

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2016-189471

(P2016-189471A)

(43) 公開日 平成28年11月4日(2016.11.4)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H01L 51/50 (2006.01)	H05B 33/14 B	3K107
C09K 11/06 (2006.01)	C09K 11/06 690	4C063
C07D 413/10 (2006.01)	C07D 413/10	

審査請求 有 請求項の数 4 O L (全 60 頁)

(21) 出願番号	特願2016-95070 (P2016-95070)	(71) 出願人	000153878 株式会社半導体エネルギー研究所 神奈川県厚木市長谷398番地
(22) 出願日	平成28年5月11日 (2016.5.11)	(72) 発明者	久保田 ゆう子 神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社 半導体エネルギー研究所内
(62) 分割の表示	特願2011-258953 (P2011-258953) の分割	(72) 発明者	門間 裕史 神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社 半導体エネルギー研究所内
原出願日	平成23年11月28日 (2011.11.28)	(72) 発明者	大澤 信晴 神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社 半導体エネルギー研究所内
(31) 優先権主張番号	特願2010-267158 (P2010-267158)	(72) 発明者	瀬尾 哲史 神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社 半導体エネルギー研究所内
(32) 優先日	平成22年11月30日 (2010.11.30)		
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		

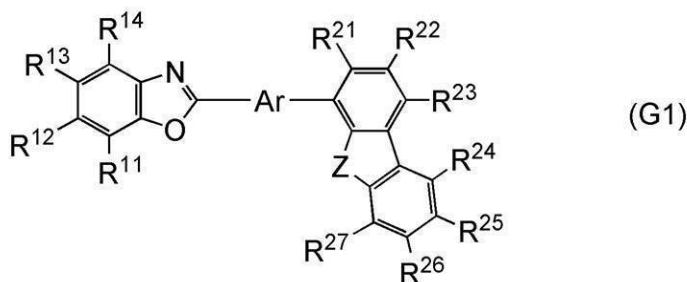
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 発光素子、発光装置、照明装置、および電子機器

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】三重項励起エネルギーの大きな物質として、新規のベンゾオキサゾール誘導体を提供し、電流効率の高い発光素子と低消費電力の発光装置、電子機器、および照明装置を提供する。

【解決手段】一般式(G1)で表されるベンゾオキサゾール誘導体を提供する。式中、R¹¹~R¹⁴およびR²¹~R²⁷は、それぞれ独立に、水素、炭素数1~4のアルキル基、または炭素数6~13の置換もしくは無置換のアリール基のいずれかを表し、Arは炭素数6~13の置換または無置換のアリーレン基のいずれかを表し、Zは硫黄原子または酸素原子のいずれかを表す。

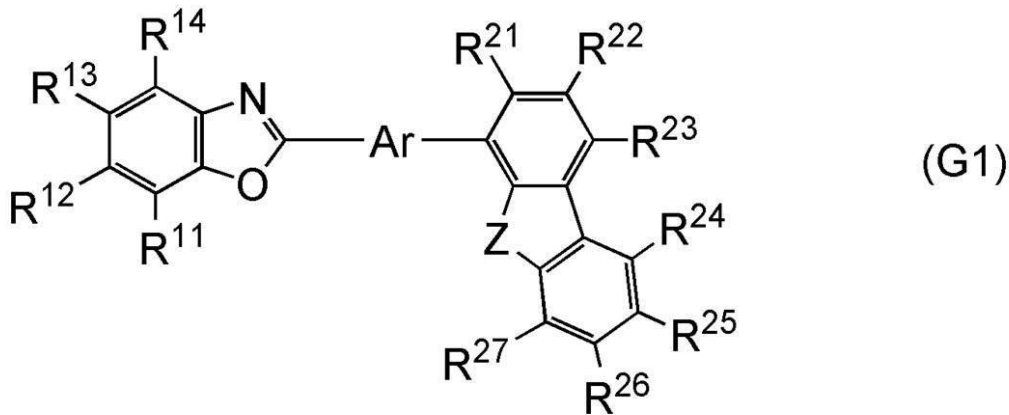


【特許請求の範囲】

【請求項 1】

式 (G1) で表されるベンゾオキサゾール誘導体を有する発光素子。

【化 1】



10

(但し、式 (G1) 中、 $R^{11} \sim R^{14}$ および $R^{21} \sim R^{27}$ は、それぞれ独立に、水素、炭素数 1 ~ 4 のアルキル基、または炭素数 6 ~ 13 のアリール基のいずれかを表し、Ar は炭素数 6 ~ 13 のアリーレン基のいずれかを表し、Z は硫黄原子または酸素原子のいずれかを表す。)

20

【請求項 2】

請求項 1 に記載の発光素子を用いた発光装置。

【請求項 3】

請求項 2 に記載の発光装置を用いた照明装置。

【請求項 4】

請求項 2 に記載の発光装置を用いた電子機器。

【発明の詳細な説明】

30

【技術分野】

【0001】

本発明は、ベンゾオキサゾール誘導体及びそれを用いた発光素子に関する。また、当該発光素子を用いた発光装置、電子機器、及び照明装置に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、エレクトロルミネッセンス (EL; Electroluminescence) を利用した発光素子の研究開発が盛んに行われている。これら発光素子の基本的な構成は、一对の電極間に発光性の物質を含む層を挟んだものである。この素子に電圧を印加することにより、発光性の物質からの発光を得ることができる。

40

【0003】

このような発光素子は自発光型であるため、液晶ディスプレイに比べ画素の視認性が高く、バックライトが不要である等の利点があり、フラットパネルディスプレイ素子として好適であると考えられている。また、このような発光素子は、薄型軽量に作製できることも大きな利点である。さらに非常に応答速度が速いことも特徴の一つである。

【0004】

そして、これらの発光素子は膜状に形成することが可能であるため、面状の発光を容易に得ることができる。よって、面状に発光する大面積の素子を容易に形成することができる。このことは、白熱電球や LED に代表される点光源、あるいは蛍光灯に代表される線光源では得難い特色であるため、照明等に応用できる面光源としての利用価値も高い。

50

【0005】

エレクトロルミネッセンスを利用した発光素子は、発光性の物質が有機化合物であるか、無機化合物であるかによって大別できる。発光性の物質に有機化合物を用いる場合、発光素子に電圧を印加することにより、一对の電極から電子およびホール（正孔）がそれぞれ発光性の有機化合物を含む層に注入され、電流が流れる。そして、それらキャリア（電子および正孔）が再結合することにより、発光性の有機化合物が励起状態を形成し、その励起状態が基底状態に戻る際に発光する。なお、有機化合物が形成する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^* ）が可能であり、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。

【0006】

通常、一重項励起状態を発光に変換する化合物（以下、蛍光性化合物と称す）は室温において、三重項励起状態からの発光（燐光）は観測されず、一重項励起状態からの発光（蛍光）のみが観測される。したがって、蛍光性化合物を用いた発光素子における内部量子効率（注入したキャリアに対して発生するフォトンの割合）の理論的限界は、 $S^* : T^* = 1 : 3$ であることを根拠に25%とされている。

10

【0007】

一方、三重項励起状態を発光に変換する化合物（以下、燐光性化合物と称す）を用いれば、内部量子効率は理論上75～100%まで可能となる。つまり、蛍光性化合物に比べて3～4倍の発光効率を得ることが可能となる。このような理由から、高効率な発光素子を実現するために、燐光性化合物を用いた発光素子の開発が近年盛んに行われている。例えば特許文献1では、ベンゾオキサゾール骨格を有する燐光性化合物を用いた発光素子が開示されている。

20

【0008】

また、省エネルギー化の要求により、消費電力が低減された発光素子の開発が求められている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0009】

【特許文献1】特開2010-83876号公報

【発明の概要】

30

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

そこで本発明の一態様は、励起エネルギーの大きな物質、特に、三重項励起エネルギーの大きな物質として、新規のベンゾオキサゾール誘導体を提供することを目的とする。また、本発明の一態様は、新規のベンゾオキサゾール誘導体を発光素子に適用することにより、電流効率の高い発光素子を提供することを目的とする。また、本発明の一態様は、低消費電力な発光装置、電子機器、および照明装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

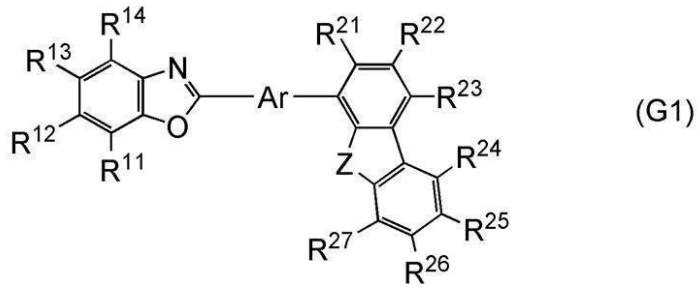
【0011】

本発明の一態様は、下記一般式（G1）で表されるベンゾオキサゾール誘導体である。

40

【0012】

【化 1】



10

【 0 0 1 3 】

但し、一般式 (G 1) 中、 $R^{11} \sim R^{14}$ および $R^{21} \sim R^{27}$ は、それぞれ独立に、水素、炭素数 1 ~ 4 のアルキル基、または炭素数 6 ~ 13 の置換もしくは無置換のアリール基のいずれかを表し、Ar は炭素数 6 ~ 13 の置換または無置換のアリーレン基のいずれかを表し、Z は硫黄原子または酸素原子のいずれかを表す。

【 0 0 1 4 】

本発明の一態様は、上記一般式 (G 1) 中、Ar が置換もしくは無置換のフェニレン基、または置換もしくは無置換のビフェニルジイル基のいずれかを表すベンゾオキサゾール誘導体である。

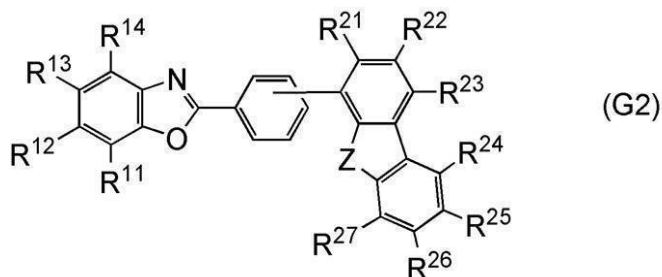
【 0 0 1 5 】

本発明の一態様は、下記一般式 (G 2) で表されるベンゾオキサゾール誘導体である。

20

【 0 0 1 6 】

【化 2】



30

【 0 0 1 7 】

但し、一般式 (G 2) 中、 $R^{11} \sim R^{14}$ および $R^{21} \sim R^{27}$ は、それぞれ独立に、水素、炭素数 1 ~ 4 のアルキル基、または炭素数 6 ~ 13 の置換もしくは無置換のアリール基のいずれかを表し、Z は硫黄原子または酸素原子のいずれかを表す。

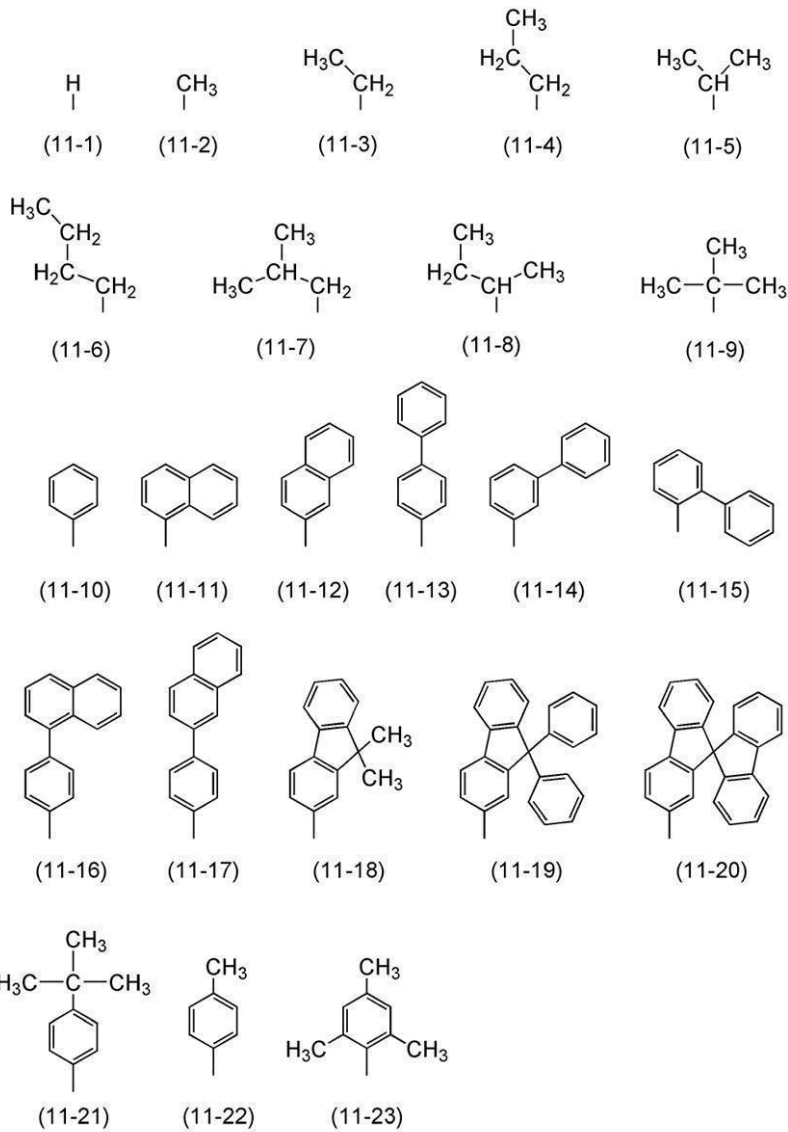
【 0 0 1 8 】

また、上記 $R^{11} \sim R^{14}$ および $R^{21} \sim R^{27}$ は、それぞれ独立に、下記構造式 (1 1 - 1) 乃至 (1 1 - 2 3) で表される構造のいずれか一であってもよい。

40

【 0 0 1 9 】

【化 3】



10

20

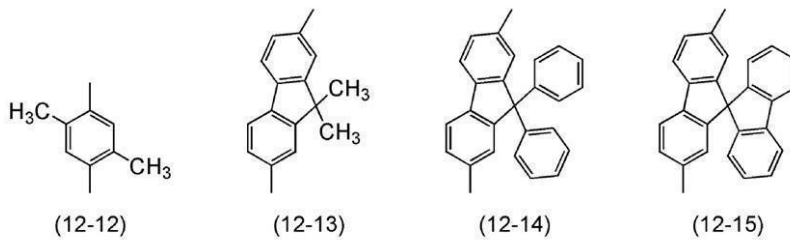
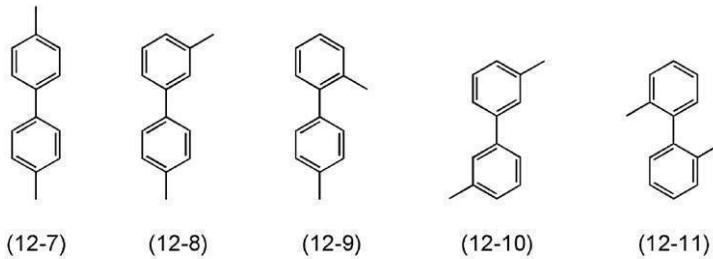
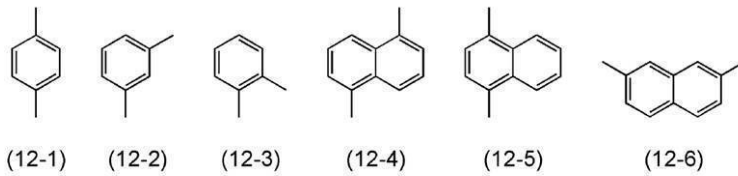
30

【 0 0 2 0 】

また、上記一般式 (G 1) 中の A r は、下記構造式 (1 2 - 1) 乃至 (1 2 - 1 5) で表される構造のいずれか一であってもよい。

【 0 0 2 1 】

【化 4】



10

20

【 0 0 2 2 】

また、本発明の別の態様は、一对の電極間に E L 層を有する発光素子において、上記のベンゾオキサゾール誘導体を E L 層に用いた発光素子である。

【 0 0 2 3 】

なお、本発明の態様であるベンゾオキサゾール誘導体は大きな励起エネルギーを有するため、E L 層が発光性の高い材料（ゲスト材料）と、ゲスト材料を分散する材料（ホスト材料）とを含む発光層を備える構成の場合、ホスト材料として好適に用いることができる。したがって本発明の別の態様は、一对の電極間に E L 層を有する発光素子であって、E L 層に含まれる発光層は、本発明の態様であるベンゾオキサゾール誘導体とゲスト材料とを含むことを特徴とする発光素子である。

30

【 0 0 2 4 】

また、本発明の別の態様は、上記の発光素子を用いた発光装置である。

【 0 0 2 5 】

また、本発明の別の態様は、上記の発光装置を用いた照明装置である。

【 0 0 2 6 】

また、本発明の別の態様は、上記の発光装置を用いた電子機器である。

40

【 0 0 2 7 】

なお、本明細書中における発光装置とは、画像表示デバイス、発光デバイス、光源を含む。また、パネルにコネクタ、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 A B (T a p e A u t o m a t e d B o n d i n g) テープもしくは 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 A B テープや 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。

【 発明の効果 】

【 0 0 2 8 】

50

本発明の一態様により、励起エネルギーが大きく、特に、三重項励起エネルギーの大きな物質として、新規のベンゾオキサゾール誘導体を提供することができる。また、本発明の一態様により、新規のベンゾオキサゾール誘導体を発光素子に適用することにより、電流効率の高い発光素子を提供することができる。また、本発明の一態様により、低消費電力な発光装置、電子機器、および照明装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0029】

【図1】本発明の一態様の発光素子を説明する図。

【図2】本発明の一態様の発光素子を説明する図。

【図3】本発明の一態様の発光装置を説明する図。

10

【図4】本発明の一態様の発光装置を説明する図。

【図5】本発明の一態様の発光装置を説明する図。

【図6】本発明の一態様の電子機器を説明する図。

【図7】本発明の一態様の電子機器を説明する図。

【図8】本発明の一態様の電子機器および照明装置を説明する図。

【図9】DBTBOx-I IのNMRチャート図。

【図10】DBTBOx-I Iのトルエン溶液の吸収スペクトルを示す図。

【図11】DBTBOx-I Iの薄膜の吸収スペクトルを示す図。

【図12】DBTBOx-I Iのトルエン溶液の発光スペクトルを示す図。

【図13】DBTBOx-I Iの薄膜の発光スペクトルを示す図。

20

【図14】DBTBOx-I I IのNMRチャート図。

【図15】DBTBOx-I I Iのトルエン溶液の吸収スペクトルを示す図。

【図16】DBTBOx-I I Iの薄膜の吸収スペクトルを示す図。

【図17】DBTBOx-I I Iのトルエン溶液の発光スペクトルを示す図。

【図18】DBTBOx-I I Iの薄膜の発光スペクトルを示す図。

【図19】実施例3の発光素子を説明する図。

【図20】実施例3の発光素子の電流密度-輝度特性を示す図。

【図21】実施例3の発光素子の電圧-輝度特性を示す図。

【図22】実施例3の発光素子の輝度-電流効率特性を示す図。

【図23】実施例3の発光素子の電圧-電流特性を示す図。

30

【図24】実施例3の発光素子の発光スペクトルを示す図。

【発明を実施するための形態】

【0030】

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は、当業者であれば容易に理解される。したがって、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。

【0031】

(実施の形態1)

本実施の形態では、本発明の一態様に係るベンゾオキサゾール誘導体について説明する。

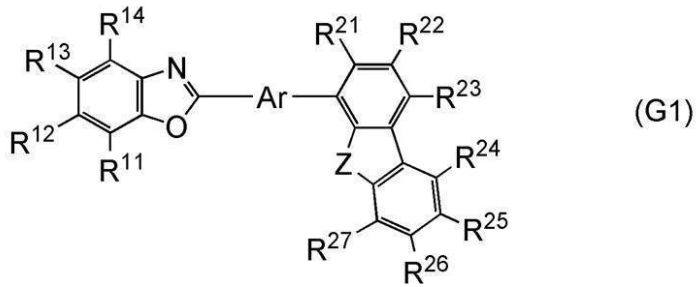
40

【0032】

本発明の一態様に係るベンゾオキサゾール誘導体は、下記一般式(G1)で表されるベンゾオキサゾール誘導体である。

【0033】

【化5】



10

【0034】

但し、一般式(G1)中、 $R^{11} \sim R^{14}$ および $R^{21} \sim R^{27}$ は、それぞれ独立に、水素、炭素数1~4のアルキル基、または炭素数6~13の置換もしくは無置換のアリール基のいずれかを表し、Arは炭素数6~13の置換または無置換のアリーレン基のいずれかを表し、Zは硫黄原子または酸素原子のいずれかを表す。

【0035】

また、本発明の別の態様に係るベンゾオキサゾール誘導体は、上記一般式(G1)中、Arが置換もしくは無置換のフェニレン基、または置換もしくは無置換のビフェニルジイル基のいずれかを表すベンゾオキサゾール誘導体である。

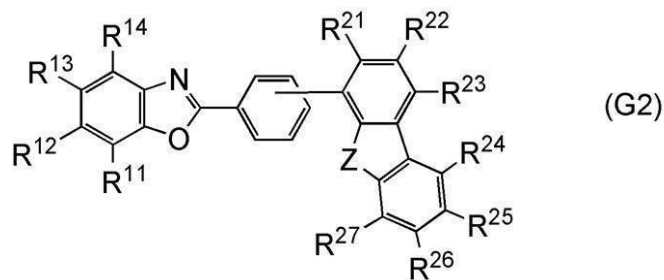
20

【0036】

また、本発明の別の態様に係るベンゾオキサゾール誘導体は、下記一般式(G2)で表されるベンゾオキサゾール誘導体である。

【0037】

【化6】



30

【0038】

但し、一般式(G2)中、 $R^{11} \sim R^{14}$ および $R^{21} \sim R^{27}$ は、それぞれ独立に、水素、炭素数1~4のアルキル基、または炭素数6~13の置換もしくは無置換のアリール基のいずれかを表し、Zは硫黄原子または酸素原子のいずれかを表す。

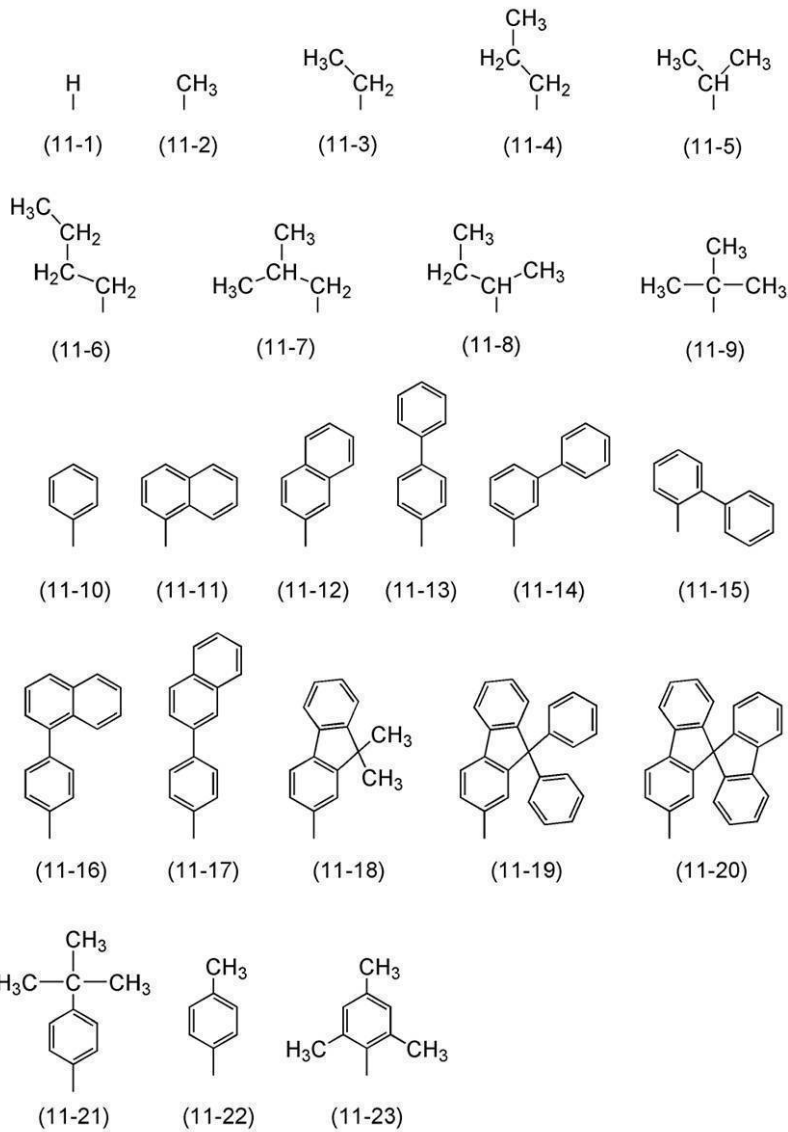
【0039】

また、上記 $R^{11} \sim R^{14}$ および $R^{21} \sim R^{27}$ は、それぞれ独立に、下記構造式(11-1)乃至(11-23)で表される構造のいずれか一であってもよい。

40

【0040】

【化 7】



10

20

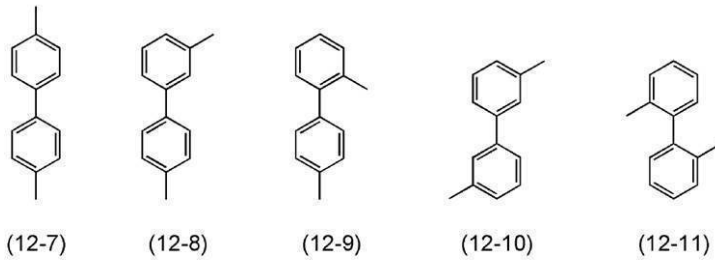
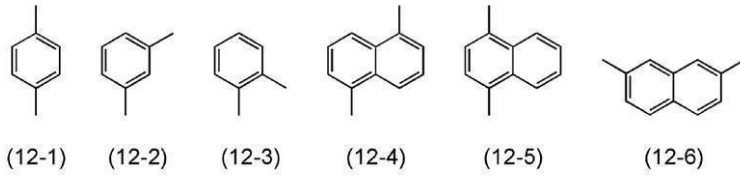
30

【 0 0 4 1 】

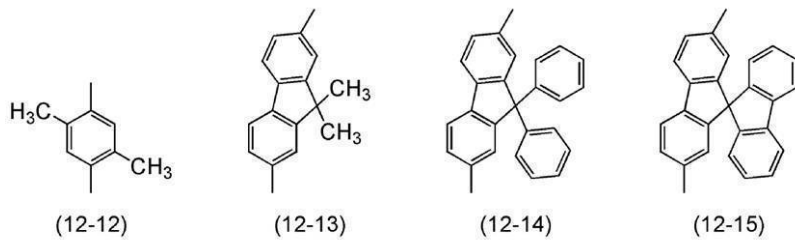
また、上記一般式 (G 1) 中の A r は、下記構造式 (1 2 - 1) 乃至 (1 2 - 1 5) で表される構造のいずれか一であってもよい。

【 0 0 4 2 】

【化 8】



10



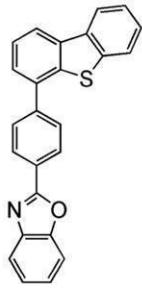
20

【 0 0 4 3 】

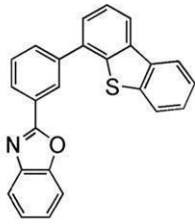
一般式 (G 1) で表されるベンゾオキサゾール誘導体の具体例としては、構造式 (1 0 0) ~ 構造式 (1 7 9) および構造式 (2 0 0) ~ 構造式 (2 7 9) で表されるベンゾオキサゾール誘導体を挙げることができる。但し、本発明はこれらに限定されない。

【 0 0 4 4 】

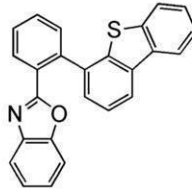
【化9】



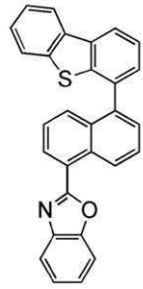
(100)



(101)

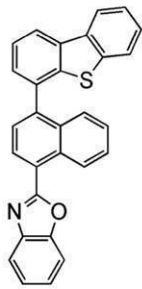


(102)

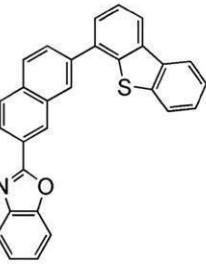


(103)

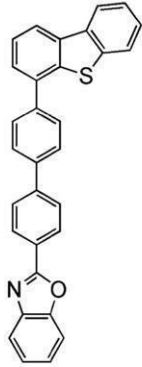
10



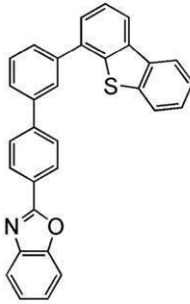
(104)



(105)

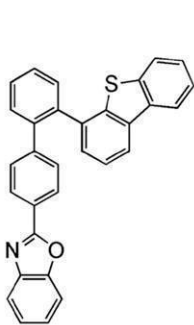


(106)

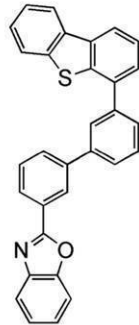


(107)

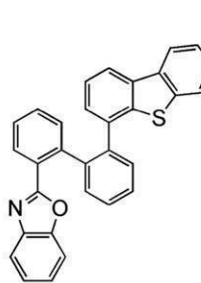
20



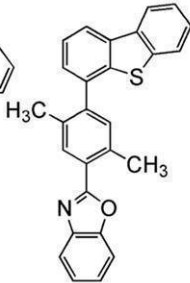
(108)



(109)



(110)

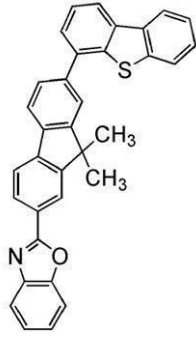


(111)

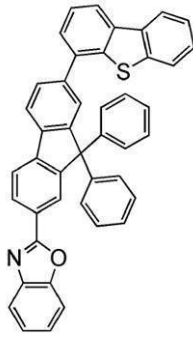
30

【0045】

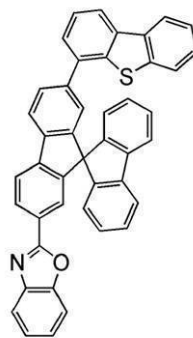
【化 1 0】



(112)

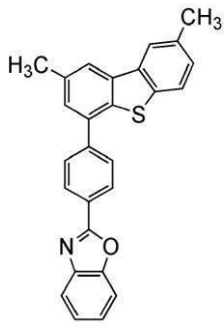


(113)

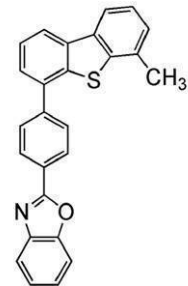


(114)

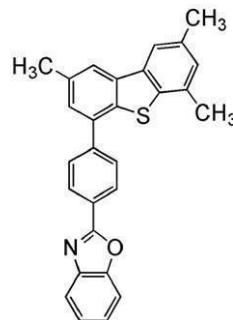
10



(115)

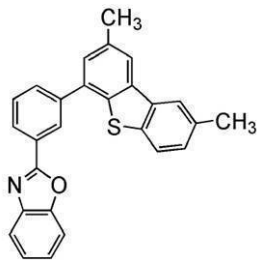


(116)

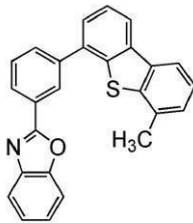


(117)

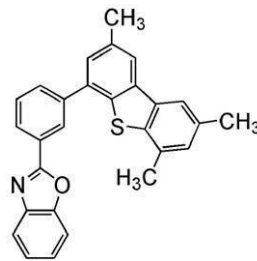
20



(118)



(119)

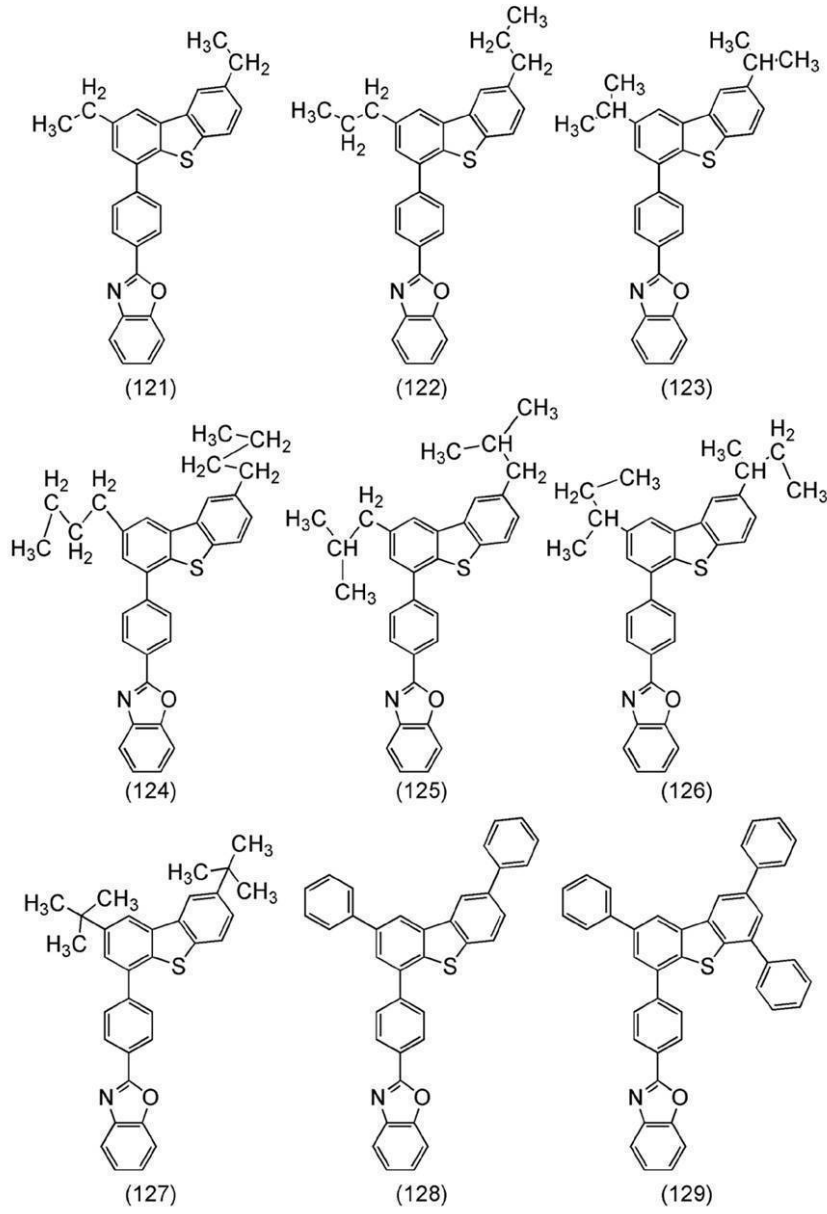


(120)

30

【 0 0 4 6 】

【化 1 1】



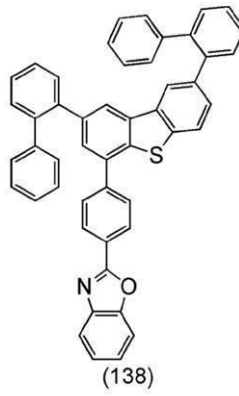
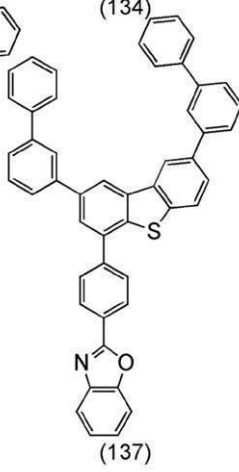
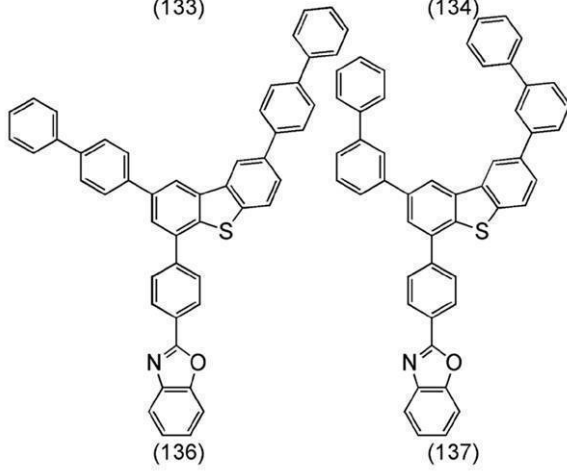
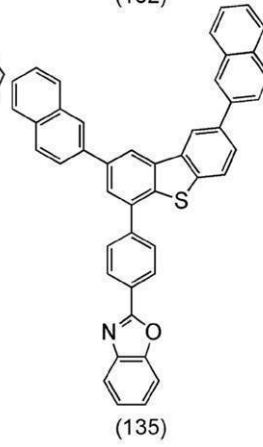
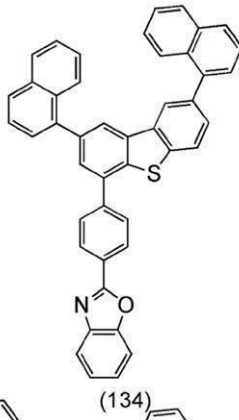
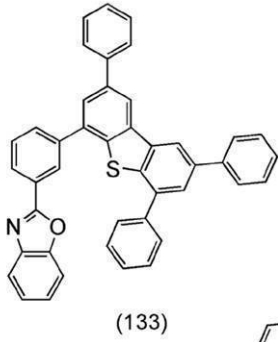
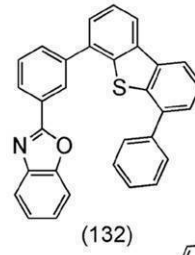
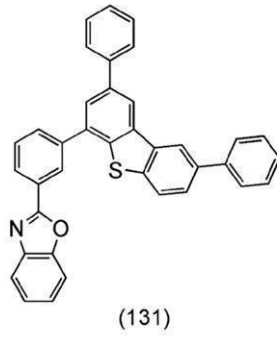
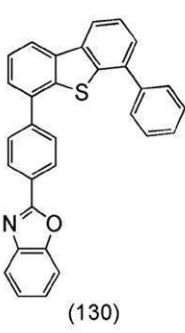
10

20

30

【 0 0 4 7 】

【化 1 2】



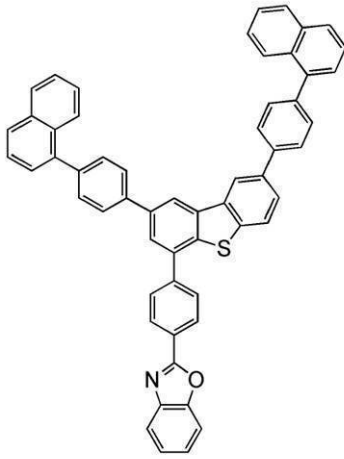
10

20

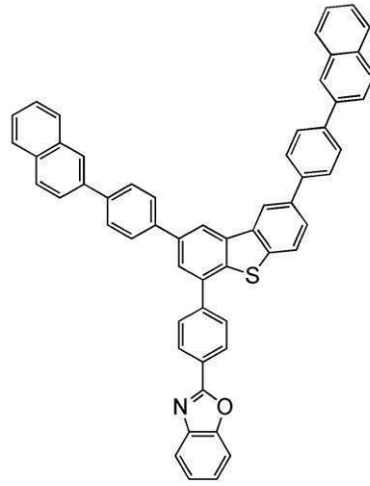
30

【 0 0 4 8 】

【化 1 3】

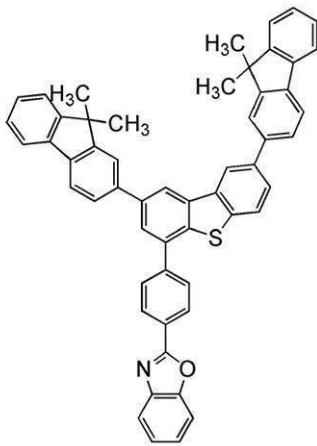


(139)

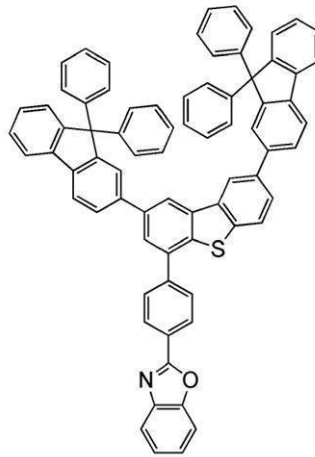


(140)

10



(141)



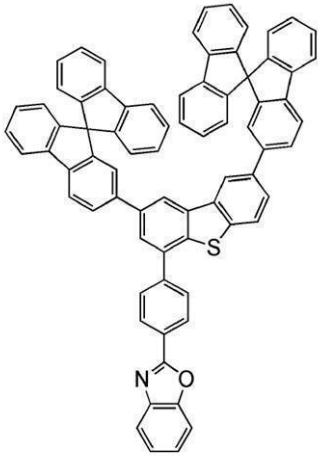
(142)

20

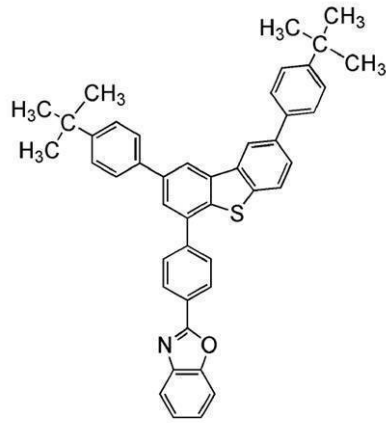
30

【 0 0 4 9 】

【化 1 4】

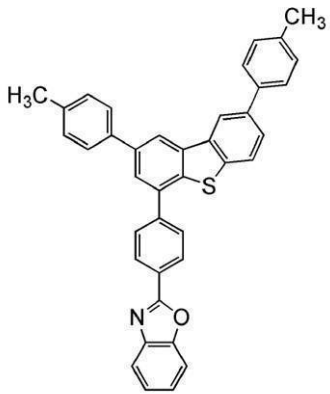


(143)

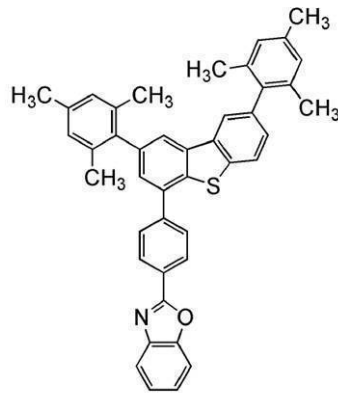


(144)

10



(145)



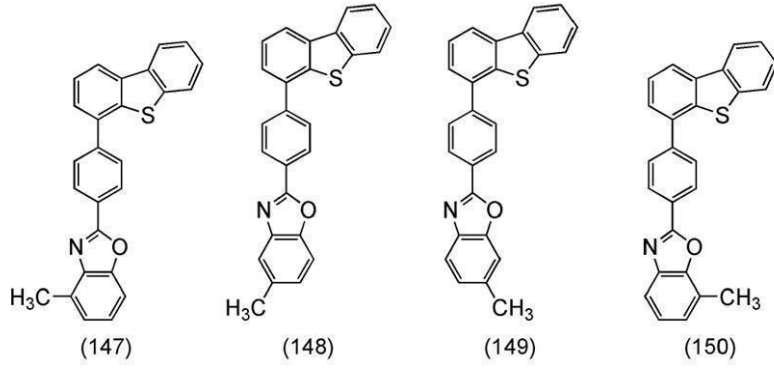
(146)

20

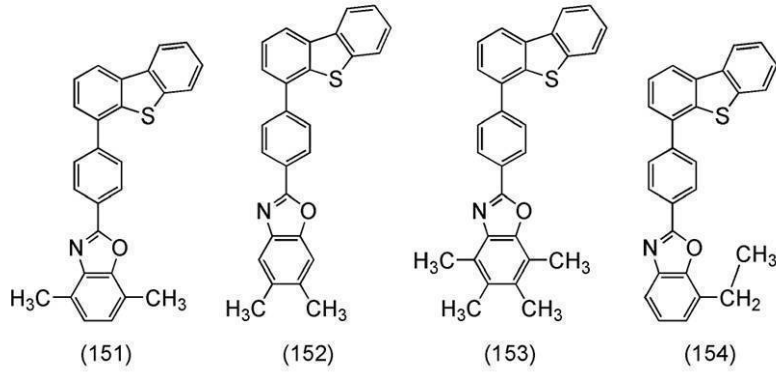
30

【 0 0 5 0 】

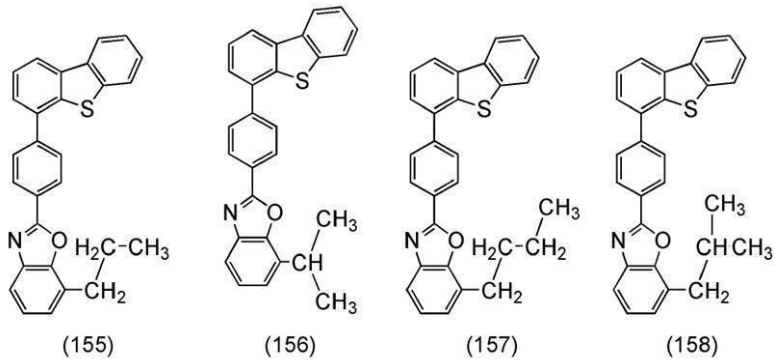
【化 1 5】



10



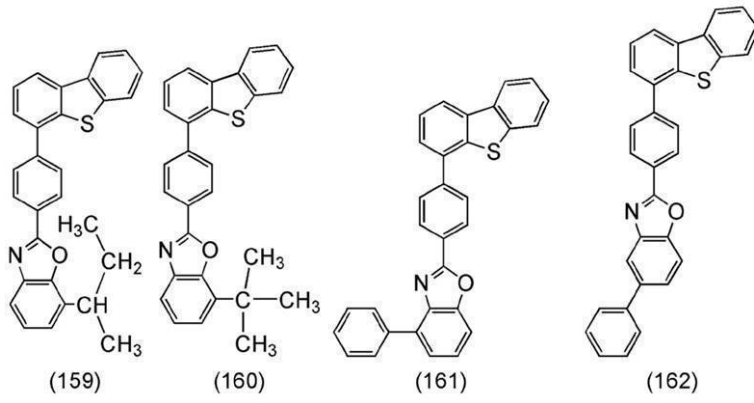
20



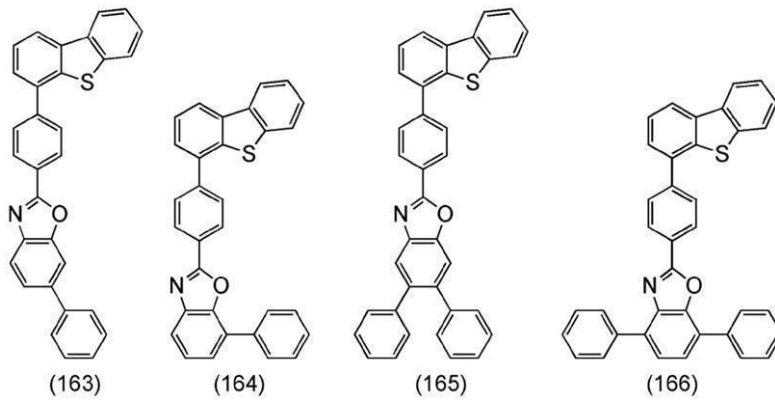
30

【 0 0 5 1 】

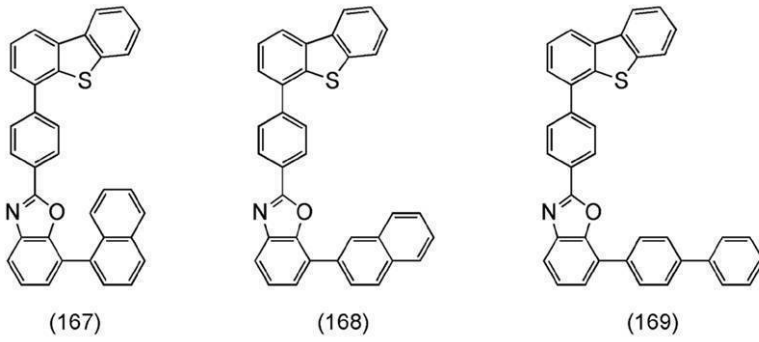
【化 1 6】



10



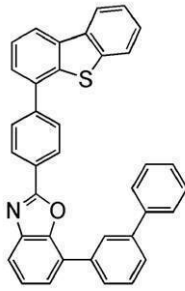
20



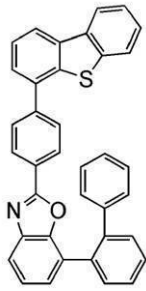
30

【 0 0 5 2 】

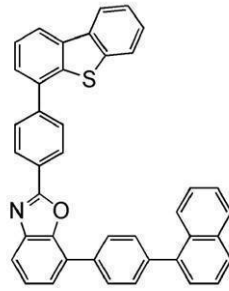
【化 1 7】



(170)

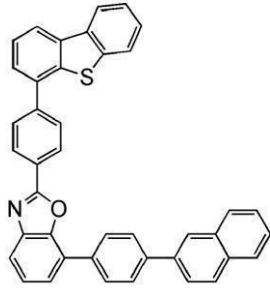


(171)



(172)

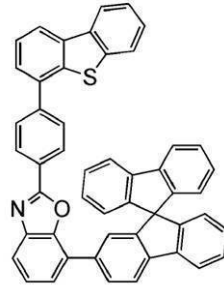
10



(173)

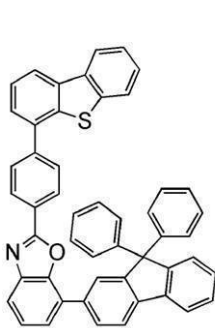


(174)

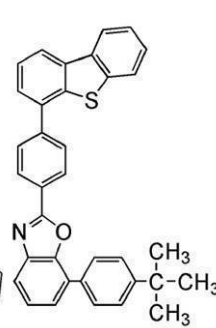


(175)

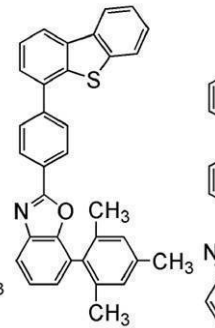
20



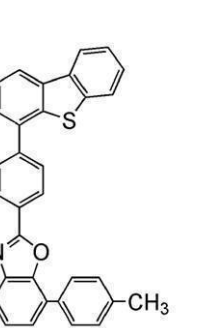
(176)



(177)



(178)

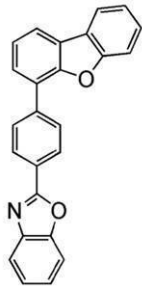


(179)

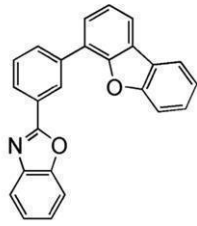
30

【 0 0 5 3 】

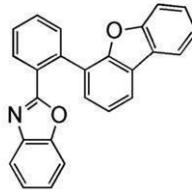
【化 1 8】



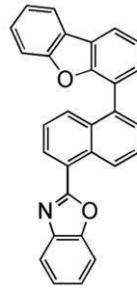
(200)



(201)

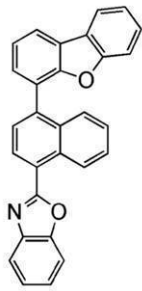


(202)

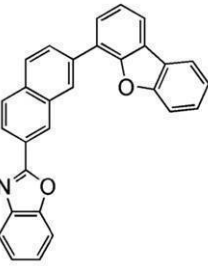


(203)

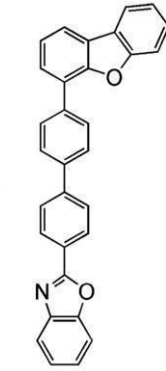
10



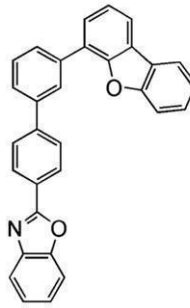
(204)



(205)

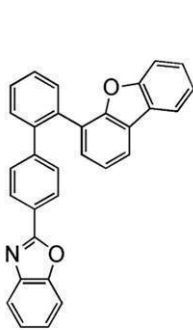


(206)

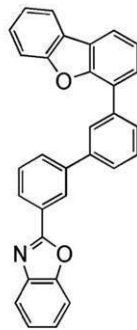


(207)

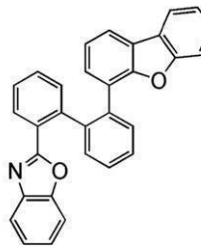
20



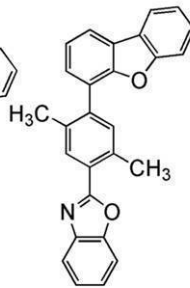
(208)



(209)



(210)

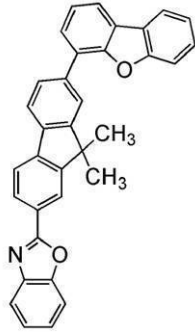


(211)

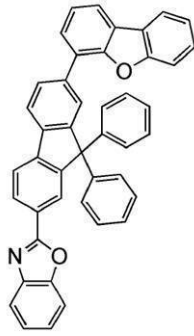
30

【 0 0 5 4 】

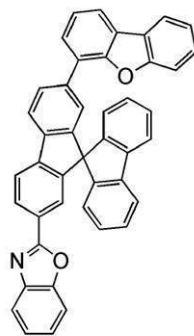
【化 1 9】



(212)

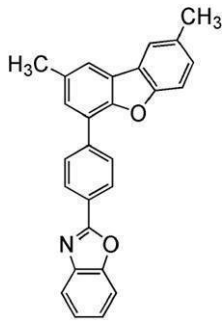


(213)

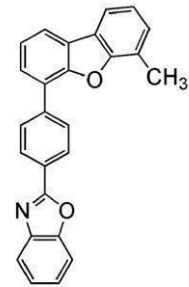


(214)

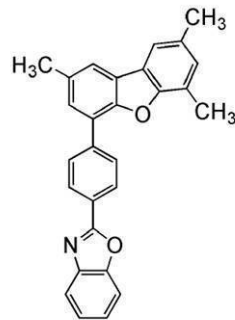
10



(215)

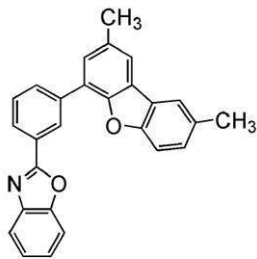


(216)

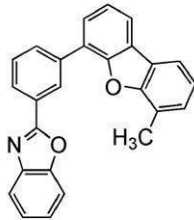


(217)

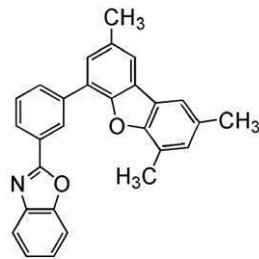
20



(218)



(219)

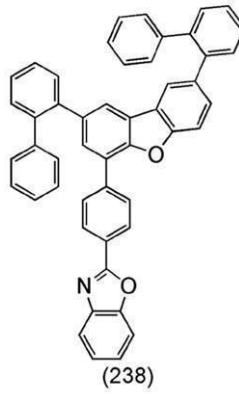
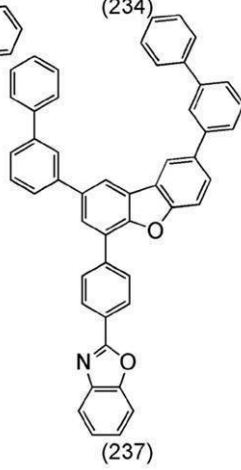
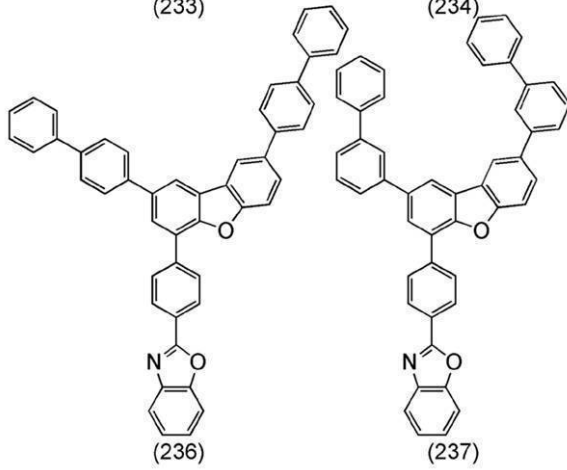
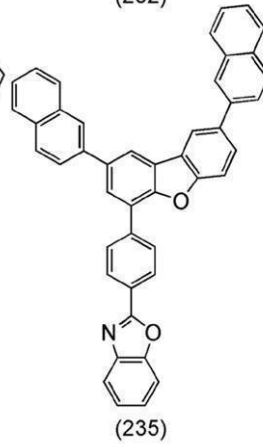
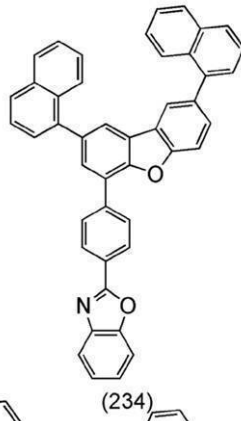
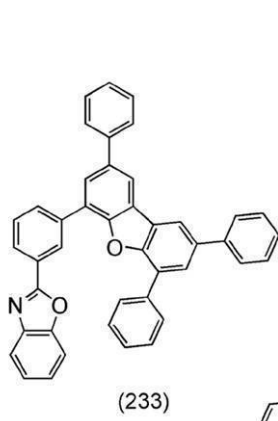
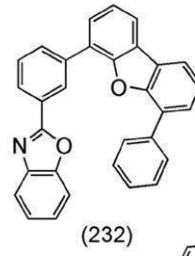
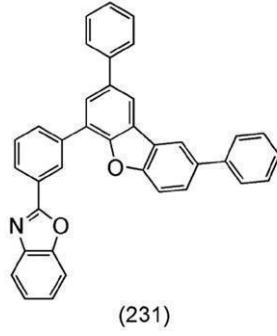
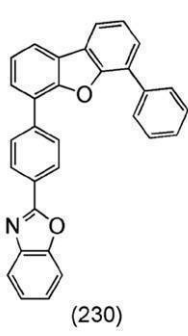


(220)

30

【 0 0 5 5 】

【化 2 1】



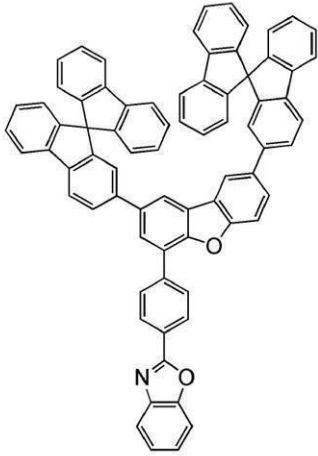
10

20

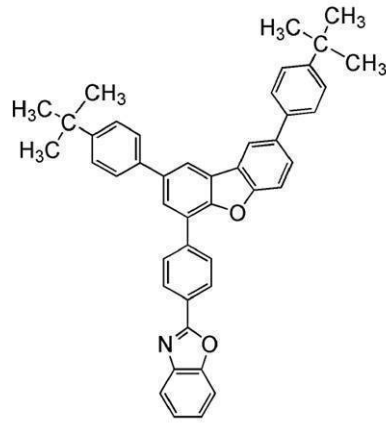
30

【 0 0 5 7 】

【化 2 3】

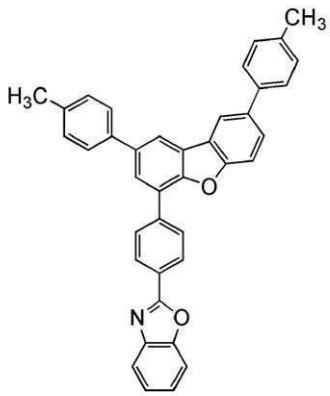


(243)

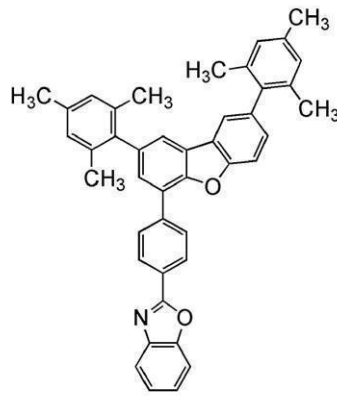


(244)

10



(245)



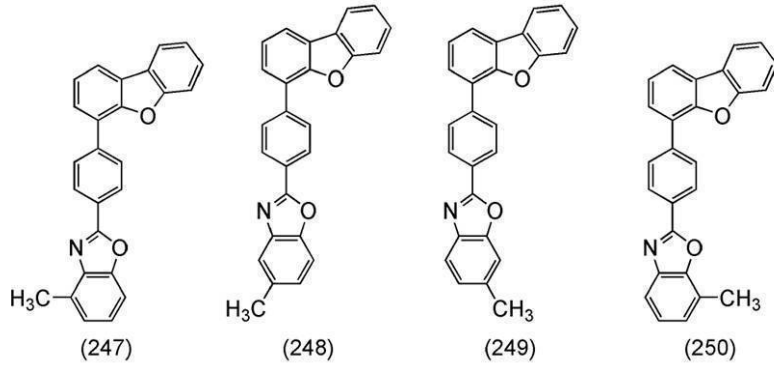
(246)

20

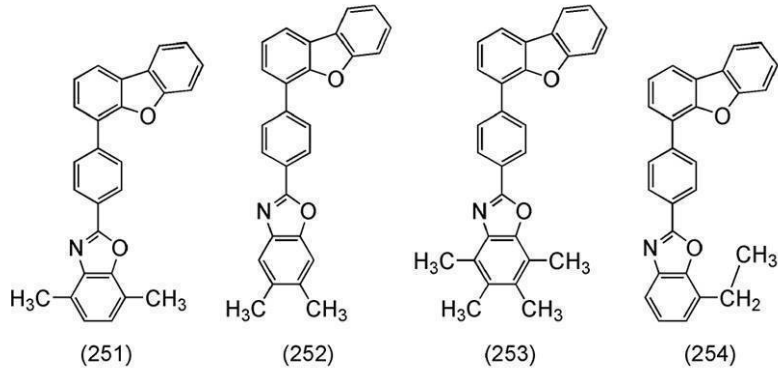
30

【 0 0 5 9 】

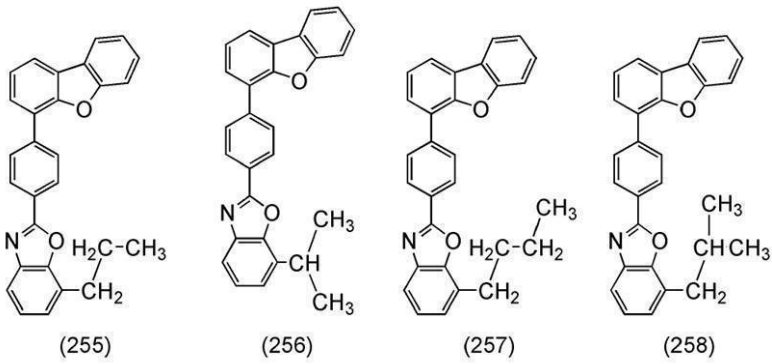
【化 2 4】



10



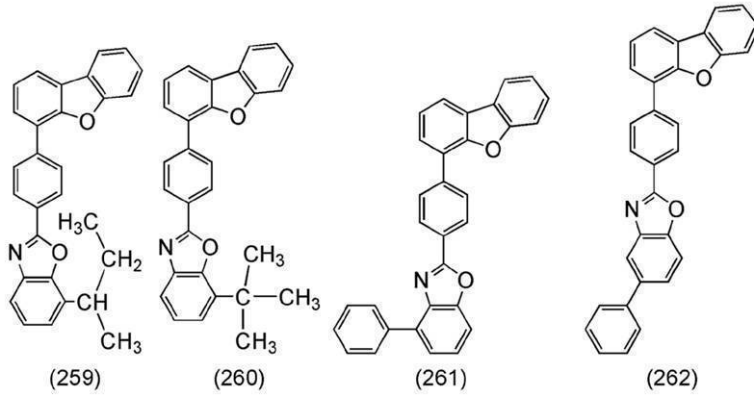
20



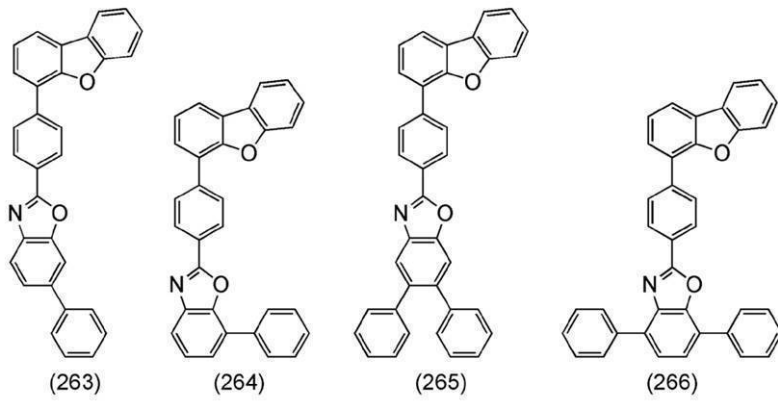
30

【 0 0 6 0 】

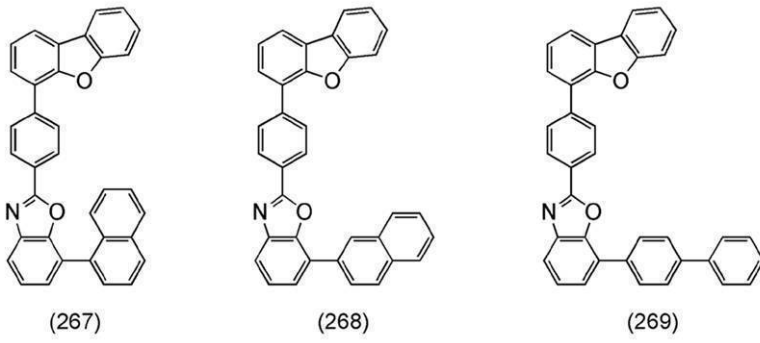
【化 2 5】



10



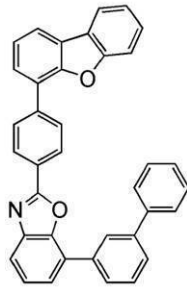
20



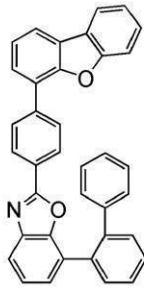
30

【 0 0 6 1 】

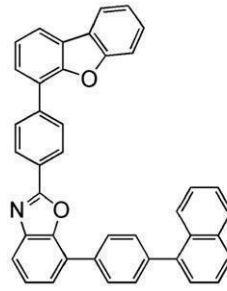
【化 2 6】



(270)

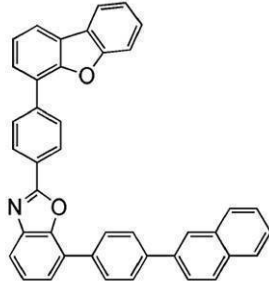


(271)

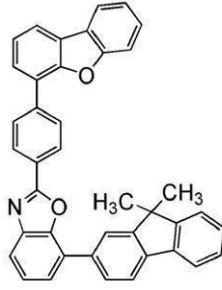


(272)

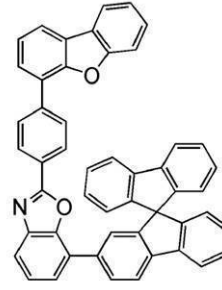
10



(273)

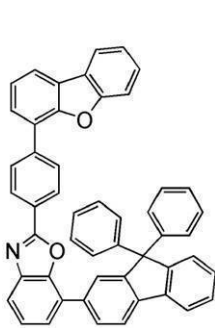


(274)

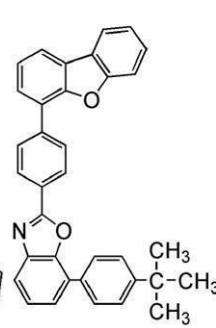


(275)

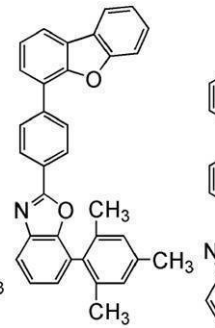
20



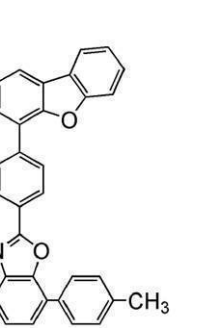
(276)



(277)



(278)



(279)

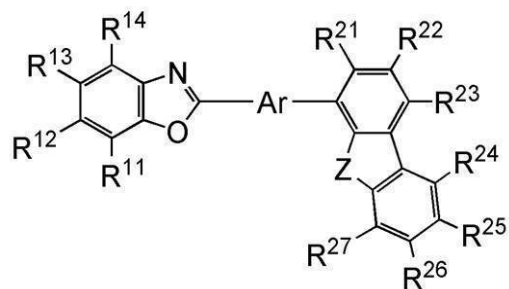
30

【 0 0 6 2】

本実施の形態のベンゾオキサゾール誘導体の合成方法としては、種々の反応の適用が可能である。例えば、下記の合成法 1 に示す合成反応を行うことによって、下記一般式 (G 1) で表される本発明のベンゾオキサゾール誘導体を合成することができる。

【 0 0 6 3】

【化 2 7】



(G1)

40

【 0 0 6 4】

合成法 1

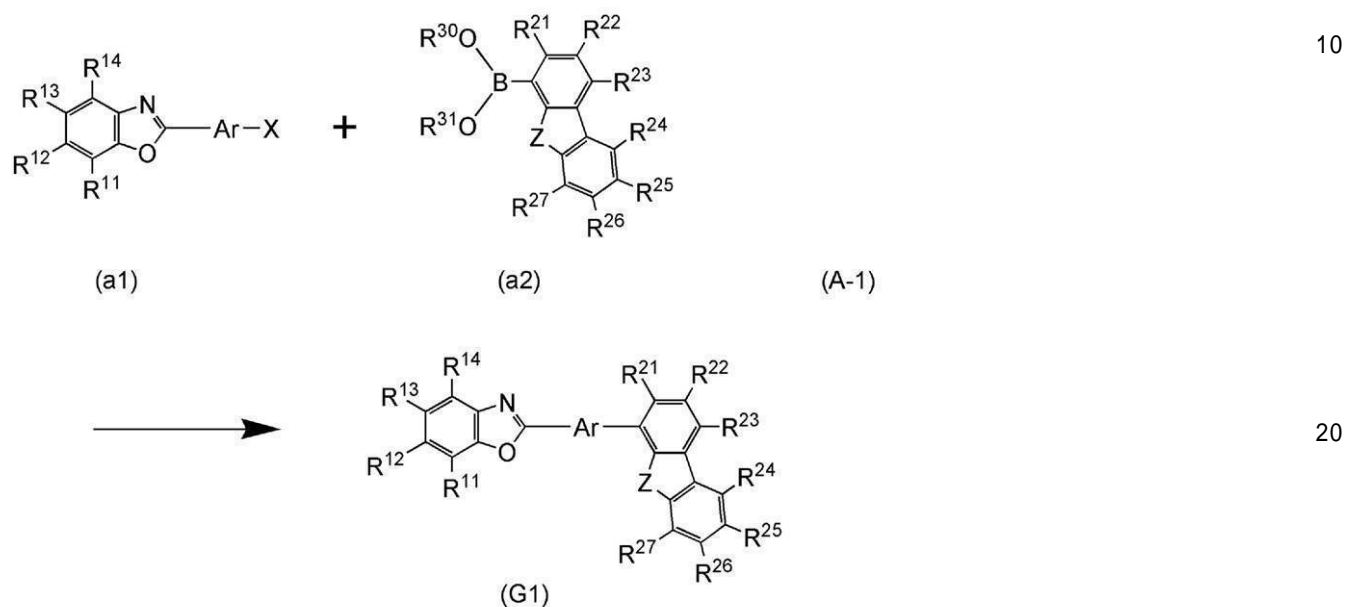
反応スキーム (A - 1) に示すように、ベンゾオキサゾール誘導体のハロゲン化物 (a 1) と、ジベンゾフラン誘導体もしくはジベンゾチオフエン誘導体の有機ホウ素化合物、ま

50

たはボロン酸 (a2) を鈴木・宮浦反応によりカップリングさせることで、目的化合物であるベンゾオキサゾール誘導体 (G1) を合成する。反応スキーム (A-1) において、 R^{30} および R^{31} は水素、炭素数 1 ~ 6 のアルキル基のいずれかを表す。 R^{30} と R^{31} は互いに結合して環を形成していても良い。特に説明の無い符号 ($R^{11} \sim R^{14}$ 、 $R^{21} \sim R^{27}$ 、Ar、Z) に関しては、先の一般式 (G1) に関する説明を参照することができる。

【0065】

【化28】



【0066】

なお、Xはハロゲンを表す。ハロゲンとしては、臭素またはヨウ素が好ましい。

【0067】

反応スキーム (A-1) における鈴木・宮浦カップリング反応では、金属触媒としてはパラジウム触媒を用いることができる。パラジウム触媒としてはパラジウム錯体とその配位子の混合物を用いることができる。

【0068】

パラジウム触媒としては、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)、ビス (トリフェニルホスフィン) パラジウム (II) ジクロライド等を用いることができる。ただし、用いることができるパラジウム触媒はこれらに限られるものではない。

【0069】

また、パラジウム触媒の配位子としては、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を用いることができる。しかし、用いることができるパラジウム触媒の配位子はこれらに限られるものではない。

【0070】

また塩基としては、ナトリウム tert-ブトキシド等の有機塩基や、炭酸カリウム、炭酸ナトリウム等の無機塩基等を用いることができる。ただし、用いることができる塩基はこれらに限られるものではない。

【0071】

また、当該反応は溶液で行うことが好ましく、溶媒としては、トルエンと水の混合溶媒、トルエンとエタノール等のアルコールと水の混合溶媒、キシレンと水の混合溶媒、キシレンとエタノール等のアルコールと水の混合溶媒、ベンゼンと水の混合溶媒、ベンゼンとエタノール等のアルコールと水の混合溶媒、エチレングリコールジメチルエーテル等のエーテル類と水の混合溶媒などを用いることができる。ただし、用いることができる溶媒は

これらに限られるものではない。また、トルエンと水、トルエンとエタノールと水の混合溶媒、またはエチレングリコールジメチルエーテル等のエーテル類と水の混合溶媒がより好ましい。

【0072】

また、この反応スキーム(A-1)に示す鈴木・宮浦カップリング反応において、(a1)で示されるハロゲン以外にもトリフラート基等を用いても良い。ただし、これらに限定されるものではない。また、反応スキーム(A-1)に示すカップリング反応としては、(a2)で示される有機ホウ素化合物またはボロン酸を用いる鈴木・宮浦反応の代わりに、有機アルミニウムや、有機ジルコニウム、有機亜鉛、有機スズ化合物等を用いるクロスカップリング反応を用いてもよい。ただし、これらに限定されるものではない。

10

【0073】

なお、反応スキーム(A-1)では、化合物(a1)のハロゲン化物またはトリフラート置換体と、化合物(a2)の有機ホウ素化合物またはボロン酸とを反応させる場合を示した。しかし、化合物(a1)を有機ホウ素化合物またはボロン酸、化合物(a2)をハロゲン化物またはトリフラート置換体として(ハロゲン化物またはトリフラート置換体と、有機ホウ素化合物またはボロン酸とを逆にして)カップリングさせても、上記一般式(G1)で表されるベンゾオキサゾール誘導体を得ることができる。

【0074】

本実施の形態で示したベンゾオキサゾール誘導体は、大きな励起エネルギーの物質である。このため、赤～緑の燐光ゲスト材料および赤～青の蛍光ゲスト材料を分散する宿主材料として、好適に用いることができる。

20

【0075】

(実施の形態2)

本実施の形態では、本発明の一態様として、実施の形態1で説明したベンゾオキサゾール誘導体を用いた発光素子について図1を用いて説明する。

【0076】

本実施の形態の発光素子は、一对の電極間に、少なくとも発光層を有するEL層を挟持して形成される。EL層は、発光層の他に複数の層を有してもよい。当該複数の層は、電極から離れたところに発光領域が形成されるように、つまり電極から離れた部位でキャリアの再結合が行われるように、キャリア注入性の高い物質やキャリア輸送性の高い物質からなる層を組み合わせて積層されたものである。当該複数の層としては、例えば、正孔注入層、正孔輸送層、電子輸送層、電子注入層など有していてもよい。

30

【0077】

図1(A)に示す本実施の形態の発光素子において、第1の電極101及び第2の電極103の一对の電極間に、EL層102が設けられている。また、EL層102は、正孔注入層111、正孔輸送層112、発光層113、電子輸送層114、電子注入層115を有している。なお、本実施の形態に示す発光素子において、基板100上に設けられた第1の電極101は陽極として機能し、第2の電極103は陰極として機能する。

【0078】

基板100は発光素子の支持体として用いられる。基板100としては、例えばガラス、石英、またはプラスチックなどを用いることができる。また可撓性基板を用いてもよい。可撓性基板とは、曲げることができる(フレキシブル)基板のことであり、例えば、ポリカーボネート、ポリアリレート、ポリエーテルスルホンからなるプラスチック基板等が挙げられる。また、フィルム(ポリプロピレン、ポリエステル、ポリフッ化ビニル、ポリ塩化ビニル等からなる)、無機蒸着フィルムなどを用いることもできる。なお、発光素子の作製工程において支持体として機能するものであれば、これら以外のものでよい。

40

【0079】

第1の電極101としては、仕事関数の大きい(具体的には4.0eV以上)金属、合金、導電性化合物、及びこれらの混合物などを用いることが好ましい。具体的には、例えば、インジウム錫酸化物(ITO: Indium Tin Oxide)、珪素若しくは酸

50

化珪素を含有したインジウム錫酸化物、インジウム亜鉛酸化物（IZO：Indium Zinc Oxide）、酸化タングステン及び酸化亜鉛を含有した酸化インジウム（IWZO）等が挙げられる。これらの導電性金属酸化物膜は、通常スパッタリング法により成膜されるが、ゾル-ゲル法などを応用して作製しても構わない。例えば、インジウム亜鉛酸化物（IZO）は、酸化インジウムに対し1～20wt%の酸化亜鉛を加えたターゲットを用いてスパッタリング法により形成することができる。また、酸化タングステン及び酸化亜鉛を含有した酸化インジウム（IWZO）は、酸化インジウムに対し酸化タングステンを0.5～5wt%、酸化亜鉛を0.1～1.5wt%含有したターゲットを用いてスパッタリング法により形成することができる。この他、金、白金、ニッケル、タングステン、クロム、モリブデン、鉄、コバルト、銅、パラジウム、または金属材料の窒化物（例えば、窒化チタン）等が挙げられる。

10

【0080】

但し、EL層102のうち、第1の電極101に接して形成される層が、後述する有機化合物と電子受容体（アクセプター）とを混合してなる複合材料を用いて形成される場合には、第1の電極101に用いる物質は、仕事関数の大小に関わらず、様々な金属、合金、導電性化合物、及びこれらの混合物などを用いることができる。例えば、アルミニウム、銀、アルミニウムを含む合金（例えば、Al-Si）等も用いることもできる。

【0081】

第1の電極101上に形成されるEL層102は、本発明の一態様であるベンゾオキサゾール誘導体を含んで形成される。EL層102の一部には公知の物質を用いることもでき、低分子系化合物及び高分子系化合物のいずれを用いることもできる。なお、EL層102を形成する物質には、有機化合物のみから成るものだけでなく、無機化合物を一部に含む構成も含めるものとする。

20

【0082】

正孔注入層111は、正孔注入性の高い物質を含む層である。正孔注入性の高い物質としては、例えば、モリブデン酸化物、チタン酸化物、バナジウム酸化物、レニウム酸化物、ルテニウム酸化物、クロム酸化物、ジルコニウム酸化物、ハフニウム酸化物、タンタル酸化物、銀酸化物、タングステン酸化物、マンガン酸化物等の金属酸化物を用いることができる。また、フタロシアニン（略称：H₂Pc）、銅（II）フタロシアニン（略称：CuPc）等のフタロシアニン系の化合物を用いることができる。

30

【0083】

また、低分子の有機化合物である4,4',4''-トリス（N,N-ジフェニルアミノ）トリフェニルアミン（略称：TDATA）、4,4',4''-トリス〔N-（3-メチルフェニル）-N-フェニルアミノ〕トリフェニルアミン（略称：MTDATA）、4,4'-ビス〔N-（4-ジフェニルアミノフェニル）-N-フェニルアミノ〕ビフェニル（略称：DPAB）、4,4'-ビス（N-〔4-〔N'-（3-メチルフェニル）-N'-フェニルアミノ〕フェニル〕-N-フェニルアミノ）ビフェニル（略称：DNTPD）、1,3,5-トリス〔N-（4-ジフェニルアミノフェニル）-N-フェニルアミノ〕ベンゼン（略称：DPA3B）、3-〔N-（9-フェニルカルバゾール-3-イル）-N-フェニルアミノ〕-9-フェニルカルバゾール（略称：PCzPCA1）、3,6-ビス〔N-（9-フェニルカルバゾール-3-イル）-N-フェニルアミノ〕-9-フェニルカルバゾール（略称：PCzPCA2）、3-〔N-（1-ナフチル）-N-（9-フェニルカルバゾール-3-イル）アミノ〕-9-フェニルカルバゾール（略称：PCzPCN1）等の芳香族アミン化合物等を用いることができる。

40

【0084】

さらに、高分子化合物（オリゴマー、 dendリマー、ポリマー等）を用いることもできる。例えば、ポリ（N-ビニルカルバゾール）（略称：PVK）、ポリ（4-ビニルトリフェニルアミン）（略称：PVTPA）、ポリ〔N-（4-〔N'-〔4-（4-ジフェニルアミノ）フェニル〕フェニル〕-N'-フェニルアミノ〕フェニル〕メタクリルアミド（略称：PTPDMA）、ポリ〔N,N'-ビス（4-ブチルフェニル）-N,N'-ビ

50

ス(フェニル)ベンジジン](略称: Poly-TPD)などの高分子化合物が挙げられる。また、ポリ(3,4-エチレンジオキシチオフエン)/ポリ(スチレンスルホン酸)(略称: PEDOT/PSS)、ポリアニリン/ポリ(スチレンスルホン酸)(略称: PANI/PSS)等の酸を添加した高分子化合物を用いることができる。

【0085】

また、正孔注入層111として、有機化合物と電子受容体(アクセプター)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、電子受容体によって有機化合物に正孔が発生するため、正孔注入性及び正孔輸送性に優れている。この場合、有機化合物は、発生した正孔の輸送に優れた材料(正孔輸送性の高い物質)であることが好ましい。

【0086】

複合材料に用いる有機化合物としては、芳香族アミン化合物、カルバゾール誘導体、芳香族炭化水素、高分子化合物(オリゴマー、 dendリマー、ポリマー等)など、種々の化合物を用いることができる。なお、複合材料に用いる有機化合物としては、正孔輸送性の高い有機化合物であることが好ましい。具体的には、 $10^{-6} \text{ cm}^2 / \text{Vs}$ 以上の正孔移動度を有する物質であることが好ましい。但し、電子よりも正孔の輸送性の高い物質であれば、これら以外のものを用いてもよい。以下では、複合材料に用いることのできる有機化合物を具体的に列挙する。

【0087】

複合材料に用いることのできる有機化合物としては、例えば、TDATA、MTDATA、DPAB、DNTPD、DPA3B、PCzPCA1、PCzPCA2、PCzPCN1、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)、N,N'-ビス(3-メチルフェニル)-N,N'-ジフェニル-[1,1'-ビフェニル]-4,4'-ジアミン(略称: TPD)、4-フェニル-4'-(9-フェニルフルオレン-9-イル)トリフェニルアミン(略称: BPAFLP)等の芳香族アミン化合物や、4,4'-ジ(N-カルバゾリル)ビフェニル(略称: CBP)、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-アントリル)フェニル]-9H-カルバゾール(略称: CzPA)、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)、1,4-ビス[4-(N-カルバゾリル)フェニル]-2,3,5,6-テトラフェニルベンゼン等のカルバゾール誘導体を用いることができる。

【0088】

また、2-tert-ブチル-9,10-ジ(2-ナフチル)アントラセン(略称: t-BuDNA)、2-tert-ブチル-9,10-ジ(1-ナフチル)アントラセン、9,10-ビス(3,5-ジフェニルフェニル)アントラセン(略称: DPPA)、2-tert-ブチル-9,10-ビス(4-フェニルフェニル)アントラセン(略称: t-BuDBA)、9,10-ジ(2-ナフチル)アントラセン(略称: DNA)、9,10-ジフェニルアントラセン(略称: DPAnth)、2-tert-ブチルアントラセン(略称: t-BuAnth)、9,10-ビス(4-メチル-1-ナフチル)アントラセン(略称: DMNA)、9,10-ビス[2-(1-ナフチル)フェニル]-2-tert-ブチルアントラセン、9,10-ビス[2-(1-ナフチル)フェニル]アントラセン、2,3,6,7-テトラメチル-9,10-ジ(1-ナフチル)アントラセン等の芳香族炭化水素化合物を用いることができる。

【0089】

さらに、2,3,6,7-テトラメチル-9,10-ジ(2-ナフチル)アントラセン、9,9'-ビアントリル、10,10'-ジフェニル-9,9'-ビアントリル、10,10'-ビス(2-フェニルフェニル)-9,9'-ビアントリル、10,10'-ビス[(2,3,4,5,6-ペンタフェニル)フェニル]-9,9'-ビアントリル、アントラセン、テトラセン、ルブレン、ペリレン、2,5,8,11-テトラ(tert-ブチル)ペリレン、ペンタセン、コロネン、4,4'-ビス(2,2-ジフェニルビニル)

10

20

30

40

50

ビフェニル（略称：DPVBi）、9,10-ビス[4-(2,2-ジフェニルビニル)フェニル]アントラセン（略称：DPVPA）等の芳香族炭化水素化合物を用いることができる。

【0090】

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）、クロラニル等の有機化合物や、遷移金属酸化物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、酸化レニウムは電子受容性が高いため好ましい。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。

10

【0091】

なお、上述したPVK、PVTPA、PTPDMA、Poly-TPD等の高分子化合物と、上述した電子受容体を用いて複合材料を形成し、正孔注入層111に用いてもよい。

【0092】

正孔輸送層112は、正孔輸送性の高い物質を含む層である。正孔輸送性の高い物質としては、低分子の有機化合物としては、NPB、TPD、4,4'-ビス[N-(9,9-ジメチルフルオレン-2-イル)-N-フェニルアミノ]ビフェニル（略称：DFLDPBi）、4,4'-ビス[N-(スピロ-9,9'-ビフルオレン-2-イル)-N-フェニルアミノ]ビフェニル（略称：BSPB）などの芳香族アミン化合物を用いることができる。ここに述べた物質は、主に10⁻⁶ cm²/Vs以上の正孔移動度を有する物質である。但し、電子よりも正孔の輸送性の高い物質であれば、これら以外のものを用いてもよい。なお、正孔輸送性の高い物質を含む層は、単層のものだけでなく、上記物質からなる層が二層以上積層したものとしてもよい。

20

【0093】

また、上述した正孔輸送性の高い物質に電子受容体を含有させた複合材料を正孔輸送層112に用いても良い。

【0094】

また、正孔輸送層112として、PVK、PVTPA、PTPDMA、Poly-TPDなどの高分子化合物を用いることもできる。

30

【0095】

発光層113は、発光物質を含む層である。発光物質としては、例えば、蛍光を発光する蛍光性化合物や、燐光を発光する燐光性化合物を用いることができる。したがって、本実施の形態では、本発明の一態様であるベンゾオキサゾール誘導体を発光層に用いる場合について説明する。なお、本発明の一態様であるベンゾオキサゾール誘導体は、発光性の高い物質（ゲスト材料）を他の物質（ホスト材料）に分散させた構成の発光層において、ホスト材料として用いることができる。なお、本発明の一態様であるベンゾオキサゾール誘導体は、三重項励起エネルギーの大きな物質であるため、ホスト材料として好適に用いることができる。

【0096】

本発明の一態様であるベンゾオキサゾール誘導体を発光層におけるホスト材料として用い、蛍光を発光する物質をゲスト材料として用いる場合には、ベンゾオキサゾール誘導体よりも最低空軌道準位（LUMO準位）が低く、最高被占有軌道準位（HOMO準位）が高い物質をゲスト材料として用いることが好ましい。例えば、青色系の発光材料として、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-(10-フェニル-9-アントリル)-4'-(9-フェニル-9H-カルバゾール-3-イル)トリフェニルアミン（略称：PCBAPA）などが挙げられる。また、緑色系の発光材料として、N-(9,10-ジフェニル-2-アントリル)-N

40

50

、9 - ジフェニル - 9H - カルバゾール - 3 - アミン (略称: 2PCAPA)、N - [9, 10 - ビス(1, 1' - ビフェニル - 2 - イル) - 2 - アントリル] - N, 9 - ジフェニル - 9H - カルバゾール - 3 - アミン (略称: 2PCABPhA)、N - (9, 10 - ジフェニル - 2 - アントリル) - N, N', N' - トリフェニル - 1, 4 - フェニレンジアミン (略称: 2DPAPA)、N - [9, 10 - ビス(1, 1' - ビフェニル - 2 - イル) - 2 - アントリル] - N, N', N' - トリフェニル - 1, 4 - フェニレンジアミン (略称: 2DPABPhA)、N - [9, 10 - ビス(1, 1' - ビフェニル - 2 - イル)] - N - [4 - (9H - カルバゾール - 9 - イル)フェニル] - N - フェニルアントラセン - 2 - アミン (略称: 2YGABPhA)、N, N, 9 - トリフェニルアントラセン - 9 - アミン (略称: DPhAPhA)などが挙げられる。また、黄色系の発光材料として、ルブレン、5, 12 - ビス(1, 1' - ビフェニル - 4 - イル) - 6, 11 - ジフェニルテトラセン (略称: BPT)などが挙げられる。また、赤色系の発光材料として、N, N, N', N' - テトラキス(4 - メチルフェニル)テトラセン - 5, 11 - ジアミン (略称: p - mPhTD)、7, 14 - ジフェニル - N, N, N', N' - テトラキス(4 - メチルフェニル)アセナフト[1, 2 - a]フルオランテン - 3, 10 - ジアミン (略称: p - mPhAFD)などが挙げられる。

10

【0097】

また、発光層113に用いることができる燐光性化合物としては、例えば、緑色系の発光材料として、トリス(2 - フェニルピリジナト - N, C^{2'})イリジウム(III) (略称: Ir(ppy)₃)、ビス(2 - フェニルピリジナト - N, C^{2'})イリジウム(III)アセチルアセトナート (略称: Ir(ppy)₂(acac))、ビス(1, 2 - ジフェニル - 1H - ベンゾイミダゾラト)イリジウム(III)アセチルアセトナート (略称: Ir(pbi)₂(acac))、ビス(ベンゾ[h]キノリナト)イリジウム(III)アセチルアセトナート (略称: Ir(bzq)₂(acac))、トリス(ベンゾ[h]キノリナト)イリジウム(III) (略称: Ir(bzq)₃)などが挙げられる。また、黄色系の発光材料として、ビス(2, 4 - ジフェニル - 1, 3 - オキサゾラト - N, C^{2'})イリジウム(III)アセチルアセトナート (略称: Ir(dpo)₂(acac))、ビス[2 - (4' - パーフオロフェニルフェニル)ピリジナト]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, C^{2'})イリジウム(III)アセチルアセトナート (略称: Ir(bt)₂(acac))、(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) - 5 - メチルピラジナト]イリジウム(III) (略称: Ir(Fdppr-Me)₂(acac))、(アセチルアセトナート)ビス{2 - (4 - メトキシフェニル) - 3, 5 - ジメチルピラジナト}イリジウム(III) (略称: Ir(dmmopprr)₂(acac))などが挙げられる。また、橙色系の発光材料として、トリス(2 - フェニルキノリナト - N, C^{2'})イリジウム(III) (略称: Ir(pq)₃)、ビス(2 - フェニルキノリナト - N, C^{2'})イリジウム(III)アセチルアセトナート (略称: Ir(pq)₂(acac))、(アセチルアセトナート)ビス(3, 5 - ジメチル - 2 - フェニルピラジナト)イリジウム(III) (略称: Ir(mppr-Me)₂(acac))、(アセチルアセトナート)ビス(5 - イソプロピル - 3 - メチル - 2 - フェニルピラジナト)イリジウム(III) (略称: Ir(mppr-iPr)₂(acac))などが挙げられる。また、赤色系の発光材料として、ビス[2 - (2' - ベンゾ[4, 5 -]チエニル)ピリジナト - N, C^{3'}]イリジウム(III)アセチルアセトナート (略称: Ir(btp)₂(acac))、ビス(1 - フェニルイソキノリナト - N, C^{2'})イリジウム(III)アセチルアセトナート (略称: Ir(pi q)₂(acac))、(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(Fd pq)₂(acac))、(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))、(ジピバロイルメタナト)ビス(2, 3, 5 - トリフェニルピラジナト)イリジウム(III) (略称: Ir(t

20

30

40

50

ppr)₂(dpm))、2, 3, 7, 8, 12, 13, 17, 18 - オクタエチル - 2
1H, 23H - ポルフィリン白金 (I I) (略称: PtOEP) 等の有機金属錯体が挙げ
られる。また、トリス (アセチルアセトナト) (モノフェナントロリン) テルビウム (I
I I) (略称: Tb(acac)₃(Phen))、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 (I I I) (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 (I I I) (略称: Eu(TTA
)₃(Phen)) 等の希土類金属錯体は、希土類金属イオンからの発光 (異なる多重度
間の電子遷移) であるため、燐光性化合物として用いることができる。

【0098】

また、発光物質として高分子化合物を用いることができる。具体的には、青色系の発光材
料として、ポリ (9, 9 - ジオクチルフルオレン - 2, 7 - ジイル) (略称: PFO)、
ポリ [(9, 9 - ジオクチルフルオレン - 2, 7 - ジイル) - co - (2, 5 - ジメトキシ
シベンゼン - 1, 4 - ジイル)] (略称: PF-DMOP)、ポリ { (9, 9 - ジオクチ
ルフルオレン - 2, 7 - ジイル) - co - [N, N' - ジ - (p - ブチルフェニル) - 1
, 4 - ジアミノベンゼン] } (略称: TAB-PFH) などが挙げられる。また、緑色系
の発光材料として、ポリ (p - フェニレンビニレン) (略称: PPV)、ポリ [(9, 9
- ジヘキシルフルオレン - 2, 7 - ジイル) - alt - co - (ベンゾ [2, 1, 3] チ
アジアゾール - 4, 7 - ジイル)] (略称: PFBT)、ポリ [(9, 9 - ジオクチル -
2, 7 - ジビニレンフルオレニレン) - alt - co - (2 - メトキシ - 5 - (2 - エチ
ルヘキシロキシ) - 1, 4 - フェニレン)] などが挙げられる。また、橙色 ~ 赤色系の発
光材料として、ポリ [2 - メトキシ - 5 - (2' - エチルヘキソキシ) - 1, 4 - フェニ
レンビニレン] (略称: MEH-PPV)、ポリ (3 - ブチルチオフェン - 2, 5 - ジイ
ル) (略称: R4-PAT)、ポリ { [9, 9 - ジヘキシル - 2, 7 - ビス (1 - シアノ
ビニレン) フルオレニレン] - alt - co - [2, 5 - ビス (N, N' - ジフェニルア
ミノ) - 1, 4 - フェニレン] }、ポリ { [2 - メトキシ - 5 - (2 - エチルヘキシロキ
シ) - 1, 4 - ビス (1 - シアノビニレンフェニレン)] - alt - co - [2, 5 - ビ
ス (N, N' - ジフェニルアミノ) - 1, 4 - フェニレン] } (略称: CN-PPV-D
PD) などが挙げられる。

【0099】

本発明の一態様のベンゾオキサゾール誘導体は、発光層 113 のホスト材料として好適に
用いることができる。しかし、ホスト材料は本発明の一態様のベンゾオキサゾール誘導体
のみに限られず、ホスト材料は複数種用いることができる。すなわち本発明の一態様のベ
ンゾオキサゾール誘導体と他のホスト材料とを混合して用いてもよいし、積層して用いて
もよい。例えば、結晶化を抑制するためにルブレン等の結晶化を抑制する物質をさらに添
加してもよい。また、ゲスト材料へのエネルギー移動をより効率良く行うために、NPB
、トリス (8 - キノリノラト) アルミニウム (I I I) (略称: Alq)、あるいは 4 -
フェニル - 4' - (9 - フェニル - 9H - カルバゾール - 3 - イル) トリフェニルアミン
(略称: PCBA1BP) をさらに添加してもよい。

【0100】

ゲスト材料をホスト材料に分散させた構成とすることにより、発光層 113 の結晶化を抑
制することができる。また、ゲスト材料の濃度が増大することによる濃度消光を抑制する
ことができる。

【0101】

電子輸送層 114 は、電子輸送性の高い物質を含む層である。電子輸送性の高い物質とし
ては、例えば、トリス (8 - キノリノラト) アルミニウム (略称: Alq)、トリス (4
- メチル - 8 - キノリノラト) アルミニウム (略称: Almq₃)、ビス (10 - ヒドロ
キシベンゾ [h] キノリノラト) ベリリウム (略称: BeBq₂)、ビス (2 - メチル - 8
- キノリノラト) (4 - フェニルフェノラト) アルミニウム (略称: BA1q) など、キ
ノリン骨格またはベンゾキノリン骨格を有する金属錯体等が挙げられる。また、この他ビ

10

20

30

40

50

ス〔2-(2-ヒドロキシフェニル)ベンゾオキサゾラト〕亜鉛(略称: 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)などのオキサゾール系、チアゾール系配位子を有する金属錯体なども用いることができる。さらに、金属錯体以外にも、2-(4-ピフェニル)-5-(4-tert-ブチルフェニル)-1,3,4-オキサジアゾール(略称: PBD)や、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-ピフェニル)-4-フェニル-5-(4-tert-ブチルフェニル)-1,2,4-トリアゾール(略称: TAZ)、パソフェナントロリン(略称: BPhen)、パソキプロイン(略称: BCP)なども用いることができる。ここに述べた物質は、主に $10^{-6} \text{ cm}^2 / \text{Vs}$ 以上の電子移動度を有する物質である。また、電子輸送層は、単層のものだけでなく、上記物質からなる層が二層以上積層したものとしてもよい。

10

【0102】

なお、本発明の一態様であるベンゾオキサゾール誘導体は電子輸送性を持つため、電子輸送層にも用いることができる。

【0103】

電子注入層115は、電子注入性の高い物質を含む層である。電子注入層115には、リチウム、セシウム、カルシウム、フッ化リチウム、フッ化セシウム、フッ化カルシウム、リチウム酸化物等のような元素周期表の第1族または第2族に属する元素、またはそれらの化合物を用いることができる。また、フッ化エルビウムのような希土類金属化合物を用いることができる。また、上述した電子輸送層114を構成する物質を用いることもできる。

20

【0104】

あるいは、電子注入層115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、電子注入性及び電子輸送性に優れている。この場合、有機化合物としては、発生した電子の輸送に優れた材料であることが好ましく、具体的には、例えば上述した電子輸送層114を構成する物質(金属錯体や複素芳香族化合物等)を用いることができる。電子供与体としては、有機化合物に対し電子供与性を示す物質であればよい。具体的には、元素周期表の第1族または第2族に属する元素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、カルシウム等が挙げられる。また、元素周期表の第1族または第2族に属する元素の酸化物が好ましく、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、エルビウム、イッテルビウム等の金属や、酸化マグネシウムのようなルイス塩基を用いることもできる。また、テトラチアフルバレン(略称: TTF)等の有機化合物を用いることもできる。

30

【0105】

なお、上述した正孔注入層111、正孔輸送層112、発光層113、電子輸送層114、電子注入層115は、それぞれ、蒸着法(真空蒸着法を含む)、インクジェット法、塗布法等の方法で形成することができる。

【0106】

第2の電極103は、第2の電極103が陰極として機能する際は仕事関数の小さい(好ましくは 3.8 eV 以下)金属、合金、導電性化合物、及びこれらの混合物などを用いて形成することが好ましい。具体的には、元素周期表の第1族または第2族に属する元素、すなわちリチウム、セシウム、マグネシウム、カルシウム、ストロンチウム等、及びこれらを含む合金(例えば、Mg-Ag、Al-Li)、ユーロピウム、イッテルビウム等の希土類金属及びこれらを含む合金の他、アルミニウムや銀などを用いることができる。

40

【0107】

但し、EL層102のうち、第2の電極103に接して形成される層が、上述する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る場合には、仕事関数の大小に関わらず、アルミニウム、銀、ITO、珪素若しくは酸化珪素を含有したインジウム

50

錫酸化物等様々な導電性材料を用いることができる。

【0108】

なお、第2の電極103を形成する場合には、真空蒸着法やスパッタリング法を用いることができる。また、銀ペーストなどを用いる場合には、塗布法やインクジェット法などを用いることができる。

【0109】

上述した発光素子は、第1の電極101と第2の電極103との間に与えた電位差により電流が流れ、EL層102において正孔と電子とが再結合することにより発光する。そして、この発光は、第1の電極101または第2の電極103のいずれか一方または両方を通して外部に取り出される。従って、第1の電極101または第2の電極103のいずれか一方、または両方が可視光に対する透光性を有する電極となる。

10

【0110】

なお、第1の電極101と第2の電極103との間に設けられる層の構成は、上記のものに限定されない。発光領域と金属とが近接することによって生じる消光を防ぐように、第1の電極101及び第2の電極103から離れた部位に正孔と電子とが再結合する発光領域を設けた構成であれば上記以外のものでもよい。

【0111】

つまり、層の積層構造については特に限定されず、電子輸送性の高い物質、正孔輸送性の高い物質、電子注入性の高い物質、正孔注入性の高い物質、バイポーラ性（電子及び正孔の輸送性の高い物質）の物質、または正孔ブロック材料等から成る層を、発光層と自由に組み合わせて構成すればよい。

20

【0112】

図1(B)に示す発光素子は、基板100上において、第1の電極101及び第2の電極103の一对の電極間に、EL層102が設けられている。EL層102は、正孔注入層111、正孔輸送層112、発光層113、電子輸送層114、電子注入層115を有している。図1(B)における発光素子は、基板100上に、陰極として機能する第2の電極103と、第2の電極103上に順に積層した電子注入層115、電子輸送層114、発光層113、正孔輸送層112、正孔注入層111と、さらにその上に設けられた陽極として機能する第1の電極101から構成されている。

【0113】

以下、具体的な発光素子の形成方法を示す。

30

【0114】

本実施の形態の発光素子は一对の電極間にEL層が挟持される構造となっている。電極（第1の電極及び第2の電極）、及びEL層は液滴吐出法（インクジェット法）、スピコート法、印刷法などの湿式法を用いて形成してもよく、真空蒸着法、CVD法、スパッタリング法などの乾式法を用いて形成してもよい。湿式法を用いれば、大気圧下で形成することができるため、簡易な装置及び工程で形成することができ、工程が簡略化し、生産性が向上するという効果がある。一方乾式法は、材料を溶解させる必要がないために溶液に難溶の材料も用いることができ、材料の選択の幅が広い。

【0115】

発光素子を構成する薄膜のすべての形成を湿式法で行ってもよい。この場合、湿式法で必要な設備のみで発光素子を作製することができる。また、発光層を形成するまでの積層を湿式法で行い、発光層上に積層する電子輸送層などの機能層や第1の電極などを乾式法により形成してもよい。さらに、発光層を形成する前の第2の電極や機能層を乾式法により形成し、発光層、及び発光層上に積層する機能層や第1の電極を湿式法によって形成してもよい。もちろん、本実施の形態はこれに限定されず、用いる材料や必要とされる膜厚、界面状態によって適宜湿式法と乾式法を選択し、組み合わせて発光素子を作製することができる。

40

【0116】

以上のように、本発明の一態様のベンゾオキサゾール誘導体を用いて発光素子が作製され

50

る。本発明の一態様では、電流効率の高い発光素子を実現することができる。

【0117】

また、このようにして得られた本発明の一態様の発光素子を用いた発光装置（画像表示デバイス）は低消費電力を実現できる。

【0118】

なお、本実施の形態で示した発光素子を用いて、面状の発光装置や、パッシブマトリクス型の発光装置や、薄膜トランジスタ（TFT）によって発光素子の駆動が制御されたアクティブマトリクス型の発光装置を作製することができる。

【0119】

本実施の形態は、他の実施の形態と適宜組み合わせる用いることができる。

10

【0120】

（実施の形態3）

本実施の形態は、EL層を複数有する発光素子（以下、積層型素子という）について、図2を参照して説明する。この発光素子は、第1の電極201と第2の電極203との間に、複数のEL層を有する積層型発光素子である。なお、本実施の形態では、EL層が2層および3層の場合について示すが、4層以上としても良い。

【0121】

図2（A）において、第1の電極201と第2の電極203との間には、第1のEL層211と第2のEL層212が積層されている。本実施の形態において、第1の電極201は陽極として機能する電極であり、第2の電極203は陰極として機能する電極である。なお、第1の電極201と第2の電極203は実施の形態2と同様なものを適用することができる。また、第1のEL層211と第2のEL層212は同じ構成であっても異なる構成であっても良い。また、第1のEL層211と、第2のEL層212は、その構成として、実施の形態2と同様なものを適用しても良いし、いずれかが異なる構成であっても良い。

20

【0122】

また、第1のEL層211と第2のEL層212の間には、電荷発生層213が設けられている。電荷発生層213は、第1の電極201と第2の電極203に電圧を印加したときに、一方のEL層に電子を注入し、他方のEL層に正孔を注入する機能を有する。本実施の形態の場合には、第1の電極201に第2の電極203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213から第1のEL層211に電子が注入され、第2のEL層212に正孔が注入される。

30

【0123】

なお、電荷発生層213は、光の取り出し効率の点から、可視光に対する透光性を有することが好ましい。また、電荷発生層213は、第1の電極201や第2の電極203よりも低い導電率であっても機能する。

【0124】

電荷発生層213は、正孔輸送性の高い有機化合物と電子受容体（アクセプター）とを含む構成であっても、電子輸送性の高い有機化合物と電子供与体（ドナー）とを含む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、電子受容体や電子供与体は、少なくとも電界のアシストにより電子を授受するものであればよい。

40

【0125】

正孔輸送性の高い有機化合物と電子受容体とを含む構成とする場合において、正孔輸送性の高い有機化合物としては、NPBやTPD、TDATA、MTDATA、4,4'-ビス[N-(スピロ-9,9'-ピフルオレン-2-イル)-Nフェニルアミノ]ピフェニル（略称：BSPB）などの芳香族アミン化合物等を用いることができる。ここに述べた物質は、主に $10^{-6} \text{ cm}^2 / \text{Vs}$ 以上の正孔移動度を有する物質である。但し、電子よりも正孔の輸送性の高い有機化合物であれば、上記以外の物質を用いても構わない。

【0126】

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

50

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、遷移金属酸化物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、酸化レニウムは電子受容性が高いため好ましい。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。

【0127】

一方、電子輸送性の高い有機化合物と電子供与体とを含む構成とする場合において、電子輸送性の高い有機化合物としては、例えば、Alq、Almq₃、BeBq₂、BALqなど、キノリン骨格またはベンゾキノリン骨格を有する金属錯体等を用いることができる。また、Zn(BOX)₂、Zn(BTZ)₂などのオキサゾール系、チアゾール系配位子を有する金属錯体なども用いることができる。さらに、金属錯体以外にも、PBDやOXD-7、TAZ、BPhen、BCPなども用いることができる。ここに述べた物質は、主に10⁻⁶ cm²/Vs以上の電子移動度を有する物質である。なお、正孔よりも電子の輸送性の高い有機化合物であれば、上記以外の物質を用いても構わない。

10

【0128】

また、電子供与体としては、元素周期表の第1族または第2族に属する元素、希土類金属、または元素周期表における第13族に属する金属及びその酸化物、炭酸塩などを用いることができる。具体的には、リチウム、セシウム、マグネシウム、カルシウム、イッテルビウム、インジウム、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、テトラシ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。

20

【0129】

なお、上述した材料を用いて電荷発生層213を形成することにより、EL層が積層された場合における、余分な駆動電圧の上昇を抑制することができる。

【0130】

図2(A)では、2つのEL層を有する発光素子について説明したが、同様に、図2(B)に示すように、3つ以上のEL層を積層した発光素子も適用することが可能である。本実施の形態に係る発光素子のように、一对の電極間に複数のEL層（第1から第nのEL層212）を電荷発生層213で仕切って配置することで、電流密度を低く保ったまま、高輝度で発光する長寿命素子を実現できる。

30

【0131】

また、それぞれのEL層の発光色を異なるものにするすることで、発光素子全体として、所望の色の発光を得ることができる。例えば、2つのEL層を有する発光素子において、第1のEL層の発光色と第2のEL層の発光色を補色の関係になるようにすることで、発光素子全体として白色発光する発光素子を得ることも可能である。なお、補色とは、混合すると無彩色になる色同士の間隔をいう。つまり、補色の関係にある色を発光する物質から得られた光を混合すると、白色発光を得ることができる。また、3つのEL層を有する発光素子の場合でも同様であり、例えば、第1のEL層の発光色が赤色であり、第2のEL層の発光色が緑色であり、第3のEL層の発光色が青色である場合、発光素子全体としては、白色発光を得ることができる。

40

【0132】

なお、本実施の形態は、他の実施の形態と適宜組み合わせることが可能である。

【0133】

（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素子を有する発光装置であって、主に照明装置に用いることができる発光装置について、図3を用いて説明する。なお、図3(A)は、発光装置300を示す上面図、図3(B)は図3(A)をA-Bで切断した断面図である。

【0134】

図3(A)および(B)に示す発光装置300は、第1の基板301上に、第1の電極3

50

05、EL層306、および第2の電極307を含む発光素子308を有する。発光素子308には、本発明の一態様である発光素子を用いる。

【0135】

図3(B)に示すように第1の端子303は補助配線310および第1の電極305に電氣的に接続されている。また、第2の端子304は第2の電極307と電氣的に接続されている。また第1の電極305の端部、および補助配線310上に積層した第1の電極305の凸部上には、絶縁層309が形成されている。なお、図3(B)においては、補助配線310の上に第1の電極305が形成されているが、第1の電極305の上に補助配線310が形成されていてもよい。

【0136】

また、第1の基板301と第2の基板302はシール材312によって接着されている。また、第1の基板301と第2の基板302との間には、乾燥剤311を有する。

【0137】

さらに、屈折率の高い第1の電極305とそれより屈折率が低い第1の基板301との間に微細な凹凸構造をもつ光取り出し構造313aを設け、第1の基板301と大気との間に光取り出し構造313aよりも大きな凹凸構造をもつ光取り出し構造313bを設ける。なお、このような光取り出し構造は、図3(B)のように第1の基板301の上部および下部の両方に設けてもよいし、片方のみでもよい。

【0138】

図3(B)に示す発光装置は、発光素子308からの発光を発光素子308の第1の電極305側から取り出す、いわゆるボトムエミッション型の発光装置であるが、図3(C)に示すように、発光素子308の第2の電極307側から光を取り出すトップエミッション型の発光装置としてもよい。

【0139】

トップエミッション型の発光装置300は、第1の基板301上に、第1の電極305、EL層306、および第2の電極307を含む発光素子308を有する。

【0140】

図3(C)に示すように第1の端子303は第1の電極305に電氣的に接続され、第2の端子304は第2の電極307と電氣的に接続されている。また、第1の電極305の端部には、絶縁層309が形成されている。また、第2の電極307上に補助配線310が形成されている。

【0141】

また、第1の基板301と第2の基板302はシール材312によって接着されている。また、第1の基板301と第2の基板302との間には、乾燥剤311を有する。なお、乾燥剤311は、EL層306が第1の電極305と第2の電極307の両方と同時に接触する領域として定義される発光エリアと重なり合わないよう配置するか、透明なものを用いることが好ましい。

【0142】

また、発光素子308上には、光取り出し構造313aが設けられている。

【0143】

なお、図3(A)に示す発光装置300の形状は八角形であるが、その他の多角形または曲線をもつ形状としてもよく、特に、三角形、四角形、六角形などが好ましい。三角形、四角形、六角形の発光装置300の場合、限られた面積に複数の発光装置300を隙間無く設けることができるためである。

【0144】

以上のようにして、本発明の一態様である発光素子を有する発光装置を得ることができる。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。

【0145】

(実施の形態5)

10

20

30

40

50

本実施の形態では、本発明の一態様の、発光素子を有する発光装置について図4を用いて説明する。なお、図4(A)は、発光装置を示す上面図、図4(B)は図4(A)をA-B及びC-Dで切断した断面図である。

【0146】

図4(A)において、点線で示された401は駆動回路部(ソース側駆動回路)、402は画素部、403は駆動回路部(ゲート側駆動回路)である。また、404は封止基板、405はシール材であり、シール材405で囲まれた内側は、空間になっている。

【0147】

なお、図4(B)における引き回し配線408はソース側駆動回路401及びゲート側駆動回路403に入力される信号を伝送するための配線であり、外部入力端子となるFPC(フレキシブルプリントサーキット)409からビデオ信号、クロック信号、スタート信号、リセット信号等を受け取る。なお、ここではFPCしか図示されていないが、このFPCにはプリント配線基板(PWB)が取り付けられていても良い。本明細書における発光装置には、発光装置本体だけでなく、それにFPCまたはPWBが取り付けられた状態をも含むものとする。

10

【0148】

次に、断面構造について図4(B)を用いて説明する。素子基板410上には駆動回路部及び画素部が形成されているが、ここでは、駆動回路部であるソース側駆動回路401と、画素部402中の一つの画素が示されている。

【0149】

なお、ソース側駆動回路401にはnチャンネル型TFT423とpチャンネル型TFT424とを組み合わせたCMOS回路が形成される。また、駆動回路は、TFTで形成される種々のCMOS回路、PMOS回路またはNMOS回路で形成しても良い。また、本実施の形態では、基板上に駆動回路を形成したドライバー体型を示すが、駆動回路を基板上ではなく外部に形成することもできる。

20

【0150】

また、画素部402はスイッチング用TFT411と、電流制御用TFT412とそのドレインに電気的に接続された第1の電極413とを含む複数の画素により形成される。なお、第1の電極413の端部を覆って絶縁物414が形成されている。ここでは、ポジ型の感光性アクリル樹脂膜を用いることにより形成する。

30

【0151】

また、EL層416の被覆性を良好なものとするため、絶縁物414の上端部または下端部に曲率を有する曲面が形成されるようにする。例えば、絶縁物414の材料としてポジ型の感光性アクリルを用いた場合、絶縁物414の上端部のみに曲率半径 $0.2\mu\text{m} \sim 3\mu\text{m}$ を有する曲面を持たせることが好ましい。また、絶縁物414として、光の照射によってエッチャントに不溶解性となるネガ型の感光性樹脂、或いは光の照射によってエッチャントに溶解性となるポジ型の感光性樹脂のいずれも使用することができる。

【0152】

第1の電極413上には、EL層416、及び第2の電極417がそれぞれ形成され、発光素子418が形成される。ここで、陽極として機能する第1の電極413に用いる材料としては、仕事関数の大きい材料を用いることが望ましい。例えば、ITO膜、または珪素を含有したインジウム錫酸化物膜、 $2 \sim 20\text{wt}\%$ の酸化亜鉛を含む酸化インジウム膜、窒化チタン膜、クロム膜、タングステン膜、亜鉛膜、プラチナ膜などの単層膜の他、窒化チタン膜とアルミニウムを主成分とする膜との積層、窒化チタン膜とアルミニウムを主成分とする膜と窒化チタン膜との3層構造等を用いることができる。なお、EL層416とオーミックコンタクトを取れる材料を第1の電極413として用い、第1の電極413と電流制御用TFT412とを低抵抗の材料を用いて接続することで、オーミックコンタクトを取りかつ配線の抵抗を低くすることができる。

40

【0153】

また、EL層416は、蒸着マスクを用いた蒸着法、インクジェット法などの液滴吐出法

50

、印刷法、スピンコート法等の種々の方法によって形成される。EL層416は、実施の形態1で示したベンゾオキサゾール誘導体を含んでいる。また、EL層416を構成する他の材料としては、低分子材料、オリゴマー、 dendrimer、または高分子材料であっても良い。

【0154】

さらに、EL層416上に形成され、陰極として機能する第2の電極417に用いる材料としては、仕事関数の小さい材料（アルミニウム（Al）、マグネシウム（Mg）、リチウム（Li）、カルシウム（Ca）、またはこれらの合金や化合物である、マグネシウム-銀（Mg-Ag）、マグネシウム-インジウム（Mg-In）、アルミニウム-リチウム（Al-Li）等）を用いることが好ましい。なお、EL層416で生じた光が第2の電極417を透過するためには、第2の電極417として、膜厚を薄くした金属薄膜と、透明導電膜（ITO、2~20wt%の酸化亜鉛を含む酸化インジウム、珪素若しくは酸化珪素を含有したインジウム錫酸化物、酸化亜鉛等）との積層を用いるのが良い。

10

【0155】

さらにシール材405で封止基板404を素子基板410と貼り合わせることにより、素子基板410、封止基板404、及びシール材405で囲まれた空間407が生じる。なお、空間407には、充填材または不活性気体が充填されており、充填剤としてシール材405を用いる場合もある。

【0156】

なお、シール材405にはエポキシ系樹脂を用いるのが好ましい。また、封止基板404に用いる材料としてガラス基板や石英基板の他、FRP（Fiberglass-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樹脂等からなるプラスチック基板を用いることができる。また、これらの材料はできるだけ水分や酸素を透過しない材料であることが望ましい。

20

【0157】

以上のようにして、本発明の一態様の発光素子を有する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。

【0158】

また、本発明の発光素子は、上述したアクティブマトリクス型の発光装置のみならずパッシブマトリクス型の発光装置に用いることもできる。図5に本発明の発光素子を用いたパッシブマトリクス型の発光装置の斜視図及び断面図を示す。なお、図5(A)は、発光装置を示す斜視図、図5(B)は図5(A)をX-Yで切断した断面図である。

30

【0159】

図5において、基板501上の第1の電極502と第2の電極503との間にはEL層504が設けられている。第1の電極502の端部は絶縁層505で覆われている。そして、絶縁層505上には隔壁層506が設けられている。隔壁層506の側壁は、基板面に近くなるに伴って、一方の側壁と他方の側壁との間隔が狭くなるような傾斜を有する。つまり、隔壁層506の短辺方向の断面は、台形状であり、底辺（絶縁層505の面と平行で、かつ、絶縁層505と接する辺）の方が上辺（絶縁層505の面と平行で、かつ絶縁層505と接しない辺）よりも短い。このように、隔壁層506を設けることで、クロストーク等に起因した発光素子の不良を防ぐことができる。

40

【0160】

以上により、本発明の一態様の発光素子を有するパッシブマトリクス型の発光装置を得ることができる。

【0161】

なお、本実施の形態で示した発光装置は、いずれも本発明の一態様の発光素子を用いて形成されることから、低消費電力な発光装置とすることができる。

【0162】

なお、本実施の形態は、他の実施の形態と適宜組み合わせることが可能である。

【0163】

50

(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装置を用いて完成させた様々な電子機器及び照明器具の一例について、図6乃至図8を用いて説明する。

【0164】

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、また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。これらの電子機器および照明器具の具体例を図6に示す。

【0165】

図6(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6100は、筐体6101に表示部6103が組み込まれている。表示部6103により、映像を表示することが可能であり、本発明の一態様の発光装置を表示部6103に用いることができる。また、ここでは、スタンド6105により筐体6101を支持した構成を示している。

【0166】

テレビジョン装置6100の操作は、筐体6101が備える操作スイッチや、別体のリモコン操作機6110により行うことができる。リモコン操作機6110が備える操作キー6109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6103に表示される映像を操作することができる。また、リモコン操作機6110に、当該リモコン操作機6110から出力する情報を表示する表示部6107を設ける構成としてもよい。

【0167】

なお、テレビジョン装置6100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または無線による通信ネットワークに接続することにより、一方向(送信者から受信者)または双方向(送信者と受信者間、あるいは受信者間同士など)の情報通信を行うことも可能である。

【0168】

図6(B)はコンピュータであり、本体6201、筐体6202、表示部6203、キーボード6204、外部接続ポート6205、ポインティングデバイス6206等を含む。なお、コンピュータは、本発明の一態様の発光装置をその表示部6203に用いることにより作製される。

【0169】

図6(C)は携帯型遊技機であり、筐体6301と筐体6302の2つの筐体で構成されており、連結部6303により、開閉可能に連結されている。筐体6301には表示部6304が組み込まれ、筐体6302には表示部6305が組み込まれている。また、図6(C)に示す携帯型遊技機は、その他、スピーカ部6306、記録媒体挿入部6307、LEDランプ6308、入力手段(操作キー6309、接続端子6310、センサ6311(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、においまたは赤外線を測定する機能を含むもの)、マイクロフォン6312等を備えている。もちろん、携帯型遊技機の構成は上述のものに限定されず、少なくとも表示部6304および表示部6305の両方、または一方に本発明の一態様の発光装置を用いていればよく、その他付属設備が適宜設けられた構成とすることができる。図6(C)に示す携帯型遊技機は、記録媒体に記録されているプログラムまたはデータを読み出して表示部に表示する機能や、他の携帯型遊技機と無線通信を行って情報を共有する機能を有する。なお、図6(C)に示す携帯型遊技機が有する機能はこれに限定されず、様々な機能を有することができる。

【0170】

図6(D)は、携帯電話機の一例を示している。携帯電話機6400は、筐体6401に組み込まれた表示部6402の他、操作ボタン6403、外部接続ポート6404、スピーカ6405、マイク6406などを備えている。なお、携帯電話機6400は、本発明

10

20

30

40

50

の一態様の発光装置を表示部 6 4 0 2 に用いることにより作製される。

【 0 1 7 1 】

図 6 (D) に示す携帯電話機 6 4 0 0 は、表示部 6 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 6 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 1 7 2 】

表示部 6 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 1 7 3 】

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 6 4 0 2 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 6 4 0 2 の画面のほとんどにキーボードまたは番号ボタンを表示させることが好ましい。

【 0 1 7 4 】

また、携帯電話機 6 4 0 0 内部に、ジャイロ、加速度センサ等の傾きを検出するセンサを有する検出装置を設けることで、携帯電話機 6 4 0 0 の向き（縦か横か）を判断して、表示部 6 4 0 2 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。

【 0 1 7 5 】

また、画面モードの切り替えは、表示部 6 4 0 2 を触れること、または筐体 6 4 0 1 の操作ボタン 6 4 0 3 の操作により行われる。また、表示部 6 4 0 2 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。

【 0 1 7 6 】

また、入力モードにおいて、表示部 6 4 0 2 の光センサで検出される信号を検知し、表示部 6 4 0 2 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。

【 0 1 7 7 】

表示部 6 4 0 2 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 6 4 0 2 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また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。

【 0 1 7 8 】

また、本発明の一態様の発光装置は、発光素子が薄膜状であるため、曲面を有する基体に貼り付けることで、曲面を有する発光装置とすることができる。また、その発光装置を、曲面を有する筐体に配置することで、曲面を有する電子機器または照明装置を実現することができる。

【 0 1 7 9 】

図 7 は車両の運転席周辺の内部図であり、ダッシュボードに表示装置 7 0 0 が設置され、フロントガラスに表示装置 7 0 2 が設置された例を示している。図 7 に示す表示装置 7 0 0 は、曲面を有する筐体に表示部 7 0 4 が組み込まれており、表示部 7 0 4 により、映像を表示することが可能である。表示装置 7 0 0 において、本発明の一態様の発光装置を表示部 7 0 4 に用いることができる。

【 0 1 8 0 】

また、図 7 に示す表示装置 7 0 2 は、曲面を有する筐体に表示部 7 0 6 が組み込まれており、本発明の一態様の発光装置を表示部 7 0 6 に用いることができる。本発明の一態様に係る発光装置は、発光装置に含まれる発光素子の一对の電極及びその支持体に、透光性を有する材料を用いることで、発光装置の上面及び下面から外部に発光を取り出すことができる。従って、この発光装置を表示部 7 0 6 に適用することで、表示部 7 0 6 からフロントガラスを通して外部を視認することができる。同様に、外部からフロントガラスを通し

10

20

30

40

50

て表示部 706 に表示される画像を視認することもできる。

【0181】

なお、図 7 に示す表示装置 700 または表示装置 702 に代えて、本発明の一態様の発光装置を用いた照明装置を適用することができる。このような照明装置は薄くて軽いので車両の軽量化、空間の有効活用、および燃費性能向上において有利である。

【0182】

図 8 は、本発明の一態様の発光装置を用いた照明装置を、室内の照明装置 801 として用いた例である。発光装置は大面積化も可能であるため、大面積の照明装置として用いることができる。その他、曲面を有する筐体を用いることで、発光領域が曲面を有する照明装置 803 とすることもできる。本実施の形態で示す照明装置に含まれる発光素子は薄膜状であり、筐体のデザインの自由度が高い。したがって、様々な意匠を凝らした照明装置とすることができる。

10

【0183】

また、本発明の一態様を適用した照明装置を用いた部屋に、図 6 (A) で一例を示したような、テレビジョン装置 6100a を設置することも可能である。テレビジョン装置 6100a は、通常の 2 次元表示に加えて 3 次元表示機能を有していてもよい。図 8 においては、3 次元表示観賞用のメガネ 805 を用いて 3 次元表示された画像を鑑賞することができる。

【0184】

以上のようにして、発光素子および発光装置を適用して電子機器や照明器具を得ることができる。発光素子および発光装置の適用範囲は極めて広く、あらゆる分野の電子機器や照明器具に適用することが可能である。

20

【0185】

なお、本実施の形態に示す構成は、実施の形態 1 乃至実施の形態 4 に示した構成を適宜組み合わせる用いることができる。

【実施例 1】

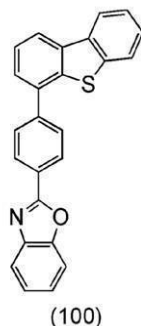
【0186】

本実施例では、実施の形態 1 において構造式 (100) で示す、2 - [4 - (ジベンゾチオフェン - 4 - イル) フェニル] ベンゾオキサゾール (略称: DBTBOx - II) を合成する合成例 1 を示す。

30

【0187】

【化 29】



40

【0188】

合成例 1

300 mL 三口フラスコにて、2 - (4 - プロモフェニル) ベンゾオキサゾール 1.1 g (4.0 mmol)、ジベンゾチオフェン - 4 - ボロン酸 1.0 g (4.2 mmol)、トリ(オルト - トリル)ホスフィン 0.14 g (0.46 mmol)、エチレングリコールジメチルエーテル 40 mL、2 M の炭酸カリウム水溶液 4.0 mL の混合物を、減圧下で攪拌しながら脱気した後、フラスコ内を窒素置換した。この混合物に、酢酸パラジウム (II) 28 mg (0.13 mmol) を加え、窒素雰囲気下、80 で 6 時間攪拌した。

50

【 0 1 8 9 】

攪拌後、この混合物に水を加え、水層をトルエンで抽出した。得られた抽出液と有機層を合わせ、飽和食塩水により洗浄し、有機層を硫酸マグネシウムにより乾燥した。この混合物を自然ろ過し、得られたろ液を濃縮して固体を得た。得られた固体をシリカゲルカラムクロマトグラフィーにより精製した。このとき、クロマトグラフィーの展開溶媒として、トルエンとヘキサンの混合溶媒（トルエン：ヘキサン = 2：1）を用いた。得られたフラクションを濃縮し、さらにトルエンとヘキサンの混合溶媒を加えて結晶を析出させ、目的物である白色粉末を収量 1.4 g、収率 90% で得た。

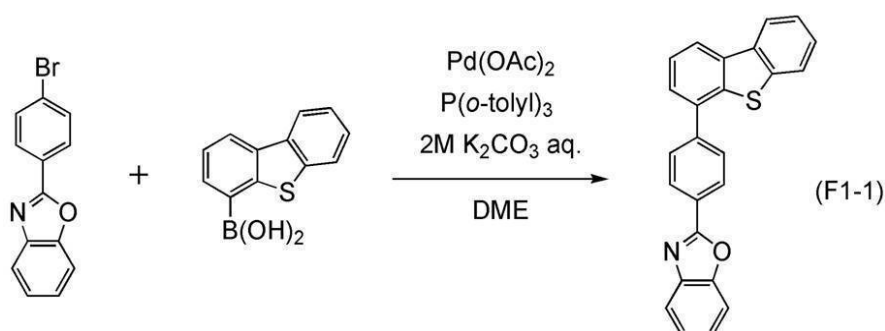
【 0 1 9 0 】

得られた白色粉末 1.4 g をトレインサブレーション法により昇華精製した。昇華精製は、圧力 2.6 Pa、アルゴン流量 5 mL/min の条件で、目的物を 200 °C で 20 時間加熱して行った。昇華精製後、目的物の白色粉末を 0.79 g、収率 58% で得た。上記合成例 1 の反応スキームを下記 (F1-1) に示す。

10

【 0 1 9 1 】

【 化 3 0 】



20

【 0 1 9 2 】

上記合成例 1 で得られた化合物を核磁気共鳴法 (NMR) により同定した。以下に測定データを示す。

【 0 1 9 3 】

^1H NMR (CDCl₃, 300 MHz): (ppm) = 7.36 - 7.42 (m, 2H)、7.46 - 7.51 (m, 2H)、7.54 - 7.65 (m, 3H)、7.81 - 7.88 (m, 2H)、7.93 (d, J = 9.0 Hz, 2H)、8.19 - 8.23 (m, 2H)、8.42 (d, J = 8.7 Hz, 2H)。

30

【 0 1 9 4 】

また、 ^1H NMR チャートを図 9 (A)、(B) に示す。なお、図 9 (B) は、図 9 (A) における 7.0 ppm から 9.0 ppm の範囲を拡大して表したチャートである。測定結果から、上記合成例 1 で得られた化合物が DBTBOx-II であることを確認した。

【 0 1 9 5 】

また、DBTBOx-II のトルエン溶液の吸収スペクトルを図 10 に示す。また、DBTBOx-II の薄膜の吸収スペクトルを図 11 に示す。測定には紫外可視分光光度計 (日本分光株式会社製、V550 型) を用いた。溶液は石英セルに入れ、薄膜は石英基板に蒸着してサンプルを作製し、溶液のスペクトルは石英セルにトルエンのみを入れて測定した吸収スペクトルを生データから差し引いた吸収スペクトル、薄膜のスペクトルは石英基板の吸収スペクトルを生データから差し引いた吸収スペクトルを図 10 および図 11 に示した。図 10 および図 11 において横軸は波長 (nm)、縦軸は吸収強度 (任意単位) を表す。トルエン溶液の場合では、316、338 nm に吸収極大が見られ、薄膜の場合では 236、300、320、342 nm に吸収極大が見られた。また、DBTBOx-II のトルエン溶液の発光スペクトルを図 12 に示す。また、DBTBOx-II の薄膜の発光スペクトルを図 13 に示す。図 12 および図 13 において横軸は波長 (nm)、縦軸は発光強度 (任意単位) を表す。最大発光波長はトルエン溶液の場合では 386 nm (励

40

50

起波長 318 nm)、薄膜の場合で 409 nm (励起波長 321 nm) であった。

【0196】

また、薄膜状態の DBTBOx - II を大気中にて光電子分光法で評価した。評価には理研計器社製、AC - 2 を用いた。その結果、HOMO 準位は -5.66 eV であった。さらに、図 11 の DBTBOx - II の薄膜の吸収スペクトルのデータを用い、直接遷移を仮定した Tau_c プロットから吸収端を求め、その吸収端を光学的エネルギーギャップとして見積もったところ、そのエネルギーギャップは 3.33 eV であった。HOMO 準位の値と、エネルギーギャップから、LUMO 準位を見積もったところ -2.33 eV であった。

【0197】

上記の HOMO 準位と LUMO 準位より、DBTBOx - II は励起エネルギーの大きな物質であることがわかった。

【0198】

得られた DBTBOx - II の熱重量測定 - 示差熱分析 (TG - DTA : Thermogravimetry - Differential Thermal Analysis) を行った。測定には高真空差動型示差熱天秤 (ブルカー・エイックスエス株式会社製、TG - DTA 2410 SA) を用いた。常圧、昇温速度 $10 \text{ }^\circ\text{C}/\text{min}$ 、窒素気流下 (流速 $200 \text{ mL}/\text{min}$) の条件で測定したところ、重量と温度の関係 (熱重量測定) から、5% 重量減少温度は $332 \text{ }^\circ\text{C}$ であった。

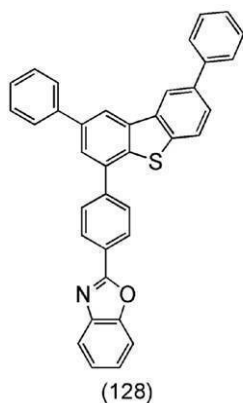
【実施例 2】

【0199】

本実施例では、実施の形態 1 において構造式 (128) で示す、2 - [4 - (2, 8 - ジフェニルジベンゾチオフェン - 4 - イル) フェニル] ベンゾオキサゾール (略称: DBTBOx - III) を合成する合成例 2 を示す。

【0200】

【化 31】



【0201】

合成例 2

100 mL 三口フラスコにて、2 - (4 - プロモフェニル) ベンゾオキサゾール 0.82 g (3.0 mmol)、2, 8 - ジフェニルジベンゾチオフェン - 4 - ボロン酸 1.1 g (3.0 mmol)、トリ (オルト - トリル) ホスフィン 0.13 g (0.43 mmol)、エチレングリコールジメチルエーテル 30 mL 、2 M の炭酸カリウム水溶液 3.0 mL の混合物を、減圧下で攪拌しながら脱気した後、フラスコ内を窒素置換した。この混合物に、酢酸パラジウム (II) 26 mg (0.12 mmol) を加え、窒素雰囲気下、 $80 \text{ }^\circ\text{C}$ で 4 時間攪拌した。

【0202】

攪拌後、この混合物に水を加え、水層をトルエンにより抽出した。得られた抽出溶液と有機層とを合わせ、飽和食塩水で洗浄し、有機層を硫酸マグネシウムで乾燥した。得られた混合物を自然濾過し、濾液を濃縮して油状物を得た。得られた油状物を、シリカゲルカラ

10

20

30

40

50

ムクロマトグラフィーにより精製した。このとき、クロマトグラフィーの展開溶媒としてトルエンを用いた。得られたフラクションを濃縮し、残渣にトルエンを加えて結晶を析出させ、目的物である白色粉末を収量 1.2 g、収率 73% で得た。

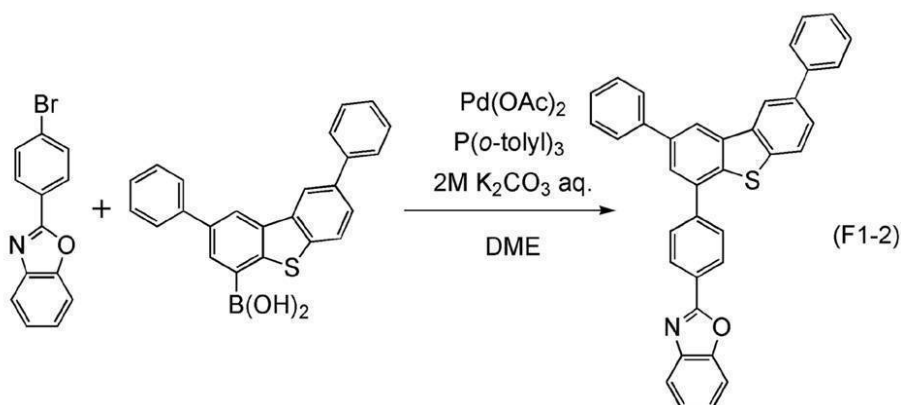
【0203】

得られた白色粉末 1.1 g をトレインサブレーション法により昇華精製した。昇華精製は、圧力 2.9 Pa、アルゴン流量 5 mL/min の条件で、目的物を 270 °C で 16 時間加熱して行った。昇華精製後目的物の白色粉末を 1.0 g、収率 90% で得た。上記合成例 2 の反応スキームを下記 (F1-2) に示す。

【0204】

【化 3 2】

10



20

【0205】

上記合成例 2 で得られた化合物を核磁気共鳴法 (NMR) により同定した。以下に測定データを示す。

【0206】

^1H NMR (CDCl₃, 300 MHz): (ppm) = 7.37 - 7.45 (m, 4H)、7.49 - 7.56 (m, 4H)、7.63 - 7.66 (m, 1H)、7.74 - 7.84 (m, 7H)、7.93 (d, J = 8.1 Hz, 1H)、8.00 (d, J = 8.4 Hz, 2H)、8.44 - 8.47 (m, 4H)。

【0207】

30

また、 ^1H NMR チャートを図 14 (A)、(B) に示す。なお、図 14 (B) は、図 14 (A) における 7.0 ppm から 9.0 ppm の範囲を拡大して表したチャートである。測定結果から、上記合成例 2 で得られた化合物が DBTBOx - III であることを確認した。

【0208】

また、DBTBOx - III のトルエン溶液の吸収スペクトルを図 15 に示す。また、DBTBOx - III の薄膜の吸収スペクトルを図 16 に示す。測定には紫外可視分光光度計 (日本分光株式会社製、V550 型) を用いた。溶液は石英セルに入れ、薄膜は石英基板に蒸着してサンプルを作製し、溶液のスペクトルは石英セルにトルエンのみを入れて測定した吸収スペクトルを生データから差し引いた吸収スペクトル、薄膜のスペクトルは石英基板の吸収スペクトルを生データから差し引いた吸収スペクトルを図 15 および図 16 に示した。図 15 および図 16 において横軸は波長 (nm)、縦軸は吸収強度 (任意単位) を表す。トルエン溶液の場合では、299、320、351 nm に吸収極大が見られ、薄膜の場合では 268、301、362 nm に吸収極大が見られた。また DBTBOx - III のトルエン溶液の発光スペクトルを図 17 に示す。また、DBTBOx - III の薄膜の発光スペクトルを図 18 に示す。図 17 および図 18 において横軸は波長 (nm)、縦軸は発光強度 (任意単位) を表す。最大発光波長はトルエン溶液の場合では 393 nm (励起波長 300 nm)、薄膜の場合で 429 nm (励起波長 364 nm) であった。

40

【0209】

また、薄膜状態の DBTBOx - III を大気中にて光電子分光法で評価した。評価には

50

理研計器社製、AC-2を用いた。その結果、HOMO準位は -5.88 eV であった。さらに、図16のDBTBOx-IIIの薄膜の吸収スペクトルのデータを用い、直接遷移を仮定したTaucプロットから吸収端を求め、その吸収端を光学的エネルギーギャップとして見積もったところ、そのエネルギーギャップは 3.19 eV であった。HOMO準位の値と、エネルギーギャップから、LUMO準位を見積もったところ -2.69 eV であった。

【0210】

上記のHOMO準位とLUMO準位より、DBTBOx-IIIは励起エネルギーの大きな物質であることがわかった。

【実施例3】

【0211】

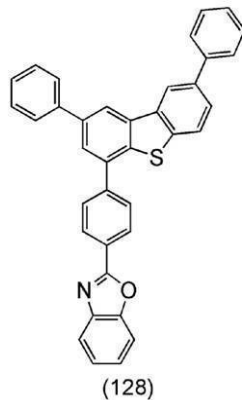
本実施例では、本発明の一態様の発光素子の作製方法および素子特性の測定結果を示す。具体的には、実施例2で説明した2-[4-(2,8-ジフェニルジベンゾチオフェン-4-イル)フェニル]ベンゾオキサゾール(略称:DBTBOx-III)を用いて形成した発光素子1について示す。

【0212】

以下に、本実施例の発光素子1の作製方法を、図19を用いて説明する。また、本実施例で用いた有機化合物の構造式を以下に示す。

【0213】

【化33】



【0214】

(発光素子1)

まず、基板1100上に、酸化珪素を含むインジウム錫酸化物(ITSO)をスパッタリング法にて成膜し、第1の電極1101を形成した。なお、その膜厚は 110 nm とし、電極面積は $2\text{ mm} \times 2\text{ mm}$ とした。本実施例において、第1の電極1101は、陽極として用いた。

【0215】

次に、第1の電極1101が形成された面が下方となるように、第1の電極1101が形成された基板1100を真空蒸着装置内に設けられた基板ホルダーに固定し、 10^{-4} Pa 程度まで減圧した後、第1の電極1101上に、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:BPALP)と酸化モリブデン(VI)を共蒸着することで、正孔注入層1111を形成した。その膜厚は、 50 nm とし、BPALPと酸化モリブデンの比率は、重量比で $4:2$ (=BPALP:酸化モリブデン)となるように調節した。なお、共蒸着法とは、一つの処理室内で、複数の蒸発源から同時に蒸着を行う蒸着法である。

【0216】

次に、正孔注入層1111上に、BPALPを 10 nm の膜厚となるように成膜し、正孔輸送層1112を形成した。

【0217】

10

20

30

40

50

さらに、正孔輸送層 1112 上に発光層 1113 を形成した。発光層 1113 は、第 1 の膜 1113 a と、第 2 の膜 1113 b を順に積層して形成した。

【0218】

発光層 1113 の第 1 の膜 1113 a は、第 1 のホスト材料として DBTBOx - III と、第 2 のホスト材料として第 1 のホスト材料と異なる物質である、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) と、ゲスト材料としてトリス (2 - フェニルピリジナト - N, C2') イリジウム (III) (略称: Ir(ppy)₃) とを共蒸着して形成した。ここで、DBTBOx - III、PCBA1BP および Ir(ppy)₃ の重量比は、1 : 0.2 : 0.08 (= DBTBOx - III : PCBA1BP : Ir(ppy)₃) となるように調節した。また、第 1 の膜 1113 a の膜厚は 20 nm とした。

10

【0219】

発光層 1113 の第 2 の膜 1113 b は、ホスト材料として DBTBOx - III と、ゲスト材料として Ir(ppy)₃ とを共蒸着して形成した。ここで、DBTBOx - III と Ir(ppy)₃ の重量比は、1 : 0.08 (= DBTBOx - III : Ir(ppy)₃) となるように調節した。また、第 2 の膜 1113 b の膜厚は 20 nm とした。

【0220】

次に、発光層 1113 上に、電子輸送層 1114 を形成した。電子輸送層 1114 は、第 1 の膜 1114 a と、第 2 の膜 1114 b を順に積層して形成した。

【0221】

電子輸送層 1114 の第 1 の膜 1114 a は、DBTBOx - III を蒸着して形成した。第 1 の膜 1114 a の膜厚は 15 nm とした。

20

【0222】

電子輸送層 1114 の第 2 の膜 1114 b は、バソフェナントロリン (略称: Bphen) を蒸着して形成した。第 2 の膜 1114 b の膜厚は 15 nm とした。

【0223】

さらに、電子輸送層 1114 上に、弗化リチウム (LiF) を 1 nm の膜厚で蒸着し、電子注入層 1115 を形成した。

【0224】

最後に、陰極として機能する第 2 の電極 1103 として、アルミニウムを 200 nm の膜厚となるように蒸着することで、本実施例の発光素子 1 を作製した。

30

【0225】

なお、上述した蒸着過程において、蒸着は全て抵抗加熱法を用いた。

【0226】

以上により得られた発光素子 1 の素子構造を表 1 に示す。

【0227】

【表 1】

	第1の電極 1101	正孔注入層 1111	正孔輸送層 1112	発光層 1113		電子輸送層 1114		電子注入層 1115	第2の電極 1103
発光素子1	ITSO 110 nm	BPAFLP: MoOx (=4:2) 50 nm	BPAFLP 10 nm	DBTBOx-III: PCBA1BP: Ir(ppy) ₃ (=1:0.2:0.08) 20 nm	DBTBOx-III: Ir(ppy) ₃ (=1:0.08) 20 nm	DBTBOx-III 15 nm	Bphen 15 nm	LiF 1 nm	Al 200 nm

40

【0228】

発光素子 1 を、窒素雰囲気グローブボックス内において、発光素子が大気に曝されないように封止する作業を行った後、発光素子の動作特性について測定を行った。なお、測定は室温 (25 に保たれた雰囲気) で行った。

【0229】

発光素子 1 において、輝度 800 cd/m² 付近の時の電圧 (V)、電流密度 (mA/cm²)、CIE 色度座標 (x、y)、輝度、(cd/m²)、電流効率 (cd/A)、パ

50

ワー効率 (lm/W) を表 2 に示す。

【0230】

【表 2】

	電圧 (V)	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)
発光素子1	3.0	1.34	(0.34, 0.61)	774	57.9	60.6

【0231】

発光素子1の電流密度 - 輝度特性を図20、電圧 - 輝度特性を図21、輝度 - 電流効率特性を図22、電圧 - 電流特性を図23にそれぞれ示す。図20では縦軸に輝度 (cd/m²)、横軸に電流密度 (mA/cm²) を示す。図21では縦軸に輝度 (cd/m²)、横軸に電圧 (V) を示す。図22では縦軸に電流効率 (cd/A)、横軸に輝度 (cd/m²) を示す。図23では縦軸に電流 (mA)、横軸に電圧 (V) を示す。

10

【0232】

なお、図22において、発光素子1は、最大で57.9cd/Aの電流効率を示した。従って、本発明の一態様であるベンゾオキサゾール誘導体を用いた発光素子は、電流効率が非常に高い素子であることが分かる。

【0233】

また、図20乃至図23、及び表2より、発光素子1は低電圧で駆動可能であり、且つ電流効率が高い発光素子であることがわかった。

20

【0234】

また、発光素子1の発光スペクトルを図24に示す。図24では縦軸に発光強度 (任意単位)、横軸に波長 (nm) を示す。図24に示すように発光素子1では、ゲスト材料であるIr(pppy)₃由来の発光波長が観測され、第1のホスト材料として用いた本発明の一態様であるベンゾオキサゾール誘導体(DBTBOx-III)の他、第2のホスト材料として用いたPCBA1BP由来の発光波長は観測されなかった。よって本発明の一態様であるベンゾオキサゾール誘導体は、発光素子の発光層において、ホスト材料として機能していることがわかった。さらに、DBTBOx-IIIは三重項励起エネルギーの大きな物質であることがわかった。

30

【0235】

(参考例)

本参考例では、発光素子1の材料に用いた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:BPALP)を合成する例を示す。

【0236】

[ステップ1: 9-(4-プロモフェニル)-9-フェニルフルオレンの合成法]

100mL三口フラスコにて、マグネシウムを1.2g(50mmol)減圧下で30分加熱攪拌し、マグネシウムを活性化させた。これを室温に冷まして窒素雰囲気にした後、ジプロモエタン数滴を加えて発泡、発熱するのを確認した。ここに脱水ジエチルエーテル10mL中に溶かした2-プロモビフェニルを12g(50mmol)ゆっくり滴下した後、2.5時間加熱還流攪拌してグリニャール試薬とした。

40

【0237】

4-プロモベンゾフェノン10g(40mmol)、脱水ジエチルエーテルを100mL、を500mL三口フラスコに入れた。ここに先に合成したグリニャール試薬をゆっくり滴下した後、9時間加熱還流攪拌した。

【0238】

反応後、この混合液を濾過して濾物を得た。得られた濾物を酢酸エチル150mLに溶かし、ここに1N-塩酸を、水層が酸性になるまで加えて2時間攪拌した。有機層を水で洗浄し、硫酸マグネシウムを加えて水分を取り除いた。この懸濁液を濾過し、得られた濾液

50

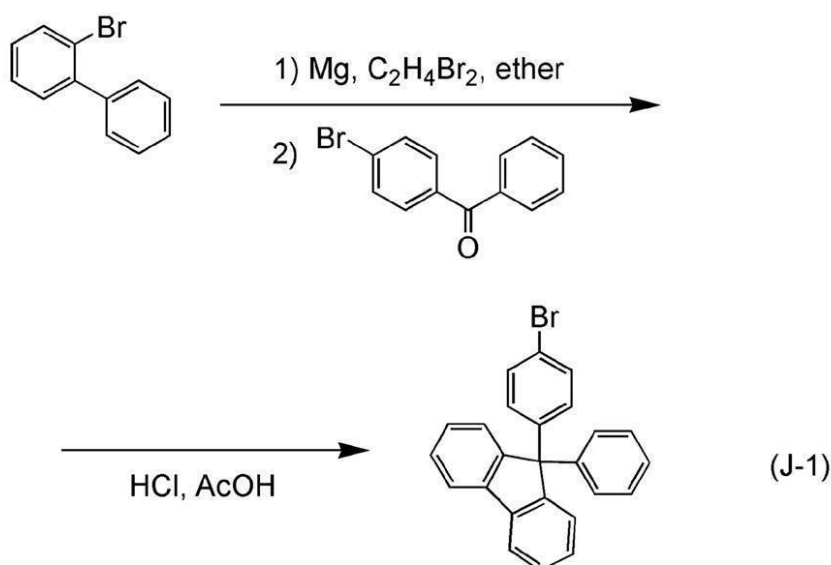
を濃縮し粘性の高い液体を得た。続けて、500 mLナスフラスコに、この粘性の高い液体と、氷酢酸50 mLと、塩酸1.0 mLとを入れ、窒素雰囲気下、130 で1.5時間加熱攪拌し、反応させた。

【0239】

反応後、この反応混合液を濾過して濾物を得た。得られた濾物を水、水酸化ナトリウム水溶液、水、メタノールの順で洗浄したのち乾燥させ、目的物の白色粉末を収量1.1 g、収率69%で得た。上述のステップ1の反応スキームを下記(J-1)に示す。

【0240】

【化34】



10

20

【0241】

[ステップ2：4-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：BPALP)の合成法]

100 mL三口フラスコへ、9-(4-プロモフェニル)-9-フェニルフルオレンを3.2 g (8.0 mmol)、4-フェニル-ジフェニルアミンを2.0 g (8.0 mmol)、ナトリウム tert-ブトキシドを1.0 g (10 mmol)、ビス(ジベンジリデンアセトン)パラジウム(0)を23 mg (0.04 mmol)加え、フラスコ内の雰囲気窒素置換した。この混合物へ、脱水キシレン20 mLを加えた。この混合物を、減圧下で攪拌しながら脱気した後、トリ(tert-ブチル)ホスフィン(10 wt%ヘキサン溶液)0.2 mL(0.1 mmol)を加えた。この混合物を、窒素雰囲気下、110 で2時間加熱攪拌し、反応させた。

30

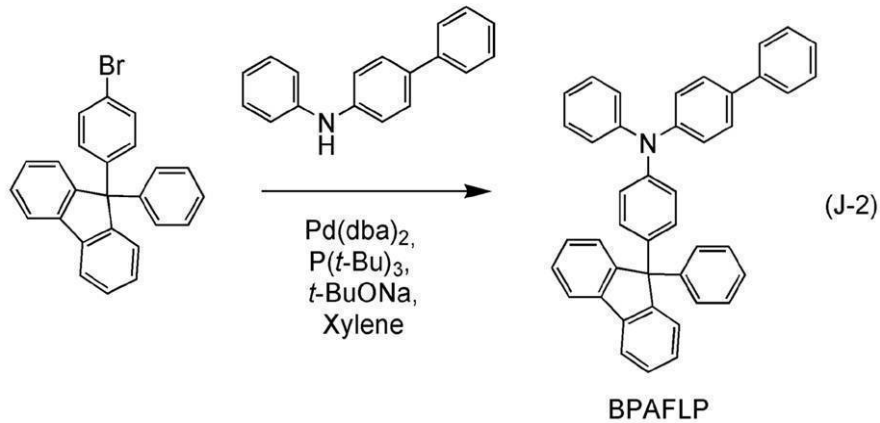
【0242】

反応後、この反応混合液にトルエン200 mLを加え、この懸濁液をフロリジル(和光純薬工業株式会社、カタログ番号：540-00135)、セライト(和光純薬工業株式会社、カタログ番号：531-16855)を通して濾過した。得られた濾液を濃縮し、シリカゲルカラムクロマトグラフィーにより精製した。このとき、クロマトグラフィーの展開溶媒として、トルエンとヘキサンの混合溶媒(トルエン：ヘキサン=1：4)を用いた。得られたフラクションを濃縮し、アセトンとメタノールを加えて超音波をかけたのち、結晶を析出させ、目的物の白色粉末を収量4.1 g、収率92%で得た。上述のステップ2の反応スキームを下記(J-2)に示す。

40

【0243】

【化 3 5】



10

【 0 2 4 4 】

シリカゲル薄層クロマトグラフィー（TLC）でのR_f値（展開溶媒 酢酸エチル：ヘキサン = 1：10）は、目的物は0.41、9-(4-プロモフェニル)-9-フェニルフルオレンは0.51であり、4-フェニル-ジフェニルアミンは0.27であった。

【 0 2 4 5 】

核磁気共鳴法（NMR）によって、この化合物が目的物である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：BPAFLP）であることを確認した。

20

【 0 2 4 6 】

得られた化合物の¹H NMRデータを以下に示す。

¹H NMR (CDCl₃, 300 MHz) : (ppm) = 6.63 - 7.02 (m, 3H)、7.06 - 7.11 (m, 6H)、7.19 - 7.45 (m, 18H)、7.53 - 7.55 (m, 2H)、7.75 (d, J = 6.9, 2H)。

【符号の説明】

【 0 2 4 7 】

- 1 0 0 基板
- 1 0 1 第1の電極
- 1 0 2 EL層
- 1 0 3 第2の電極
- 1 1 1 正孔注入層
- 1 1 2 正孔輸送層
- 1 1 3 発光層
- 1 1 4 電子輸送層
- 1 1 5 電子注入層
- 2 0 1 第1の電極
- 2 0 3 第2の電極
- 2 1 1 EL層
- 2 1 2 EL層
- 2 1 3 電荷発生層
- 3 0 0 発光装置
- 3 0 1 第1の基板
- 3 0 2 第2の基板
- 3 0 3 第1の端子
- 3 0 4 第2の端子
- 3 0 5 第1の電極
- 3 0 6 EL層
- 3 0 7 第2の電極

30

40

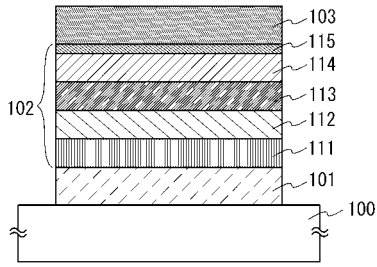
50

3 0 8	発光素子	
3 0 9	絶縁層	
3 1 0	補助配線	
3 1 1	乾燥剤	
3 1 2	シール材	
3 1 3 a	構造	
3 1 3 b	構造	
4 0 1	ソース側駆動回路	
4 0 2	画素部	
4 0 3	ゲート側駆動回路	10
4 0 4	封止基板	
4 0 5	シール材	
4 0 7	空間	
4 0 8	配線	
4 0 9	F P C (フレキシブルプリントサーキット)	
4 1 0	素子基板	
4 1 1	スイッチング用 T F T	
4 1 2	電流制御用 T F T	
4 1 3	第 1 の電極	
4 1 4	絶縁物	20
4 1 6	E L 層	
4 1 7	第 2 の電極	
4 1 8	発光素子	
4 2 3	n チャネル型 T F T	
4 2 4	p チャネル型 T F T	
5 0 1	基板	
5 0 2	第 1 の電極	
5 0 3	第 2 の電極	
5 0 4	E L 層	
5 0 5	絶縁層	30
5 0 6	隔壁層	
7 0 0	表示装置	
7 0 2	表示装置	
7 0 4	表示部	
7 0 6	表示部	
8 0 1	照明装置	
8 0 3	照明装置	
8 0 5	メガネ	
1 1 0 0	基板	
1 1 0 1	第 1 の電極	40
1 1 0 3	第 2 の電極	
1 1 1 1	正孔注入層	
1 1 1 2	正孔輸送層	
1 1 1 3	発光層	
1 1 1 3 a	第 1 の膜	
1 1 1 3 b	第 2 の膜	
1 1 1 4	電子輸送層	
1 1 1 4 a	第 1 の膜	
1 1 1 4 b	第 2 の膜	
1 1 1 5	電子注入層	50

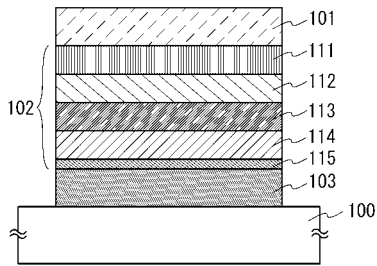
6 1 0 0	テレビジョン装置	
6 1 0 0 a	テレビジョン装置	
6 1 0 1	筐体	
6 1 0 3	表示部	
6 1 0 5	スタンド	
6 1 0 7	表示部	
6 1 0 9	操作キー	
6 1 1 0	リモコン操作機	
6 2 0 1	本体	
6 2 0 2	筐体	10
6 2 0 3	表示部	
6 2 0 4	キーボード	
6 2 0 5	外部接続ポート	
6 2 0 6	ポインティングデバイス	
6 3 0 1	筐体	
6 3 0 2	筐体	
6 3 0 3	連結部	
6 3 0 4	表示部	
6 3 0 5	表示部	
6 3 0 6	スピーカ部	20
6 3 0 7	記録媒体挿入部	
6 3 0 8	LEDランプ	
6 3 0 9	操作キー	
6 3 1 0	接続端子	
6 3 1 1	センサ	
6 3 1 2	マイクロフォン	
6 4 0 0	携帯電話機	
6 4 0 1	筐体	
6 4 0 2	表示部	
6 4 0 3	操作ボタン	30
6 4 0 4	外部接続ポート	
6 4 0 5	スピーカ	
6 4 0 6	マイク	

【 図 1 】

(A)

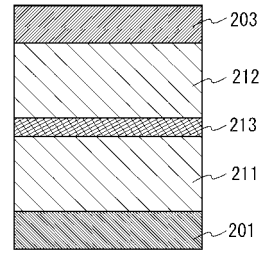


(B)

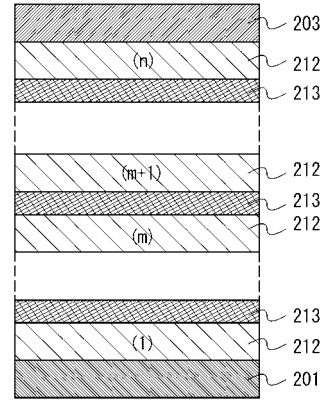


【 図 2 】

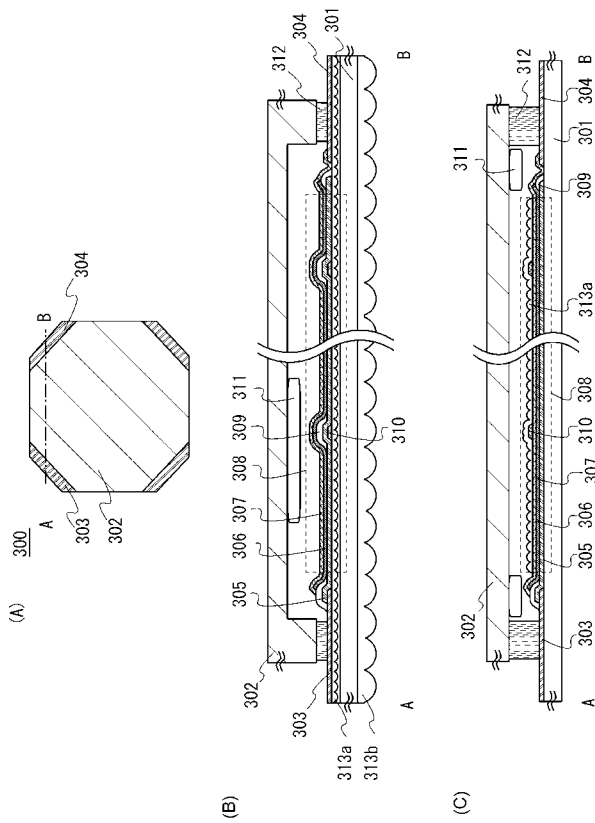
(A)



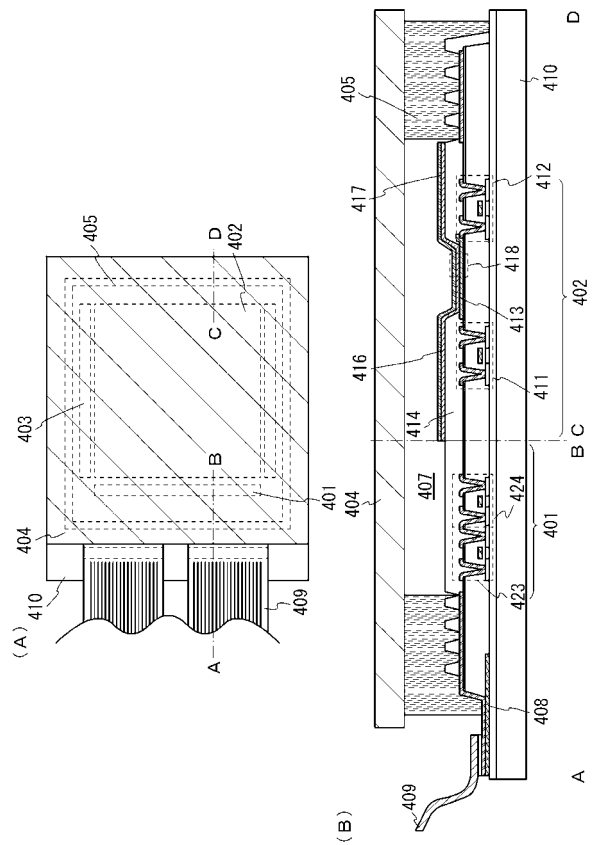
(B)



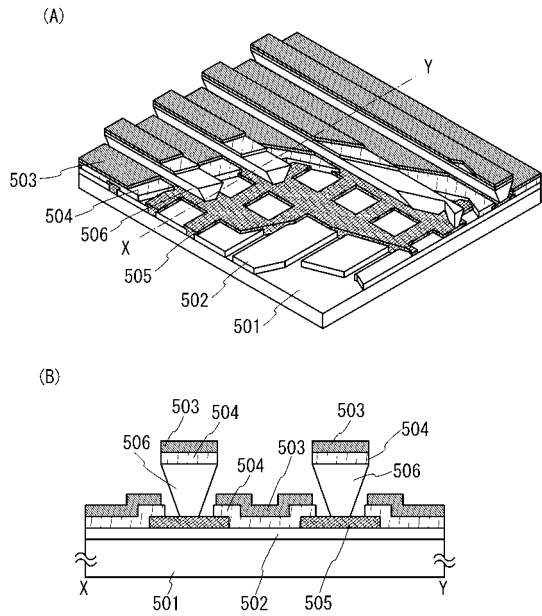
【 図 3 】



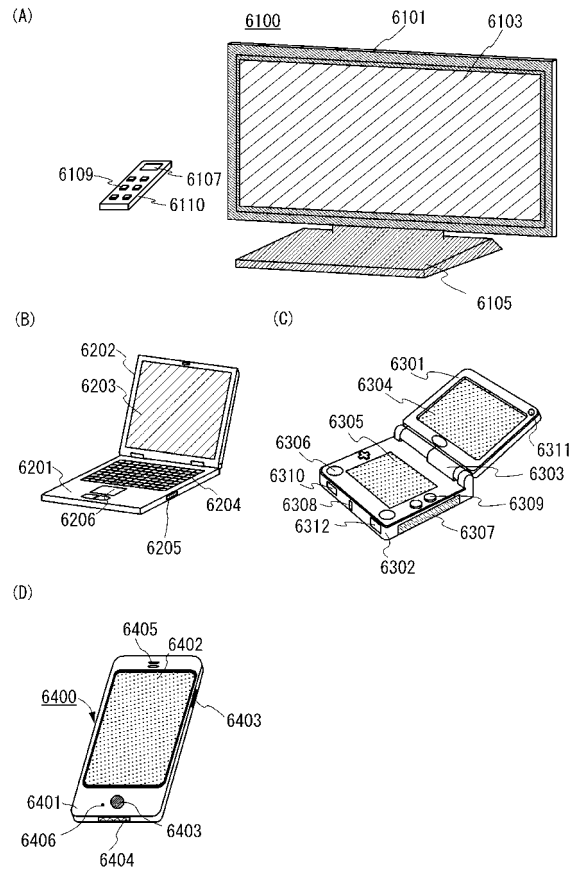
【 図 4 】



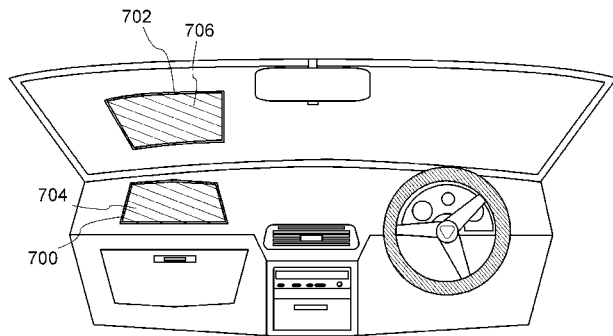
【 図 5 】



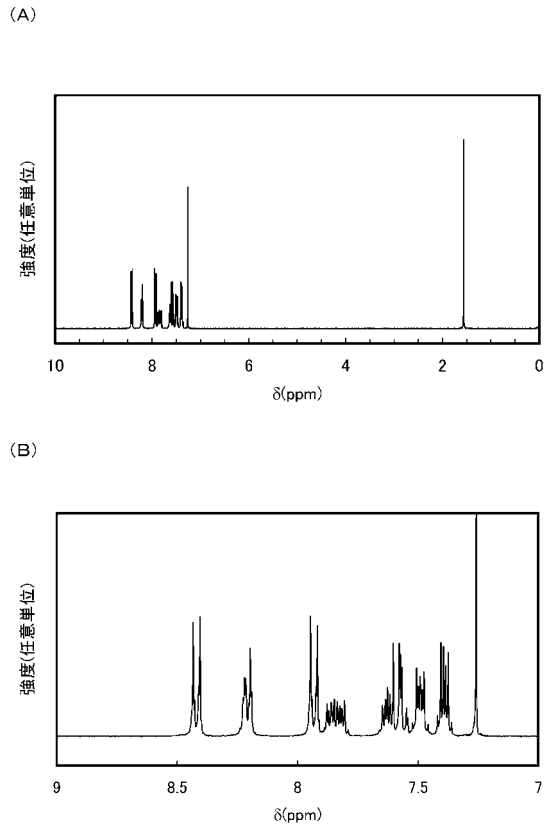
【 図 6 】



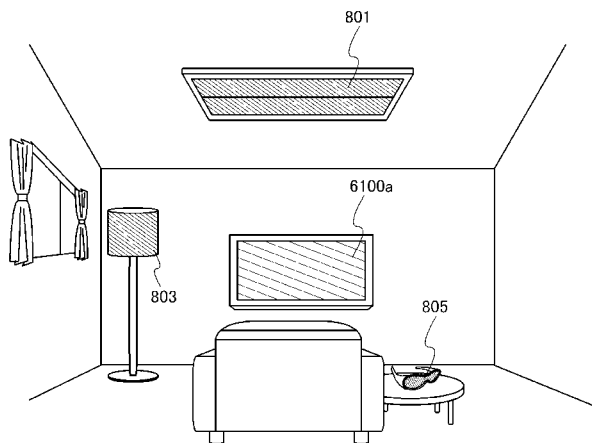
【 図 7 】



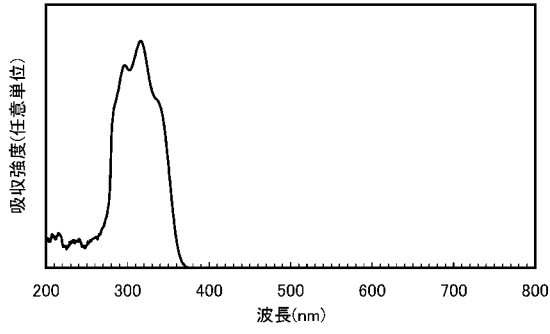
【 図 9 】



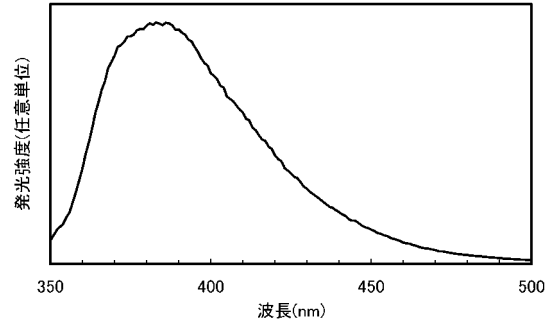
【 図 8 】



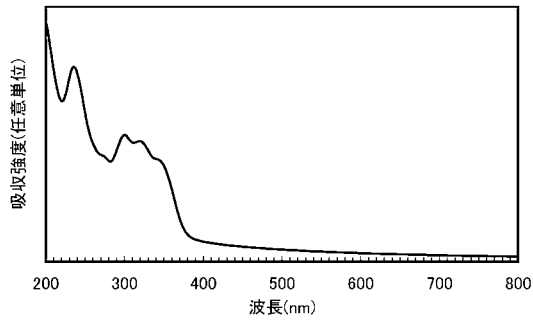
【 図 1 0 】



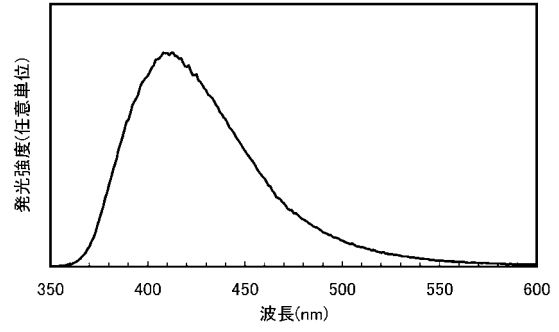
【 図 1 2 】



【 図 1 1 】

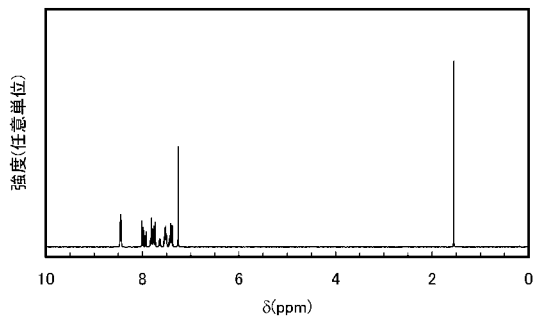


【 図 1 3 】

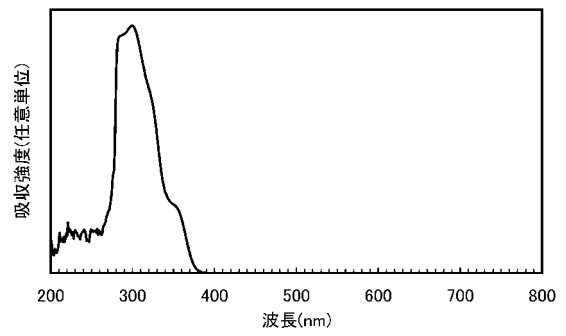


【 図 1 4 】

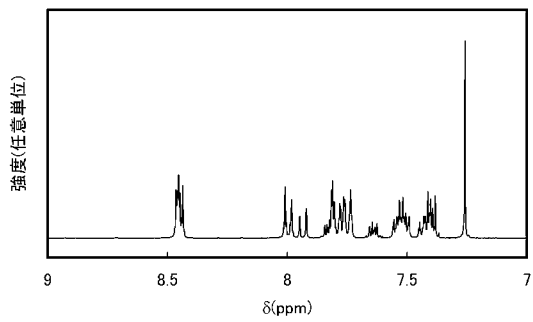
(A)



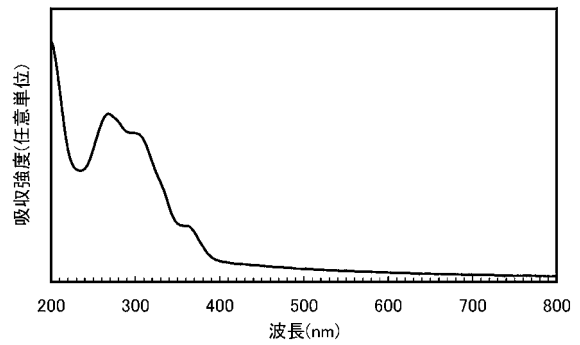
【 図 1 5 】



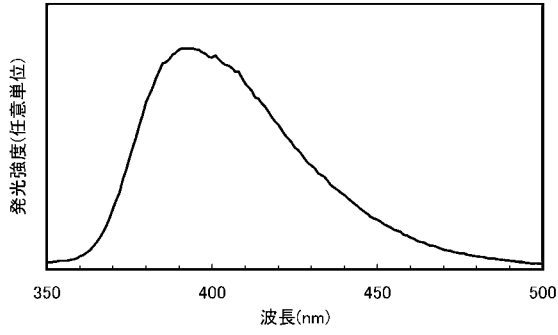
(B)



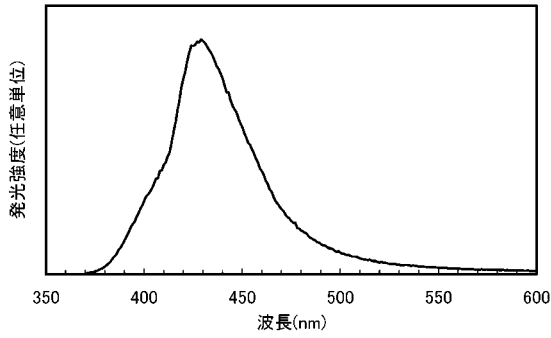
【 図 1 6 】



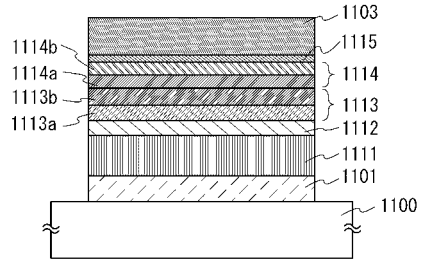
【 図 1 7 】



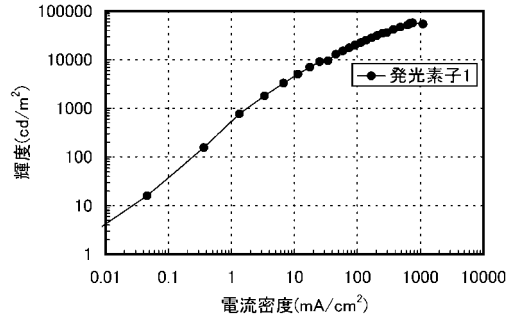
【 図 1 8 】



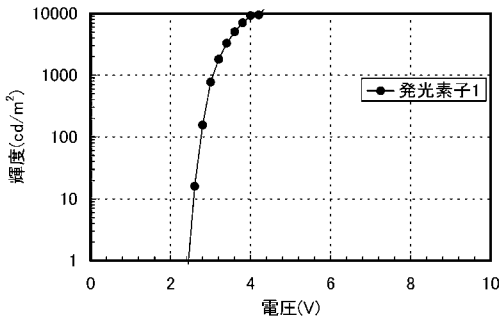
【 図 1 9 】



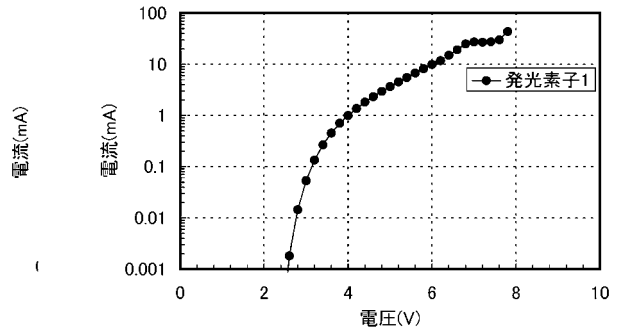
【 図 2 0 】



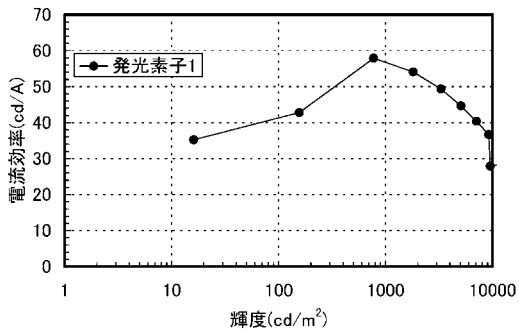
【 図 2 1 】



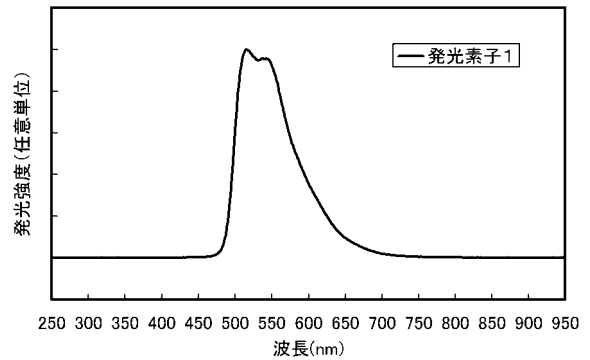
【 図 2 3 】



【 図 2 2 】



【 図 2 4 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 3K107 AA01 BB01 BB02 CC03 CC14 DD53 DD59 DD68
4C063 AA01 BB06 CC94 DD52 EE10

【要約の続き】

【選択図】なし