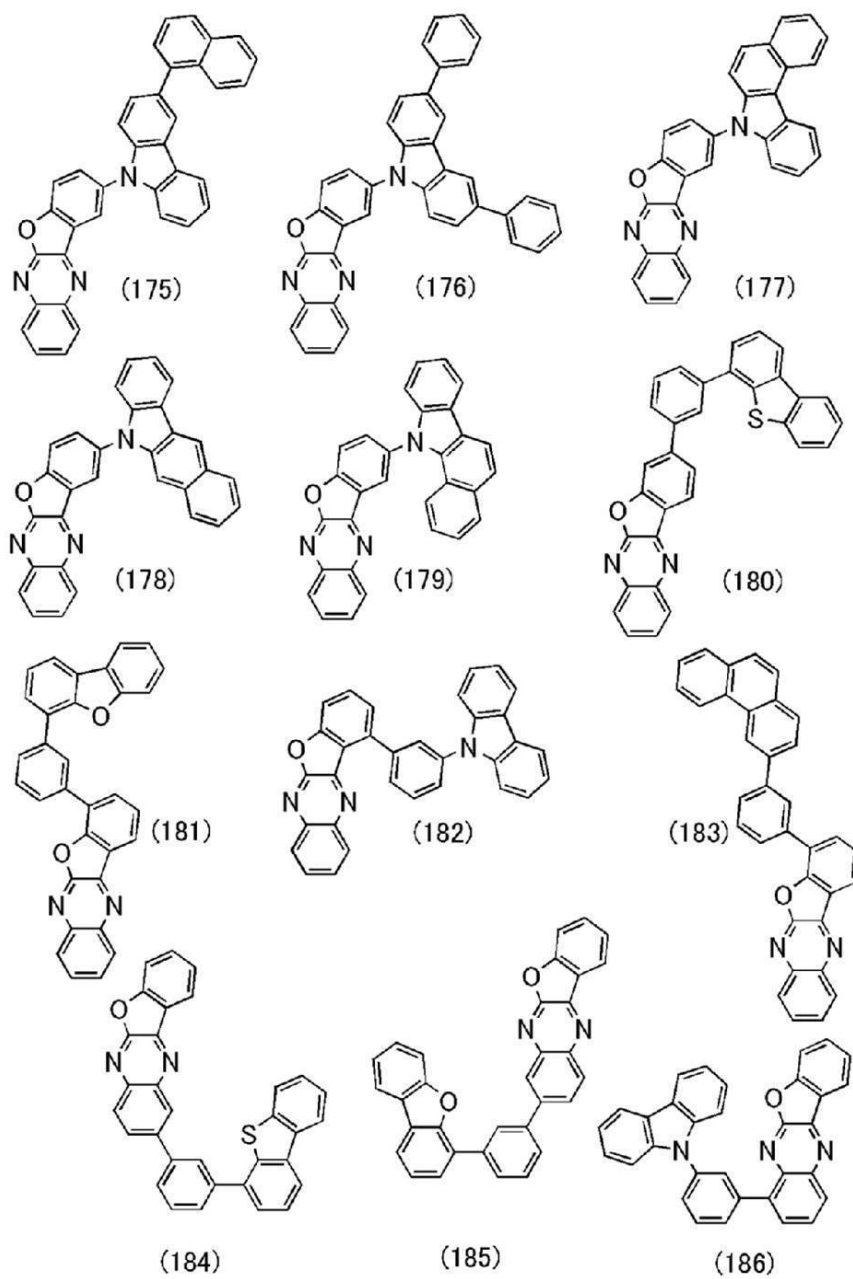
20

30

40

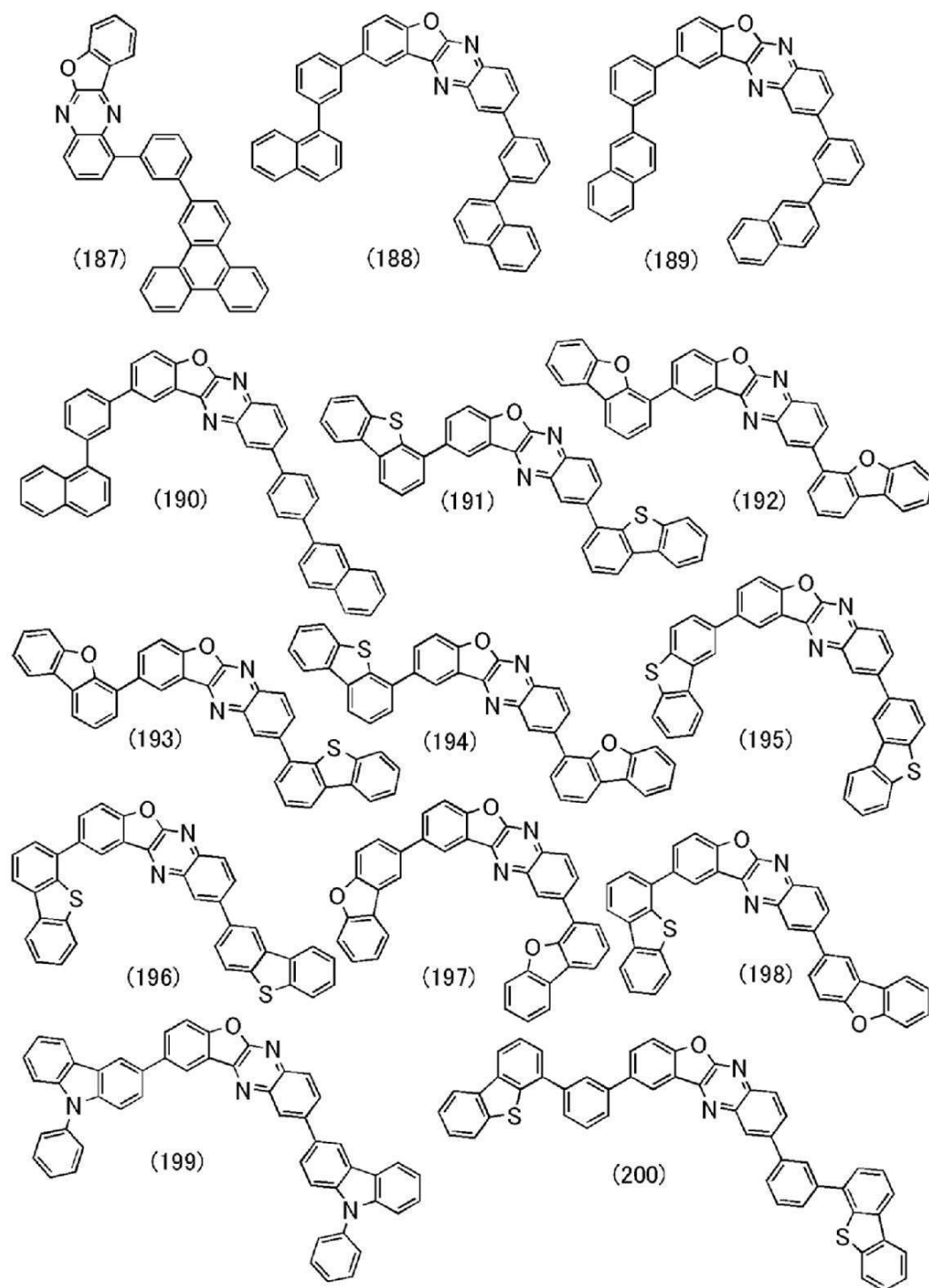
50

【化 1 8】



【 0 0 6 6 】

【化 1 9】



【 0 0 6 7 】

10

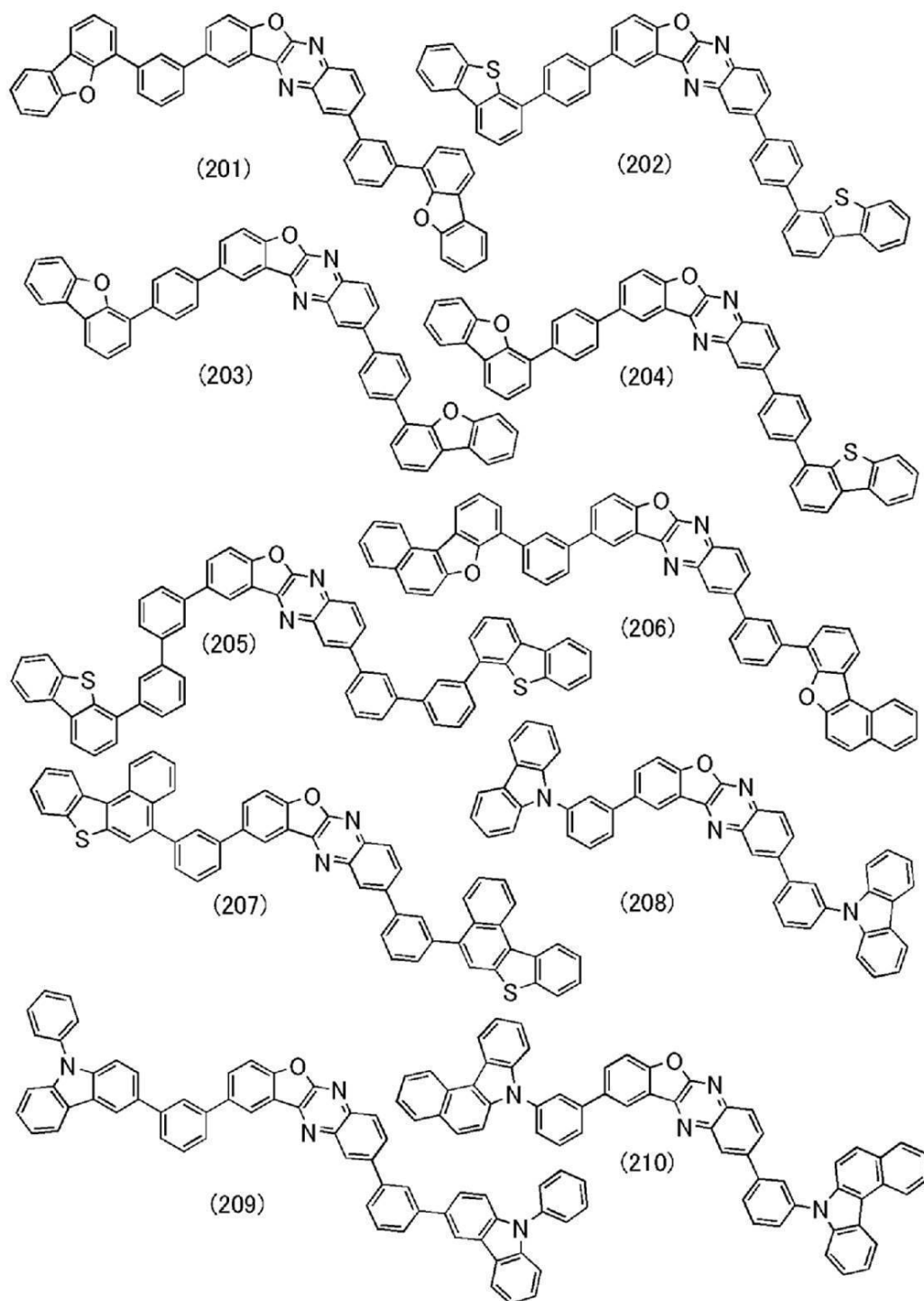
20

30

40

50

【化 2 0】



【 0 0 6 8】

10

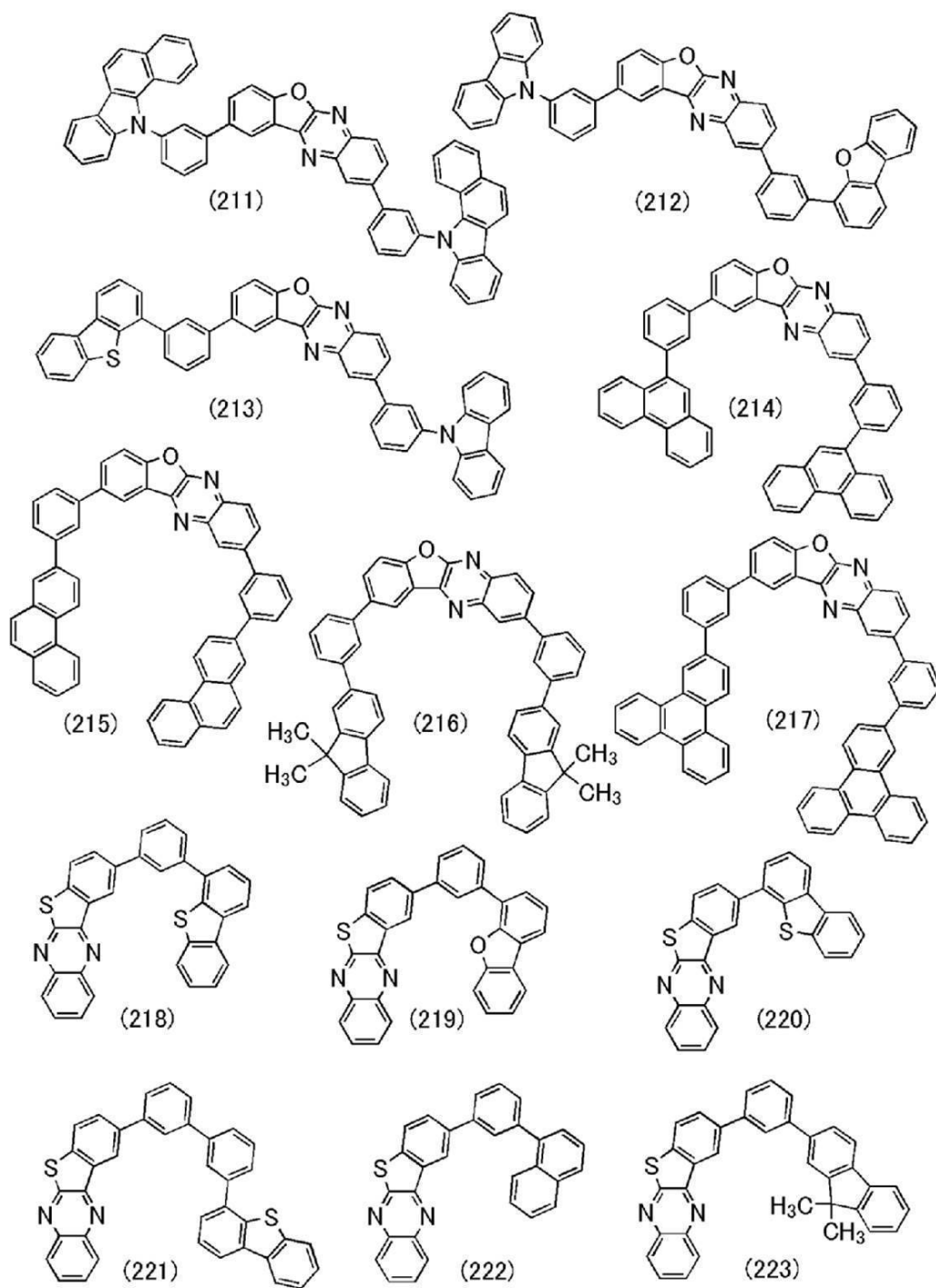
20

30

40

50

【化 2 1】



【 0 0 6 9 】

10

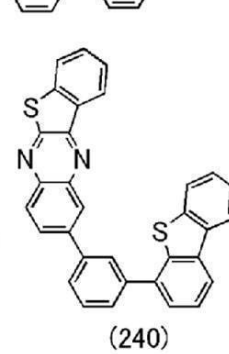
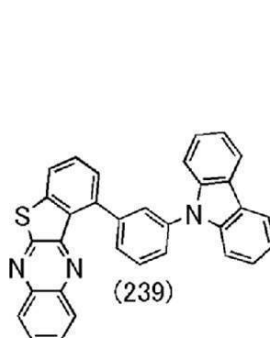
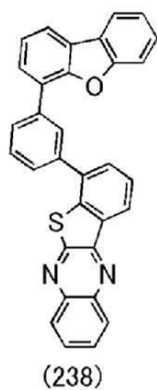
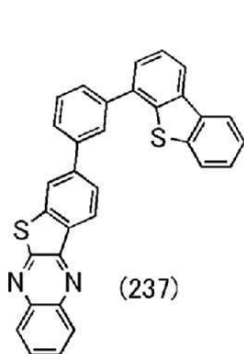
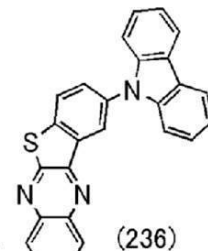
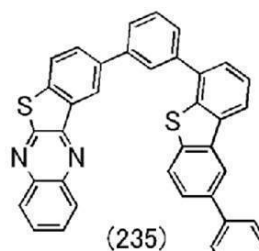
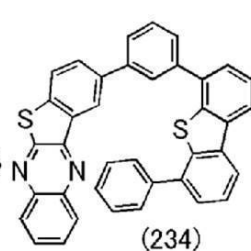
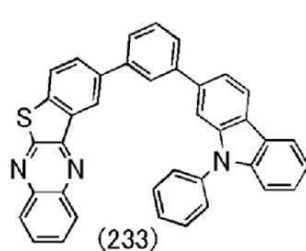
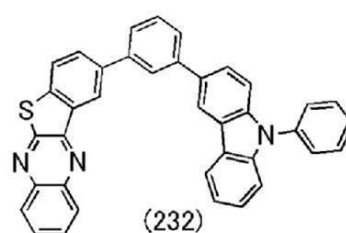
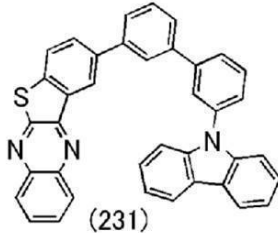
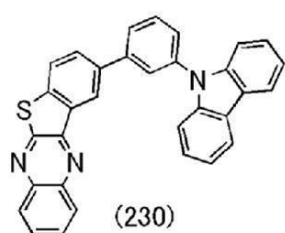
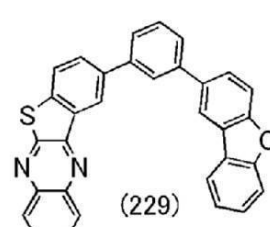
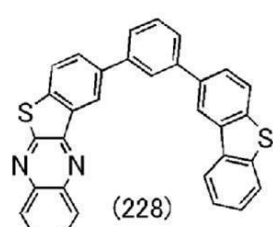
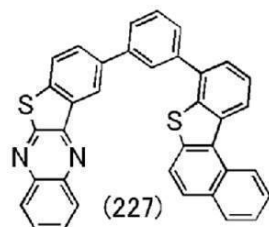
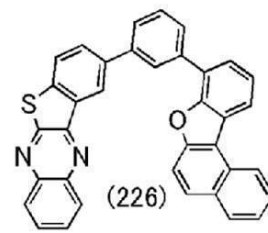
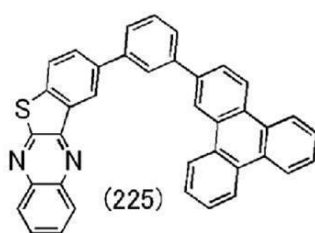
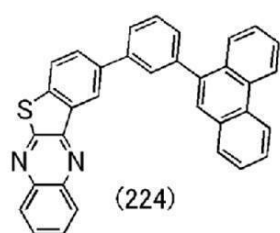
20

30

40

50

【化 2 2】



【 0 0 7 0 】

10

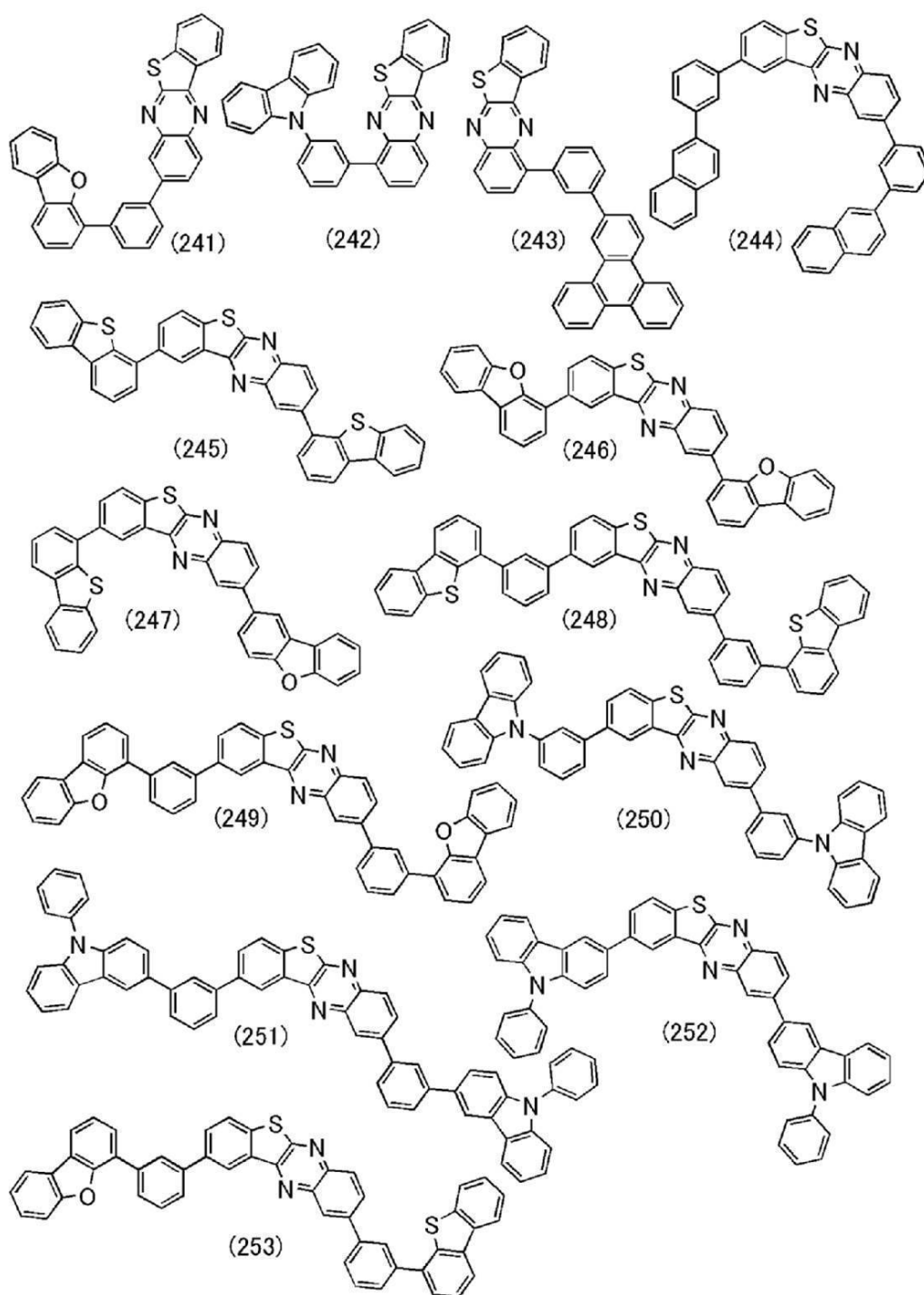
20

30

40

50

【化 2 3】



【 0 0 7 1】

10

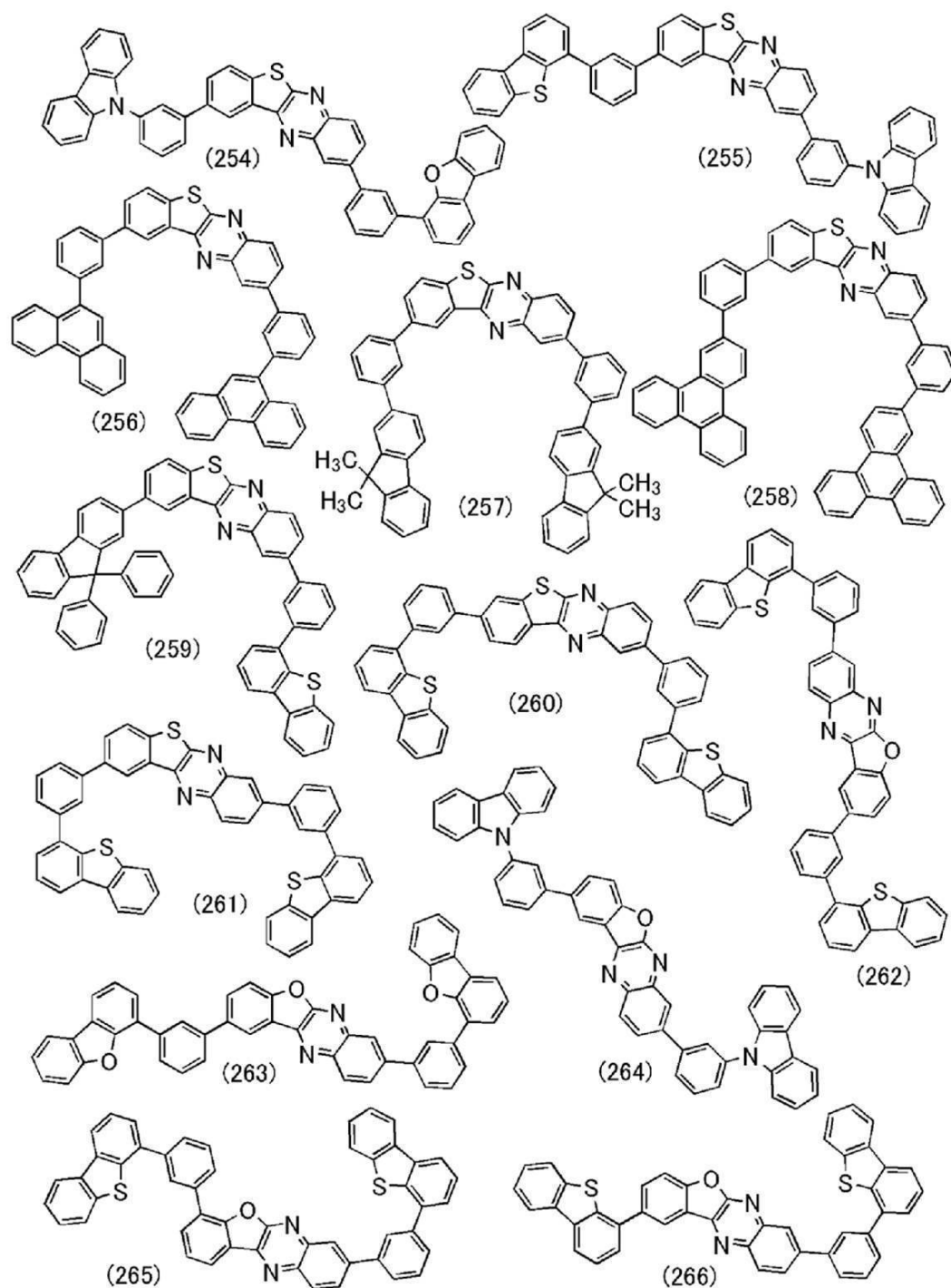
20

30

40

50

【化 2 4】



【 0 0 7 2 】

なお、上記構造式(100)～(266)で表される有機化合物は、上記一般式(G1)で表される有機化合物に含まれる一例であり、本発明の一態様である有機化合物は、これに限られない。

【 0 0 7 3 】

次に、本発明の一態様である有機化合物の合成方法の一例について説明する。

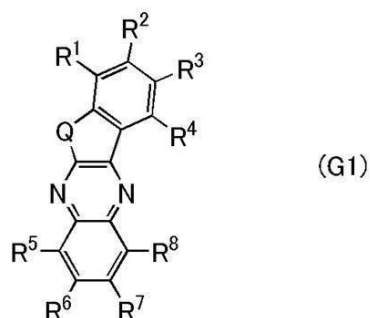
【 0 0 7 4 】

一般式(G1)で表される有機化合物の合成方法

まず、下記一般式(G1)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 7 5 】

【 化 2 5 】



10

【 0 0 7 6 】

一般式 (G 1) において、QはOまたはSを表し、 $R^1 \sim R^8$ はそれぞれ独立に、水素、ハロゲン基、置換もしくは無置換の炭素数1～6のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数6～12のアリール基、または置換もしくは無置換の炭素数3～12のヘテロアリール基のいずれかを表し、かつ $R^1 \sim R^8$ の少なくとも一は、置換もしくは無置換の炭素数3～24の、縮合芳香環または縮合複素芳香環のいずれかを有する。

【 0 0 7 7 】

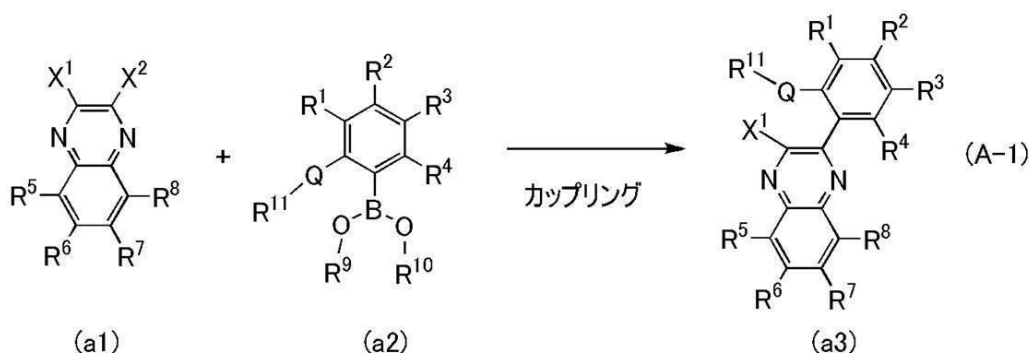
20

まず、キノキサリン誘導体 (a 3) の合成方法を合成スキーム (A - 1) に示す。すなわち、キノキサリン誘導体のジハロゲン化合物、ジトリフラート基を有する化合物、ハロゲン基とトリフラート基の両方を持つ化合物、トリフラート基とアミノ基の両方を有する化合物、もしくはハロゲン基とアミノ基の両方を有する化合物 (a 1) と、 $R^{11} - Q -$ で表されるアルコキシ基またはアルキルスルファニル基を有する、アリール誘導体の有機ホウ素化合物もしくはボロン酸 (a 2) とをパラジウム触媒を用いて鈴木・宮浦反応によりカップリングさせることにより、ハロゲン基、トリフラート基、もしくはアミノ基のいずれか1つの基と、アルコキシ基と、を有するキノキサリン誘導体、またはハロゲン基、トリフラート基、もしくはアミノ基のいずれか1つの基と、アルキルスルファニル基と、を有するキノキサリン誘導体 (a 3) を得ることができる。

30

【 0 0 7 8 】

【 化 2 6 】



40

【 0 0 7 9 】

なお、合成スキーム (A - 1) において、QはOまたはSを表し、 $R^1 \sim R^8$ は、それぞれ独立に、水素、ハロゲン基、置換もしくは無置換の炭素数1～6のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数6～12のアリール基、または置換もしくは無置換の炭素数3～12のヘテロアリール基のいずれかを表し、 $R^1 \sim R^8$ のいずれもハロゲン基でない場合、

50

$R^1 \sim R^8$ の少なくとも一は、置換もしくは無置換の炭素数3～24の、縮合芳香環または縮合複素芳香環のいずれかを有する。また、 R^9 および R^{10} は、水素、または炭素数1～6のアルキル基のいずれかを表し、同じであっても異なっても良く、互いに結合して環を形成していても良い。また、 R^{11} は炭素数1～6のアルキル基を示す。また、 X^1 はハロゲノ基、トリフラート基、またはアミノ基を表し、 X^2 はハロゲノ基、又は、トリフラート基を表し、 X^1 がハロゲノ基の場合、フッ素、または塩素が好ましい。また、 X^2 がハロゲノ基の場合、塩素、ヨウ素、臭素が好ましい。

【0080】

上記合成スキーム(A-1)では、パラジウム触媒として、酢酸パラジウム(II)、テトラキス(トリフェニルホスフィン)パラジウム(0)等を用いることができる。また、これらパラジウム触媒の配位子として、トリ(オルト-トリル)ホスフィンや、トリフェニルホスフィンや、トリシクロヘキシルホスフィン等が挙げられる。また、塩基として、ナトリウム tert-ブトキシド等の有機塩基、炭酸カリウム、炭酸ナトリウム等の無機塩基等を用いることができる。また、溶媒として、トルエン、キシレン、ベンゼン、エーテル類(例えば、1,2-ジメトキシエタン等)、アルコール類(例えば、エタノール等)、または水、さらにこれらを組み合わせた混合溶媒(例えば、トルエンとエタノール、トルエンと水、キシレンとエタノール、キシレンと水、ベンゼンとエタノール等)を用いることができる。

【0081】

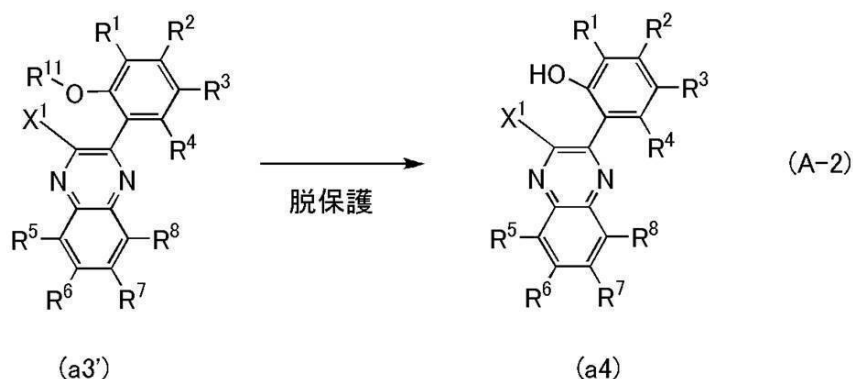
また、合成スキーム(A-1)に示すカップリング反応において、キノキサリン誘導体の有機ホウ素化合物またはボロン酸と、アリール誘導体のハロゲン化合物またはトリフラート基を有する化合物と、の組み合わせを、鈴木・宮浦反応によりカップリングさせてもよい。

【0082】

次に、ハロゲノ基、トリフラート基、アミノ基のいずれか1つの基およびアルコキシ基を有するキノキサリン誘導体(a3')を脱保護することにより、ハロゲノ基、トリフラート基、アミノ基のいずれか1つの基およびヒドロキシ基を有するキノキサリン誘導体(a4)を合成する方法を合成スキーム(A-2)により説明する。具体的には、ハロゲノ基、トリフラート基、アミノ基のいずれか1つの基およびアルコキシ基を有するキノキサリン誘導体(a3')を、ルイス酸により脱保護することで、ハロゲノ基、トリフラート基、アミノ基のいずれか1つの基およびヒドロキシ基を有するキノキサリン誘導体(a4)を得ることができる。ただし、アミノ基およびアルコキシ基を有するキノキサリン誘導体の場合は、脱保護する反応を行わない場合もある。

【0083】

【化27】



【0084】

なお、合成スキーム(A-2)において、 $R^1 \sim R^8$ はそれぞれ独立に、水素、ハロゲノ

基、置換もしくは無置換の炭素数 1 ~ 6 のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数 6 ~ 12 のアリール基、または置換もしくは無置換の炭素数 3 ~ 12 のヘテロアリール基のいずれかを表し、 $R^1 \sim R^8$ のいずれもハロゲン基でない場合、 $R^1 \sim R^8$ の少なくとも一は、置換もしくは無置換の炭素数 3 ~ 24 の、縮合芳香環または縮合複素芳香環のいずれかを有する。また、 R^{11} は炭素数 1 ~ 6 のアルキル基を示す。また、 X^1 はハロゲン基、トリフラート基、又はアミノ基を表し、 X^1 がハロゲン基の場合、フッ素、または塩素が好ましい。

【0085】

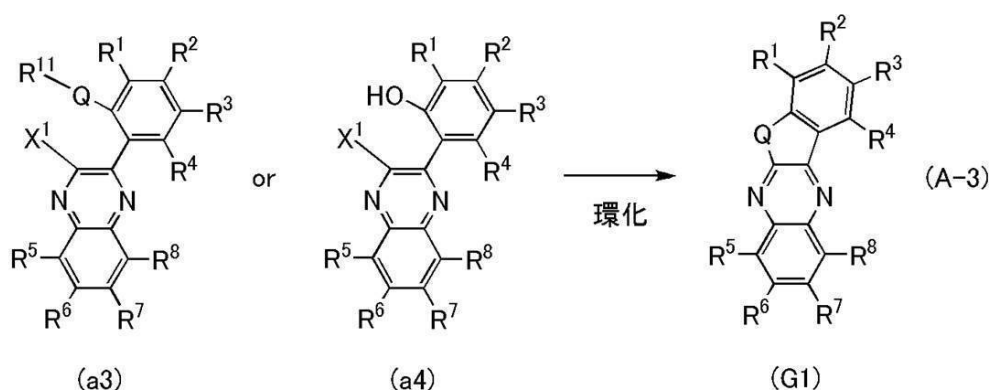
合成スキーム (A-2) において、 R^{11} がメチル基の場合には、ルイス酸として、三臭化ホウ素、トリメチルヨードシラン等を用いることができる。また、 R^{11} が *tert*-ブチル基の場合には、ルイス酸として、トリフルオロ酢酸、4 mol/L 塩酸・酢酸エチル溶液等を用いることができる。また、溶媒としては、ジクロロメタン、クロロホルム、四塩化炭素などのハロゲン系溶媒や、トルエン、キシレンなどの芳香族炭化水素系溶媒等を用いることができる。

【0086】

次に、合成スキーム (A-3) に示す合成方法により、本発明の一態様である有機化合物 (G1) を合成する。すなわち、ハロゲン基、トリフラート基、アミノ基のいずれか 1 つの基およびアルキルスルファニル基を有するキノキサリン誘導体又はアミノ基およびアルコキシ基を有するキノキサリン誘導体 (a3)、またはハロゲン基、トリフラート基、アミノ基のいずれか 1 つの基およびヒドロキシ基を持つキノキサリン誘導体 (a4) を分子内環化させることにより有機化合物 (G1) を得ることができる。但し、 $R^1 \sim R^8$ の少なくとも一がハロゲン基の場合、環化後、さらに置換もしくは無置換の炭素数 3 ~ 24 の、縮合芳香環または縮合複素芳香環のボロン酸化合物と、カップリングさせることにより、有機化合物 (G1) を得ることができる。

【0087】

【化28】



【0088】

なお、合成スキーム (A-3) において、Q は O または S を表し、 $R^1 \sim R^8$ はそれぞれ独立に、水素、ハロゲン基、置換もしくは無置換の炭素数 1 ~ 6 のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数 6 ~ 12 のアリール基、または置換もしくは無置換の炭素数 3 ~ 12 のヘテロアリール基のいずれかを表し、 $R^1 \sim R^8$ のいずれもハロゲン基でない場合、 $R^1 \sim R^8$ の少なくとも一は、置換もしくは無置換の炭素数 3 ~ 24 の、縮合芳香環または縮合複素芳香環のいずれかを有する。また、 R^{11} は炭素数 1 ~ 6 のアルキル基を示す。また、 X^1 はハロゲン基、トリフラート基、又はアミノ基を表し、 X^1 がハロゲン基の場合、フッ素、または塩素が好ましい。

【0089】

合成スキーム（A - 3）において、Williamsonエーテル合成による環化を行う場合には、水素化ナトリウム、炭酸カリウム、水酸化カリウムなどの無機塩基等を用いることができる。その他、ヨウ化ナトリウム等の塩を加えても良い。また、溶媒としては、アセトニトリル、N, N - ジメチルホルムアミド（DMF）、ジメチルスルホキシド（DMSO）、N - メチル - ピロリドン（NMP）などの非プロトン性極性溶媒や、シクロヘキサノンや2 - ブタノン、アセトンなどのケトン類を用いることができる。

【0090】

以上、本発明の一態様である有機化合物（G1）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。

【0091】

なお、上述した本発明の一態様である有機化合物は、電子輸送性及び正孔輸送性を有するため、発光層のホスト材料として、あるいは電子輸送層、正孔輸送層にも用いることができる。また、燐光を発光する物質（燐光材料）と組み合わせ、ホスト材料として用いることが好ましい。また、蛍光発光を示すため、それ自体、発光素子の発光物質として使うことも可能である。従って、これらの有機化合物を含む発光素子も本発明の一態様に含まれる。

【0092】

また、本発明の一態様である有機化合物を用いることで、発光効率の高い発光素子、発光装置、電子機器、または照明装置を実現することができる。また、消費電力が低い発光素子、発光装置、電子機器、または照明装置を実現することができる。

【0093】

なお、本実施の形態において、本発明の一態様について述べた。また、他の実施の形態において、本発明の一態様について述べる。ただし、本発明の一態様は、これらに限定されない。つまり、本実施の形態および他の実施の形態では、様々な発明の態様が記載されているため、本発明の一態様は、特定の態様に限定されない。例えば、本発明の一態様として、発光素子に適用した場合の例を示したが、本発明の一態様は、これに限定されない。また、状況に応じて、本発明の一態様は、発光素子以外のものに適用してもよい。また、状況に応じて、本発明の一態様は、発光素子に適用しなくてもよい。

【0094】

本実施の形態に示す構成は、他の実施の形態に示した構成と適宜組み合わせ用いることができる。

【0095】

（実施の形態2）

本実施の形態では、本発明の一態様である発光素子について説明する。

【0096】

発光素子の基本的な構造

まず、発光素子の基本的な構造について説明する。図1（A）には、一对の電極間に発光層を含むEL層を挟んでなる発光素子を示す。具体的には、第1の電極101と第2の電極102との間にEL層103が挟まれた構造を有する。

【0097】

また、図1（B）には、一对の電極間に複数（図1（B）では、2層）のEL層（103a、103b）を有し、EL層の間に電荷発生層104を挟んでなる積層構造（タンデム構造）の発光素子を示す。タンデム構造の発光素子は、低電圧駆動が可能で消費電力が低い発光装置を実現することができる。

【0098】

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、一方のEL層（103aまたは103b）に電子を注入し、他方のEL層（103bまたは103a）に正孔を注入する機能を有する。従って、図1（B）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こととなる

。

【0099】

なお、電荷発生層104は、光の取り出し効率の点から、可視光に対して透光性を有する（具体的には、電荷発生層104に対する可視光の透過率が、40%以上）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。

【0100】

また、図1(C)には、本発明の一態様である発光素子のEL層103の積層構造を示す。但し、この場合、第1の電極101は陽極として機能するものとする。EL層103は、第1の電極101上に、正孔（ホール）注入層111、正孔（ホール）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。なお、図1(B)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層が、陽極側から上記のように順次積層される構造とする。また、第1の電極101が陰極で、第2の電極102が陽極の場合は、積層順は逆になる。

【0101】

EL層(103、103a、103b)に含まれる発光層113は、それぞれ発光物質や複数の物質を適宜組み合わせることで有しており、所望の発光色を呈する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を発光色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(B)に示す複数のEL層(103a、103b)から、それぞれ異なる発光色が得られる構成としても良い。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。

【0102】

また、本発明の一態様である発光素子において、例えば、図1(C)に示す第1の電極101を反射電極とし、第2の電極102を半透過・半反射電極とし、微小光共振器(マイクロキャビティ)構造とすることにより、EL層103に含まれる発光層113から得られる発光を両電極間で共振させ、第2の電極102から得られる発光を強めることができる。

【0103】

なお、発光素子の第1の電極101が、反射性を有する導電性材料と透光性を有する導電性材料(透明導電膜)との積層構造からなる反射電極である場合、透明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 $m \cdot \lambda / 2$ (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。

【0104】

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 $(2m' + 1) \cdot \lambda / 4$ (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(ホール)と電子との再結合領域を示す。

【0105】

このような光学調整を行うことにより、発光層113から得られる特定の単色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。

【0106】

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することができる。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得ることができるものとする。また、第1の

10

20

30

40

50

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えることができる。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得ることができるものとする。

【0107】

図 1 (C) に示す発光素子は、マイクロキャビティ構造を有するため、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。従って、異なる発光色を得るための塗り分け (例えば、RGB) 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。

10

【0108】

なお、上述した本発明の一態様である発光素子において、第 1 の電極 101 と第 2 の電極 102 の少なくとも一方は、透光性を有する電極 (透明電極、半透過・半反射電極など) とする。透光性を有する電極が透明電極の場合、透明電極の可視光の透過率は、40%以上とする。また、半透過・半反射電極の場合、半透過・半反射電極の可視光の反射率は、20%以上 80% 以下、好ましくは 40% 以上 70% 以下とする。また、これらの電極は、抵抗率が $1 \times 10^{-2} \text{ } \Omega/\text{cm}$ 以下とするのが好ましい。

20

【0109】

また、上述した本発明の一態様である発光素子において、第 1 の電極 101 と第 2 の電極 102 の一方が、反射性を有する電極 (反射電極) である場合、反射性を有する電極の可視光の反射率は、40% 以上 100% 以下、好ましくは 70% 以上 100% 以下とする。また、この電極は、抵抗率が $1 \times 10^{-2} \text{ } \Omega/\text{cm}$ 以下とするのが好ましい。

【0110】

発光素子の具体的な構造および作製方法

次に、本発明の一態様である発光素子の具体的な構造および作製方法について、図 1 を用いて説明する。また、ここでは、図 1 (B) に示すタンデム構造を有し、マイクロキャビティ構造を備えた発光素子について図 1 (D) を用いて説明する。図 1 (D) に示す発光素子がマイクロキャビティ構造を有する場合は、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。従って、所望の電極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 103b 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、スパッタ法や真空蒸着法を用いることができる。

30

【0111】

< 第 1 の電極および第 2 の電極 >

第 1 の電極 101 および第 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、およ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、およ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) などの希土類金属および

40

50

これらを適宜組み合わせる含む合金、その他グラフェン等を用いることができる。

【0112】

図1(D)に示す発光素子において、第1の電極101が陽極である場合、第1の電極101上にEL層103aの正孔注入層111aおよび正孔輸送層112aが真空蒸着法により順次積層形成される。EL層103aおよび電荷発生層104が形成された後、電荷発生層104上にEL層103bの正孔注入層111bおよび正孔輸送層112bが同様に順次積層形成される。

【0113】

<正孔注入層および正孔輸送層>

正孔注入層(111、111a、111b)は、陽極である第1の電極101や電荷発生層(104)からEL層(103、103a、103b)に正孔(ホール)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。

10

【0114】

正孔注入性の高い材料としては、モリブデン酸化物やバナジウム酸化物、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が挙げられる。その他、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、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)、N,N'-ビス{4-[ビス(3-メチルフェニル)アミノ]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: DNTPD)等の芳香族アミン化合物、またはポリ(3,4-エチレンジオキシチオフェン)/ポリ(スチレンスルホン酸)(略称: PEDOT/PSS)等の高分子等を用いることができる。

20

【0115】

また、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)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、111a、111b)で正孔が発生し、正孔輸送層(112、112a、112b)を介して発光層(113、113a、113b)に正孔が注入される。なお、正孔注入層(111、111a、111b)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)を含む複合材料からなる単層で形成しても良いが、正孔輸送性材料とアクセプター性材料(電子受容性材料)とをそれぞれ別の層で積層して形成しても良い。

30

【0116】

正孔輸送層(112、112a、112b)は、正孔注入層(111、111a、111b)によって、第1の電極101や電荷発生層104から注入された正孔を発光層(113、113a、113b)に輸送する層である。なお、正孔輸送層(112、112a、112b)は、正孔輸送性材料を含む層である。正孔輸送層(112、112a、112b)に用いる正孔輸送性材料は、特に正孔注入層(111、111a、111b)のHOMO準位と同じ、あるいは近いHOMO準位を有するものを用いることが好ましい。

【0117】

正孔注入層(111、111a、111b)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、酸化ルテ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やクロラニル誘導体、ヘキサア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。具体的には、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: F_4-TCNQ)、クロラニル、2,3,6,7,10,11-ヘキサシアノ-1,4,5,8,9,12-ヘキサアザトリフェニレン(略称: $HAT-CN$)等を用いることができる。

40

【0118】

50

正孔注入層（１１１、１１１ａ、１１１ｂ）および正孔輸送層（１１２、１１２ａ、１１２ｂ）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、これら以外のものを用いることができる。

【０１１９】

正孔輸送性材料としては、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やインドール誘導体）や芳香族アミン化合物が好ましく、具体例としては、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-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）、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）、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）、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）、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）、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）、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）などの芳香族アミン骨格を有する化合物、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）、３，３'-ビス(９-フェニル-９H-カルバゾール)（略称：PCCP）、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）、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]-９H-カルバゾール（略称：CzPA）などのカルバゾール骨格を有する化合物、４，４'，４'-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'-トリ(ジベンゾフラン)（略称：DBF3P-II）、４-{３-[３-(９-フ

10

20

30

40

50

エニル - 9 H - 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: m m D B F F L B i - I I) などのフラン骨格を有する化合物が挙げられる。

【0120】

さらに、ポリ(N - ビニルカルバゾール) (略称: P V K)、ポリ(4 - ビニルトリフェニルアミン) (略称: P V T P A)、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: P T P D M A)、ポリ[N, N' - ビス(4 - プチルフェニル) - N, N' - ビス(フェニル) ベンジジン] (略称: P o l y - T P D) などの高分子化合物を用いることもできる。

【0121】

但し、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輸送性材料として正孔注入層(111、111a、111b)および正孔輸送層(112、112a、112b)に用いることができる。なお、正孔輸送層(112、112a、112b)は、各々複数の層から形成されていても良い。すなわち、例えば第1の正孔輸送層と第2の正孔輸送層とが積層されていても良い。

【0122】

図1(D)に示す発光素子において、EL層103aの正孔輸送層112a上に発光層113aが真空蒸着法により形成される。また、EL層103aおよび電荷発生層104が形成された後、EL層103bの正孔輸送層112b上に発光層113bが真空蒸着法により形成される。

【0123】

<発光層>

発光層(113、113a、113b)は、発光物質を含む層である。なお、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、複数の発光層(113a、113b)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、一つの発光層が異なる発光物質を有する積層構造であっても良い。

【0124】

また、発光層(113、113a、113b)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)を有していても良い。また、1種または複数種の有機化合物としては、本実施の形態で説明する正孔輸送性材料や電子輸送性材料の一方または両方を用いることができる。

【0125】

発光層(113、113a、113b)に用いることができる上記以外の発光物質としては、特に限定は無く、一重項励起エネルギーを可視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の発光に変える発光物質を用いることができる。なお、上記発光物質としては、例えば、以下のようなものが挙げられる。

【0126】

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 - 9 H - フルオレン - 9 - イル) フェニル] ピレン - 1, 6 - ジアミン(略称: 1, 6 m M e m F L P A P r n)、N, N' - ジフェニル - N, N' - ビス[4 - (9 - フェニル - 9 H - フルオレン - 9 - イル) フェニル] ピレン - 1, 6 - ジアミン(略称: 1, 6 F L P A P r n)、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

10

20

30

40

50

称：1, 6 FrAPrn)、N, N' - ビス(ジベンゾチオフエン - 2 - イル) - N, N' - ジフェニルピレン - 1, 6 - ジアミン(略称：1, 6 ThAPrn)、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, 6 BnfAPrn)、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, 6 BnfAPrn - 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, 6 BnfAPrn - 03)などが挙げられる。

【0127】

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)ピフェニル - 4 - イル] - 2, 2' - ビピリジン(略称：PAP2BPy)、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：PCBAPBA)、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：TBPP)、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。

【0128】

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。

【0129】

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。

【0130】

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。

【0131】

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 - N2]フェニル - C}イリジウム(III)(略称：[Ir(mpp tz - 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(Mp tz)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(iPr p tz - 3b)3])、トリス[3 - (5 - ビフェニル) - 5 - イソプロピル - 4 - フェニル

ル - 4 H - 1, 2, 4 - トリアゾラト] イリジウム (I I I) (略称: [I r (i P r 5 b t z) ₃])、のような 4 H - 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 - 1 H - 1, 2, 4 - トリアゾラト] イリジウム (I I I) (略称: [I r (M p t z 1 - m p) ₃])、トリス (1 - メチル - 5 - フェニル - 3 - プロピル - 1 H - 1, 2, 4 - トリアゾラト) イリジウム (I I I) (略称: [I r (P r p t z 1 - M e) ₃]) のような 1 H - トリアゾール骨格を有する有機金属錯体、f a c - トリス [1 - (2, 6 - ジイソプロピルフェニル) - 2 - フェニル - 1 H - イミダゾール] イリジウム (I I I) (略称: [I r (i P r p m i) 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 (I I I) (略称: [I r (d m p i m p t - M e) 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, C^{2'}] イリジウム (I I I) テトラキス (1 - ピラゾリル) ボラート (略称: F I r 6)、ビス [2 - (4', 6' - ジフルオロフェニル) ピリジナト - N, C^{2'}] イリジウム (I I I) ピコリナート (略称: F I r p i c)、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 (I I I) ピコリナート (略称: [I r (C F ₃ p p y) ₂ (p i c)])、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 (I I I) アセチルアセトナート (略称: F I r a c a c) 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。

10

【 0 1 3 2 】

20

緑色または黄色を呈し、発光スペクトルのピーク波長が 4 9 5 n m 以上 5 9 0 n m 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。

【 0 1 3 3 】

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 (I I I) (略称: [I r (m p p m) ₃])、トリス (4 - t - ブチル - 6 - フェニルピリミジナト) イリジウム (I I I) (略称: [I r (t B u p p m) 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 (I I I) (略称: [I r (m p p m) ₂ (a c a c)])、(アセチルアセトナト) ビス (6 - t e r t - ブチル - 4 - フェニルピリミジナト) イリジウム (I I I) (略称: [I r (t B u p p m) ₂ (a c a c)])、(アセチルアセトナト) ビス [6 - (2 - ノルボルニル) - 4 - フェニルピリミジナト] イリジウム (I I I) (略称: [I r (n b p p m) ₂ (a c a c)])、(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 (I I I) (略称: [I r (m p m p p m) ₂ (a c a c)])、(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 - N₃] フェニル - C } イリジウム (I I I) (略称: [I r (d m p p m - d m p) ₂ (a c a c)])、(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 (I I I) (略称: [I r (d p p m) ₂ (a c a c)]) 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 (3, 5 - ジメチル - 2 - フェニルピラジナト) イリジウム (I I I) (略称: [I r (m p p r - M e) ₂ (a c a c)])、(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 (I I I) (略称: [I r (m p p r - i P r) ₂ (a c a c)]) のようなピラジン骨格を有する有機金属錯体、トリス (2 - フェニルピリジナト - N, C^{2'}) イリジウム (I I I) (略称: [I r (p p y) ₃])、ビス (2 - フェニルピリジナト - N, C^{2'}) イリジウム (I I I) アセチルアセトナート (略称: [I r (p p y) ₂ (a c a c)])、ビス (ベンゾ [h] キノリナト) イリジウム (I I I) アセチルアセトナート (略称: [I r (b z q) ₂ (a c a c)])、トリス (ベンゾ [h] キノリナト) イリジウム (I I I) (略称: [I r (b z q) ₃])、トリス (2 - フェニルキノリナト - N, C^{2'}) イリジウム (I I I) (略称: [I r (p q) ₃])、ビス (2 - フェニルキノリナト - N, C^{2'}) イリジウム (I I I) アセチルアセトナート (略称: [I r (p q) ₂ (a c a c)]) のような

30

40

50

ピリジン骨格を有する有機金属錯体、ビス(2,4-ジフェニル-1,3-オキサゾラト-N, C²)イリジウム(III)アセチルアセトナート(略称: [Ir(dpo)₂(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, C²}イリジウム(III)アセチルアセトナート(略称: [Ir(p-PF-ph)₂(acac)])、ビス(2-フェニルベンゾチアゾラト-N, C²)イリジウム(III)アセチルアセトナート(略称: [Ir(bt)₂(acac)])などの有機金属錯体の他、トリス(アセチルアセトナート)(モノフェナントロリン)テルビウム(III)(略称: [Tb(acac)₃(Phen)])のような希土類金属錯体が挙げられる。

【0134】

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。

【0135】

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: [Ir(5mdppm)₂(dibm)])、ビス[4,6-ビス(3-メチルフェニル)ピリミジナト](ジビバロイルメタナト)イリジウム(III)(略称: [Ir(5mdppm)₂(dpm)])、(ジビバロイルメタナト)ビス[4,6-ジ(ナフタレン-1-イル)ピリミジナト]イリジウム(III)(略称: [Ir(d1npm)₂(dpm)])のようなピリミジン骨格を有する有機金属錯体、(アセチルアセトナート)ビス(2,3,5-トリフェニルピラジナト)イリジウム(III)(略称: [Ir(tppr)₂(acac)])、ビス(2,3,5-トリフェニルピラジナト)(ジビバロイルメタナト)イリジウム(III)(略称: [Ir(tppr)₂(dpm)])、(アセチルアセトナート)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: [Ir(Fdpq)₂(acac)])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, C²)イリジウム(III)(略称: [Ir(pi q)₃])、ビス(1-フェニルイソキノリナト-N, C²)イリジウム(III)アセチルアセトナート(略称: [Ir(pi q)₂(acac)])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: [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: [Eu(DBM)₃(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: [Eu(TTA)₃(Phen)])のような希土類金属錯体が挙げられる。

【0136】

発光層(113、113a、113b)に用いる有機化合物(ホスト材料、アシスト材料)としては、発光物質(ゲスト材料)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ればよい。なお、上述した正孔輸送性材料として挙げたものや、後述する電子輸送性材料として挙げられる材料をこのような有機化合物(ホスト材料、アシスト材料)として用いることもできる。

【0137】

発光物質が蛍光材料である場合、ホスト材料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。例えば、アントラセン誘導体やテトラセン誘導体を用いるのが好ましい。具体的には、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-[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)、9-[4-(10-フェニル-9-アントラセニル)フェニル]-9H-カルバゾール(略称: 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

10

20

30

40

50

ンゾ[b]ナフト[1 , 2 - d]フラン(略称: 2 m B n f P P A)、9 - フェニル - 10 - { 4 - (9 - フェニル - 9 H - フルオレン - 9 - イル) ビフェニル - 4 ' - イル } アントラセン(略称: F L P P A)、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。

【 0 1 3 8 】

発光物質が燐光材料である場合、ホスト材料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良い。なお、この場合には、亜鉛やアルミニウム系金属錯体の他、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、ジベンゾチオフェン誘導体、ジベンゾフラン誘導体、ピリミジン誘導体、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の他、芳香族アミンやカルバゾール誘導体等を用いることができる。

【 0 1 3 9 】

具体的には、トリス(8 - キノリノラト) アルミニウム(I I I)(略称: A l q)、トリス(4 - メチル - 8 - キノリノラト) アルミニウム(I I I)(略称: A l m q₃)、ビス(10 - ヒドロキシベンゾ[h]キノリナト) ベリリウム(I I)(略称: B e B q₂)、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(I I I)(略称: B A l q)、ビス(8 - キノリノラト) 亜鉛(I I)(略称: Z n q)、ビス[2 - (2 - ベンゾオキサゾリル) フェノラト] 亜鉛(I I)(略称: Z n P B O)、ビス[2 - (2 - ベンゾチアゾリル) フェノラト] 亜鉛(I I)(略称: Z n B T Z)などの金属錯体、2 - (4 - ビフェニル) - 5 - (4 - t e r t - ブチルフェニル) - 1 , 3 , 4 - オキサジアゾール(略称: P B D)、1 , 3 - ビス[5 - (p - t e r t - ブチルフェニル) - 1 , 3 , 4 - オキサジアゾール - 2 - イル] ベンゼン(略称: O X D - 7)、3 - (4 - ビフェニル) - 4 - フェニル - 5 - (4 - t e r t - ブチルフェニル) - 1 , 2 , 4 - トリアゾール(略称: T A Z)、2 , 2 ' , 2 ' ' - (1 , 3 , 5 - ベンゼントリイル) - トリス(1 - フェニル - 1 H - ベンゾイミダゾール)(略称: T P B I)、バソフェナントロリン(略称: B P h e n)、バソキュプロイン(略称: B C P)、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: N B p h e n)、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] - 9 H - カルバゾール(略称: C O 1 1)などの複素環化合物、N P B、T P D、B S P Bなどの芳香族アミン化合物が挙げられる。

【 0 1 4 0 】

また、アントラセン誘導体、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、具体的には、9 , 10 - ジフェニルアントラセン(略称: D P A n t h)、N , N - ジフェニル - 9 - [4 - (10 - フェニル - 9 - アントリル) フェニル] - 9 H - カルバゾール - 3 - アミン(略称: C z A 1 P A)、4 - (10 - フェニル - 9 - アントリル) トリフェニルアミン(略称: D P h P A)、Y G A P A、P C A P A、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 } - 9 H - カルバゾール - 3 - アミン(略称: P C A P B A)、N - (9 , 10 - ジフェニル - 2 - アントリル) - N , 9 - ジフェニル - 9 H - カルバゾール - 3 - アミン(略称: 2 P C A P A)、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 ' ' ' - オクタフェニルジベンゾ[g , p]クリセン - 2 , 7 , 10 , 15 - テトラアミン(略称: D B C 1)、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: C z P A)、3 , 6 - ジフェニル - 9 - [4 - (10 - フェニル - 9 - アントリル) フェニル] - 9 H - カルバゾール(略称: D P C z P A)、9 , 10 - ビス(3 , 5 - ジフェニルフェニル) アントラセン(略称: D P P A)、9 , 10 - ジ(2 - ナフチル) アントラセン(略称: D N A)、2 - t e r t - ブチル - 9 , 10 - ジ(2 - ナフチル) アントラセン(略称: t - B u D N A)、9 , 9 ' - ビアントリル(略称: B A N T)、9 , 9 ' - (スチルベン - 3 , 3 ' - ジイル) ジフ

10

20

30

40

50

エナントレン（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）などを用いることができる。

【0141】

また、発光層（113、113a、113b）に複数の有機化合物を用いる場合、励起錯体を形成する化合物を燐光発光物質と混合して用いることが好ましい。なお、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E x T E T（Exciplex-Triplet Energy Transfer）を用いた発光を得ることができる。この場合、様々な有機化合物を適宜組み合わせる用いることができるが、効率よく励起錯体を形成するためには、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。本発明の一態様である有機化合物はLUMO準位が低く、電子を受け取りやすい化合物として好適である。本発明の一態様である有機化合物と組み合わせる、正孔を受け取りやすい化合物のHOMO準位は-5.3 eV以下であると、励起錯体から発光物質へ効率よく励起エネルギーを移動させることができ、燐光発光素子の効率向上、信頼性向上、駆動電圧低減の観点からさらに好ましい。なお、正孔輸送性材料およ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。

【0142】

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。

【0143】

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（SnF₂（Proto IX））、メソポルフィリン-フッ化スズ錯体（SnF₂（Meso IX））、ヘマトポルフィリン-フッ化スズ錯体（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（SnF₂（Copro III-4Me））、オクタエチルポルフィリン-フッ化スズ錯体（SnF₂（OEP））、エチオポルフィリン-フッ化スズ錯体（SnF₂（Etio I））、オクタエチルポルフィリン-塩化白金錯体（PtCl₂OEP）等が挙げられる。

【0144】

その他にも、2-(ピフェニル-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（PIC-TRZ）、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（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（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（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（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（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（ACRSA）、等の電子過剰型複素芳香環及び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、電子過剰型複素芳香環と電子不足型複素芳香環とが直接結合した物質は、電子過剰型複素芳香環のドナー性と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。

【0145】

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。

【0146】

図1(D)に示す発光素子においては、EL層103aの発光層113a上に電子輸送層114aが真空蒸着法により形成される。また、EL層103aおよび電荷発生層104が形成された後、EL層103bの発光層113b上に電子輸送層114bが真空蒸着法により形成される。

10

【0147】

<電子輸送層>

電子輸送層(114、114a、114b)は、電子注入層(115、115a、115b)によって、第2の電極102から注入された電子を発光層(113、113a、113b)に輸送する層である。なお、電子輸送層(114、114a、114b)は、電子輸送性材料を含む層である。電子輸送層(114、114a、114b)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、これら以外のものを用いることができる。

20

【0148】

電子輸送性材料としては、キノリン配位子、ベンゾキノリン配位子、オキサゾール配位子、あるいはチアゾール配位子を有する金属錯体、オキサジアゾール誘導体、トリアゾール誘導体、フェナントロリン誘導体、ピリジン誘導体、ピピリジン誘導体などが挙げられる。その他、含窒素複素芳香族化合物のような電子不足型複素芳香族化合物を用いることもできる。

【0149】

具体的には、Alq₃、トリス(4-メチル-8-キノリノラト)アルミニウム(略称: Almq₃)、ビス(10-ヒドロキシベンゾ[h]キノリナト)ベリリウム(略称: BeBq₂)、BALq、Zn(BOX)₂、ビス[2-(2-ヒドロキシフェニル)ベンゾチアゾラト]亜鉛(略称: Zn(BTZ)₂)などの金属錯体、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)、3-(4'-tert-ブチルフェニル)-4-フェニル-5-(4''-ビフェニル)-1,2,4-トリアゾール(略称: 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)、バソフェナントロリン(略称: Bphen)、バソキュプロイン(略称: BCP)、4,4'-ビス(5-メチルベンゾオキサゾール-2-イル)スチルベン(略称: BzOs)などの複素芳香族化合物、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: 2mDBTPDBq-II)、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: 2CzPDBq-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)、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)等のキノキサリンないしはジベンゾキノキサリン誘導体を用いることができる。

30

40

【0150】

また、ポリ(2,5-ピリジンジイル)(略称: PPy)、ポリ[(9,9-ジヘキシル

50

フルオレン - 2 , 7 - ジイル) - c o - (ピリジン - 3 , 5 - ジイル)] (略称 : P F - P y) 、ポリ [(9 , 9 - ジオクチルフルオレン - 2 , 7 - ジイル) - c o - (2 , 2 ' - ビピリジン - 6 , 6 ' - ジイル)] (略称 : P F - B P y) のような高分子化合物を用いることもできる。

【 0 1 5 1 】

また、電子輸送層 (1 1 4 、 1 1 4 a 、 1 1 4 b) は、単層のものだけでなく、上記物質からなる層が 2 層以上積層した構造であってもよい。

【 0 1 5 2 】

次に、図 1 (D) に示す発光素子において、E L 層 1 0 3 a の電子輸送層 1 1 4 a 上に電子注入層 1 1 5 a が真空蒸着法により形成される。その後、E L 層 1 0 3 a および電荷発生層 1 0 4 が形成され、E L 層 1 0 3 b の電子輸送層 1 1 4 b まで形成された後、上に電子注入層 1 1 5 b が真空蒸着法により形成される。

10

【 0 1 5 3 】

< 電子注入層 >

電子注入層 (1 1 5 、 1 1 5 a 、 1 1 5 b) は、電子注入性の高い物質を含む層である。電子注入層 (1 1 5 、 1 1 5 a 、 1 1 5 b) には、フッ化リチウム (L i F) 、フッ化セシウム (C s F) 、フッ化カルシウム (C a F ₂) 、リチウム酸化物 (L i O _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 (E r F ₃) 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 (1 1 5 、 1 1 5 a 、 1 1 5 b) 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 (1 1 4 、 1 1 4 a 、 1 1 4 b) を構成する物質を用いることもできる。

20

【 0 1 5 4 】

また、電子注入層 (1 1 5 、 1 1 5 a 、 1 1 5 b) に、有機化合物と電子供与体 (ドナー) とを混合してなる複合材料を用いてもよい。このような複合材料は、電子供与体によって有機化合物に電子が発生するため、電子注入性および電子輸送性に優れている。この場合、有機化合物としては、発生した電子の輸送に優れた材料であることが好ましく、具体的には、例えば上述した電子輸送層 (1 1 4 、 1 1 4 a 、 1 1 4 b) 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 : T T F) 等の有機化合物を用いることもできる。

30

【 0 1 5 5 】

なお、図 1 (D) に示す発光素子において、発光層 1 1 3 b から得られる光を増幅させる場合には、第 2 の電極 1 0 2 と、発光層 1 1 3 b との光学距離が、発光層 1 1 3 b が呈する光の波長に対して $\lambda / 4$ 未満となるように形成するのが好ましい。この場合、電子輸送層 1 1 4 b または電子注入層 1 1 5 b の膜厚を変えることにより、調整することができる。

40

【 0 1 5 6 】

< 電荷発生層 >

図 1 (D) に示す発光素子において、電荷発生層 1 0 4 は、第 1 の電極 (陽極) 1 0 1 と第 2 の電極 (陰極) 1 0 2 との間に電圧を印加したときに、E L 層 1 0 3 a に電子を注入し、E L 層 1 0 3 b に正孔を注入する機能を有する。なお、電荷発生層 1 0 4 は、正孔輸送性材料に電子受容体 (アクセプター) が添加された構成であっても、電子輸送性材料に電子供与体 (ドナー) が添加された構成であってもよい。また、これらの両方の構成が積層されていても良い。なお、上述した材料を用いて電荷発生層 1 0 4 を形成することによ

50

り、E L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。

【0157】

電荷発生層104において、正孔輸送性材料に電子受容体が添加された構成とする場合、正孔輸送性材料としては、本実施の形態で示した材料を用いることができる。また、電子受容体としては、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)、クロラニル等を挙げることができる。また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挙げることができる。具体的には、酸化バナジウム、酸化ニオブ、酸化タンタル、酸化クロム、酸化モリブデン、酸化タングステン、酸化マンガン、酸化レニウムなどが挙げられる。

【0158】

電荷発生層104において、電子輸送性材料に電子供与体が添加された構成とする場合、電子輸送性材料としては、本実施の形態で示した材料を用いることができる。また、電子供与体としては、アルカリ金属またはアルカリ土類金属または希土類金属または元素周期表における第2、第13族に属する金属およびその酸化物、炭酸塩を用いることができる。具体的には、リチウム(Li)、セシウム(Cs)、マグネシウム(Mg)、カルシウム(Ca)、イッテルビウム(Yb)、インジウム(In)、酸化リチウム、炭酸セシウムなどを用いることが好ましい。また、テトラチアナフタセンのような有機化合物を電子供与体として用いてもよい。

【0159】

<基板>

本実施の形態で示した発光素子は、様々な基板上に形成することができる。なお、基板の種類は、特定のものに限定されることはない。基板の一例としては、半導体基板(例えば単結晶基板又はシリコン基板)、SOI基板、ガラス基板、石英基板、プラスチック基板、金属基板、ステンレス・スチル基板、ステンレス・スチル・ホイルを有する基板、タングステン基板、タングステン・ホイルを有する基板、可撓性基板、貼り合わせフィルム、繊維状の材料を含む紙、又は基材フィルムなどが挙げられる。

【0160】

なお、ガラス基板の一例としては、バリウムホウケイ酸ガラス、アルミノホウケイ酸ガラス、又はソーダライムガラスなどが挙げられる。また、可撓性基板、貼り合わせフィルム、基材フィルムなどの一例としては、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)、ポリエーテルサルフォン(PES)に代表されるプラスチック、アクリル等の合成樹脂、ポリプロピレン、ポリエステル、ポリフッ化ビニル、ポリ塩化ビニル、ポリアミド、ポリイミド、アラミド、エポキシ、無機蒸着フィルム、又は紙類などが挙げられる。

【0161】

なお、本実施の形態で示す発光素子の作製には、蒸着法などの真空プロセスや、スピン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。特に発光素子のE L層に含まれる機能層(正孔注入層(111a、111b)、正孔輸送層(112a、112b)、発光層(113a、113b)、電子輸送層(114a、114b)、電子注入層(115a、115b))、および電荷発生層104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、スピンコート法、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、ナノインプリント法等)などの方法により形成することができる。

【0162】

なお、本実施の形態で示す発光素子のE L層(103a、103b)を構成する各機能層(正孔注入層(111a、111b)、正孔輸送層(112a、112b)、発光層(113a、113b)、電子輸送層(114a、114b)、電子注入層(115a、11

10

20

30

40

50

5 b))や電荷発生層104は、上述した材料に限られることはなく、それ以外の材料であっても各層の機能を満たせるものであれば組み合わせて用いることができる。一例としては、高分子化合物(オリゴマー、 dendrimer、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400~4000)、無機化合物(量子ドット材料等)等を用いることができる。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。

【0163】

本実施の形態に示す構成は、他の実施の形態に示す構成と適宜組み合わせて用いることができるものとする。

【0164】

(実施の形態3)

本実施の形態では、本発明の一態様である発光装置について図2(A)を用いて説明する。なお、図2(A)に示す発光装置は、第1の基板301上のトランジスタ(FET)302と発光素子(303R、303G、303B、303W)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り、複数の発光素子(303R、303G、303B、303W)は、共通のEL層304を有し、また、各発光素子の発光色に応じて、各発光素子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。また、EL層304から得られた発光が第2の基板305に形成されたカラーフィルタ(306R、306G、306B)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。

【0165】

図2(A)に示す発光装置は、第1の電極307を反射電極として機能するように形成する。また、第2の電極308を半透過・半反射電極として機能するように形成する。なお、第1の電極307および第2の電極308を形成する電極材料としては、他の実施形態の記載を参照し、適宜用いればよい。

【0166】

また、図2(A)において、例えば、発光素子303Rを赤色発光素子、発光素子303Gを緑色発光素子、発光素子303Bを青色発光素子、発光素子303Wを白色発光素子とする場合、図2(B)に示すように発光素子303Rは、第1の電極307と第2の電極308との間が光学距離300Rとなるように調整し、発光素子303Gは、第1の電極307と第2の電極308との間が光学距離300Gとなるように調整し、発光素子303Bは、第1の電極307と第2の電極308との間が光学距離300Bとなるように調整する。なお、図2(B)に示すように、発光素子303Gにおいては、第1の電極307上に導電層307Gを積層し、発光素子303Rにおいては、第1の電極307上に導電層307Rを積層することにより、光学調整を行うことができる。

【0167】

第2の基板305には、カラーフィルタ(306R、306G、306B)が形成されている。なお、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フィルタである。従って、図2(A)に示すように、発光素子303R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306Rを設けることにより、発光素子303Rから赤色発光を得ることができる。また、発光素子303Gと重なる位置に緑の波長域のみを通過させるカラーフィルタ306Gを設けることにより、発光素子303Gから緑色発光を得ることができる。また、発光素子303Bと重なる位置に青の波長域のみを通過させるカラーフィルタ306Bを設けることにより、発光素子303Bから青色発光を得ることができる。但し、発光素子303Wは、カラーフィルタを設けることなく白色発光を得ることができる。なお、1種のカラーフィルタの端部には、黒色層(ブラックマトリックス)309が設けられていてもよい。さらに、カラーフィルタ(306R、306G、306B)や黒色層309は、透明な材料を用いたオーバーコート層で覆われていてもよい。

【0168】

10

20

30

40

50

図 2 (A) では、第 2 の基板 3 0 5 側に発光を取り出す構造 (トップエミッション型) の発光装置を示したが、F E T 3 0 2 が形成されている第 1 の基板 3 0 1 側に光を取り出す構造 (ボトムエミッション型) の発光装置としても良い。なお、トップエミッション型の発光装置の場合には、第 1 の基板 3 0 1 として遮光性の基板および透光性の基板を用いることができるが、ボトムエミッション型の発光装置の場合には、第 1 の基板 3 0 1 として透光性の基板を用いる必要がある。

【 0 1 6 9 】

また、図 2 (A) において、発光素子が、赤色発光素子、緑色発光素子、青色発光素子、白色発光素子の場合について示したが、本発明の一態様である発光素子はその構成に限られることはなく、黄色の発光素子や橙色の発光素子を有する構成であっても良い。なお、これらの発光素子を作製するために E L 層 (発光層、正孔注入層、正孔輸送層、電子輸送層、電子注入層、電荷発生層など) に用いる材料としては、他の実施形態の記載を参照し、適宜用いればよい。なお、その場合には、また、発光素子の発光色に応じてカラーフィルタを適宜選択する必要がある。

10

【 0 1 7 0 】

以上のような構成とすることにより、複数の発光色を呈する発光素子を備えた発光装置を得ることができる。

【 0 1 7 1 】

なお、本実施の形態に示す構成は、他の実施の形態に示す構成と適宜組み合わせて用いることができるものとする。

20

【 0 1 7 2 】

(実施の形態 4)

本実施の形態では、本発明の一態様である発光装置について説明する。

【 0 1 7 3 】

本発明の一態様である発光素子の素子構成を適用することで、アクティブマトリクス型の発光装置やパッシブマトリクス型の発光装置を作製することができる。なお、アクティブマトリクス型の発光装置は、発光素子とトランジスタ (F E T) とを組み合わせた構成を有する。従って、パッシブマトリクス型の発光装置、アクティブマトリクス型の発光装置は、いずれも本発明の一態様に含まれる。なお、本実施の形態に示す発光装置には、他の実施形態で説明した発光素子を適用することが可能である。

30

【 0 1 7 4 】

本実施の形態では、アクティブマトリクス型の発光装置について図 3 を用いて説明する。

【 0 1 7 5 】

なお、図 3 (A) は発光装置を示す上面図であり、図 3 (B) は図 3 (A) を鎖線 A - A ' で切断した断面図である。アクティブマトリクス型の発光装置は、第 1 の基板 4 0 1 上に設けられた画素部 4 0 2、駆動回路部 (ソース線駆動回路) 4 0 3 と、駆動回路部 (ゲート線駆動回路) (4 0 4 a、4 0 4 b) を有する。画素部 4 0 2 および駆動回路部 4 0 3、4 0 4 a、4 0 4 b は、シール材 4 0 5 によって、第 1 の基板 4 0 1 と第 2 の基板 4 0 6 との間に封止される。

【 0 1 7 6 】

40

また、第 1 の基板 4 0 1 上には、引き回し配線 4 0 7 が設けられる。引き回し配線 4 0 7 は、外部入力端子である F P C 4 0 8 と接続される。なお、F P C 4 0 8 は、駆動回路部 (4 0 3、4 0 4 a、4 0 4 b) 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、F P C 4 0 8 にはプリント配線基板 (P W B) が取り付けられていても良い。なお、これら F P C やの P W B が取り付けられた状態は、発光装置に含まれる。

【 0 1 7 7 】

次に、図 3 (B) に断面構造を示す。

【 0 1 7 8 】

画素部 4 0 2 は、F E T (スイッチング用 F E T) 4 1 1、F E T (電流制御用 F E T)

50

４１２、およびＦＥＴ４１２と電氣的に接続された第１の電極４１３を有する複数の画素により形成される。なお、各画素が有するＦＥＴ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。

【０１７９】

ＦＥＴ４０９、４１０、４１１、４１２は、特に限定されることはなく、例えば、スタガ型や逆スタガ型などのトランジスタを適用することができる。また、トップゲート型やボトムゲート型などのトランジスタ構造であってもよい。

【０１８０】

なお、これらのＦＥＴ４０９、４１０、４１１、４１２に用いることのできる半導体の結晶性については特に限定されず、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、又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。なお、結晶性を有する半導体を用いることで、トランジスタ特性の劣化を抑制できるため好ましい。

10

【０１８１】

また、これらの半導体としては、例えば、第１４族の元素、化合物半導体、酸化物半導体、有機半導体などを用いることができる。代表的には、シリコンを含む半導体、ガリウムヒ素を含む半導体、インジウムを含む酸化物半導体などを適用することができる。

【０１８２】

駆動回路部４０３は、ＦＥＴ４０９とＦＥＴ４１０とを有する。なお、ＦＥＴ４０９とＦＥＴ４１０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良いし、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良い。また、外部に駆動回路を有する構成としても良い。

20

【０１８３】

第１の電極４１３の端部は、絶縁物４１４により覆われている。なお、絶縁物４１４には、ネガ型の感光性樹脂や、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。絶縁物４１４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、絶縁物４１４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。

【０１８４】

第１の電極４１３上には、ＥＬ層４１５及び第２の電極４１６が積層形成される。ＥＬ層４１５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。

30

【０１８５】

なお、本実施の形態で示す発光素子４１７の構成は、他の実施の形態で説明した構成や材料を適用することができる。なお、ここでは図示しないが、第２の電極４１６は外部入力端子であるＦＰＣ４０８に電氣的に接続されている。

【０１８６】

また、図３（Ｂ）に示す断面図では発光素子４１７を１つのみ図示しているが、画素部４０２において、複数の発光素子がマトリクス状に配置されているものとする。画素部４０２には、３種類（Ｒ、Ｇ、Ｂ）の発光が得られる発光素子をそれぞれ選択的に形成し、フルカラー表示可能な発光装置を形成することができる。また、３種類（Ｒ、Ｇ、Ｂ）の発光が得られる発光素子の他に、例えば、ホワイト（Ｗ）、イエロー（Ｙ）、マゼンタ（Ｍ）、シアン（Ｃ）等の発光が得られる発光素子を形成してもよい。例えば、３種類（Ｒ、Ｇ、Ｂ）の発光が得られる発光素子に上述の数種類の発光が得られる発光素子を追加することにより、色純度の向上、消費電力の低減等の効果が得ることができる。また、カラーフィルタと組み合わせることによってフルカラー表示可能な発光装置としてもよい。

40

【０１８７】

第１の基板４０１上のＦＥＴ（４０９、４１０、４１１、４１２）や、発光素子４１７は、第２の基板４０６と第１の基板４０１とをシール材４０５により貼り合わせることで、第１の基板４０１、第２の基板４０６、およびシール材４０５で囲まれた空間４１８

50

に備えられた構造を有する。なお、空間 4 1 8 には、不活性気体（窒素やアルゴン等）や有機物（シール材 4 0 5 を含む）で充填されていてもよい。

【 0 1 8 8 】

シール材 4 0 5 には、エポキシ系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 4 0 5 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。また、第 2 の基板 4 0 6 は、第 1 の基板 4 0 1 に用いることができるものを同様に用いることができる。従って、他の実施形態で説明した様々な基板を適宜用いることができるものとする。基板としてガラス基板や石英基板の他、FRP (Fiber - Reinforced Plastics)、PVF (ポリビニルフロライド)、ポリエステルまたはアクリル等からなるプラスチック基板を用いることができる。シール材としてガラスフリット

10

【 0 1 8 9 】

以上のようにして、アクティブマトリクス型の発光装置を得ることができる。

【 0 1 9 0 】

また、アクティブマトリクス型の発光装置を可撓性基板に形成する場合、可撓性基板上に FET と発光素子とを直接形成しても良いが、剥離層を有する別の基板に FET と発光素子を形成した後、熱、力、レーザ照射などを与えることにより FET と発光素子を剥離層で剥離し、さらに可撓性基板に転載して作製しても良い。なお、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の無機膜の積層や、ポリイミド等の有機樹脂膜等を用いることができる。また可撓性基板としては、トランジスタを形成することが可能な基板に加え、紙基板、セロファン基板、アラミドフィルム基板、ポリイミドフィルム基板、布基板（天然繊維（絹、綿、麻）、合成繊維（ナイロン、ポリウレタン、ポリエステル）若しくは再生繊維（アセテート、キュプラ、レーヨン、再生ポリエステル）などを含む）、皮革基板、又はゴム基板などが挙げられる。これらの基板を用いることにより、耐久性や耐熱性に優れ、軽量化および薄型化を図ることができる。

20

【 0 1 9 1 】

なお、本実施の形態に示す構成は、他の実施の形態に示した構成を適宜組み合わせて用いることができる。

【 0 1 9 2 】

（実施の形態 5）

本実施の形態では、本発明の一態様である発光装置を適用して完成させた様々な電子機器や自動車の一例について、説明する。

30

【 0 1 9 3 】

発光装置を適用した電子機器として、例えば、テレビジョン装置（テレビ、又はテレビジョン受信機ともいう）、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などが挙げられる。これらの電子機器の具体例を図 4、図 5 に示す。

【 0 1 9 4 】

図 4 (A) は、テレビジョン装置の一例を示している。テレビジョン装置 7 1 0 0 は、筐体 7 1 0 1 に表示部 7 1 0 3 が組み込まれている。表示部 7 1 0 3 により、映像を表示することが可能であり、タッチセンサ（入力装置）を搭載したタッチパネル（入出力装置）であってもよい。なお、本発明の一態様である発光装置を表示部 7 1 0 3 に用いることができる。また、ここでは、スタンド 7 1 0 5 により筐体 7 1 0 1 を支持した構成を示している。

40

【 0 1 9 5 】

テレビジョン装置 7 1 0 0 の操作は、筐体 7 1 0 1 が備える操作スイッチや、別体のリモコン操作機 7 1 1 0 により行うことができる。リモコン操作機 7 1 1 0 が備える操作キー 7 1 0 9 により、チャンネルや音量の操作を行うことができ、表示部 7 1 0 3 に表示され

50

る映像を操作することができる。また、リモコン操作機 7 1 1 0 に、当該リモコン操作機 7 1 1 0 から出力する情報を表示する表示部 7 1 0 7 を設ける構成としてもよい。

【 0 1 9 6 】

なお、テレビジョン装置 7 1 0 0 は、受信機や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、さらにモデムを介して有線又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）又は双方向（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。

【 0 1 9 7 】

図 4（B）はコンピュータであり、本体 7 2 0 1、筐体 7 2 0 2、表示部 7 2 0 3、キーボード 7 2 0 4、外部接続ポート 7 2 0 5、ポインティングデバイス 7 2 0 6 等を含む。
なお、コンピュータは、本発明の一態様である発光装置をその表示部 7 2 0 3 に用いることにより作製することができる。また、表示部 7 2 0 3 は、タッチセンサ（入力装置）を搭載したタッチパネル（入出力装置）であってもよい。

10

【 0 1 9 8 】

図 4（C）は、スマートウォッチであり、筐体 7 3 0 2、表示部 7 3 0 4、操作ボタン 7 3 1 1、7 3 1 2、接続端子 7 3 1 3、バンド 7 3 2 1、留め金 7 3 2 2、等を有する。

【 0 1 9 9 】

ベゼル部分を兼ねる筐体 7 3 0 2 に搭載された表示部 7 3 0 4 は、非矩形状の表示領域を有している。表示部 7 3 0 4 は、時刻を表すアイコン 7 3 0 5、その他のアイコン 7 3 0 6 等を表示することができる。また、表示部 7 3 0 4 は、タッチセンサ（入力装置）を搭載したタッチパネル（入出力装置）であってもよい。

20

【 0 2 0 0 】

なお、図 4（C）に示すスマートウォッチは、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、日付又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）によって処理を制御する機能、無線通信機能、無線通信機能を用いて様々なコンピュータネットワークに接続する機能、無線通信機能を用いて様々なデータの送信又は受信を行う機能、記録媒体に記録されているプログラム又はデータを読み出して表示部に表示する機能、等を有することができる。

【 0 2 0 1 】

また、筐体 7 3 0 2 の内部に、スピーカ、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、におい又は赤外線を測定する機能を含むもの）、マイクロフォン等を有することができる。なお、スマートウォッチは、発光装置をその表示部 7 3 0 4 に用いることにより作製することができる。

30

【 0 2 0 2 】

図 4（D）は、携帯電話機（スマートフォンを含む）の一例を示している。携帯電話機 7 4 0 0 は、筐体 7 4 0 1 に、表示部 7 4 0 2、マイク 7 4 0 6、スピーカ 7 4 0 5、カメラ 7 4 0 7、外部接続部 7 4 0 4、操作ボタン 7 4 0 3 などを備えている。また、本発明の一態様に係る発光素子を、可撓性を有する基板に形成して発光装置を作製した場合、図 4（D）に示すような曲面を有する表示部 7 4 0 2 に適用することが可能である。

40

【 0 2 0 3 】

図 4（D）に示す携帯電話機 7 4 0 0 は、表示部 7 4 0 2 を指などで触れることで、情報を入力することができる。また、電話を掛ける、或いはメールを作成するなどの操作は、表示部 7 4 0 2 を指などで触れることにより行うことができる。

【 0 2 0 4 】

表示部 7 4 0 2 の画面は主として 3 つのモードがある。第 1 は、画像の表示を主とする表示モードであり、第 2 は、文字等の情報の入力を主とする入力モードである。第 3 は表示モードと入力モードの 2 つのモードが混合した表示 + 入力モードである。

【 0 2 0 5 】

50

例えば、電話を掛ける、或いはメールを作成する場合は、表示部 7402 を文字の入力を主とする文字入力モードとし、画面に表示させた文字の入力操作を行えばよい。この場合、表示部 7402 の画面のほとんどにキーボード又は番号ボタンを表示させることが好ましい。

【0206】

また、携帯電話機 7400 内部に、ジャイロセンサや加速度センサ等の検出装置を設けることで、携帯電話機 7400 の向き（縦か横か）を判断して、表示部 7402 の画面表示を自動的に切り替えるようにすることができる。

【0207】

また、画面モードの切り替えは、表示部 7402 を触れること、又は筐体 7401 の操作ボタン 7403 の操作により行われる。また、表示部 7402 に表示される画像の種類によって切り替えるようにすることもできる。例えば、表示部に表示する画像信号が動画のデータであれば表示モード、テキストデータであれば入力モードに切り替える。

【0208】

また、入力モードにおいて、表示部 7402 の光センサで検出される信号を検知し、表示部 7402 のタッチ操作による入力が一定期間ない場合には、画面のモードを入力モードから表示モードに切り替えるように制御してもよい。

【0209】

表示部 7402 は、イメージセンサとして機能させることもできる。例えば、表示部 7402 に掌や指で触れ、掌紋、指紋等を撮像することで、本人認証を行うことができる。また、表示部に近赤外光を発光するバックライト又は近赤外光を発光するセンシング用光源を用いれば、指静脈、掌静脈などを撮像することもできる。

【0210】

さらに、携帯電話機（スマートフォンを含む）の別の構成として、図 4（D' - 1）や図 4（D' - 2）のような構造を有する携帯電話機に適用することもできる。

【0211】

なお、図 4（D' - 1）や図 4（D' - 2）のような構造を有する場合には、文字情報や画像情報などを筐体 7500（1）、7500（2）の第 1 面 7501（1）、7501（2）だけでなく、第 2 面 7502（1）、7502（2）に表示させることができる。このような構造を有することにより、携帯電話機を胸ポケットに収納したままの状態、第 2 面 7502（1）、7502（2）などに表示された文字情報や画像情報などを使用者が容易に確認することができる。

【0212】

また、発光装置を適用した電子機器として、図 5（A）～（C）に示すような折りたたみ可能な携帯情報端末が挙げられる。図 5（A）には、展開した状態の携帯情報端末 9310 を示す。また、図 5（B）には、展開した状態又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の携帯情報端末 9310 を示す。さらに、図 5（C）には、折りたたんだ状態の携帯情報端末 9310 を示す。携帯情報端末 9310 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表示の一覧性に優れる。

【0213】

表示部 9311 はヒンジ 9313 によって連結された 3 つの筐体 9315 に支持されている。なお、表示部 9311 は、タッチセンサ（入力装置）を搭載したタッチパネル（出力装置）であってもよい。また、表示部 9311 は、ヒンジ 9313 を介して 2 つの筐体 9315 間を屈曲させることにより、携帯情報端末 9310 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。本発明の一態様の発光装置を表示部 9311 に用いることができる。表示部 9311 における表示領域 9312 は折りたたんだ状態の携帯情報端末 9310 の側面に位置する表示領域である。表示領域 9312 には、情報アイコンや使用頻度の高いアプリやプログラムのショートカットなどを表示させることができ、情報の確認やアプリなどの起動をスムーズに行うことができる。

10

20

30

40

50

【 0 2 1 4 】

また、発光装置を適用した自動車を図 6 (A) (B) に示す。すなわち、発光装置を、自動車と一体にして設けることができる。具体的には、図 6 (A) に示す自動車の外側のライト 5 1 0 1 (車体後部も含む)、タイヤのホイール 5 1 0 2、ドア 5 1 0 3 の一部または全体などに適用することができる。また、図 6 (B) に示す自動車の内側の表示部 5 1 0 4、ハンドル 5 1 0 5、シフトレバー 5 1 0 6、座席シート 5 1 0 7、インナーリアビューミラー 5 1 0 8 等に適用することができる。その他、ガラス窓の一部に適用してもよい。

【 0 2 1 5 】

以上のようにして、本発明の一態様である発光装置を適用して電子機器や自動車を得ることができる。なお、適用できる電子機器や自動車は、本実施の形態に示したものに限らず、あらゆる分野において適用することが可能である。

10

【 0 2 1 6 】

なお、本実施の形態に示す構成は、他の実施の形態に示した構成と適宜組み合わせて用いることができる。

【 0 2 1 7 】

(実施の形態 6)

本実施の形態では、本発明の一態様である発光素子を適用して作製される照明装置の構成について図 7 を用いて説明する。

【 0 2 1 8 】

20

図 7 (A)、(B)、(C)、(D) には、照明装置の断面図の一例を示す。なお、図 7 (A)、(B) は基板側に光を取り出すボトムエミッション型の照明装置であり、図 7 (C)、(D) は、封止基板側に光を取り出すトップエミッション型の照明装置である。

【 0 2 1 9 】

図 7 (A) に示す照明装置 4 0 0 0 は、基板 4 0 0 1 上に発光素子 4 0 0 2 を有する。また、基板 4 0 0 1 の外側に凹凸を有する基板 4 0 0 3 を有する。発光素子 4 0 0 2 は、第 1 の電極 4 0 0 4 と、E L 層 4 0 0 5 と、第 2 の電極 4 0 0 6 を有する。

【 0 2 2 0 】

第 1 の電極 4 0 0 4 は、電極 4 0 0 7 と電氣的に接続され、第 2 の電極 4 0 0 6 は電極 4 0 0 8 と電氣的に接続される。また、第 1 の電極 4 0 0 4 と電氣的に接続される補助配線 4 0 0 9 を設けてもよい。なお、補助配線 4 0 0 9 上には、絶縁層 4 0 1 0 が形成されている。

30

【 0 2 2 1 】

また、基板 4 0 0 1 と封止基板 4 0 1 1 は、シール材 4 0 1 2 で接着されている。また、封止基板 4 0 1 1 と発光素子 4 0 0 2 の間には、乾燥剤 4 0 1 3 が設けられていることが好ましい。なお、基板 4 0 0 3 は、図 7 (A) のような凹凸を有するため、発光素子 4 0 0 2 で生じた光の取り出し効率を向上させることができる。

【 0 2 2 2 】

また、基板 4 0 0 3 に代えて、図 7 (B) の照明装置 4 1 0 0 のように、基板 4 0 0 1 の外側に拡散板 4 0 1 5 を設けてもよい。

40

【 0 2 2 3 】

図 7 (C) の照明装置 4 2 0 0 は、基板 4 2 0 1 上に発光素子 4 2 0 2 を有する。発光素子 4 2 0 2 は第 1 の電極 4 2 0 4 と、E L 層 4 2 0 5 と、第 2 の電極 4 2 0 6 とを有する。

【 0 2 2 4 】

第 1 の電極 4 2 0 4 は、電極 4 2 0 7 と電氣的に接続され、第 2 の電極 4 2 0 6 は電極 4 2 0 8 と電氣的に接続される。また第 2 の電極 4 2 0 6 と電氣的に接続される補助配線 4 2 0 9 を設けてもよい。また、補助配線 4 2 0 9 の下部に、絶縁層 4 2 1 0 を設けてもよい。

【 0 2 2 5 】

50

基板 4 2 0 1 と凹凸のある封止基板 4 2 1 1 は、シール材 4 2 1 2 で接着されている。また、封止基板 4 2 1 1 と発光素子 4 2 0 2 の間にバリア膜 4 2 1 3 および平坦化膜 4 2 1 4 を設けてもよい。なお、封止基板 4 2 1 1 は、図 7 (C) のような凹凸を有するため、発光素子 4 2 0 2 で生じた光の取り出し効率を向上させることができる。

【 0 2 2 6 】

また、封止基板 4 2 1 1 に代えて、図 7 (D) の照明装置 4 3 0 0 のように、発光素子 4 2 0 2 の上に拡散板 4 2 1 5 を設けてもよい。

【 0 2 2 7 】

なお、本実施の形態で示す E L 層 4 0 0 5 、 4 2 0 5 に、本発明の一態様である有機化合物を適用することができる。

【 0 2 2 8 】

なお、本実施の形態に示す構成は、他の実施の形態に示した構成と適宜組み合わせて用いることができる。

【 0 2 2 9 】

(実施の形態 7)

本実施の形態では、本発明の一態様である発光素子を適用して作製される照明装置の応用例について、図 8 を用いて説明する。

【 0 2 3 0 】

室内の照明装置としては、シーリングライト 8 0 0 1 として応用できる。シーリングライト 8 0 0 1 には、天井直付型や天井埋め込み型がある。その他にもコードペンダント型 (天井からのコード吊り下げ式) への応用も可能である。

【 0 2 3 1 】

また、足元灯 8 0 0 2 は、床面に灯りを照射し、足元の安全性を高めることができる。例えば、寝室や階段や通路などに使用するのが有効である。その場合、部屋の広さや構造に応じて適宜サイズや形状を変えることができる。

【 0 2 3 2 】

また、シート状照明 8 0 0 3 は、薄型のシート状の照明装置である。壁面に張り付けて使用するため、場所を取らず幅広い用途に用いることができる。なお、大面積化も容易である。なお、曲面を有する壁面や筐体に用いることもできる。

【 0 2 3 3 】

また、光源からの光が所望の方向のみに制御された照明装置 8 0 0 4 を用いることもできる。

【 0 2 3 4 】

なお、上記以外にも室内に備えられた家具の一部に発光装置を適用することにより、家具としての機能を備えた照明装置とすることができる。

【 0 2 3 5 】

以上のように、発光装置を適用した様々な照明装置が得られる。なお、これらの照明装置は本発明の一態様に含まれるものとする。

【 0 2 3 6 】

また、本実施の形態に示す構成は、他の実施の形態に示した構成と適宜組み合わせて用いることができる。

【 0 2 3 7 】

(実施の形態 8)

本実施の形態においては、本発明の一態様の発光素子または本発明の一態様の発光装置を有するタッチパネルについて、図 9 ~ 図 1 3 を用いて説明を行う。

【 0 2 3 8 】

図 9 (A) (B) は、タッチパネル 2 0 0 0 の斜視図である。なお、図 9 (A) (B) において、明瞭化のため、タッチパネル 2 0 0 0 の代表的な構成要素を示す。

【 0 2 3 9 】

タッチパネル 2 0 0 0 は、表示パネル 2 5 0 1 とタッチセンサ 2 5 9 5 とを有する (図 9

10

20

30

40

50

(B)参照)。また、タッチパネル2000は、基板2510、基板2570、及び基板2590を有する。

【0240】

表示パネル2501は、基板2510上に複数の画素及び該画素に信号を供給することができる複数の配線2511を有する。複数の配線2511は、基板2510の外周部にまで引き回され、その一部が端子2519を構成している。端子2519はFPC2509(1)と電氣的に接続する。

【0241】

基板2590には、タッチセンサ2595と、タッチセンサ2595と電氣的に接続する複数の配線2598とを有する。複数の配線2598は、基板2590の外周部に引き回され、その一部は端子2599を構成する。そして、端子2599はFPC2509(2)と電氣的に接続される。なお、図9(B)では明瞭化のため、基板2590の裏面側(基板2570と対向する面側)に設けられるタッチセンサ2595の電極や配線等を実線で示している。

10

【0242】

タッチセンサ2595として、例えば静電容量方式のタッチセンサを適用できる。静電容量方式としては、表面型静電容量方式、投影型静電容量方式等がある。

【0243】

投影型静電容量方式としては、主に駆動方式の違いから自己容量方式、相互容量方式などがある。相互容量方式を用いると同時多点検出が可能となるため好ましい。

20

【0244】

まず、投影型静電容量方式のタッチセンサを適用する場合について、図9(B)を用いて説明する。なお、投影型静電容量方式の場合には、指等の検知対象の近接または接触を検知することができる、様々なセンサを適用することができる。

【0245】

投影型静電容量方式のタッチセンサ2595は、電極2591と電極2592とを有する。電極2591と電極2592は、複数の配線2598のうちのそれぞれ異なる配線と電氣的に接続する。また、電極2592は、図9(A)(B)に示すように、一方向に繰り返し配置された複数の四辺形が角部で配線2594により、一方向に接続される形状を有する。電極2591も同様に複数の四辺形が角部で接続される形状を有するが、接続される方向は、電極2592が接続される方向と交差する方向となる。なお、電極2591が接続される方向と、電極2592が接続される方向とは、必ずしも直交する関係にある必要はなく、0度をを超えて90度未満の角度をなすように配置されてもよい。

30

【0246】

なお、配線2594の電極2592との交差部の面積は、できるだけ小さくなる形状が好ましい。これにより、電極が設けられていない領域の面積を低減でき、透過率のバラツキを低減できる。その結果、タッチセンサ2595を透過する光の輝度のバラツキを低減することができる。

【0247】

なお、電極2591及び電極2592の形状はこれに限定されず、様々な形状を取りうる。例えば、複数の電極2591をできるだけ隙間が生じないように配置し、絶縁層を介して電極2592を複数設ける構成としてもよい。このとき、隣接する2つの電極2592の間に、これらとは電氣的に絶縁されたダミー電極を設けると、透過率の異なる領域の面積を低減できるため好ましい。

40

【0248】

次に、図10を用いて、タッチパネル2000の詳細について説明する。図10は、図9(A)に示す一点鎖線X1-X2間の断面図に相当する。

【0249】

タッチパネル2000は、タッチセンサ2595と表示パネル2501とを有する。

【0250】

50

タッチセンサ 2595 は、基板 2590 に接して千鳥格子状に配置された電極 2591 及び電極 2592 と、電極 2591 及び電極 2592 を覆う絶縁層 2593 と、隣り合う電極 2591 を電氣的に接続する配線 2594 とを有する。なお、隣り合う電極 2591 の間には、電極 2592 が設けられている。

【0251】

電極 2591 及び電極 2592 は、透光性を有する導電材料を用いて形成することができる。透光性を有する導電性材料としては、酸化インジウム、インジウム錫酸化物、インジウム亜鉛酸化物、酸化亜鉛、ガリウムを添加した酸化亜鉛などの導電性酸化物を用いることができる。また、グラフェン化合物を用いることもできる。なお、グラフェン化合物を用いる場合は、例えば膜状に形成された酸化グラフェンを還元して形成することができる。

10

【0252】

電極 2591 及び電極 2592 の形成方法としては、例えば、透光性を有する導電性材料を基板 2590 上にスパッタリング法により成膜した後、フォトリソグラフィ法等の様々なパターンニング技術により、不要な部分を除去することで形成することができる。

【0253】

絶縁層 2593 に用いる材料としては、例えば、アクリル樹脂、エポキシ樹脂などの樹脂、シロキサン結合を有する樹脂の他、酸化シリコン、酸化窒化シリコン、酸化アルミニウムなどの無機絶縁材料を用いることができる。

20

【0254】

また、絶縁層 2593 の一部に形成された配線 2594 により、隣接する電極 2591 が電氣的に接続される。なお、配線 2594 に用いる材料は、電極 2591 及び電極 2592 に用いる材料よりも導電性の高い材料を用いることにより電気抵抗を低減することができるため好ましい。

【0255】

また、配線 2598 は、電極 2591 または電極 2592 と電氣的に接続される。なお、配線 2598 の一部は、端子として機能する。配線 2598 には、例えば、アルミニウム、金、白金、銀、ニッケル、チタン、タングステン、クロム、モリブデン、鉄、コバルト、銅、またはパラジウム等の金属材料や、該金属材料を含む合金材料を用いることができる。

30

【0256】

また、端子 2599 により、配線 2598 と FPC 2509 (2) とが電氣的に接続される。なお、端子 2599 には、様々な異方性導電フィルム (ACF: Anisotropic Conductive Film) や、異方性導電ペースト (ACP: Anisotropic Conductive Paste) などを用いることができる。

【0257】

また、配線 2594 に接して接着層 2597 が設けられる。すなわち、タッチセンサ 2595 は、接着層 2597 を介して、表示パネル 2501 に重なるように貼り合わされる。なお、接着層 2597 と接する表示パネル 2501 の表面は、図 10 (A) に示すように基板 2570 を有していてもよいが、必ずしも必要ではない。

40

【0258】

接着層 2597 は、透光性を有する。例えば、熱硬化性樹脂や紫外線硬化樹脂を用いることができ、具体的には、アクリル系樹脂、ウレタン系樹脂、エポキシ系樹脂、またはシロキサン系樹脂を用いることができる。

【0259】

図 10 (A) に示す表示パネル 2501 は、基板 2510 と基板 2570 との間にマトリクス状に配置された複数の画素と駆動回路とを有する。また、各画素は発光素子と、発光素子を駆動する画素回路とを有する。

【0260】

50

図 1 0 (A) には、表示パネル 2 5 0 1 の画素の一例として、画素 2 5 0 2 R を示し、駆動回路の一例として走査線駆動回路 2 5 0 3 g を示す。

【 0 2 6 1 】

画素 2 5 0 2 R は、発光素子 2 5 5 0 R と、発光素子 2 5 5 0 R に電力を供給することができるトランジスタ 2 5 0 2 t とを有する。

【 0 2 6 2 】

トランジスタ 2 5 0 2 t は、絶縁層 2 5 2 1 で覆われている。なお、絶縁層 2 5 2 1 は、先に形成されたトランジスタ等に起因する凹凸を平坦化するための機能を有する。また、絶縁層 2 5 2 1 に不純物の拡散を抑制できる機能を付与してもよい。この場合、不純物の拡散によるトランジスタ等の信頼性の低下を抑制できるので好ましい。

10

【 0 2 6 3 】

発光素子 2 5 5 0 R は、トランジスタ 2 5 0 2 t と配線を介して電氣的に接続される。なお、配線と直接接続されるのは、発光素子 2 5 5 0 R の一方の電極である。なお、発光素子 2 5 5 0 R の一方の電極の端部は、絶縁体 2 5 2 8 で覆われている。

【 0 2 6 4 】

発光素子 2 5 5 0 R は、一对の電極間に E L 層を有してなる。また、発光素子 2 5 5 0 R と重なる位置に着色層 2 5 6 7 R が設けられており、発光素子 2 5 5 0 R が発する光の一部は、着色層 2 5 6 7 R を透過して、図中に示す矢印の方向に射出される。また、着色層の端部に遮光層 2 5 6 7 B M が設けられており、発光素子 2 5 5 0 R と着色層 2 5 6 7 R との間には、封止層 2 5 6 0 を有する。

20

【 0 2 6 5 】

なお、発光素子 2 5 5 0 R からの光を取り出す方向に封止層 2 5 6 0 が設けられている場合には、封止層 2 5 6 0 は、透光性を有するのが好ましい。また、封止層 2 5 6 0 は、空気より大きい屈折率を有すると好ましい。

【 0 2 6 6 】

走査線駆動回路 2 5 0 3 g は、トランジスタ 2 5 0 3 t と、容量素子 2 5 0 3 c とを有する。なお、駆動回路を画素回路と同一の工程で同一基板上に形成することができる。従って、画素回路のトランジスタ 2 5 0 2 t と同様に、駆動回路（走査線駆動回路 2 5 0 3 g ）のトランジスタ 2 5 0 3 t も絶縁層 2 5 2 1 で覆われている。

【 0 2 6 7 】

また、トランジスタ 2 5 0 3 t に信号を供給することができる配線 2 5 1 1 が設けられている。なお、配線 2 5 1 1 と接して端子 2 5 1 9 が設けられる。また、端子 2 5 1 9 は、F P C 2 5 0 9 (1) と電氣的に接続されており、F P C 2 5 0 9 (1) は、画像信号及び同期信号等の信号を供給する機能を有する。なお、F P C 2 5 0 9 (1) にはプリント配線基板（PWB）が取り付けられていても良い。

30

【 0 2 6 8 】

図 1 0 (A) において示す表示パネル 2 5 0 1 には、ボトムゲート型のトランジスタを適用する場合について示したが、トランジスタの構造はこれに限られることはなく様々な構造のトランジスタを適用することができる。また、図 1 0 (A) に示す、トランジスタ 2 5 0 2 t 及びトランジスタ 2 5 0 3 t には、酸化物半導体を含む半導体層をチャネル領域として用いることができる。その他、アモルファスシリコンを含む半導体層や、レーザーアニールなどの処理により結晶化させた多結晶シリコンを含む半導体層をチャネル領域として用いることができる。

40

【 0 2 6 9 】

また、図 1 0 (A) に示すボトムゲート型のトランジスタとは異なるトップゲート型のトランジスタを適用する場合の構成について、図 1 0 (B) に示す。なお、トランジスタの構造が変わった場合でも、チャネル領域に用いることができるバリエーションについては同様とする。

【 0 2 7 0 】

図 1 0 (A) で示したタッチパネル 2 0 0 0 は、図 1 0 (A) に示すように画素からの光

50

が外部に射出される側の表面に、少なくとも画素と重なるように反射防止層 2567p を有するのが好ましい。なお、反射防止層 2567p として、円偏光板等を用いることができる。

【0271】

図 10 (A) で示した基板 2510、基板 2570、基板 2590 としては、例えば、水蒸気の透過率が $1 \times 10^{-5} \text{ g / (m}^2 \cdot \text{day)}$ 以下、好ましくは $1 \times 10^{-6} \text{ g / (m}^2 \cdot \text{day)}$ 以下である可撓性を有する材料を好適に用いることができる。または、これらの基板の熱膨張率が、およそ等しい材料を用いることが好ましい。例えば、線膨張率が $1 \times 10^{-3} / \text{K}$ 以下、好ましくは $5 \times 10^{-5} / \text{K}$ 以下、より好ましくは $1 \times 10^{-5} / \text{K}$ 以下である材料が挙げられる。

10

【0272】

次に、図 10 に示すタッチパネル 2000 と構成の異なるタッチパネル 2000' について、図 11 を用いて説明する。但し、タッチパネル 2000 と同様にタッチパネルとして適用することができる。

【0273】

図 11 には、タッチパネル 2000' の断面図を示す。図 11 に示すタッチパネル 2000' は、図 10 に示すタッチパネル 2000 と、表示パネル 2501 に対するタッチセンサ 2595 の位置が異なる。ここでは異なる構成についてのみ説明し、同様の構成を用いることができる部分は、タッチパネル 2000 の説明を援用することとする。

【0274】

着色層 2567R は、発光素子 2550R と重なる位置にある。また、図 11 (A) に示す発光素子 2550R からの光は、トランジスタ 2502t が設けられている方向に射出される。すなわち、発光素子 2550R からの光 (一部) は、着色層 2567R を透過して、図中に示す矢印の方向に射出される。なお、着色層 2567R の端部には遮光層 2567BM が設けられている。

20

【0275】

また、タッチセンサ 2595 は、表示パネル 2501 の発光素子 2550R から見てトランジスタ 2502t が設けられている側に設けられている (図 11 (A) 参照)。

【0276】

また、接着層 2597 は、表示パネル 2501 が有する基板 2510 と接しており、図 11 (A) に示す構造の場合には、表示パネル 2501 とタッチセンサ 2595 とを貼り合わせている。但し、接着層 2597 により貼り合わされる表示パネル 2501 とタッチセンサ 2595 との間に基板 2510 を設けない構成としてもよい。

30

【0277】

また、タッチパネル 2000 の場合と同様にタッチパネル 2000' の場合も表示パネル 2501 には、様々な構造のトランジスタを適用することができる。なお、図 11 (A) においては、ボトムゲート型のトランジスタを適用する場合について示したが、図 11 (B) に示すようにトップゲート型のトランジスタを適用してもよい。

【0278】

次に、タッチパネルの駆動方法の一例について、図 12 を用いて説明を行う。

40

【0279】

図 12 (A) は、相互容量方式のタッチセンサの構成を示すブロック図である。図 12 (A) では、パルス電圧出力回路 2601、電流検出回路 2602 を示している。なお、図 12 (A) では、パルス電圧が与えられる電極 2621 を X1 - X6 として、電流の変化を検知する電極 2622 を Y1 - Y6 として、それぞれ 6 本の配線で例示している。また、図 12 (A) は、電極 2621 と、電極 2622 とが重畳することで形成される容量 2603 を示している。なお、電極 2621 と電極 2622 とはその機能を互いに置き換えてもよい。

【0280】

パルス電圧出力回路 2601 は、X1 - X6 の配線に順にパルス電圧を印加するための回

50

路である。X 1 - X 6 の配線にパルス電圧が印加されることで、容量 2 6 0 3 を形成する電極 2 6 2 1 と電極 2 6 2 2 との間に電界が生じる。この電極間に生じる電界が遮蔽等により容量 2 6 0 3 の相互容量に変化を生じさせることを利用して、被検知体の近接、または接触を検出することができる。

【 0 2 8 1 】

電流検出回路 2 6 0 2 は、容量 2 6 0 3 での相互容量の変化による、Y 1 - Y 6 の配線での電流の変化を検出するための回路である。Y 1 - Y 6 の配線では、被検知体の近接、または接触がないと検出される電流値に変化はないが、検出する被検知体の近接、または接触により相互容量が減少する場合には電流値が減少する変化を検出する。なお電流の検出は、積分回路等を用いて行えばよい。

10

【 0 2 8 2 】

次に、図 1 2 (B) には、図 1 2 (A) で示す相互容量方式のタッチセンサにおける入出力波形のタイミングチャートを示す。図 1 2 (B) では、1 フレーム期間で各行列での被検知体の検出を行うものとする。また図 1 2 (B) では、被検知体を検出しない場合（非タッチ）と被検知体を検出する場合（タッチ）との 2 つの場合について示している。なお Y 1 - Y 6 の配線については、検出される電流値に対応する電圧値とした波形を示している。

【 0 2 8 3 】

X 1 - X 6 の配線には、順にパルス電圧が与えられ、該パルス電圧にしたがって Y 1 - Y 6 の配線での波形が変化する。被検知体の近接または接触がない場合には、X 1 - X 6 の配線の電圧の変化に応じて Y 1 - Y 6 の波形が一様に変化する。一方、被検知体が近接または接触する箇所では、電流値が減少するため、これに対応する電圧値の波形も変化する。このように、相互容量の変化を検出することにより、被検知体の近接または接触を検出することができる。

20

【 0 2 8 4 】

また、図 1 2 (A) ではタッチセンサとして配線の交差部に容量 2 6 0 3 のみを設けるパッシブ型のタッチセンサの構成を示したが、トランジスタと容量とを備えたアクティブ型のタッチセンサとしてもよい。図 1 3 にアクティブ型のタッチセンサに含まれる一つのセンサ回路の例を示している。

【 0 2 8 5 】

図 1 3 に示すセンサ回路は、容量 2 6 0 3 と、トランジスタ 2 6 1 1 と、トランジスタ 2 6 1 2 と、トランジスタ 2 6 1 3 とを有する。

30

【 0 2 8 6 】

トランジスタ 2 6 1 3 はゲートに信号 G 2 が与えられ、ソースまたはドレインの一方に電圧 V R E S が与えられ、他方が容量 2 6 0 3 の一方の電極およびトランジスタ 2 6 1 1 のゲートと電氣的に接続する。トランジスタ 2 6 1 1 は、ソースまたはドレインの一方がトランジスタ 2 6 1 2 のソースまたはドレインの一方と電氣的に接続し、他方に電圧 V S S が与えられる。トランジスタ 2 6 1 2 は、ゲートに信号 G 1 が与えられ、ソースまたはドレインの他方が配線 M L と電氣的に接続する。容量 2 6 0 3 の他方の電極には電圧 V S S が与えられる。

40

【 0 2 8 7 】

次に、図 1 3 に示すセンサ回路の動作について説明する。まず信号 G 2 としてトランジスタ 2 6 1 3 をオン状態とする電位が与えられることで、トランジスタ 2 6 1 1 のゲートが接続されるノード n に電圧 V R E S に対応した電位が与えられる。次に、信号 G 2 としてトランジスタ 2 6 1 3 をオフ状態とする電位が与えられることで、ノード n の電位が保持される。続いて、指等の被検知体の近接または接触により、容量 2 6 0 3 の相互容量が変化することに伴い、ノード n の電位が V R E S から変化する。

【 0 2 8 8 】

読み出し動作は、信号 G 1 にトランジスタ 2 6 1 2 をオン状態とする電位を与える。ノード n の電位に応じてトランジスタ 2 6 1 1 に流れる電流、すなわち配線 M L に流れる電流

50

が変化する。この電流を検出することにより、被検知体の近接または接触を検出することができる。

【 0 2 8 9 】

トランジスタ 2 6 1 1、トランジスタ 2 6 1 2、及びトランジスタ 2 6 1 3としては、酸化物半導体層をチャネル領域が形成される半導体層に用いることが好ましい。とくにトランジスタ 2 6 1 3にこのようなトランジスタを適用することにより、ノード n の電位を長期間に亘って保持することが可能となり、ノード n に V R E S を供給しなおす動作（リフレッシュ動作）の頻度を減らすことができる。

【 0 2 9 0 】

なお、本実施の形態に示す構成は、他の実施の形態に示した構成と適宜組み合わせて用いることができる。

【 0 2 9 1 】

（実施の形態 9）

本実施の形態においては、本発明の一態様の発光素子を有する表示装置として、反射型の液晶素子と、発光素子と、を有し、透過モードと反射モードの両方の表示を行うことのできる表示装置について、図 1 4 ~ 図 1 6 を用いて説明する。なお、このような表示装置は、T R - H y b r i d d i s p l a y (T r a n s m i s s i v e O L E D a n d R e f l e c t i v e L C H y b r i d d i s p l a y) と呼ぶことができる。

【 0 2 9 2 】

なお、本実施の形態で示す表示装置は、屋外など外光の明るい場所において、反射モードを用いた表示により、極めて電力消費が低い駆動を行うことができる。一方、夜間や室内など外光が暗い場所では、透過モードを用いた表示により、最適な輝度で画像を表示することができるという特徴を有する。従って、これらを組み合わせて表示させることにより、従来の表示パネルに比べて、低い消費電力で、且つコントラストの高い表示を行うことができる。

【 0 2 9 3 】

本実施の形態で示す表示装置の一例としては、反射電極を備えた液晶素子と、発光素子とが積層され、発光素子と重なる位置に反射電極の開口部が設けられ、反射モードの際には可視光を反射電極によって反射させ、透過モードの場合には、反射電極の開口部から発光素子の光が射出される構成を有する表示装置について示す。なお、これらの素子（液晶素子および発光素子）の駆動に用いるトランジスタは、同一平面上に配置されていることが好ましい。また、積層される液晶素子と、発光素子とは、絶縁層を介して形成されることが好ましい。

【 0 2 9 4 】

図 1 4 (A) には、本実施の形態で説明する表示装置のブロック図を示す。表示装置 3 0 0 0 は、回路 (G) 3 0 0 1、回路 (S) 3 0 0 2、および表示部 3 0 0 3 を有する。なお、表示部 3 0 0 3 には、画素 3 0 0 4 が、方向 R 及び方向 C にマトリクス状に複数配置されている。また、回路 (G) 3 0 0 1 は、配線 G 1、配線 G 2、配線 A N O、及び配線 C S C O M が、それぞれ複数電氣的に接続されており、さらにこれらの配線は、方向 R に複数配列された画素 3 0 0 4 とともに電氣的に接続されている。回路 (S) 3 0 0 2 は、配線 S 1 及び配線 S 2 が、それぞれ複数電氣的に接続されており、さらにこれらの配線は、方向 C に複数配列された画素 3 0 0 4 とともに電氣的に接続されている。

【 0 2 9 5 】

また、画素 3 0 0 4 は、液晶素子と発光素子を有し、これらは、互いに重なる部分を有する。

【 0 2 9 6 】

図 1 4 (B 1) には、画素 3 0 0 4 が有する液晶素子の反射電極として機能する導電膜 3 0 0 5 の形状について示す。なお、導電膜 3 0 0 5 の一部で発光素子と重なる位置 3 0 0 6 に開口部 3 0 0 7 が設けられている。すなわち、発光素子からの光は、この開口部 3 0

10

20

30

40

50

０７を介して射出される。

【０２９７】

図１４（Ｂ１）に示す画素３００４は、方向Ｒに隣接する画素３００４が異なる色を呈するように配列されている。さらに、開口部３００７は、方向Ｒに一行に配列されることのないように設けられている。このような配列にすることは、隣接する画素３００４が有する発光素子間におけるクロストークを抑制する効果を有する。さらに、素子形成が容易になるといったメリットも有する。

【０２９８】

開口部３００７の形状としては、例えば多角形、四角形、楕円形、円形または十字等の形状とすることができる。また、細長い筋状、スリット状等の形状としてもよい。

10

【０２９９】

なお、導電膜３００５の配列のバリエーションとしては、図１４（Ｂ２）に示す配列としてもよい。

【０３００】

導電膜３００５の総面積（開口部３００７を除く）に対する開口部３００７の割合は、表示装置の表示に影響を与える。すなわち、開口部３００７の面積が大きいと液晶素子による表示が暗くなり、開口部３００７の面積が小さいと発光素子による表示が暗くなるという問題が生じる。また、上記の比率だけでなく、開口部３００７の面積そのものが小さい場合にも、発光素子から射出される光の取り出し効率が低下するという問題が生じる。なお、上記導電膜３００５の総面積（開口部３００７を除く）に対する開口部３００７の面積の割合としては、５％以上６０％以下とするのが液晶素子および発光素子を組み合わせた際の表示品位を保つ上で好ましい。

20

【０３０１】

次に、画素３００４の回路構成の一例について図１５を用いて説明する。図１５では、隣接する２つの画素３００４を示す。

【０３０２】

画素３００４は、トランジスタＳＷ１、容量素子Ｃ１、液晶素子３０１０、トランジスタＳＷ２、トランジスタＭ、容量素子Ｃ２、及び発光素子３０１１等を有する。なお、これらは、配線Ｇ１、配線Ｇ２、配線ＡＮＯ、配線ＣＳＣＯＭ、配線Ｓ１、及び配線Ｓ２のいずれかと画素３００４において、電気的に接続されている。また、液晶素子３０１０は配線ＶＣＯＭ１と、発光素子３０１１は配線ＶＣＯＭ２と、それぞれ電気的に接続されている。

30

【０３０３】

また、トランジスタＳＷ１のゲートは、配線Ｇ１と接続され、トランジスタＳＷ１のソース又はドレインの一方は、配線Ｓ１と接続され、ソース又はドレインの他方は、容量素子Ｃ１の一方の電極、及び液晶素子３０１０の一方の電極と接続されている。なお、容量素子Ｃ１の他方の電極は、配線ＣＳＣＯＭと接続されている。また、液晶素子３０１０の他方の電極は、配線ＶＣＯＭ１と接続されている。

【０３０４】

また、トランジスタＳＷ２のゲートは、配線Ｇ２と接続され、トランジスタＳＷ２のソース又はドレインの一方は、配線Ｓ２と接続され、ソース又はドレインの他方は、容量素子Ｃ２の一方の電極、及びトランジスタＭのゲートと接続されている。なお、容量素子Ｃ２の他方の電極は、トランジスタＭのソース又はドレインの一方、及び配線ＡＮＯと接続されている。また、トランジスタＭのソース又はドレインの他方は、発光素子３０１１の一方の電極と接続されている。また、発光素子３０１１の他方の電極は、配線ＶＣＯＭ２と接続されている。

40

【０３０５】

なお、トランジスタＭは、半導体を挟む２つのゲートを有し、これら２つのゲートは、電気的に接続されている。このような構造とすることにより、トランジスタＭが流す電流量を増大させることができる。

50

【0306】

配線G1から与えられる信号によって、トランジスタSW1の導通状態または非導通状態が制御される。また、配線VCOM1からは、所定の電位が与えられる。また、配線S1から与えられる信号によって、液晶素子3010の液晶の配向状態を制御することができる。また、配線CSCOMからは、所定の電位が与えられる。

【0307】

配線G2から与えられる信号によって、トランジスタSW2の導通状態または非導通状態が制御される。また、配線VCOM2及び配線ANOからそれぞれ与えられる電位の電位差によって、発光素子3011を発光させることができる。また、配線S2から与えられる信号によって、トランジスタMの導通状態を制御することができる。

10

【0308】

したがって、本実施の形態で示す構成において、例えば反射モードの場合には、配線G1及び配線S1から与えられる信号により液晶素子3010を制御し、光学変調を利用して表示させることができる。また、透過モードの場合には、配線G2及び配線S2から与えられる信号により発光素子3011を発光させることができる。さらに両方のモードを同時に用いる場合には、配線G1、配線G2、配線S1及び配線S2のそれぞれから与えられる信号に基づき所望の駆動を行うことができる。

【0309】

次に、本実施の形態で説明する表示装置3000の断面概略図を図16に示し、詳細を説明する。

20

【0310】

表示装置3000は、基板3021と基板3022との間に、発光素子3023および液晶素子3024を有する。なお、発光素子3023および液晶素子3024は、絶縁層3025を介してそれぞれ形成される。すなわち、基板3021と絶縁層3025との間に発光素子3023を有し、基板3022と絶縁層3025との間に液晶素子3024を有する。

【0311】

絶縁層3025と発光素子3023との間には、トランジスタ3015、トランジスタ3016、トランジスタ3017、および着色層3028等を有する。

【0312】

基板3021と発光素子3023の間には、接着層3029を有する。また、発光素子3023は、絶縁層3025側から一方の電極となる導電層3030、EL層3031、他方の電極となる導電層3032の順に積層された積層構造を有する。なお、発光素子3023は、ボトムエミッション型の発光素子であるため、導電層3032は可視光を反射する材料を含み、導電層3030は可視光を透過する材料を含む。発光素子3023が発する光は、着色層3028、絶縁層3025を透過し、さらに開口部3033を通過して液晶素子3024を透過した後、基板3022から外部に射出される。

30

【0313】

絶縁層3025と基板3022の間には、液晶素子3024の他、着色層3034、遮光層3035、絶縁層3046および構造体3036等を有する。また、液晶素子3024は、一方の電極となる導電層3037、液晶3038、他方の電極となる導電層3039、および配向膜3040、3041等を有する。なお、液晶素子3024は、反射型の液晶素子であり、導電層3039は、反射電極として機能するため反射率の高い材料を用いる。また、導電層3037は、透明電極として機能するため可視光を透過する材料を含む。さらに、導電層3037および導電層3039の液晶3038側には、それぞれ配向膜3040、3041を有する。また、絶縁層3046は、着色層3034及び遮光層3035を覆うように設けられており、オーバーコートとしての機能を有する。なお、配向膜3040、3041は不要であれば設けなくてもよい。

40

【0314】

導電層3039の一部には、開口部3033が設けられている。なお、導電層3039に

50

接して導電層 3043 を有しており、導電層 3043 は、透光性を有するため可視光を透過する材料を含む。

【0315】

構造体 3036 は、絶縁層 3025 と基板 3022 とが必要以上に接近することを抑制するスペーサとしての機能を有する。なお、構造体 3036 は不要であれば設けなくてもよい。

【0316】

トランジスタ 3015 のソース又はドレインのいずれか一方は、発光素子 3023 の導電層 3030 と電氣的に接続されている。例えばトランジスタ 3015 は、図 15 に示すトランジスタ M に対応する。

10

【0317】

トランジスタ 3016 のソース又はドレインのいずれか一方は、端子部 3018 を介して液晶素子 3024 の導電層 3039 及び導電層 3043 と電氣的に接続されている。すなわち、端子部 3018 は、絶縁層 3025 の両面に設けられる導電層同士を電氣的に接続する機能を有する。なお、トランジスタ 3016 は、図 15 に示すトランジスタ SW1 に対応する。

【0318】

基板 3021 と基板 3022 とが重ならない領域には、端子部 3019 が設けられている。端子部 3019 は端子部 3018 と同様に、絶縁層 3025 の両面に設けられる導電層同士を電氣的に接続する。端子部 3019 は、導電層 3043 と同一の導電膜を加工して得られた導電層と電氣的に接続されている。これにより、端子部 3019 と FPC 3044 とを接続層 3045 を介して電氣的に接続することができる。

20

【0319】

また、接着層 3042 が設けられる一部の領域には、接続部 3047 が設けられている。接続部 3047 において、導電層 3043 と同一の導電膜を加工して得られた導電層と、導電層 3037 の一部が、接続体 3048 によって電氣的に接続されている。したがって、導電層 3037 に、FPC 3044 から入力される信号または電位を、接続体 3048 を介して供給することができる。

【0320】

導電層 3037 と導電層 3043 の間に、構造体 3036 が設けられている。構造体 3036 は、液晶素子 3024 のセルギャップを保持する機能を有する。

30

【0321】

導電層 3043 としては、金属酸化物、金属窒化物、または低抵抗化された酸化物半導体等の酸化物を用いることが好ましい。酸化物半導体を用いる場合には、水素、ボロン、リン、窒素、及びその他の不純物の濃度、並びに酸素欠損量の少なくとも一が、トランジスタに用いる半導体層に比べて高められた材料を、導電層 3043 に用いればよい。

【0322】

なお、本実施の形態に示す構成は、他の実施の形態に示した構成と適宜組み合わせることができる。

【実施例 1】

40

【0323】

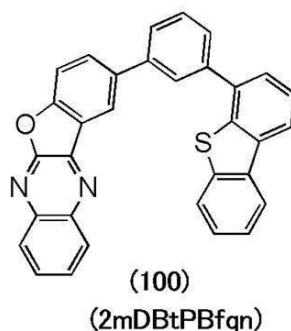
合成例 1

本実施例では、実施の形態 1 の構造式 (100) で表される本発明の一態様である有機化合物、2-[3-(ジベンゾチオフェン-4-イル)フェニル]ベンゾフロ[2,3-b]キノキサリン(略称: 2mDBtPBfqn)の合成方法について説明する。なお、2mDBtPBfqn の構造を以下に示す。

【0324】

50

【化 2 9】



10

【 0 3 2 5】

<ステップ 1：2 - (5 - クロロ - 2 - メトキシ) - 3 - クロロキノキサリンの合成>

1 . 8 g (1 0 m m o l) の 5 - クロロ - 2 - メトキシフェニルボロン酸と、2 . 0 g (1 0 m m o l) の 2 , 3 - ジクロロキノキサリンと、6 0 m g (0 . 2 m m o l) のトリ (o - トリル) ホスフィンと、3 5 m L のトルエンと、1 5 m L のエタノールと、1 0 m L の 2 M 炭酸カリウム水溶液を 2 0 0 m L 三口フラスコへ入れた。この混合物を減圧脱気し、系内を窒素置換した。この混合物に 2 2 m g (0 . 1 m m o l) の酢酸パラジウム (I I) を加え、8 0 °C で 4 時間還流した。

20

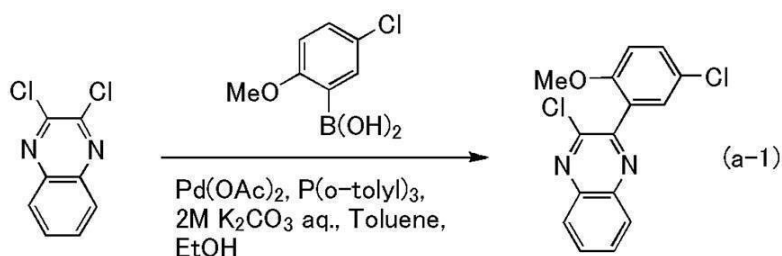
【 0 3 2 6】

還流後、この混合物を有機層と水層に分離し、水層を酢酸エチルで抽出した。得られた抽出溶液と有機層を合わせて、飽和食塩水で洗浄した。得られた溶液を硫酸マグネシウムにより乾燥した。この混合物を自然濾過し、得られた濾液を濃縮したところ、黒色油状物を得た。この油状物をシリカゲルカラムクロマトグラフィー (展開溶媒 : トルエン : ヘキサン = 3 : 2) により精製したところ、油状物を得た。得られた油状物をヘキサンにより再結晶した所、目的物の白色固体を 1 . 6 g 、収率 5 2 % で得た。ステップ 1 の合成スキームを下記式 (a - 1) に示す。

【 0 3 2 7】

【化 3 0】

30



40

【 0 3 2 8】

<ステップ 2：4 - クロロ - 2 - (3 - クロロキノキサリン - 2 - イル) フェノールの合成>

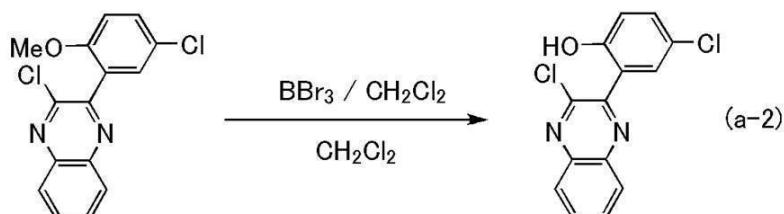
次に、2 0 0 m L 三口フラスコに 1 . 6 g (5 . 2 m m o l) の 2 - (5 - クロロ - 2 - メトキシ) - 3 - クロロキノキサリンと、1 0 m L のジクロロメタンを入れた。この溶液に窒素気流下、0 °C で 1 0 m L (1 0 m m o l) の三臭化ホウ素 (1 M ジクロロメタン溶液) を、滴下ロートを用いて滴下した。滴下後、この溶液を室温で 1 8 時間攪拌した。攪拌後、この溶液に約 3 0 m L の水を入れて 1 時間攪拌した。攪拌後、約 5 0 m L の飽和炭酸水素ナトリウム水溶液を加えて 1 時間攪拌した。攪拌後、この混合物を有機層と水層

50

に分液し、水層をジクロロメタンで抽出し、抽出溶液と有機層を合わせて、飽和チオ硫酸ナトリウム水溶液で洗浄した。得られた溶液を硫酸マグネシウムにより乾燥し、乾燥後この混合物を自然ろ過した。得られたろ液を濃縮したところ、固体を得た。得られた固体をヘキサンで洗浄したところ、目的物の黄色固体を 1.4 g、収率 93% で得た。ステップ 2 の合成スキームを下記式 (a-2) に示す。

【0329】

【化31】



10

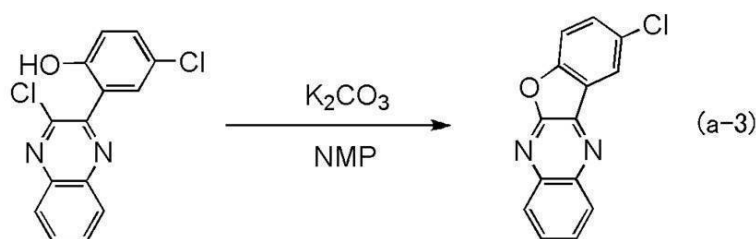
【0330】

<ステップ3：2-クロロベンゾフロ[2,3-b]キノキサリンの合成>

次に、200 mL の三口フラスコに 1.4 g (5.2 mmol) の 4-クロロ-2-(3-クロロキノキサリン-2-イル)フェノールと、25 mL の N-メチル-2-ピロリドン (NMP) と、1.4 g (10 mmol) の炭酸カリウムを入れた。このフラスコを 160 で 3 時間攪拌した。攪拌後、この混合物を室温まで放冷し、約 100 mL の水に加えた。この混合物を有機層と水層に分液し、水層をトルエンで抽出し、抽出溶液と有機層を合わせて希塩酸と飽和食塩水で洗浄した。得られた溶液を硫酸マグネシウムにより乾燥し、乾燥後、この混合物を自然ろ過した。得られたろ液を濃縮したところ、固体を得た。得られた固体をヘキサンで洗浄し、目的物の淡褐色固体を 0.8 g、収率 64% で得た。ステップ 3 の合成スキームを下記式 (a-3) に示す。

【0331】

【化32】



30

【0332】

<ステップ4：2mDBtPBfq nの合成>

200 mL 三口フラスコに 0.8 g (3.0 mmol) の 2-クロロベンゾフロ[2,3-b]キノキサリンと、0.9 g (3.0 mmol) の 3-(ジベンゾチオフェン-4-イル)フェニルボロン酸と、1.3 g (6.0 mmol) のリン酸三カリウムと、21 mg (0.060 mmol) のジ(1-アダマンチル)-n-ブチルホスフィンを入れ、フラスコ内を窒素置換した。

【0333】

この混合物に 15 mL のジエチレングリコールジメチルエーテルと、0.7 g (9.0 mmol) の tert-ブチルアルコールを加えた。この混合物を減圧しながら攪拌し、脱気した。次に、この混合物に 6.7 mg (0.030 mmol) の酢酸パラジウム (II) を加えた。

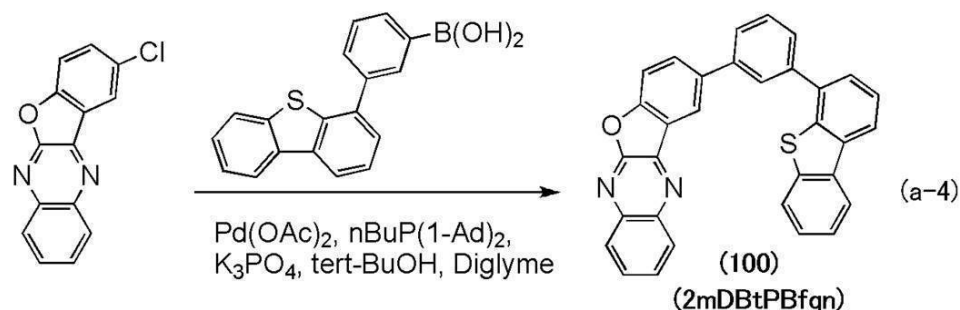
40

50

）を加え、窒素気流下、180 で24時間攪拌した。攪拌後、この混合物に水を加えて有機層と水層に分液し、水層をトルエンで抽出し、抽出溶液と有機層とを合わせて飽和食塩水で洗浄した。洗浄後、この溶液を硫酸マグネシウムにより乾燥し、乾燥後、この混合物を自然ろ過した。得られたろ液を濃縮したところ、固体を得た。得られた固体をシリカゲルカラムクロマトグラフィー（展開溶媒 ヘキサン：トルエン = 5：1）で精製したところ、固体を得た。得られた固体をトルエン／ヘキサンで再結晶したところ、目的物の淡黄色粉末を0.4 g、収率24%で得た。ステップ4の合成スキームを下記式（a-4）に示す。

【0334】

【化33】



【0335】

ここまでの一連の操作を繰り返すことで、目的物である2mDBtPBfq nを1.3 g合成した。

【0336】

得られた2mDBtPBfq nの淡黄色粉末1.3 gをトレインサブレーション法により昇華精製した。昇華精製条件は、圧力10 Pa、アルゴンガスを流量5.0 mL/minで流しながら、260 で淡黄色粉末を加熱した。昇華精製後、2mDBtPBfq nの淡黄色固体を1.1 g、回収率89%で得た。

【0337】

上記ステップ4で得られた淡黄色固体の核磁気共鳴分光法（¹H-NMR）による分析結果を下記に示す。また、¹H-NMRチャートを図17に示す。この結果から、本実施例において、上述の構造式（100）で表される本発明の一態様である有機化合物、2mDBtPBfq nが得られたことがわかった。

【0338】

¹H NMR (CDCl₃, 500 MHz): δ = 7.47 - 7.52 (m, 2H), 7.59 - 7.63 (m, 2H), 7.68 (t, J = 7.5 Hz, 1H), 7.79 - 7.88 (m, 6H), 8.06 (dd, J₁ = 9.0 Hz, J₂ = 1.5 Hz, 1H), 8.10 (s, 1H), 8.19 - 8.23 (m, 3H), 8.33 (dd, J₁ = 7.0 Hz, J₂ = 2.0 Hz, 1H), 8.67 (d, J = 1.5 Hz, 1H).

【0339】

次に、2mDBtPBfq nのトルエン溶液およ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。吸収スペクトルの測定には、紫外可視分光光度計（（株）日本分光製 V550型）を用いた。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。得られたトルエン溶液の吸収スペクトルおよび発光スペクトルの測定結果を図18に示す。横軸は波長、縦軸は吸光度および発光強度を表す。また、固体薄膜の吸収スペクトルおよび発光スペクトルの測定結果を図19に示す。横軸は波長、縦軸は吸光度および発光強度を表す。

【0340】

10

20

30

40

50

図 18 の結果より、2 m D B t P B f q n のトルエン溶液では、281 nm、344 nm、及び 361 nm 付近に吸収ピークが見られ、434 nm 付近に発光波長のピークが見られた。また、図 19 の結果より、2 m D B t P B f q n の固体薄膜では、244 nm、265 nm、336 nm、349 nm、及び 368 nm 付近に吸収ピークが見られ、459 nm (励起波長 365 nm) 付近に発光波長のピークが見られた。

【0341】

次に、2 m D B t P B f q n について、サイクリックボルタンメトリ (C V) 測定を行った。C V 測定には、電気化学アナライザー (ビー・エー・エス (株) 製、型番: A L S モデル 600 A または 600 C) を用いた。

【0342】

C V 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 (D M F) ((株) アルドリッチ製、99.8%、カタログ番号; 227056-12) 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 (e l e c t r o c h e m i c a l g r a d e、和光純薬工業 (株) 製造元コード: 043999、C A S . N O : 1923-70-2) を 100 mmol / L の濃度となるように溶解させ、さらに測定対象を 2 mmol / L の濃度となるように溶解させて調製し、電気化学用セルに加え、各電極をセットした後、アルゴンバブリングで約 30 分脱気した。

【0343】

また、使用した電極には、作用電極としては白金電極 (ビー・エー・エス (株) 製、P T E 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、P t カウンター電極) を、参照電極としては非水溶媒系参照電極 (ビー・エー・エス (株) 製、R E 7 非水溶媒系参照電極 (A g / A g +) をそれぞれ用いた。また、測定は室温 (20 ~ 25) とし、測定時のスキャン速度は、0.1 V / s e c に統一した。また、本実施例では、参照電極の真空準位に対するポテンシャルエネルギーを、-4.94 e V であるとした。

【0344】

酸化反応特性の測定は、参照電極に対する作用電極の電位を 1.20 V から 1.50 V まで変化させた後、1.50 V から 1.20 V まで変化させる走査を 1 サイクルとし、100 サイクル測定した。1 サイクルの測定結果をイニシャルとし、100 サイクル後の測定結果を 100 サイクル後として、図 31 (A) に示す。

【0345】

酸化反応特性を測定した結果、100 サイクル測定後でも、酸化ピークに大きな変化は無く 2 m D B t P B f q n は酸化状態と中性状態との間の酸化還元の繰り返しに良好な特性を示すことがわかった。

【0346】

還元反応特性の測定は、参照電極に対する作用電極の電位を -1.40 V から -1.80 V まで変化させた後、-1.80 V から -1.40 V まで変化させる走査を 1 サイクルとし、100 サイクル測定した。1 サイクルの測定結果をイニシャルとし、100 サイクル後の測定結果を 100 サイクル後として、図 31 (B) に示す。

【0347】

還元反応特性を測定した結果、100 サイクル測定後でも、還元ピークに大きな変化は無く 2 m D B t P B f q n は還元状態と中性状態との間の酸化還元の繰り返しに良好な耐性を示すことがわかった。

【0348】

また、C V 測定の結果からも 2 m D B t P B f q n の H O M O 準位及び L U M O 準位を算出した。

【0349】

2 m D B t P B f q n の酸化反応測定における酸化ピーク電位 E_{pa} は 1.31 V であり、還元ピーク電位 E_{pc} は 1.19 V であった。したがって、半波電位 (E_{pa} と E_{pc} の中間の電位) は 1.25 V と算出できる。このことは、2 m D B t P B f q n は 1.2

10

20

30

40

50

5 [V v s . A g / A g ⁺] の電気エネルギーにより酸化されることを示しており、このエネルギーはHOMO準位に相当する。なお、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を - 4 . 9 4 [e V] とし、2 m D B t P B f q n のHOMO準位は、 - 4 . 9 4 - 1 . 2 5 = - 6 . 1 9 [e V] であることがわかった。

【 0 3 5 0 】

また、2 m D B t P B f q n の還元反応測定における還元ピーク電位 E_{pc} は - 1 . 7 4 V であり、酸化ピーク電位 E_{pa} は - 1 . 6 6 V であった。したがって、半波電位 (E_{pa} と E_{pc} の中間の電位) は - 1 . 7 0 V と算出できる。このことは、2 m D B t P B f q n は - 1 . 7 0 [V v s . A g / A g ⁺] の電気エネルギーにより還元されることを示しており、このエネルギーはLUMO準位に相当する。従って、同様に参照電極の真空準位に対するポテンシャルエネルギーを - 4 . 9 4 [e V] とし、2 m D B t P B f q n のLUMO準位は、 - 4 . 9 4 - (- 1 . 7 0) = - 3 . 2 4 [e V] であることがわかった。

【実施例 2】

【 0 3 5 1 】

本実施例では、本発明の一態様である有機化合物、2 m D B t P B f q n (構造式 (1 0 0)) を発光層に用いた発光素子の素子構造およびその作製方法について、説明する。なお、本実施例で説明する発光素子の素子構造を図 2 0 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。

【 0 3 5 2 】

【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
発光素子 1	ITO (110nm)	DBT3P-II:MoOx (4:2 20nm)	BPAFLP (20nm)	*	2mDBtPBfq (20nm)	Bphen (10nm)	LiF (1nm)	Al (200nm)

* 2mDBtPBfq:PCBBiF:[Ir(dppm)₂(acac)] (0.7:0.3:0.05 20nm\0.8:0.2:0.05 20nm)

【 0 3 5 3 】

10

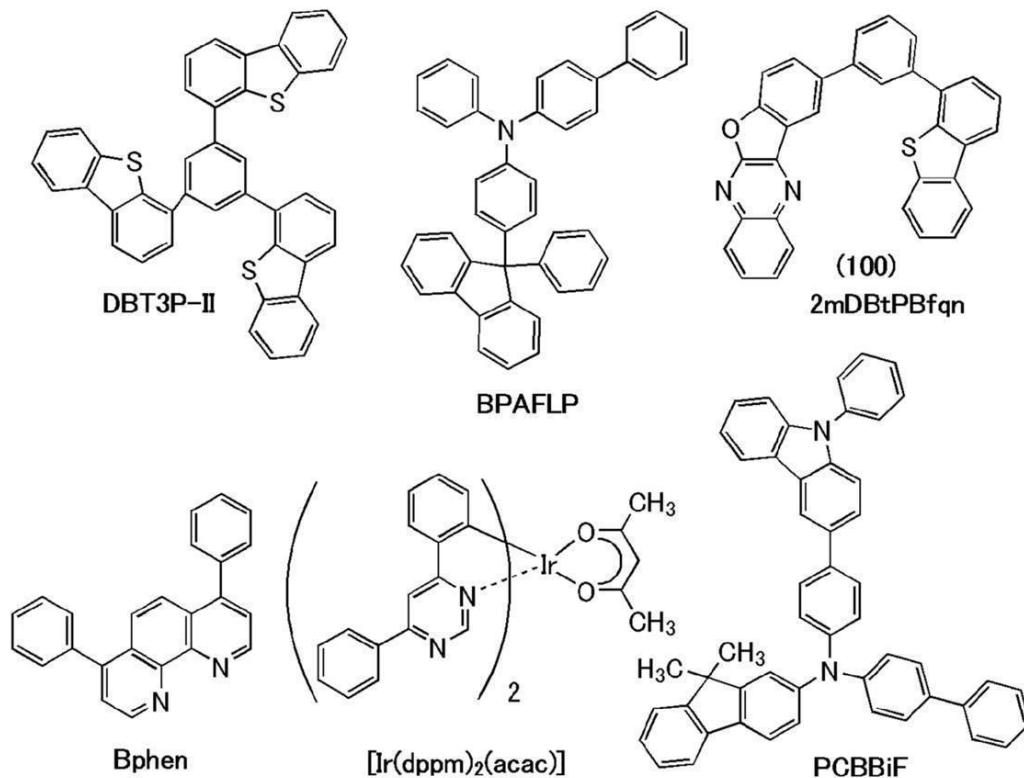
20

30

40

50

【化 3 4】



10

20

【 0 3 5 4】

発光素子 1 の作製

本実施例で示す発光素子は、図 20 に示すように基板 900 上に第 1 の電極 901 が形成され、第 1 の電極 901 上に EL 層 902 が形成され、EL 層 902 上に第 2 の電極 903 が形成される。

【 0 3 5 5】

まず、基板 900 上に第 1 の電極 901 を形成した。電極面積は、 4 mm^2 ($2\text{ mm} \times 2\text{ mm}$) とした。また、基板 900 には、ガラス基板を用いた。基板 900 上に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成膜し、陽極として機能する第 1 の電極 901 を形成した。なお、膜厚は 110 nm とした。

【 0 3 5 6】

次に、基板 900 上に発光素子 1 を形成するための前処理として、基板表面を水で洗浄し、 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、 $1 \times 10^{-4}\text{ Pa}$ 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 900 を 30 分程度放冷した。

【 0 3 5 7】

次に、第 1 の電極 901 上に真空蒸着法で、EL 層 902 を構成する正孔注入層 911、正孔輸送層 912、発光層 913、電子輸送層 914、電子注入層 915 を順次形成した。

【 0 3 5 8】

正孔注入層 911 は、真空蒸着装置内を $1 \times 10^{-4}\text{ Pa}$ に減圧した後、1, 3, 5-トリ (ジベンゾチオフェン-4-イル) ベンゼン (略称: DBT3P-II) と酸化モリブデンとを、DBT3P-II : 酸化モリブデン = 4 : 2 (質量比) となるように共蒸着することにより、第 1 の電極 901 上に形成した。膜厚は 20 nm とした。なお、共蒸着とは、異なる複数の物質をそれぞれ異なる蒸発源から同時に蒸発させる蒸着法である。

30

40

50

【 0 3 5 9 】

次に、正孔注入層 9 1 1 上に正孔輸送層 9 1 2 を形成した。正孔輸送層 9 1 2 は、4 - フェニル - 4' - (9 - フェニルフルオレン - 9 - イル) トリフェニルアミン (略称: B P A F L P) を 2 0 n m 蒸着することにより形成した。

【 0 3 6 0 】

次に、正孔輸送層 9 1 2 上に発光層 9 1 3 を形成した。ホスト材料として本発明の一態様である有機化合物、2 m D B t P B f q n を用い、アシスト材料として N - (1, 1' - ビフェニル - 4 - イル) - 9, 9 - ジメチル - N - [4 - (9 - フェニル - 9 H - カルバゾール - 3 - イル) フェニル] - 9 H - フルオレン - 2 - アミン (略称: P C B B i F) を用い、ゲスト材料として (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 (I I I) (略称: [I r (d p p m) ₂ (a c a c)]) を用い、質量比が 2 m D B t P B f q n : P C B B i F : [I r (d p p m) ₂ (a c a c)] = 0 . 7 : 0 . 3 : 0 . 0 5、膜厚が 2 0 n m になるように共蒸着し、さらに、質量比が 2 m D B t P B f q n : P C B B i F : [I r (d p p m) ₂ (a c a c)] = 0 . 8 : 0 . 2 : 0 . 0 5、膜厚が 2 0 n m になるように共蒸着して形成した。従って、発光層 9 1 3 は、膜厚 4 0 n m の積層構造を有する。

【 0 3 6 1 】

次に、発光層 9 1 3 上に電子輸送層 9 1 4 を形成した。電子輸送層 9 1 4 は、2 m D B t P B f q n の膜厚が 2 0 n m、バソフェナントロリン (略称: B p h e n) の膜厚が 1 0 n m となるように順次蒸着して形成した。

【 0 3 6 2 】

次に、電子輸送層 9 1 4 上に電子注入層 9 1 5 を形成した。電子注入層 9 1 5 は、フッ化リチウム (L i F) を用い、膜厚が 1 n m になるように蒸着して形成した。

【 0 3 6 3 】

次に、電子注入層 9 1 5 上に第 2 の電極 9 0 3 を形成した。第 2 の電極 9 0 3 は、アルミニウムを 2 0 0 n m の膜厚となるように蒸着し、陰極となる第 2 の電極 9 0 3 を形成した。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。

【 0 3 6 4 】

本実施例により作製した発光素子は、基板 9 0 0 と基板 9 0 5 により封止される。なお、基板 9 0 0 と基板 9 0 5 との封止は、窒素雰囲気グローブボックス内において、封止材を用いて基板 9 0 5 を基板 9 0 0 上に固定し、シール材を基板 9 0 0 上に形成された発光素子の周囲に塗布し、封止時に 3 6 5 n m の紫外光を 6 J / c m ² 照射し、8 0 にて 1 時間熱処理することにより行った。

【 0 3 6 5 】

発光素子 1 の動作特性

作製した発光素子 1 の動作特性について測定した。なお、測定は室温 (2 5 に保たれた雰囲気) で行った。また、結果を図 2 1 ~ 図 2 4 に示す。

【 0 3 6 6 】

以下の表 2 に 1 0 0 0 c d / m ² 付近における発光素子 1 の主な初期特性値を示す。

【 0 3 6 7 】

【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 (%)
発光素子 1	2.7	0.048	1.2	(0.56,0.44)	870	72	84	26

【 0 3 6 8 】

上記結果から、本実施例で作製した発光素子 1 は、良好な電流効率と高い外部量子効率を示していることが分かる。

【 0 3 6 9 】

また、発光素子 1 に $25 \text{ mA} / \text{cm}^2$ の電流密度で電流を流した際の発光スペクトルを、図 25 に示す。図 25 に示す通り、発光素子 1 の発光スペクトルは 580 nm 付近にピークを有しており、発光層 913 に含まれる有機金属錯体 $[\text{Ir}(\text{dppm})_2(\text{acac})]$ の発光に由来していることが示唆される。

【 0 3 7 0 】

次に、発光素子 1 に対する信頼性試験を行った。信頼性試験の結果を図 32 に示す。図 32 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、横軸は素子の駆動時間 (h) を示す。なお、信頼性試験は、初期輝度を $5000 \text{ cd} / \text{m}^2$ に設定し、電流密度一定の条件で発光素子 1 を駆動させた。

【 0 3 7 1 】

なお、発光素子 1 は、発光層および電子輸送層に本発明の一態様である有機化合物、 2mDBtPBfq n を用いている。 2mDBtPBfq n は、ベンゾフロキノキサリン骨格を有することにより高い電子輸送性を有する。さらに、フェニル基を介して縮合複素芳香環であるジベンゾチオフェンと結合した構造を有するため分子構造が安定であり、良好な信頼性が得られることがわかる。

【実施例 3】

【 0 3 7 2 】

本実施例では、本発明の一態様である有機化合物、 2mDBtPBfq n (構造式 (100)) を発光層に用いた発光素子の素子構造およびその作製方法について、説明する。なお、本実施例で説明する発光素子の積層構造は、実施例 2 と同様であるため図 20 を参照することができる。また、本実施例で示す発光素子 2 および発光素子 3 の具体的な構成については、表 3 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。

【 0 3 7 3 】

【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
発光素子 2	ITO (110nm)	DBT3P-II:MoO _x (4:2 20nm)	BPAFLP (20nm)	*	2mDBtPBfq n (15nm)	Bphen (10nm)	LiF (1nm)	Al (200nm)
発光素子 3	ITO (110nm)	DBT3P-II:MoO _x (4:2 20nm)	BPAFLP (20nm)	**	2mDBtPBfq n (15nm)	Bphen (10nm)	LiF (1nm)	Al (200nm)

* $2\text{mDBtPBfq n}:[\text{Ir}(\text{dppm})_2(\text{acac})]$ (1:0.05 30nm)

** $2\text{mDBtPBfq n}:[\text{Ir}(\text{tBuppm})_2(\text{acac})]$ (1:0.05 30nm)

【 0 3 7 4 】

10

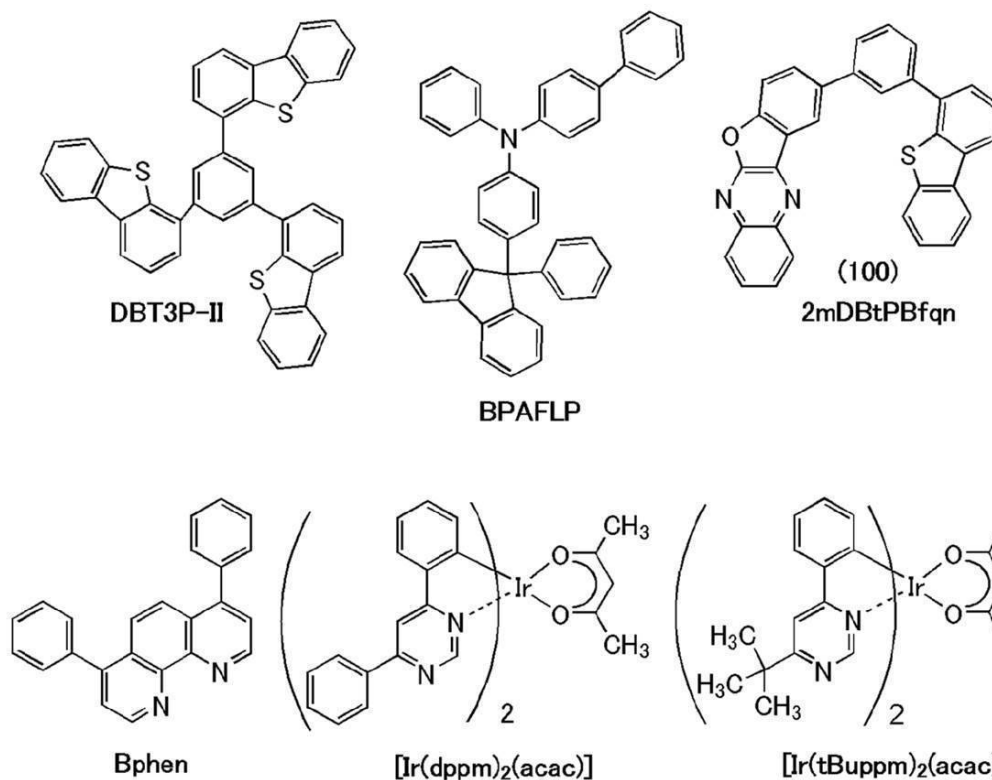
20

30

40

50

【化 3 5】



10

20

【0375】

発光素子2および発光素子3の作製

本実施例で示す発光素子は、図20に示すように基板900上に第1の電極901が形成され、第1の電極901上にEL層902が形成され、EL層902上に第2の電極903が形成される。

30

【0376】

まず、基板900上に第1の電極901を形成した。電極面積は、 4 mm^2 ($2\text{ mm} \times 2\text{ mm}$)とした。また、基板900には、ガラス基板を用いた。基板900上に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成膜し、陽極として機能する第1の電極901を形成した。なお、膜厚は 110 nm とした。

【0377】

次に、基板900上に発光素子2を形成するための前処理として、基板表面を水で洗浄し、 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、 $1 \times 10^{-4}\text{ Pa}$ 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900を30分程度放冷した。

40

【0378】

次に、第1の電極901上に真空蒸着法で、EL層902を構成する正孔注入層911、正孔輸送層912、発光層913、電子輸送層914、電子注入層915を順次形成した。

【0379】

正孔注入層911は、真空蒸着装置内を $1 \times 10^{-4}\text{ Pa}$ に減圧した後、1,3,5-トリ(ジベンゾチオフェン-4-イル)ベンゼン(略称:DBT3P-II)と酸化モリブデンとを、DBT3P-II:酸化モリブデン=4:2(質量比)となるように共蒸着することにより、第1の電極901上に形成した。膜厚は 20 nm とした。なお、共蒸着と

50

は、異なる複数の物質をそれぞれ異なる蒸発源から同時に蒸発させる蒸着法である。

【0380】

次に、正孔注入層911上に正孔輸送層912を形成した。正孔輸送層912は、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)を20nm蒸着することにより形成した。

【0381】

次に、正孔輸送層912上に発光層913を形成した。発光素子2の場合は、ホスト材料として本発明の一態様である有機化合物、2mDBtPBfqnを用い、ゲスト材料として[Ir(dppm)₂(acac)]を用い、質量比が2mDBtPBfqn:[Ir(dppm)₂(acac)]=1:0.05、膜厚が30nmになるように共蒸着して形成した。発光素子3の場合は、ホスト材料として本発明の一態様である有機化合物、2mDBtPBfqnを用い、ゲスト材料として(アセチルアセトナト)ピス(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)])を用い、質量比が2mDBtPBfqn:[Ir(tBuppm)₂(acac)]=1:0.05、膜厚が30nmになるように共蒸着して形成した。

10

【0382】

次に、発光層913上に電子輸送層914を形成した。電子輸送層914は、2mDBtPBfqnの膜厚が20nm、バソフェナントロリン(略称:Bphen)の膜厚が10nmとなるように順次蒸着して形成した。

20

【0383】

次に、電子輸送層914上に電子注入層915を形成した。電子注入層915は、フッ化リチウム(LiF)を用い、膜厚が1nmになるように蒸着して形成した。

【0384】

次に、電子注入層915上に第2の電極903を形成した。第2の電極903は、アルミニウムを200nmの膜厚となるように蒸着し、陰極となる第2の電極903を形成した。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。

【0385】

本実施例により作製した発光素子2および発光素子3は、基板900と基板905により封止される。なお、基板900と基板905との封止は、窒素雰囲気グローブボックス内において、封止材を用いて基板905を基板900上に固定し、シール材を基板900上に形成された発光素子の周囲に塗布し、封止時に365nmの紫外光を6J/cm²照射し、80℃にて1時間熱処理することにより行った。

30

【0386】

発光素子2および発光素子3の動作特性

作製した発光素子2および発光素子3の動作特性について測定した。なお、測定は室温(25℃に保たれた雰囲気)で行った。また、結果を図26~図29に示す。

【0387】

以下の表4に1000cd/m²付近における発光素子2および発光素子3の主な初期特性値を示す。

40

【0388】

【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)	ハワー効率 (lm/W)	外部量子効率 (%)
発光素子 2	2.8	0.064	1.6	(0.54,0.45)	960	60	67	21
発光素子 3	2.7	0.046	1.2	(0.41,0.58)	870	75	88	19

10

【0389】

上記結果から、本実施例で作製した各発光素子は、良好な電流効率と高い外部量子効率を示していることが分かる。

【0390】

また、各発光素子に 25 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30に示す。図30に示す通り、発光素子2の発光スペクトルは 580 nm 付近にピークを有しており、発光層913に含まれる有機金属錯体 $[\text{Ir}(\text{dppm})_2(\text{acac})]$ の発光に由来していることが示唆される。また、発光素子3の発光スペクトルは 545 nm 付近にピークを有しており、発光層913に含まれる有機金属錯体 $[\text{Ir}(\text{tbuppm})_2(\text{acac})]$ の発光に由来していることが示唆される。なお、本実施例において発光層および電子輸送層に用いた 2mDBtPBfq n は、ベンゾフロキノキサリン骨格を有することにより高い電子輸送性を有する。

20

【実施例4】

【0391】

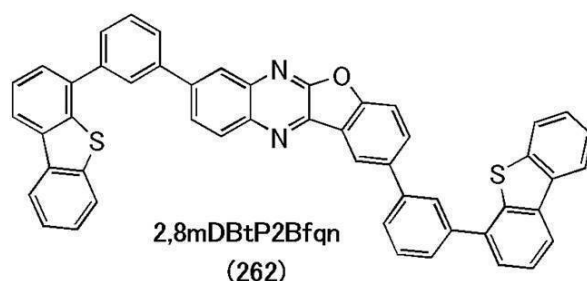
合成例2

本実施例では、実施形態1の構造式(262)で表される本発明の一態様である有機化合物、2,8-ビス[3-(ジベンゾチオフエン-4-イル)フェニル]ベンゾフロ[2,3-b]キノキサリン(略称: 2,8mDBtP2Bfq n)の合成方法について説明する。なお、2,8mDBtP2Bfq nの構造を以下に示す。

30

【0392】

【化36】



40

【0393】

<ステップ1: 7-クロロ-3-(5-クロロ-2-メトキシフェニル)キノキサリン-2-アミンの合成>

3,7-ジクロロキノキサリン-2-アミン 0.50 g と、5-クロロ-2-メトキシフェニルボロン酸 0.47 g 、炭酸セシウム 0.75 g 、1,4-ジオキサン 9 mL 、水 4

50

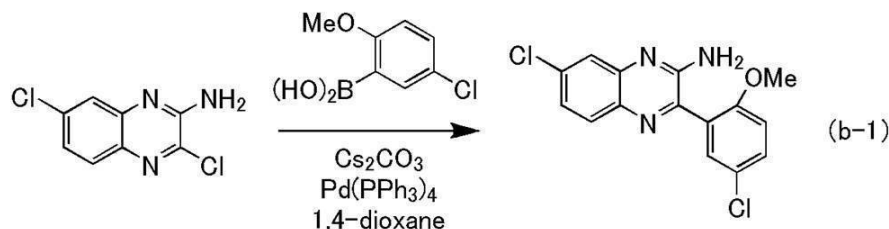
． 5 m L を、還流管を付けた三口フラスコに入れ、内部を窒素置換した。フラスコ内を減圧下で撹拌することで脱気した後、テトラキス（トリフェニルホスフィン）パラジウム（ 0 ） 0 . 2 7 g を加え、 8 0 で 1 2 時間撹拌し反応させた。

【 0 3 9 4 】

所定時間経過後、得られた懸濁液に水 5 0 m L を加え、吸引ろ過した。得られた固体を、ジクロロメタンにて洗浄することにより、目的のキノキサリン誘導体を得た（黄白色粉末、収率 6 4 % ）。ステップ 1 の合成スキームを下記（ b - 1 ）に示す。

【 0 3 9 5 】

【 化 3 7 】



10

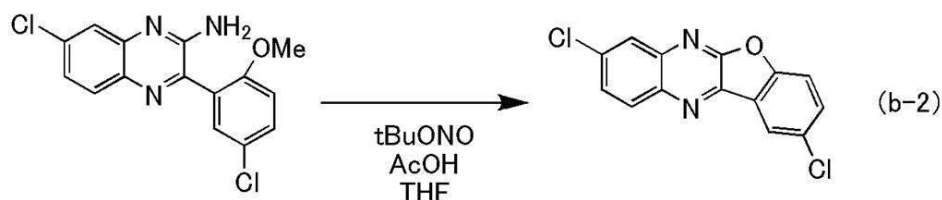
【 0 3 9 6 】

< ステップ 2 : 2 , 8 - ジクロロベンゾフロ [2 , 3 - b] キノキサリンの合成 >

次に、上記ステップ 1 で得た 7 - クロロ - 3 - (5 - クロロ - 2 - メトキシフェニル) キノキサリン - 2 - アミン 0 . 4 8 g と脱水テトラヒドロフラン 1 6 m L 、氷酢酸 3 2 m L を三口フラスコに入れ、内部を窒素置換した。フラスコを - 1 0 に冷却した後、亜硝酸 tert - ブチル 0 . 5 3 m L を滴下し、 - 1 0 で 1 時間、 0 で 1 7 時間半撹拌した。所定時間経過後、得られた懸濁液に水 1 0 0 m L を加え、吸引ろ過した。得られた固体を、トルエンを展開溶媒とするシリカゲルカラムクロマトグラフィーで精製し、目的のキノキサリン誘導体を得た（白色粉末、収率 4 2 % ）。ステップ 2 の合成スキームを下記（ b - 2 ）に示す。

【 0 3 9 7 】

【 化 3 8 】



20

30

40

【 0 3 9 8 】

< ステップ 3 : 2 , 8 - ビス [3 - (ジベンゾチオフェン - 4 - イル) フェニル] ベンゾフロ [2 , 3 - b] キノキサリン（略称： 2 , 8 m D B t P 2 B f q n ）の合成 >

次に、上記ステップ 2 で得た、 2 , 8 - ジクロロベンゾフロ [2 , 3 - b] キノキサリン 0 . 8 1 g 、 3 - (4 - ジベンゾチオフェン) フェニルボロン酸 1 . 8 8 g 、リン酸三カリウム 3 . 5 9 g 、ジグリム 2 3 m L 、 tert - ブタノール 1 . 6 m L を三口フラスコに入れ、内部を窒素置換した。フラスコ内を減圧下で撹拌することで脱気した後、酢酸パラジウム（ II ） 0 . 0 1 3 g 、ジ（ 1 - アダマンチル ） - n - ブチルホスフィン（略称： C a t a C X i u m A ） 0 . 0 4 3 g を加え、 1 4 0 で 7 時間撹拌し、反応させた。

50

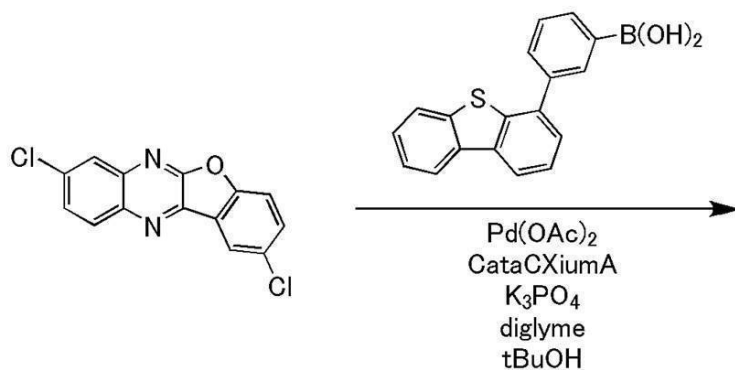
【 0 3 9 9 】

所定時間経過後、得られた懸濁液を吸引ろ過し、水、エタノールで洗浄した。得られた固体を、トルエンを展開溶媒とするシリカゲルカラムクロマトグラフィーで精製した後、トルエンとヘキサンとの混合溶媒にて再結晶することにより、目的物を得た（黄白色粉末、収率 52%）。得られた黄白色粉末固体 0.95 g を、トレインサブレーション法により昇華精製した。昇華精製条件は、圧力 2.6 Pa、アルゴンガスを流量 5 mL/min で流しながら、370℃で固体を加熱した。昇華精製後、目的物の淡黄色固体を収率 86% で得た。ステップ 3 の合成スキームを下記（b-3）に示す。

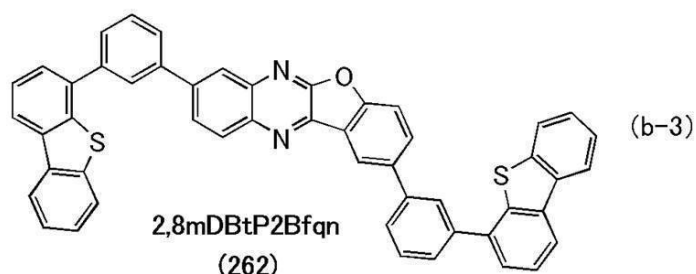
【 0 4 0 0 】

【 化 3 9 】

10



20



30

【 0 4 0 1 】

上記ステップ 3 で得られた淡黄色固体の核磁気共鳴分光法（ ^1H -NMR）による分析結果を下記に示す。また、 ^1H -NMR チャートを図 33 に示す。この結果から、本実施例において、上述の構造式（262）で表される本発明の一態様である有機化合物、2,8mDBtP2Bfq n が得られたことがわかった。

【 0 4 0 2 】

^1H -NMR (CD_2Cl_2 , 500 MHz) : δ = 7.54 - 7.50 (m, 4H), 7.64 - 7.66 (m, 4H), 7.69 - 7.75 (m, 2H), 7.81 - 7.86 (m, 4H), 7.90 - 7.95 (m, 3H), 8.11 (dd, 1H), 8.15 (s, 1H), 8.21 (dd, 1H), 8.24 - 8.27 (m, 5H), 8.40 (d, 1H), 8.50 (d, 1H), 8.66 (d, 1H) .

40

【 0 4 0 3 】

次に、2,8mDBtP2Bfq n のトルエン溶液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。吸収スペクトルの測定には、紫外可視分光光度計（（株）日本分光製 V550 型）を用いた。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。得られたトルエン溶液の吸収スペクトルおよび発光スペクトルの測定結果を図 34 に示す。横軸は波長、縦軸は吸光度および発光強度を表す。

50

【0404】

図34の結果より、2, 8mDBtP2Bfq nのトルエン溶液では、283nm、336nm、及び375nm付近に吸収ピークが見られ、427nm付近に発光波長のピークが見られた。

【0405】

次に、2, 8mDBtP2Bfq nのトルエン溶液の低温での発光スペクトルを測定した。発光スペクトルの測定には、絶対PL量子収率測定装置((株)浜松ホトニクス製 C11347-01)を用い、グローブボックス((株)ブライト製 LABstar M13(1250/780))にて、窒素雰囲気下でトルエン脱酸素溶液を石英セルに入れ、密栓し、77Kで測定を行った。得られた発光スペクトルの測定結果を図35に示す。横軸は波長、縦軸は発光強度を表す。

10

【0406】

図35の結果より、2, 8mDBtP2Bfq nのトルエン溶液では、426nm付近に発光波長のピークが見られ、これは室温で測定した図34の発光スペクトルにも見られていることから蛍光の発光スペクトルであると考えられる。また、550nm、及び600nm付近に発光波長のピークが見られ、これは室温で測定した図34の発光スペクトルには見られておらず、熱的失活が抑えられる液化窒素温度(77K)で、かつ酸素の影響のない脱酸素溶媒での本測定条件でのみ見られていることから燐光の発光スペクトルであると考えられる。ゆえに、2, 8mDBtP2Bfq nは黄緑よりも長波長側のエネルギーで発光するゲスト材料に適した燐光ホスト材料であることがわかる。

20

【0407】

次に、2, 8mDBtP2Bfq nのLUMO準位の値を具体的に例示する。LUMO準位の値は、ジメチルホルムアミド溶媒中におけるサイクリックボルタンメトリ(CV)測定で得られる酸化電位および還元電位と、参照電極(Ag/Ag⁺)のポテンシャルエネルギー(真空準位に対して-4.94eV程度である)の数値から、LUMO準位の値を見積もった。具体的には、『-4.94[eV]-(酸化電位または還元電位の値)=LUMO準位』とした。この手法で算出したLUMO準位の実測値は-3.31eVであった。ゆえに、2, 8mDBtP2Bfq nは電子を受け取りやすく、電子に対する安定性が高いことがわかる。

【0408】

また、2, 8mDBtP2Bfq nの示差走査熱量測定を行った。測定には示差走査熱量測定装置(株式会社パーキンエルマージャパン製、Pyris 1)を用いた。測定は、-10 から400 まで速度30 /minで昇温後、400 で1分間保持し、その後400 から-10 まで速度30 /minで降温して、1サイクルとした。本測定では、3サイクル測定し、2サイクル目の昇温時の結果からガラス転移温度:T_gは151 であることが明らかとなった。このことから2, 8mDBtP2Bfq nは耐熱性に優れた材料であることがわかった。

30

【実施例5】

【0409】

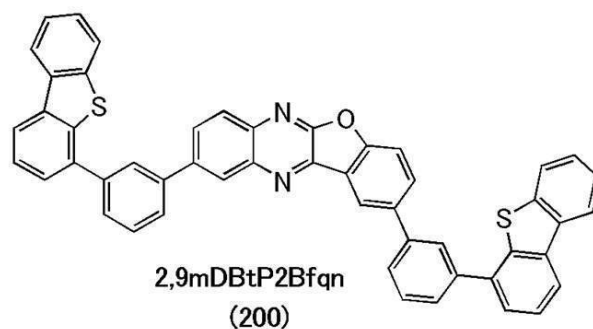
合成例3

本実施例では、実施形態1の構造式(200)で表される本発明の一態様である有機化合物、2, 9-ビス[3-(ジベンゾチオフェン-4-イル)フェニル]ベンゾフロ[2, 3-b]キノキサリン(略称: 2, 9mDBtP2Bfq n)の合成方法について説明する。なお、2, 9mDBtP2Bfq nの構造を以下に示す。

40

【0410】

【化 4 0】



10

【 0 4 1 1】

<ステップ 1 : 2, 6 - ジクロロ - 3 - (5 - クロロ - 2 - メトキシフェニル) キノキサリンの合成 >

2, 3, 6 - トリクロロキノキサリン 2.03 g と、5 - クロロ - 2 - メトキシフェニルボロン酸 1.84 g、炭酸セシウム 2.80 g、1, 4 - ジオキサン 34 mL、水 17 mL を、還流管を付けた三口フラスコに入れ、内部を窒素置換した。フラスコ内を減圧下で撹拌することで脱気した後、テトラキストリフェニルホスフィンパラジウム (0) 0.99 g を加え、80 で 6 時間撹拌し反応させた。

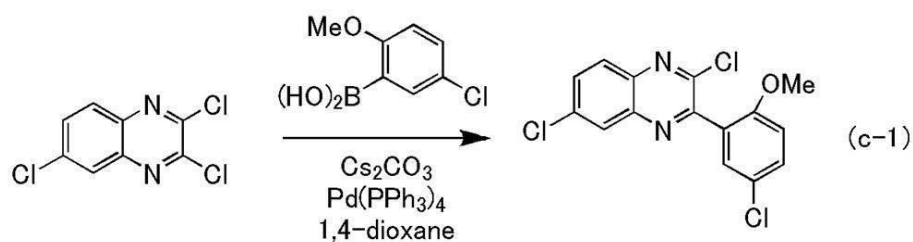
20

【 0 4 1 2】

所定時間経過後、得られた懸濁液に水 100 mL を加え、吸引ろ過した。得られた固体を、ヘキサン：酢酸エチル = 10 : 1 を展開溶媒とするシリカゲルカラムクロマトグラフィーにより精製し、目的のキノキサリン誘導体を得た (黄白色粉末、収量 0.46 g、収率 16 %)。ステップ 1 の合成スキームを下記 (c - 1) に示す。

【 0 4 1 3】

【化 4 1】



30

【 0 4 1 4】

<ステップ 2 : 2, 6 - ジクロロ - 3 - (5 - クロロ - 2 - ヒドロキシフェニル) キノキサリンの合成 >

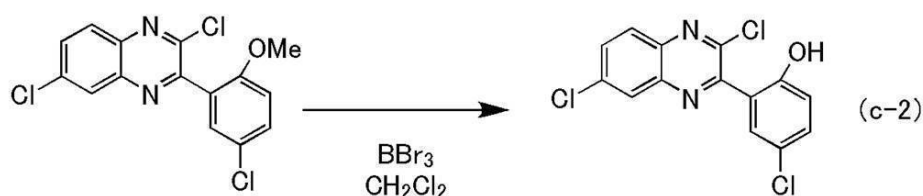
40

次に、上記ステップ 1 で得た 2, 6 - ジクロロ - 3 - (5 - クロロ - 2 - メトキシフェニル) キノキサリン 0.46 g と脱水ジクロロメタン 10 mL を三口フラスコに入れ、内部を窒素置換した。フラスコを - 10 に冷却した後、三臭化ホウ素 (1 M ジクロロメタン溶液) 2.8 mL を滴下し、室温で 16 時間撹拌した。所定時間経過後、得られた懸濁液を水 10 mL に加えた。ここに飽和炭酸水素ナトリウム水溶液 15 mL を加えた後、ジクロロメタンによる抽出を行った。得られた残渣を、ジクロロメタン：ヘキサン = 2 : 1 を展開溶媒とするフラッシュカラムクロマトグラフィーで精製し、目的のキノキサリン誘導体を得た (黄色粉末、収量 0.30 g、収率 68 %)。ステップ 2 の合成スキームを下記 (c - 2) に示す。

【 0 4 1 5】

50

【化 4 2】



10

【 0 4 1 6】

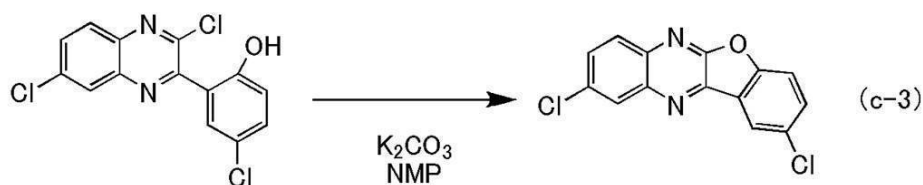
<ステップ 3：2，9 - ジクロロベンゾフロ[2，3 - b]キノキサリンの合成>

次に、上記ステップ 2 で得た 2，6 - ジクロロ - 3 - (5 - クロロ - 2 - ヒドロキシフェニル)キノキサリン 0.30 g と脱水 N - メチル - 2 - ピロリドン (NMP) 5 mL を三口フラスコに入れ、内部を窒素置換した。ここに炭酸カリウム 0.26 g を加え、160 で 7 時間攪拌した。所定時間経過後、トルエンによる抽出を行った。得られた残渣を、ヘキサン：酢酸エチル = 10：1 を展開溶媒とするシリカゲルカラムクロマトグラフィーで精製し、目的のキノキサリン誘導体を得た (黄白色粉末、収量 30 mg、収率 11%)。ステップ 3 の合成スキームを下記 (c - 3) に示す。

【 0 4 1 7】

20

【化 4 3】



30

【 0 4 1 8】

<ステップ 4：2，9 - ビス[3 - (ジベンゾチオフェン - 4 - イル)フェニル]ベンゾフロ[2，3 - b]キノキサリン (略称：2，9mDBtP2Bfq n) の合成>

次に、上記ステップ 3 で得た、2，9 - ジクロロベンゾフロ[2，3 - b]キノキサリン 27 mg、3 - (4 - ジベンゾチオフェン)フェニルボロン酸 0.15 g、リン酸三カリウム 0.30 g、ジグリム 2 mL、tert - ブタノール 53 mg を三口フラスコに入れ、内部を窒素置換した。フラスコ内を減圧下で攪拌することで脱気した後、酢酸パラジウム (II) 0.86 mg、ジ(1 - アダマンチル) - n - プチルホスフィン (略称：CatCXiumA) 2.8 mg を加え、140 で 17 時間攪拌し、反応させた。

【 0 4 1 9】

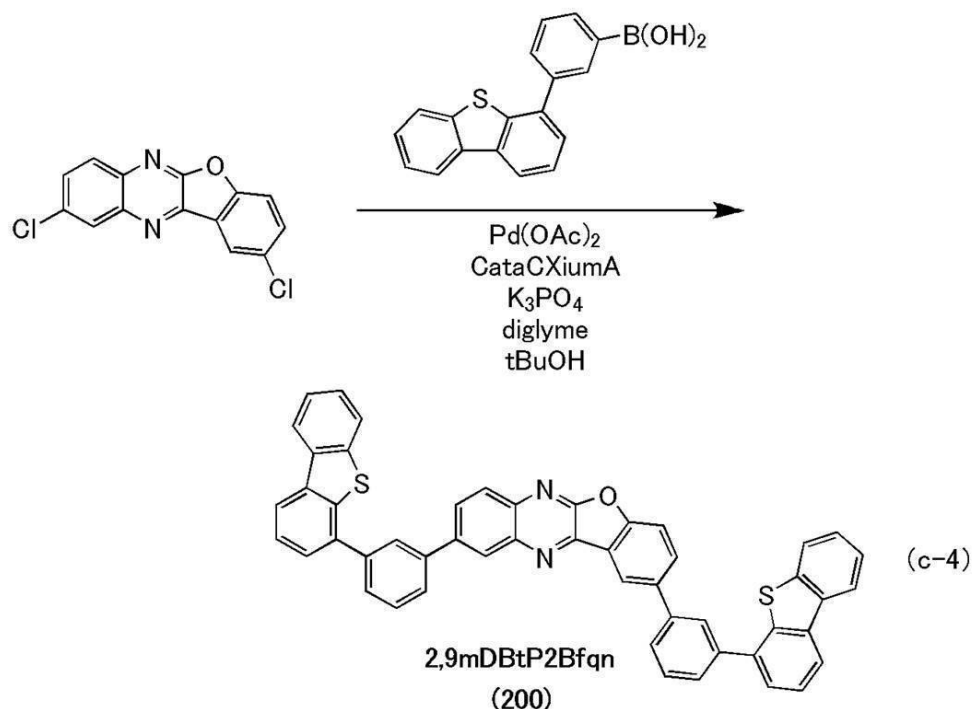
40

所定時間経過後、得られた懸濁液を吸引ろ過し、水、エタノールで洗浄した。得られた残渣を、トルエンを展開溶媒とするシリカゲルカラムクロマトグラフィーで精製した後、トルエンにて再結晶することにより、目的物を得た (黄白色粉末、収量 17 mg、収率 25%)。ステップ 4 の合成スキームを下記 (c - 4) に示す。

【 0 4 2 0】

50

【化 4 4】



【0 4 2 1】

上記ステップ 4 で得られた黄白色粉末の核磁気共鳴分光法 (^1H -NMR) による分析結果を下記に示す。また、 ^1H -NMR チャートを図 3 6 に示す。この結果から、本実施例において、上述の構造式 (200) で表される本発明の一態様である有機化合物、2,9mDBtP2Bfq n が得られたことがわかった。

【0 4 2 2】

^1H -NMR (CD_2Cl_2 , 500 MHz) : δ = 7.48 - 7.52 (m, 4H), 7.59 - 7.64 (m, 4H), 7.67 - 7.73 (m, 2H), 7.81 - 7.84 (m, 4H), 7.87 - 7.91 (m, 3H), 8.08 (dd, 1H), 8.12 (s, 1H), 8.21 - 8.24 (dd, 6H), 8.29 (d, 1H), 8.65 (d, 1H), 8.69 (d, 1H) .

【0 4 2 3】

次に、2,9mDBtP2Bfq n のトルエン溶液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。吸収スペクトルの測定には、紫外可視分光光度計 (株) 日本分光製 V550 型) を用いた。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。得られたトルエン溶液の吸収スペクトルおよび発光スペクトルの測定結果を図 4 4 に示す。横軸は波長、縦軸は吸光度および発光強度を表す。

【0 4 2 4】

図 4 4 の結果より、2,9mDBtP2Bfq n のトルエン溶液では、282 nm、335 nm、及び 364 nm 付近に吸収ピークが見られ、412 nm 付近に発光波長のピークが見られた。

【0 4 2 5】

次に、2,9mDBtP2Bfq n のトルエン溶液の低温での発光スペクトルを測定した。発光スペクトルの測定には、絶対 PL 量子収率測定装置 (株) 浜松ホトニクス製 C11347-01) を用い、グローブボックス (株) プライツ製 LABstar M13 (1250/780) にて、窒素雰囲気下でトルエン脱酸素溶液を石英セルに入れ、密栓し、77 K で測定を行った。得られた発光スペクトルの測定結果を図 3 7 に示す。横軸

は波長、縦軸は発光強度を表す。

【 0 4 2 6 】

図 3 7 の結果より、2, 9 m D B t P 2 B f q n のトルエン溶液では、4 2 6 n m 付近に発光波長のピークが見られ、蛍光の発光スペクトルであると考えられる。また、5 1 6 n m、5 3 0 n m、及び 5 6 0 n m 付近に発光波長のピークが見られ、燐光の発光スペクトルであると考えられる。蛍光と燐光の帰属は合成例 2 の 2, 8 m D B t P 2 B f q n の結果と同様に、室温での発光を蛍光発光として類推している。このことから、2, 9 m D B t P 2 B f q n は緑よりも長波長側のエネルギーで発光するゲスト材料に適した燐光ホスト材料であることがわかる。

【実施例 6】

【 0 4 2 7 】

本実施例では、本発明の一態様である有機化合物、2, 8 m D B t P 2 B f q n (構造式 (2 6 2)) を発光層に用いた発光素子の素子構造について、説明する。なお、本実施例で説明する発光素子の積層構造は、一部の材料が異なるが、実施例 2 と同様であるため図 2 0 を参照することとし、作製方法の説明は省略する。また、本実施例で示す発光素子 4 の具体的な構成については、表 5 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。

【 0 4 2 8 】

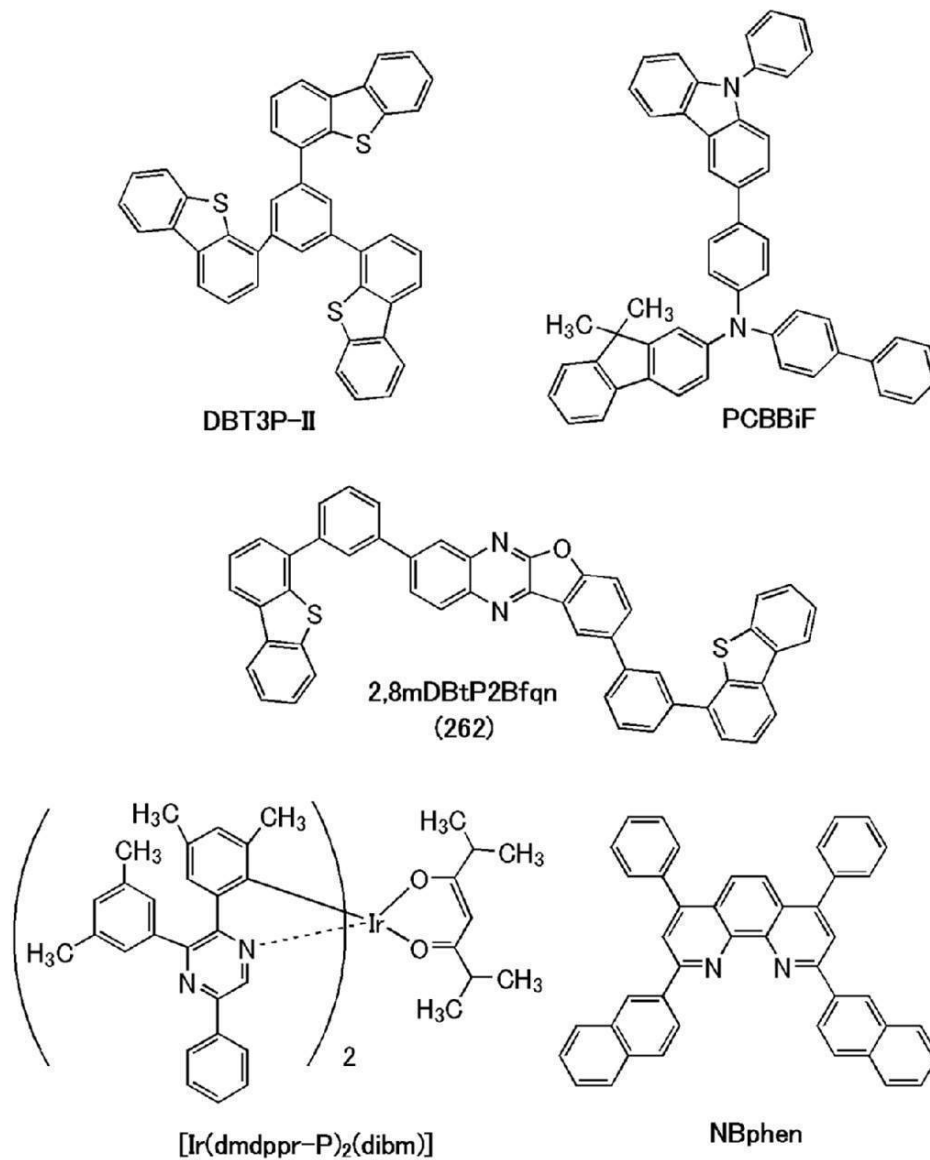
【表 5】

	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
発光素子 4	ITO (70nm)	DBT3P-II:MoO _x (2:1 75nm)	BPAFLP (20nm)	*	2,8mDBtPBfq _n (30nm)	NBphen (15nm)	LiF (1nm)	Al (200nm)

* 2,8mDBtPBfq_n:PCBBiF:[Ir(dmdppr-P)₂(dibm)] (0.5:0.5:0.1 20nm\0.8:0.2:0.1 20nm)

【 0 4 2 9 】

【化 4 5】



【 0 4 3 0 】

発光素子 4 の動作特性

作製した発光素子 4 の動作特性について測定した。なお、測定は室温（25℃）に保たれた雰囲気）で行った。また、結果を図 3 8 ～ 図 4 1 に示す。

【 0 4 3 1 】

以下の表 6 に 1000 cd/m² 付近における発光素子 4 の主な初期特性値を示す。

【 0 4 3 2 】

【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 (%)
発光素子 4	3.4	0.22	5.6	(0.71,0.29)	840	15	14	27

10

20

30

40

50

【 0 4 3 3 】

上記結果から、本実施例で作製した発光素子は、良好な電流効率と高い外部量子効率を示していることが分かる。

【 0 4 3 4 】

また、発光素子に 2.5 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 4 2 に示す。図 4 2 に示す通り、発光素子 4 の発光スペクトルは 640 nm 付近にピークを有しており、発光層 9 1 3 に含まれる有機金属錯体 $[\text{Ir}(\text{dmdppr} - \text{P})_2(\text{dibm})]$ の発光に由来していることが示唆される。

【 0 4 3 5 】

次に、発光素子 4 の信頼性試験を行った。信頼性試験の結果を図 4 3 に示す。図 4 3 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、横軸は素子の駆動時間 (h) を示す。なお、信頼性試験は、電流密度を 50 mA/cm^2 に設定して発光素子を駆動させて行った。

10

【 0 4 3 6 】

この結果より、高い外部量子効率に加えて信頼性の点でも優れていることが分かる。

【 0 4 3 7 】

本実施例の発光層では、 $2,8\text{-mDBtP2Bfq n}$ と PCBBiF により、励起錯体が形成され、励起錯体から発光物質である、 $[\text{Ir}(\text{dmdppr} - \text{P})_2(\text{dibm})]$ へのエネルギー移動による発光が得られる (ExTE T)。なお、本発明の一態様である、 $2,8\text{-mDBtP2Bfq n}$ は、ベンゾフロキノキサリン骨格を有し、LUMO 準位が深い

20

【 0 4 3 8 】

ため、励起錯体を形成するのに好適である。本実施例で示した発光素子は、ExTE T による発光が得られるため、駆動電圧を低減することができる。

【 符号の説明 】

【 0 4 3 9 】

- 1 0 1 第 1 の電極
- 1 0 2 第 2 の電極
- 1 0 3 EL 層
- 1 0 3 a、1 0 3 b EL 層
- 1 0 4 電荷発生層
- 1 1 1、1 1 1 a、1 1 1 b 正孔注入層
- 1 1 2、1 1 2 a、1 1 2 b 正孔輸送層
- 1 1 3、1 1 3 a、1 1 3 b 発光層
- 1 1 4、1 1 4 a、1 1 4 b 電子輸送層
- 1 1 5、1 1 5 a、1 1 5 b 電子注入層
- 3 0 1 第 1 の基板
- 3 0 2 トランジスタ (FET)
- 3 0 3、3 0 3 R、3 0 3 G、3 0 3 B、3 0 3 W 発光素子
- 3 0 4 EL 層
- 3 0 5 第 2 の基板
- 3 0 6 R、3 0 6 G、3 0 6 B カラーフィルタ
- 3 0 7 第 1 の電極
- 3 0 8 第 2 の電極
- 3 0 9 黒色層 (ブラックマトリックス)
- 4 0 1 第 1 の基板
- 4 0 2 画素部
- 4 0 3 駆動回路部

30

40

50

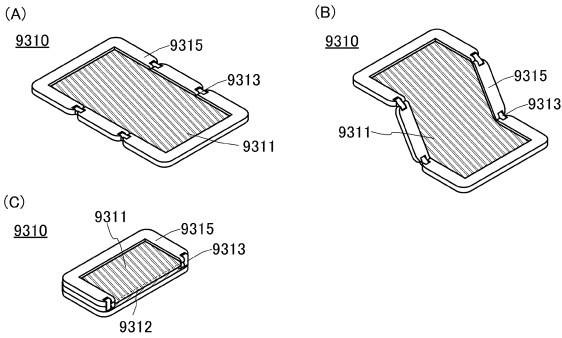
4 0 4 a、4 0 4 b	駆動回路部	
4 0 5	シール材	
4 0 6	第 2 の基板	
4 0 7	引き回し配線	
4 0 8	F P C (フレキシブルプリントサーキット)	
4 0 9	F E T	
4 1 0	F E T	
4 1 1	F E T (スイッチング用 F E T)	
4 1 2	F E T (電流制御用 F E T)	
4 1 3	第 1 の電極	10
4 1 4	絶縁物	
4 1 5	E L 層	
4 1 6	第 2 の電極	
4 1 7	発光素子	
4 1 8	空間	
9 0 0	基板	
9 0 1	第 1 の電極	
9 0 2	E L 層	
9 0 3	第 2 の電極	
9 1 1	正孔注入層	20
9 1 2	正孔輸送層	
9 1 3	発光層	
9 1 4	電子輸送層	
9 1 5	電子注入層	
2 0 0 0	タッチパネル	
2 0 0 0 '	タッチパネル	
2 5 0 1	表示パネル	
2 5 0 2 R	画素	
2 5 0 2 t	トランジスタ	
2 5 0 3 c	容量素子	30
2 5 0 3 g	走査線駆動回路	
2 5 0 3 t	トランジスタ	
2 5 0 9	F P C	
2 5 1 0	基板	
2 5 1 1	配線	
2 5 1 9	端子	
2 5 2 1	絶縁層	
2 5 2 8	絶縁体	
2 5 5 0 R	発光素子	
2 5 6 0	封止層	40
2 5 6 7 B M	遮光層	
2 5 6 7 p	反射防止層	
2 5 6 7 R	着色層	
2 5 7 0	基板	
2 5 9 0	基板	
2 5 9 1	電極	
2 5 9 2	電極	
2 5 9 3	絶縁層	
2 5 9 4	配線	
2 5 9 5	タッチセンサ	50

2 5 9 7	接着層	
2 5 9 8	配線	
2 5 9 9	端子	
2 6 0 1	パルス電圧出力回路	
2 6 0 2	電流検出回路	
2 6 0 3	容量	
2 6 1 1	トランジスタ	
2 6 1 2	トランジスタ	
2 6 1 3	トランジスタ	
2 6 2 1	電極	10
2 6 2 2	電極	
3 0 0 0	表示装置	
3 0 0 1	回路 (G)	
3 0 0 2	回路 (S)	
3 0 0 3	表示部	
3 0 0 4	画素	
3 0 0 5	導電膜	
3 0 0 7	開口部	
3 0 1 0	液晶素子	
3 0 1 1	発光素子	20
3 0 1 5	トランジスタ	
3 0 1 6	トランジスタ	
3 0 1 7	トランジスタ	
3 0 1 8	端子部	
3 0 1 9	端子部	
3 0 2 1	基板	
3 0 2 2	基板	
3 0 2 3	発光素子	
3 0 2 4	液晶素子	
3 0 2 5	絶縁層	30
3 0 2 8	着色層	
3 0 2 9	接着層	
3 0 3 0	導電層	
3 0 3 1	E L 層	
3 0 3 2	導電層	
3 0 3 3	開口部	
3 0 3 4	着色層	
3 0 3 5	遮光層	
3 0 3 6	構造体	
3 0 3 7	導電層	40
3 0 3 8	液晶	
3 0 3 9	導電層	
3 0 4 0	配向膜	
3 0 4 1	配向膜	
3 0 4 2	接着層	
3 0 4 3	導電層	
3 0 4 4	F P C	
3 0 4 5	接続層	
3 0 4 6	絶縁層	
3 0 4 7	接続部	50

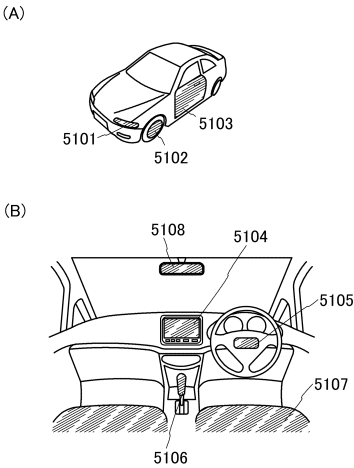
3 0 4 8	接続体	
4 0 0 0	照明装置	
4 0 0 1	基板	
4 0 0 2	発光素子	
4 0 0 3	基板	
4 0 0 4	電極	
4 0 0 5	E L 層	
4 0 0 6	電極	
4 0 0 7	電極	
4 0 0 8	電極	10
4 0 0 9	補助配線	
4 0 1 0	絶縁層	
4 0 1 1	封止基板	
4 0 1 2	シール材	
4 0 1 3	乾燥剤	
4 0 1 5	拡散板	
4 1 0 0	照明装置	
4 2 0 0	照明装置	
4 2 0 1	基板	
4 2 0 2	発光素子	20
4 2 0 4	電極	
4 2 0 5	E L 層	
4 2 0 6	電極	
4 2 0 7	電極	
4 2 0 8	電極	
4 2 0 9	補助配線	
4 2 1 0	絶縁層	
4 2 1 1	封止基板	
4 2 1 2	シール材	
4 2 1 3	バリア膜	30
4 2 1 4	平坦化膜	
4 2 1 5	拡散板	
4 3 0 0	照明装置	
5 1 0 1	ライト	
5 1 0 2	ホイール	
5 1 0 3	ドア	
5 1 0 4	表示部	
5 1 0 5	ハンドル	
5 1 0 6	シフトレバー	
5 1 0 7	座席シート	40
5 1 0 8	インナーリアビューミラー	
7 1 0 0	テレビジョン装置	
7 1 0 1	筐体	
7 1 0 3	表示部	
7 1 0 5	スタンド	
7 1 0 7	表示部	
7 1 0 9	操作キー	
7 1 1 0	リモコン操作機	
7 2 0 1	本体	
7 2 0 2	筐体	50

7 2 0 3	表示部	
7 2 0 4	キーボード	
7 2 0 5	外部接続ポート	
7 2 0 6	ポインティングデバイス	
7 3 0 2	筐体	
7 3 0 4	表示部	
7 3 0 5	時刻を表すアイコン	
7 3 0 6	その他のアイコン	
7 3 1 1	操作ボタン	
7 3 1 2	操作ボタン	10
7 3 1 3	接続端子	
7 3 2 1	バンド	
7 3 2 2	留め金	
7 4 0 0	携帯電話機	
7 4 0 1	筐体	
7 4 0 2	表示部	
7 4 0 3	操作用ボタン	
7 4 0 4	外部接続部	
7 4 0 5	スピーカ	
7 4 0 6	マイク	20
7 4 0 7	カメラ	
7 5 0 0 (1)、7 5 0 0 (2)	筐体	
7 5 0 1 (1)、7 5 0 1 (2)	第 1 面	
7 5 0 2 (1)、7 5 0 2 (2)	第 2 面	
8 0 0 1	シーリングライト	
8 0 0 2	足元灯	
8 0 0 3	シート状照明	
8 0 0 4	照明装置	
9 3 1 0	携帯情報端末	
9 3 1 1	表示部	30
9 3 1 2	表示領域	
9 3 1 3	ヒンジ	
9 3 1 5	筐体	

【図 5】

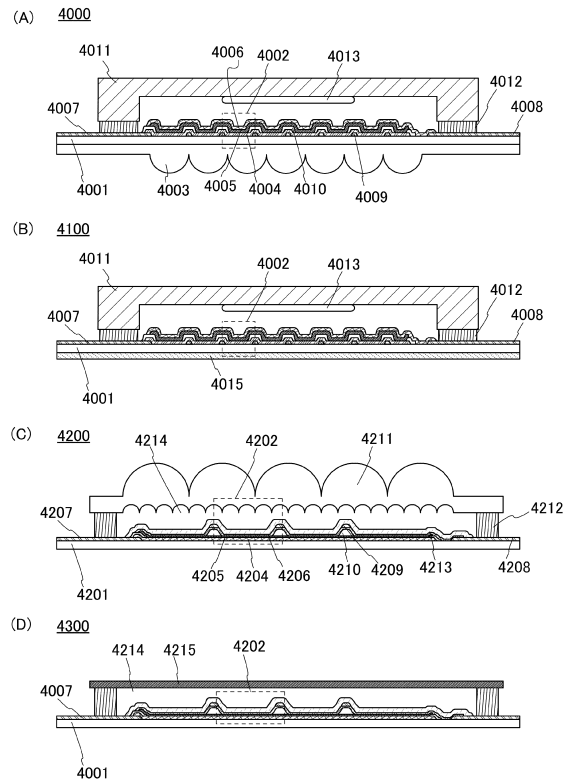


【図 6】

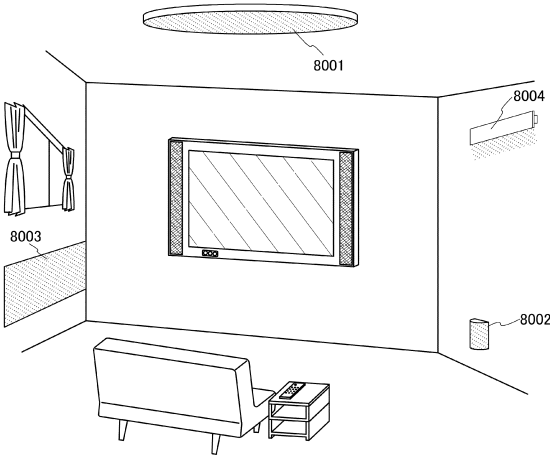


10

【図 7】



【図 8】



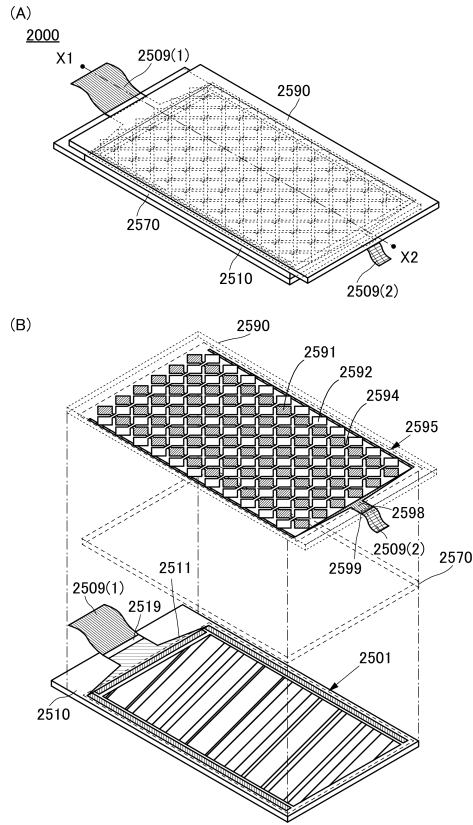
20

30

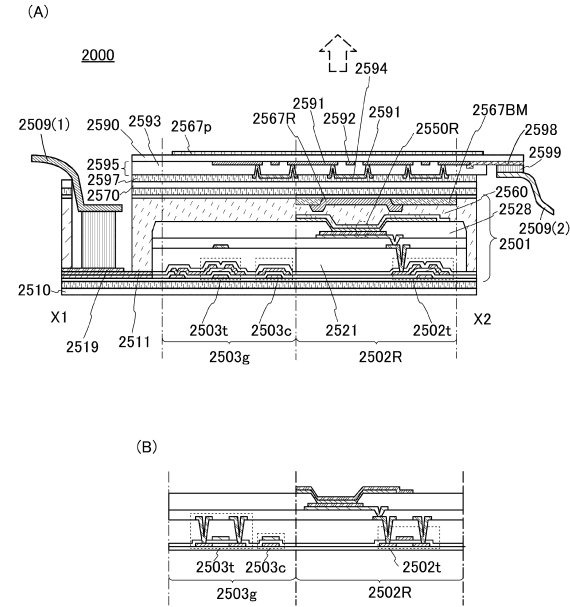
40

50

【図 9】



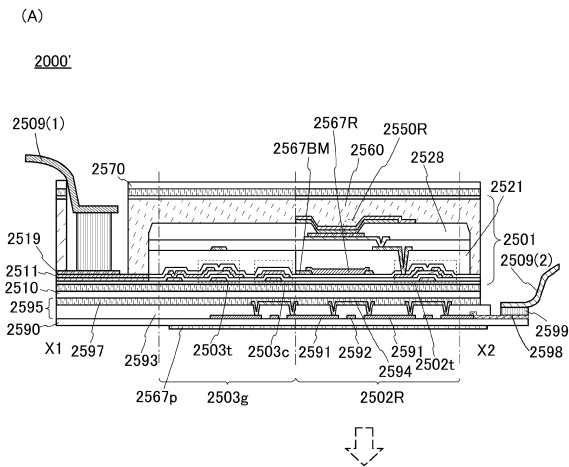
【図 10】



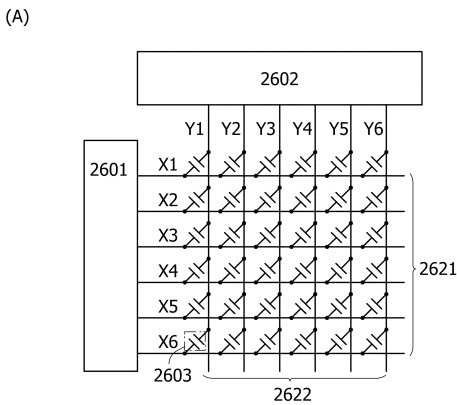
10

20

【図 11】



【図 12】

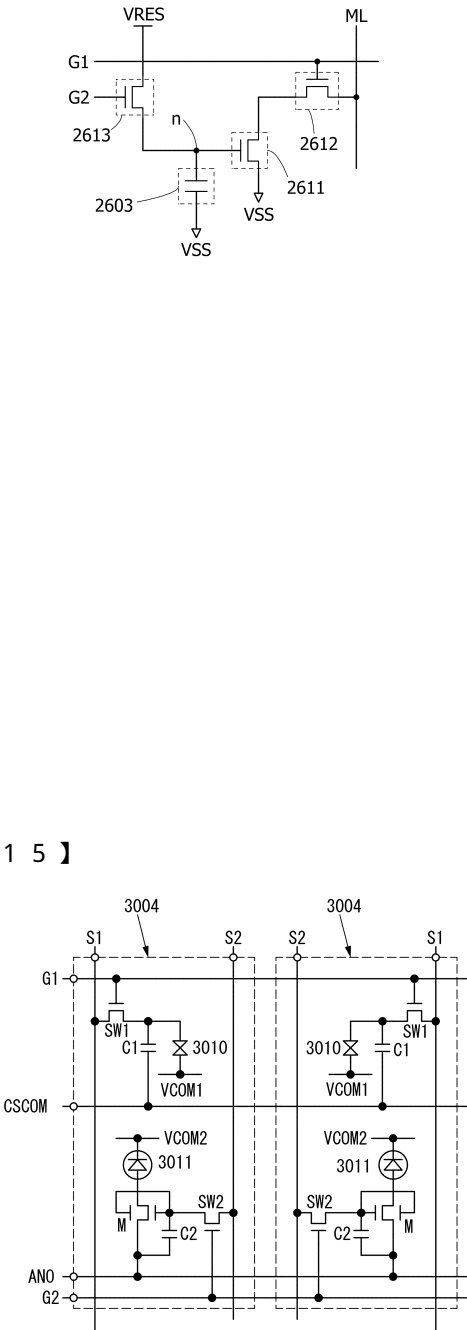


30

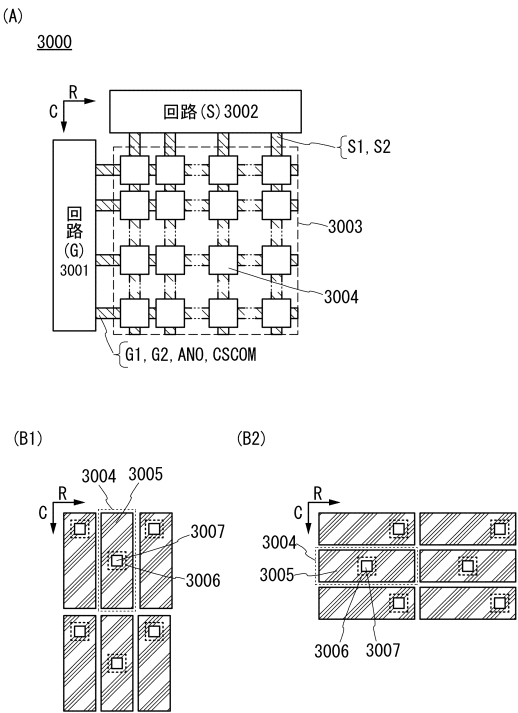
40

50

【図 1 3】

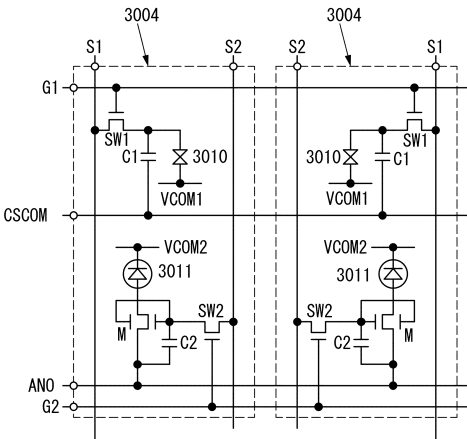


【図 1 4】

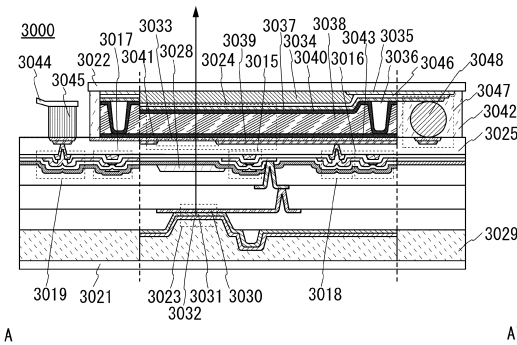


10

【図 1 5】



【図 1 6】

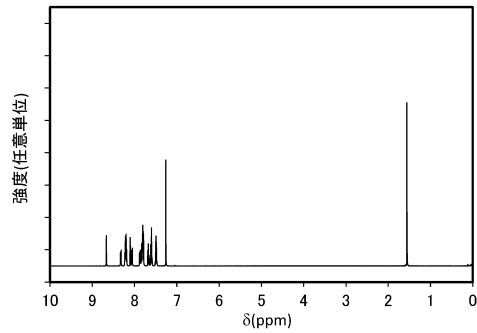


30

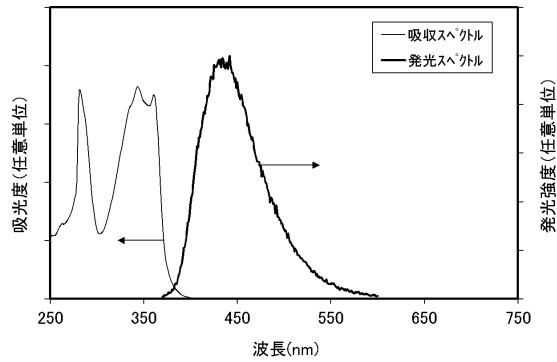
40

50

【図 17】

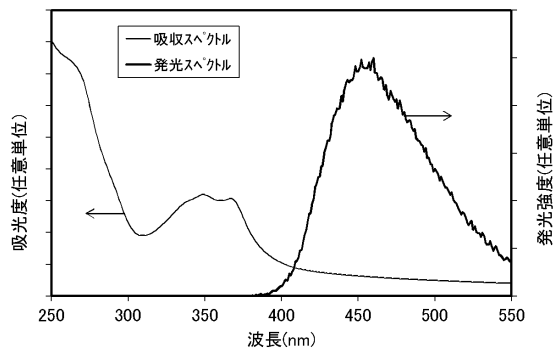


【図 18】

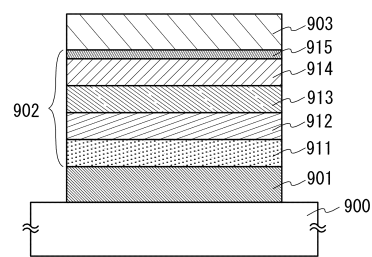


10

【図 19】

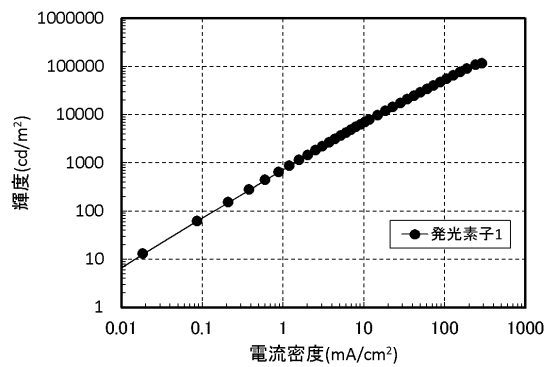


【図 20】

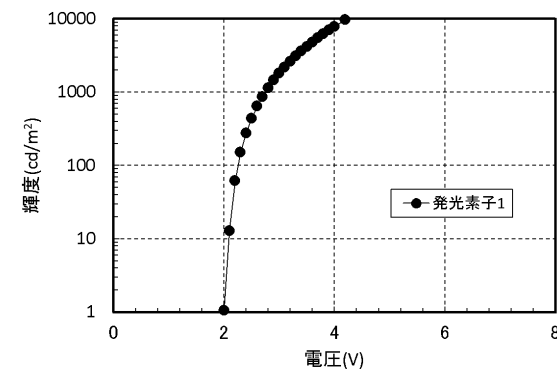


20

【図 21】



【図 22】

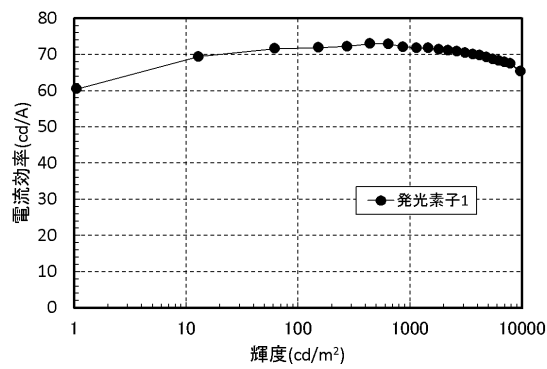


30

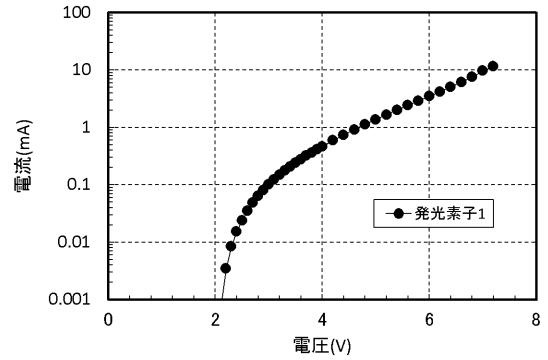
40

50

【図 2 3】

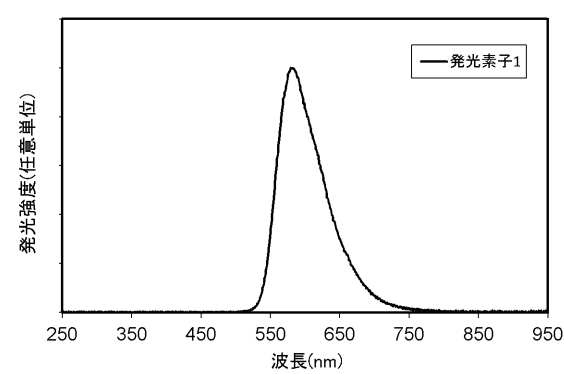


【図 2 4】

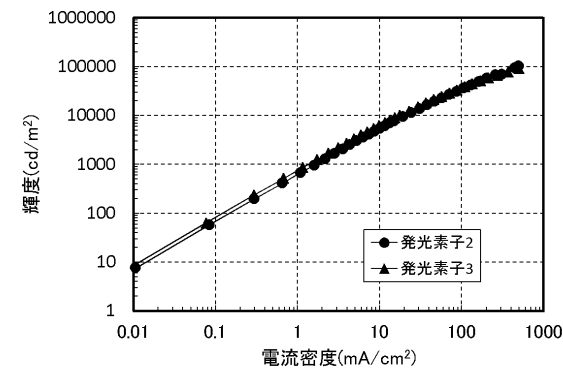


10

【図 2 5】

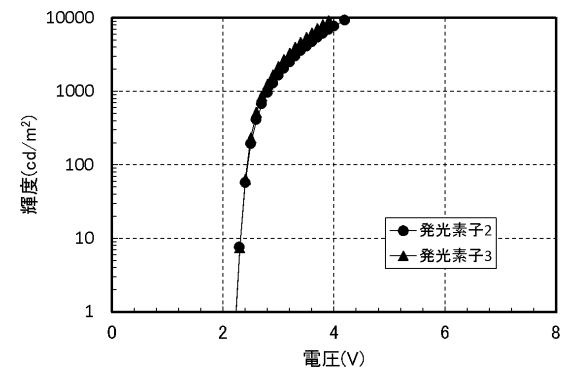


【図 2 6】

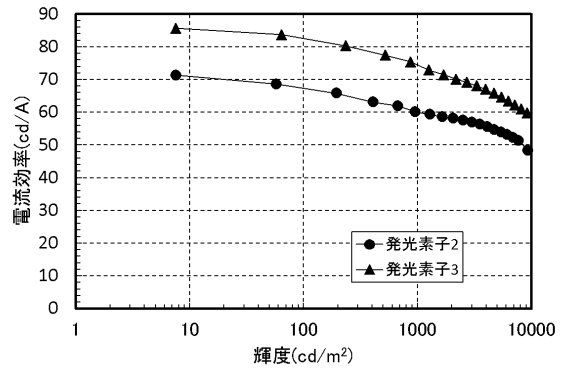


20

【図 2 7】



【図 2 8】

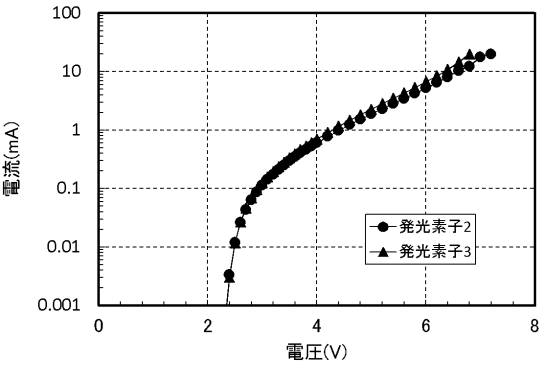


30

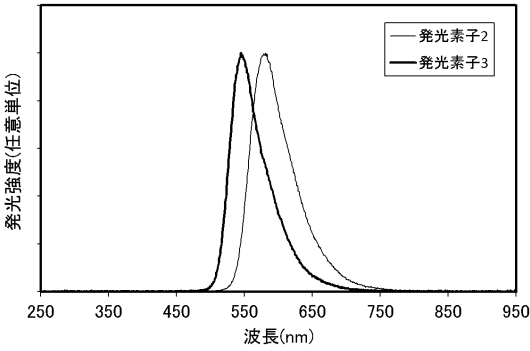
40

50

【図 29】

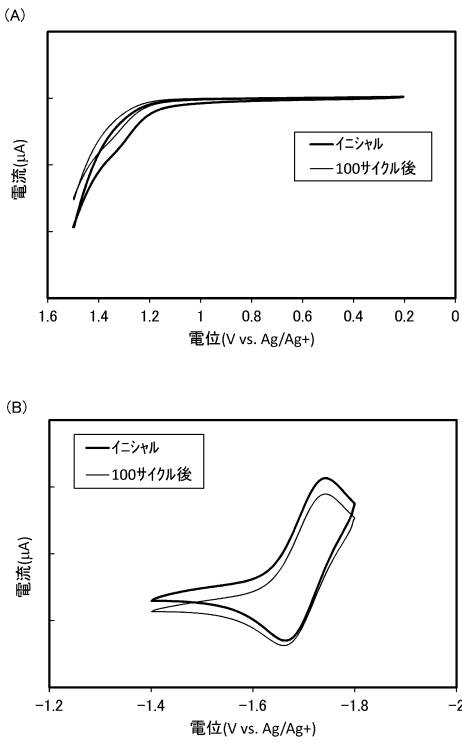


【図 30】

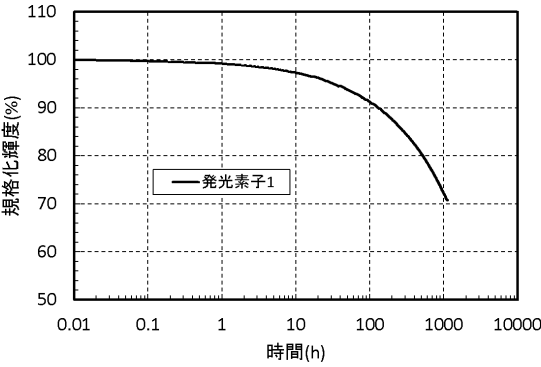


10

【図 31】



【図 32】



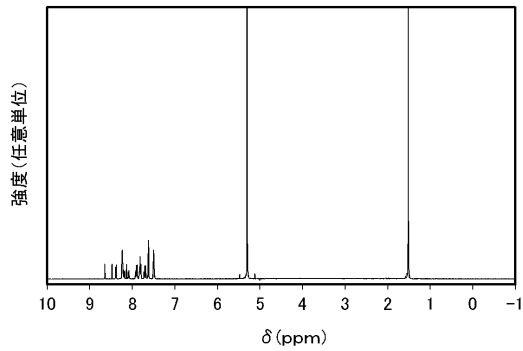
20

30

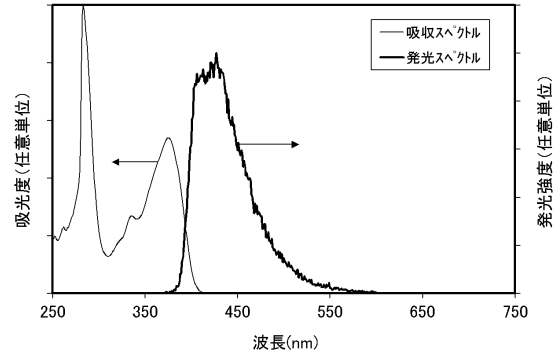
40

50

【図 3 3】

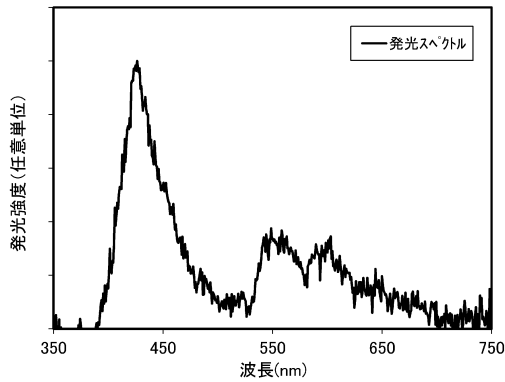


【図 3 4】

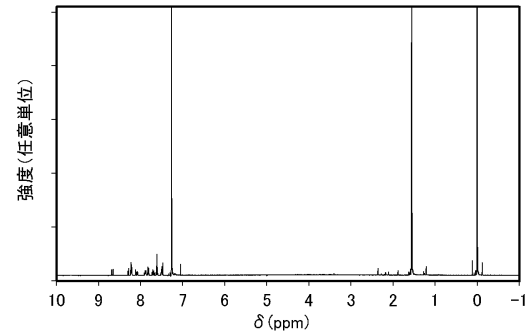


10

【図 3 5】

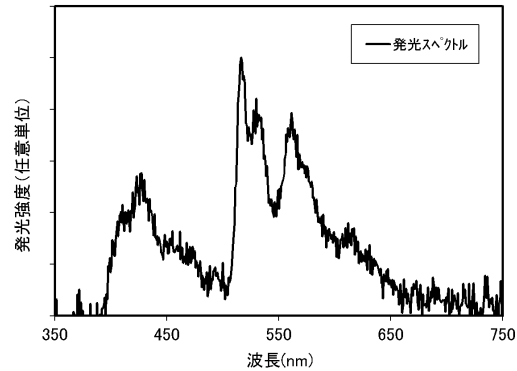


【図 3 6】

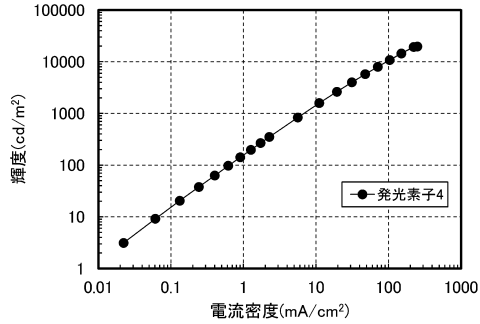


20

【図 3 7】



【図 3 8】

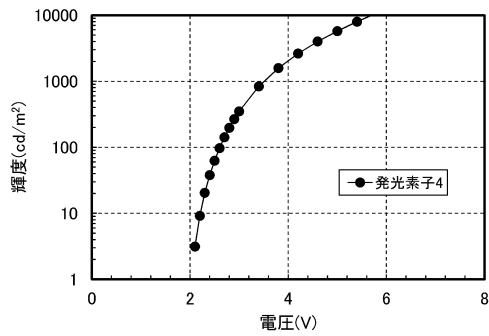


30

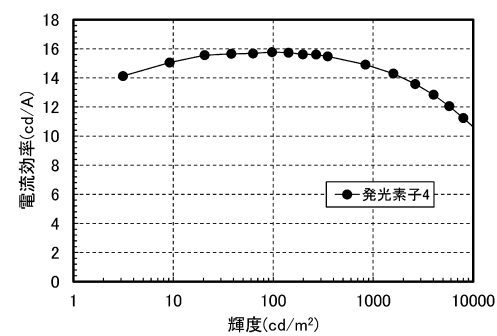
40

50

【図 3 9】

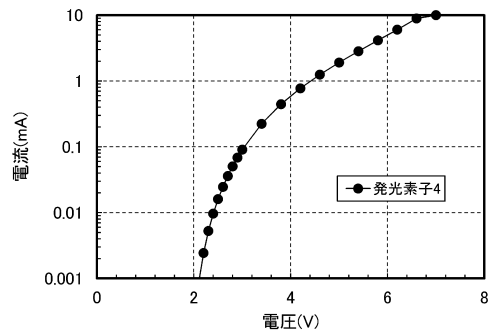


【図 4 0】

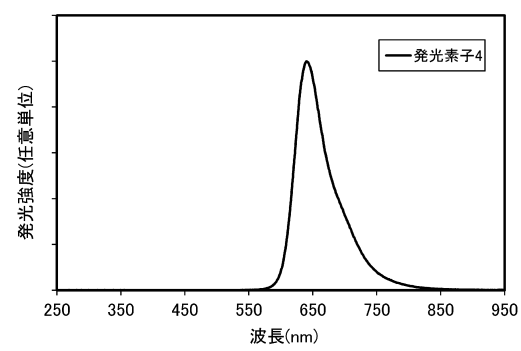


10

【図 4 1】

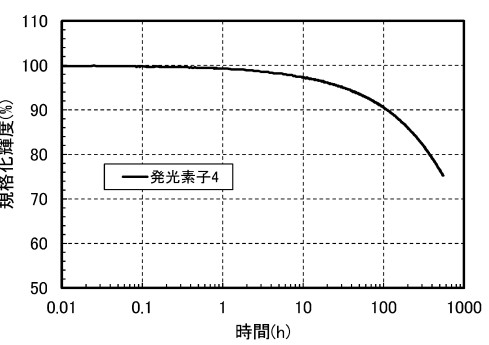


【図 4 2】

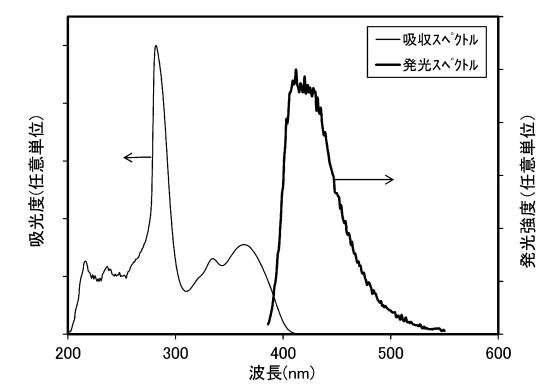


20

【図 4 3】



【図 4 4】



30

40

50

フロントページの続き

(33)優先権主張国・地域又は機関

日本国(JP)

(72)発明者 高橋 辰義

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

(72)発明者 木戸 裕允

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

(72)発明者 渡部 智美

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 神谷 昌克

(56)参考文献 国際公開第 2 0 1 4 / 1 9 9 6 3 7 (W O , A 1)

特開 2 0 1 6 - 1 0 8 3 3 8 (J P , A)

韓国公開特許第 1 0 - 2 0 1 3 - 0 1 0 5 4 7 4 (K R , A)

韓国公開特許第 1 0 - 2 0 1 5 - 0 1 3 2 9 9 3 (K R , A)

特開 2 0 1 6 - 1 3 5 7 7 5 (J P , A)

米国特許出願公開第 2 0 1 4 / 0 1 1 7 3 3 1 (U S , A 1)

米国特許出願公開第 2 0 1 4 / 0 2 2 5 0 8 8 (U S , A 1)

特開 2 0 1 3 - 1 4 7 4 9 6 (J P , A)

特開 2 0 1 3 - 2 5 6 4 9 0 (J P , A)

特開 2 0 0 4 - 2 4 1 3 7 4 (J P , A)

特開 2 0 0 4 - 3 3 5 1 2 2 (J P , A)

国際公開第 2 0 1 6 / 0 3 4 7 0 8 (W O , A 1)

英国特許出願公告第 0 0 9 6 3 0 3 6 (G B , A)

田村 眞一郎, 分子設計, 応用物理, 2000年, 第 6 9 巻第 1 2 号 (2000) , P1456-1461

Gong, Shaolong et al. , Tuning the Photophysical Properties and Energy Levels by Linking S
pacer and Topology between the Ben , Journal of Physical Chemistry C , 2010年 , (2010),
114(11), 5193-5198

(58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)

C 0 7 D

C 0 9 K

H 1 0 K

C A p l u s / R E G I S T R Y (S T N)