

(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2016-127287

(P2016-127287A)

(43) 公開日 平成28年7月11日(2016.7.11)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H01L 51/50 (2006.01)	H05B 33/14	B 3K107
H05B 33/12 (2006.01)	H05B 33/12	C
H05B 33/26 (2006.01)	H05B 33/26	Z
H05B 33/28 (2006.01)	H05B 33/28	
C09K 11/06 (2006.01)	H05B 33/12	E

審査請求 未請求 請求項の数 15 O L (全 111 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2015-250991 (P2015-250991)
 (22) 出願日 平成27年12月24日 (2015.12.24)
 (31) 優先権主張番号 特願2014-264945 (P2014-264945)
 (32) 優先日 平成26年12月26日 (2014.12.26)
 (33) 優先権主張国 日本国(JP)

(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
 (72) 発明者 渡部 剛吉
 神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社
 半導体エネルギー研究所内
 (72) 発明者 佐々木 俊毅
 神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社
 半導体エネルギー研究所内
 (72) 発明者 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

最終頁に続く

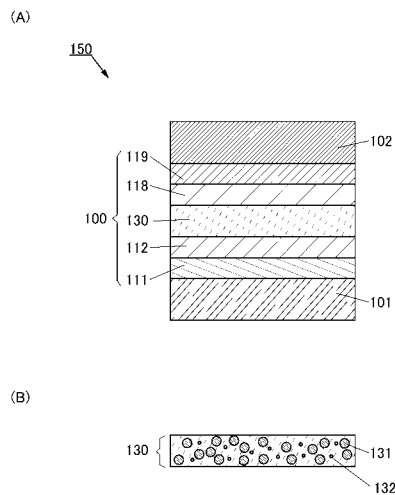
(54) 【発明の名称】 発光素子、発光装置、表示装置、及び電子機器

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】色純度が高く、発光効率が高く、消費電力が低減された、発光素子を提供する。

【解決手段】第1の電極101と、第2の電極102と、EL層100と、を有する発光素子150であって、第1の電極は、光を反射する機能を有し、第2の電極は、光を反射する機能と、光を透過する機能と、を有し、EL層は、第1の電極と、第2の電極と、の間に設けられ、EL層は、ゲスト材料132を有し、ゲスト材料は、三重項励起エネルギーを発光に変換できる機能を有し、ゲスト材料は、ジクロロメタン溶液における発光スペクトルにおいて、440nm以上470nm以下の波長領域に最大値を有し、且つ、20nm以上80nm以下の半値全幅を有する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第 1 の電極と、
 第 2 の電極と、
 E L 層と、
 を有する発光素子であって、
 前記第 1 の電極は、光を反射する機能を有し、
 前記第 2 の電極は、光を反射する機能と、光を透過する機能と、を有し、
 前記 E L 層は、前記第 1 の電極と、前記第 2 の電極と、の間に設けられ、
 前記 E L 層は、第 1 のゲスト材料を有し、
 前記第 1 のゲスト材料は、三重項励起エネルギーを発光に変換できる機能を有し、
 前記第 1 のゲスト材料は、ジクロロメタン溶液における発光スペクトルにおいて、440 nm 以上 470 nm 以下の波長領域に最大値を有し、且つ、20 nm 以上 80 nm 以下の半値全幅を有する、
 ことを特徴とする発光素子。

10

【請求項 2】

第 1 の電極と、
 第 2 の電極と、
 第 1 の E L 層と、
 第 2 の E L 層と、
 電荷発生層と、
 を有する発光素子であって、
 前記第 1 の電極は、光を反射する機能を有し、
 前記第 2 の電極は、光を反射する機能と、光を透過する機能と、を有し、
 前記第 1 の E L 層、前記第 2 の E L 層、及び前記電荷発生層は、前記第 1 の電極と、前記第 2 の電極と、の間に設けられ、
 前記第 1 の E L 層は、第 1 のゲスト材料を有し、
 前記第 1 のゲスト材料は、三重項励起エネルギーを発光に変換できる機能を有し、
 前記第 1 のゲスト材料は、ジクロロメタン溶液における発光スペクトルにおいて、440 nm 以上 470 nm 以下の波長領域に最大値を有し、且つ、20 nm 以上 80 nm 以下の半値全幅を有する、
 ことを特徴とする発光素子。

20

30

【請求項 3】

請求項 1 または請求項 2 において、
 前記第 1 のゲスト材料は、ジクロロメタン溶液における発光スペクトルにおいて、530 nm の波長における光の強度が、最大値に対して 0 % 以上 50 % 以下である、
 ことを特徴とする発光素子。

【請求項 4】

請求項 1 または請求項 2 において、
 前記第 1 のゲスト材料は、ジクロロメタン溶液における発光スペクトルから算出される C I E 1 9 3 1 色度座標における色度 y が、0.01 以上 0.3 以下である、
 ことを特徴とする発光素子。

40

【請求項 5】

請求項 1 または請求項 2 において、
 C I E 1 9 3 1 色度座標における色度 y が 0.01 以上 0.06 以下の発光を呈し、且つ、電流効率が 3 cd / A 以上である、
 ことを特徴とする発光素子。

【請求項 6】

請求項 1 または請求項 2 において、
 C I E 1 9 3 1 色度座標における色度 y が 0.06 より大きく 0.08 以下の発光を呈

50

し、且つ、電流効率が $8 \text{ cd} / \text{A}$ 以上である、
ことを特徴とする発光素子。

【請求項 7】

請求項 1 または請求項 2 において、
CIE 1931 色度座標における色度 y が 0.08 より大きく 0.1 以下の発光を呈し、
且つ、電流効率が $10 \text{ cd} / \text{A}$ 以上である、
ことを特徴とする発光素子。

【請求項 8】

請求項 2 において、
前記第 2 の EL 層は、第 2 のゲスト材料を有し、
前記第 2 のゲスト材料は、緑色、黄緑色、黄色、橙色、または赤色の中から選ばれる、
いずれか一つの波長領域に最大値を有する発光スペクトルを呈する機能を有する、
ことを特徴とする発光素子。

10

【請求項 9】

請求項 8 において、
前記第 2 のゲスト材料は、三重項励起エネルギーを発光に変換できる機能を有する、
ことを特徴とする発光素子。

【請求項 10】

請求項 1 乃至請求項 9 のいずれか一項において、
前記第 1 のゲスト材料は、イリジウムを有する、
ことを特徴とする発光素子。

20

【請求項 11】

請求項 10 において、
前記第 1 のゲスト材料は、
前記イリジウムに配位する配位子、を有し、
前記配位子は、含窒素五員複素環骨格を有する、
ことを特徴とする発光素子。

【請求項 12】

請求項 11 において、
前記含窒素五員複素環骨格は、イミダゾール骨格またはトリアゾール骨格である、
ことを特徴とする発光素子。

30

【請求項 13】

請求項 1 乃至請求項 12 のいずれか一項において、
前記第 1 の電極は、Al、または Ag のうち少なくとも一つを有し、
前記第 2 の電極は、Mg、または Ag のうち少なくとも一つを有する、
ことを特徴とする発光素子。

【請求項 14】

請求項 1 乃至請求項 13 のいずれか一項に記載の発光素子と、
カラーフィルタ、またはトランジスタの少なくとも一つと、
を有する表示装置。

40

【請求項 15】

請求項 14 に記載の表示装置と、
筐体、またはタッチセンサの少なくとも一つと、
を有する電子機器。

【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、並びに該発光素子を有する発光装置、表示装置、及び電子機器等に関する。

【0002】

50

なお、本発明の一態様は、上記の技術分野に限定されない。本明細書等で開示する発明の一態様の技術分野は、物、方法、または、製造方法に関するものである。または、本発明の一態様は、プロセス、マシン、マニュファクチャ、または、組成物（コンポジション・オブ・マター）に関するものである。そのため、より具体的に本明細書で開示する本発明の一態様の技術分野としては、半導体装置、表示装置、液晶表示装置、発光装置、照明装置、蓄電装置、記憶装置、それらの駆動方法、または、それらの製造方法、を一例として挙げるができる。

【背景技術】

【0003】

近年、エレクトロルミネッセンス（Electroluminescence：EL）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（EL層）を挟んだものである。この素子の電極間に電圧を印加することにより、発光性の物質から発光を得ることができる。

10

【0004】

上述の発光素子は自発光型であるため、これを用いた発光装置は、視認性に優れ、バックライトが不要であり、消費電力が少ない等の利点を有する。さらに、薄型軽量に作製でき、応答速度が高いなどの利点も有する。

【0005】

発光物質に有機化合物を用い、一对の電極間に当該発光物質を含むEL層を設けた発光素子（例えば、有機EL素子）の場合、一对の電極間に電圧を印加することにより、陰極から電子が、陽極から正孔（ホール）がそれぞれ発光性のEL層に注入され、電流が流れる。そして、注入された電子及び正孔が再結合することによって発光性の有機化合物が励起状態となり、励起された発光性の有機化合物から発光を得ることができる。

20

【0006】

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、発光素子におけるそれらの統計的な生成比率は、 $S^* : T^* = 1 : 3$ である。そのため、蛍光を発する化合物（蛍光性化合物）を用いた発光素子より、燐光を発する化合物（燐光性化合物）を用いた発光素子の方が、高い発光効率を得ることが可能となる。したがって、三重項励起状態を発光に変換することが可能な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1参照）。

30

【0007】

上記発光素子は、EL層に含まれる発光性の物質の種類によって、様々な発光色を提供することができる。特に照明や白色EL＋カラーフィルタ方式の表示装置への応用を考えた場合、白色発光またはそれに近い色の発光が高効率で得られる発光素子が求められている。また、消費電力の少ない発光素子が求められている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】特開2010-182699号公報

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

上記発光素子を有する発光装置または表示装置における消費電力を低減するためには、特に青色の発光を呈する発光素子の発光効率を高めることが重要である。また、青色の発光を呈する発光素子の色純度を高めることが重要である。

【0010】

上述した課題に鑑み、本発明の一態様では、新規な発光素子を提供することを課題の一つとする。または色純度が高い発光を呈する新規な発光素子を提供することを課題の一つとする。または発光効率が高い新規な発光素子を提供することを課題の一つとする。また

50

は消費電力が低減された新規な発光素子を提供することを課題の一つとする。または新規な発光素子の作製方法を提供することを課題の一つとする。

【0011】

なお、上記の課題の記載は、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。上記以外の課題は、明細書等の記載から自ずと明らかになるものであり、明細書等の記載から上記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】

【0012】

本発明の一態様は、第1の電極と、第2の電極と、EL層と、を有する発光素子であって、第1の電極は、光を反射する機能を有し、第2の電極は、光を反射する機能と、光を透過する機能と、を有し、EL層は、第1の電極と、第2の電極と、の間に設けられ、EL層は、第1のゲスト材料を有し、第1のゲスト材料は、三重項励起エネルギーを発光に変換できる機能を有し、第1のゲスト材料は、ジクロロメタン溶液における発光スペクトルにおいて、440nm以上470nm以下の波長領域に最大値を有し、且つ、20nm以上80nm以下の半値全幅を有する、ことを特徴とする発光素子である。

10

【0013】

また、本発明の他の一態様は、第1の電極と、第2の電極と、第1のEL層と、第2のEL層と、電荷発生層と、を有する発光素子であって、第1の電極は、光を反射する機能を有し、第2の電極は、光を反射する機能と、光を透過する機能と、を有し、第1のEL層、第2のEL層、及び電荷発生層は、第1の電極と、第2の電極と、の間に設けられ、第1のEL層は、第1のゲスト材料を有し、第1のゲスト材料は、三重項励起エネルギーを発光に変換できる機能を有し、第1のゲスト材料は、ジクロロメタン溶液における発光スペクトルにおいて、440nm以上470nm以下の波長領域に最大値を有し、且つ、20nm以上80nm以下の半値全幅を有する、ことを特徴とする発光素子である。

20

【0014】

また、上記各構成において、第1のゲスト材料は、ジクロロメタン溶液における発光スペクトルにおいて、530nmの波長における光の強度が、最大値に対して0%以上50%以下であると好ましい。

【0015】

また、上記各構成において、第1のゲスト材料は、ジクロロメタン溶液における発光スペクトルから算出されるCIE1931色度座標における色度yが、0.01以上0.3以下であると好ましい。

30

【0016】

また、上記各構成に係る発光素子は、CIE1931色度座標における色度yが0.01以上0.06以下の発光を呈し、且つ、電流効率が3cd/A以上であると好ましい。

【0017】

また、上記各構成に係る発光素子は、CIE1931色度座標における色度yが0.06より大きく0.08以下の発光を呈し、且つ、電流効率が8cd/A以上であると好ましい。

40

【0018】

また、上記各構成に係る発光素子は、CIE1931色度座標における色度yが0.08より大きく0.1以下の発光を呈し、且つ、電流効率が10cd/A以上であると好ましい。

【0019】

また、上記各構成において、第2のEL層は、第2のゲスト材料を有し、第2のゲスト材料は、緑色、黄緑色、黄色、橙色、または赤色の中から選ばれる、いずれか一つの波長領域に最大値を有する発光スペクトルを呈する機能を有すると好ましい。

【0020】

また、上記各構成において、第2のゲスト材料は、三重項励起エネルギーを発光に変換

50

できる機能を有すると好ましい。

【0021】

また、上記各構成において、第1のゲスト材料は、イリジウムを有すると好ましい。

【0022】

また、上記構成において、第1のゲスト材料は、イリジウムに配位する配位子、を有し、配位子は、含窒素五員複素環骨格を有すると好ましい。

【0023】

また、上記構成において、配位子は、イミダゾール骨格またはトリアゾール骨格を有すると好ましい。

【0024】

また、上記各構成において、第1の電極は、Al、またはAgのうち少なくとも一つを有し、第2の電極は、Mg、またはAgのうち少なくとも一つを有すると好ましい。

【0025】

また、本発明の一態様は、上記各構成の発光素子と、カラーフィルタ、もしくはトランジスタの少なくとも一つとを有する表示装置、または当該表示装置と筐体もしくはタッチセンサの少なくとも一つとを有する電子機器、または上記各構成の発光素子と、筐体もしくはタッチセンサの少なくとも一つとを有する照明装置も範疇に含めるものである。また、本明細書中における発光装置とは、画像表示デバイス、もしくは光源（照明装置含む）を指す。また、発光装置にコネクタ、例えばFPC（Flexible Printed Circuit）もしくはTCP（Tape Carrier Package）が取り付けられた表示モジュール、TCPの先にプリント配線板が設けられた表示モジュール、または発光装置にCOG（Chip On Glass）方式によりIC（集積回路）が直接実装された表示モジュールは、発光素子を有する場合がある。

【発明の効果】

【0026】

本発明の一態様により、新規な発光素子を提供することができる。または、本発明の一態様により、色純度が高い発光を呈する新規な発光素子を提供することができる。または、本発明の一態様により、発光効率が高い新規な発光素子を提供することができる。または、本発明の一態様により、消費電力が低減された新規な発光素子を提供することができる。または、本発明の一態様により、新規な発光素子の作製方法を提供することができる。

【0027】

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。

【図面の簡単な説明】

【0028】

【図1】本発明の一態様の発光素子を説明する断面模式図。

【図2】本発明の一態様の発光素子を説明する断面模式図。

【図3】本発明の一態様の発光素子を説明する断面模式図。

【図4】本発明の一態様の発光素子を説明する断面模式図。

【図5】本発明の一態様の発光素子を説明する断面模式図。

【図6】本発明の一態様の発光素子の作製方法を説明する断面模式図。

【図7】本発明の一態様の発光素子の作製方法を説明する断面模式図。

【図8】本発明の一態様の発光素子の断面模式図、及びエネルギー準位の相関を説明する模式図。

【図9】本発明の一態様の表示装置を説明する上面図及び断面模式図。

【図10】本発明の一態様の表示装置を説明する断面模式図。

【図11】本発明の一態様の表示装置を説明する断面模式図。

10

20

30

40

50

- 【図 1 2】本発明の一態様の表示装置を説明する断面模式図。
- 【図 1 3】本発明の一態様の表示装置を説明する断面模式図。
- 【図 1 4】本発明の一態様の表示装置を説明するブロック図及び回路図。
- 【図 1 5】本発明の一態様の表示装置の画素回路を説明する回路図。
- 【図 1 6】本発明の一態様の表示装置の画素回路を説明する回路図。
- 【図 1 7】本発明の一態様のタッチパネルの一例を示す斜視図。
- 【図 1 8】本発明の一態様の表示装置、及びタッチセンサの一例を示す断面模式図。
- 【図 1 9】本発明の一態様のタッチパネルの一例を示す断面模式図。
- 【図 2 0】本発明の一態様に係るタッチセンサのブロック図及びタイミングチャート。
- 【図 2 1】本発明の一態様に係るタッチセンサの回路図。 10
- 【図 2 2】本発明の一態様の表示モジュールを説明する斜視図。
- 【図 2 3】本発明の一態様の電子機器について説明する図。
- 【図 2 4】本発明の一態様の発光装置を説明する斜視図及び断面図。
- 【図 2 5】本発明の一態様の発光装置を説明する断面図。
- 【図 2 6】本発明の一態様の照明装置及び電子機器を説明する図。
- 【図 2 7】本発明の一態様の照明装置について説明する図。
- 【図 2 8】本発明の一態様に係るゲスト材料の発光スペクトルを説明する図。
- 【図 2 9】本発明の一態様の発光素子の電流効率 - 輝度特性を説明する図。
- 【図 3 0】本発明の一態様の発光素子の電流 - 電圧特性を説明する図。
- 【図 3 1】本発明の一態様の発光素子の発光スペクトルを説明する図。 20
- 【図 3 2】本発明の一態様の発光素子の電流効率 - 輝度特性を説明する図。
- 【図 3 3】本発明の一態様の発光素子の電流 - 電圧特性を説明する図。
- 【図 3 4】本発明の一態様の発光素子の発光スペクトルを説明する図。
- 【図 3 5】本発明の一態様の発光素子の電流効率 - 輝度特性を説明する図。
- 【図 3 6】本発明の一態様の発光素子の電流 - 電圧特性を説明する図。
- 【図 3 7】本発明の一態様の発光素子の発光スペクトルを説明する図。
- 【図 3 8】本発明の一態様の発光素子の電流効率 - 輝度特性を説明する図。
- 【図 3 9】本発明の一態様の発光素子の電流 - 電圧特性を説明する図。
- 【図 4 0】本発明の一態様の発光素子の発光スペクトルを説明する図。
- 【図 4 1】本発明の一態様の発光素子の色度 y と電極間の膜厚の相関を説明する図。 30
- 【図 4 2】本発明の一態様の発光素子の電流効率と色度 y の相関を説明する図。
- 【図 4 3】実施例に係る、発光素子を説明する断面模式図。
- 【図 4 4】実施例に係る、発光素子の電流効率 - 輝度特性を説明する図。
- 【図 4 5】実施例に係る、発光素子の輝度 - 電圧特性を説明する図。
- 【図 4 6】実施例に係る、発光素子の発光スペクトルを説明する図。
- 【図 4 7】実施例に係る、発光素子の電流効率 - 輝度特性を説明する図。
- 【図 4 8】実施例に係る、発光素子の輝度 - 電圧特性を説明する図。
- 【図 4 9】実施例に係る、発光素子の外部量子効率 - 輝度特性を説明する図。
- 【図 5 0】実施例に係る、発光素子の発光スペクトルを説明する図。
- 【発明を実施するための形態】 40
- 【0029】
- 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。
- 【0030】
- 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。
- 【0031】 50

また、本明細書等において、第 1、第 2 等として付される序数詞は便宜上用いるものであり、工程順又は積層順を示さない場合がある。そのため、例えば、「第 1 の」を「第 2 の」又は「第 3 の」などと適宜置き換えて説明することができる。また、本明細書等に記載されている序数詞と、本発明の一態様を特定するために用いられる序数詞は一致しない場合がある。

【0032】

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。

【0033】

また、色とは、一般に色相（単色光の波長に相当）、彩度（あざやかさ即ち白みを帯びていない度合）および明度（明るさ即ち光の強弱）の三要素によって規定されたものである。また、本明細書において色とは、上述の三要素のうちのいずれか一つの要素のみ、または任意で選んだ 2 つの要素のみを示してもよい。また、本明細書において、2 つの光の色が異なるとは、上述の三要素のうちいずれか少なくとも一つが異なることをいい、さらに、2 つの光のスペクトルの形状若しくは各ピークの相対強度比の分布が異なることを含む。

10

【0034】

また、本明細書等において、青色の波長領域は、440 nm 以上 470 nm 以下の波長領域であり、青色の発光は該波長領域に少なくとも一つの発光スペクトルピークを有し、緑色の波長領域は、470 nm より大きく 550 nm 未満の波長領域であり、緑色の発光は該波長領域に少なくとも一つの発光スペクトルピークを有し、黄色の波長領域は、550 nm 以上 590 nm 未満の波長領域であり、黄色の発光は該波長領域に少なくとも一つの発光スペクトルピークを有し、赤色の波長領域は、590 nm 以上 740 nm 以下の波長領域であり、赤色の発光は該波長領域に少なくとも一つの発光スペクトルピークを有する。

20

【0035】

また、本明細書等において蛍光材料とは、一重項励起状態の最も低い準位（S1 準位）から基底状態へ緩和する際に可視光領域に発光を与える材料である。燐光材料とは、三重項励起状態の最も低い準位（T1 準位）から基底状態へ緩和する際に、室温において可視光領域に発光を与える材料である。換言すると燐光材料とは、三重項励起エネルギーを可視光へ変換可能な材料の一つである。

30

【0036】

なお、本明細書等において、室温とは、0 以上 40 以下のいずれかの温度をいう。

【0037】

また、本明細書等において、「膜」という用語と、「層」という用語とは、互いに入れ替えることが可能である。例えば、「導電層」という用語を、「導電膜」という用語に変更することが可能な場合がある。または、例えば、「絶縁膜」という用語を、「絶縁層」という用語に変更することが可能な場合がある。

【0038】

（実施の形態 1）

本実施の形態では、本発明の一態様の発光素子について、図 1 乃至図 7、及び図 2 8 乃至図 4 2 を用いて以下説明する。

40

【0039】

< 1 . 発光素子の構成例 1 >

図 1 (A) は、本発明の一態様の発光素子を示す断面図である。図 1 (A) に示す発光素子 150 は、一对の電極（電極 101 及び電極 102）を有し、該一对の電極間に設けられた EL 層 100 を有する。EL 層 100 は、少なくとも発光層 130 を有する。

【0040】

また、図 1 (A) に示す EL 層 100 は、発光層 130 の他に、正孔注入層 111、正孔輸送層 112、電子輸送層 118、及び電子注入層 119 等の機能層を有する。

50

【0041】

なお、本実施の形態においては、一对の電極のうち、電極101を陽極として、電極102を陰極として説明するが、発光素子150の構成としては、その限りではない。つまり、電極101を陰極とし、電極102を陽極とし、当該電極間の各層の積層は、順番を逆にしてもよい。すなわち、陽極側から、正孔注入層111と、正孔輸送層112と、発光層130と、電子輸送層118と、電子注入層119と、が積層する順番とすればよい。

【0042】

なお、EL層100の構成は、図1(A)に示す構成に限定されず、正孔注入層111、正孔輸送層112、電子輸送層118、及び電子注入層119の中から選ばれる少なくとも一つを有する構成とすればよい。あるいは、EL層100は、正孔または電子の注入障壁を低減する、正孔または電子の輸送性を向上する、正孔または電子の輸送性を低減する、または電極による消光現象を抑制する、ことができる等の機能を有する機能層を有する構成としてもよい。なお、発光層130、または機能層は、それぞれ単層であっても、複数の層が積層された構成であっても良い。

10

【0043】

図1(B)は、図1(A)に示す発光層130の一例を示す断面模式図である。図1(B)に示すように、発光層130は、少なくとも、ホスト材料131と、ゲスト材料132と、を有する。

【0044】

ゲスト材料132としては、発光性の有機化合物を用いればよい。該発光性の有機化合物としては、三重項励起エネルギーを発光に変換できる機能を有することが好ましい。または、室温で燐光発光を呈する機能を有することが好ましい。そうすることで、発光層130で生成した励起子のエネルギーのうち、一重項励起エネルギーに加えて、三重項励起エネルギーについても、発光として取り出すことが可能となる。

20

【0045】

そのためには、ホスト材料131の一重項励起状態の最も低いエネルギー準位(S1準位)、及び三重項励起状態の最も低いエネルギー準位(T1準位)は、ゲスト材料132の三重項励起状態の最も低いエネルギー準位(T1準位)より高いことが好ましい。

【0046】

図2(A)は、図1(A)に示す発光層130の他の一例を示す断面模式図である。すなわち、ホスト材料131は、図1(B)に示すように単一の物質で構成されていても良く、または、図2(A)に示すように複数の物質から構成されていても良い。ホスト材料131が複数の物質から構成される場合、それらは互いに励起錯体(エキサイプレックスともいう)を形成する組み合わせであることが好ましい。

30

【0047】

また、ゲスト材料132は、単一の物質で構成されていても良く、複数の物質で構成されていても良い。ゲスト材料132が、複数の物質から構成される場合、それらが互いに異なる発光色を呈する機能を有する構成とすることができる。

【0048】

なお、以下の説明においては、ゲスト材料132として、燐光材料を用いる構成について説明する。そのため、ゲスト材料132を発光材料または燐光材料として読み替えてもよい。

40

【0049】

1-1. マイクロキャビティ

図1(A)に示す発光素子150は、微小共振器(マイクロキャビティ)構造を有することが好ましい構成である。マイクロキャビティ構造については、以下説明する。

【0050】

発光層130から射出される光は、一对の電極(電極101及び電極102)間で共振される。そのため、発光層130を、該射出される光の波長が強まる位置に形成すると好

50

ましい。例えば、電極 101 の反射領域から発光層 130 の発光領域までの光学距離と、電極 102 の反射領域から発光層 130 の発光領域までの光学距離と、をそれぞれ $(2m' - 1) \lambda_B / 4$ (m' は自然数を、 λ_B は所望の色の波長を、それぞれ表す) の近傍となるよう調整することにより、発光層 130 から射出される光のうち所望の波長の光を強めることができる。すなわち、発光素子 150 が上記光学距離を満たすためには、電極 101 の反射領域と電極 102 の反射領域との間の光学距離が $m \lambda_B / 2$ (m は自然数を表す) の近傍となるよう調整されることが好ましい。なお、光学距離は、実際の距離と屈折率との積で表される。

【0051】

なお、電極 101 の反射領域、及び電極 102 の反射領域を厳密に決定することは困難であるため、電極 101、及び電極 102 の任意の領域を反射領域と仮定することで、発光層 130 から射出される光を強める光学距離を導出してもよい。また、発光層 130 の発光領域を厳密に決定することは困難であるため、発光層 130 の任意の領域を発光領域と仮定することで、発光層 130 から射出される光を強める光学距離を導出してもよい。

10

【0052】

上記のように、発光素子 150 がマイクロキャピティ構造を有することで、発光層 130 から射出される光が狭線化されるため、色純度の良い発光を得ることができる。

【0053】

マイクロキャピティ構造を有するためには、電極 101 は、光を反射する機能を有することが好ましく、電極 102 は、光を反射する機能と、光を透過する機能と、を有することが好ましい。そのためには、電極 101 は、可視光に反射性を有する導電層を有することが好ましい。また、電極 102 は、可視光に反射性と透光性を有する導電層を有することが好ましい。なお、電極 101 と電極 102 の機能は、互いに入れ換えてもよい。すなわち、電極 101 が光を反射する機能と、光を透過する機能を有し、電極 102 が光を反射する機能を有する構成であってもよい。

20

【0054】

図 2 (B) は、図 1 (A) に示す電極 101 の他の一例を示す断面模式図である。すなわち、電極 101 は、単層であってもよく、複数の層が積層された構成であってもよい。図 2 (B) のように、電極 101 が導電層 101a と、導電層 101b とを有する場合、導電層 101a は、可視光を反射する機能を有し、導電層 101b は可視光を透過する機能を有する、ことが好ましい。このとき、電極 101 における導電層 101b の膜厚を制御することで、発光素子 150 における電極 101 の反射領域と電極 102 の反射領域との間の光学距離が $m \lambda_B / 2$ (m は自然数、 λ_B は所望の色の波長を、それぞれ表す) の近傍となるよう調整することができる。

30

【0055】

また、電極 101 の反射領域と電極 102 の反射領域との間の光学距離を、所望の色の波長の光が強まる距離に合わせるためには、電極 101 における導電層 101b の膜厚以外にも、正孔注入層 111 の膜厚を制御することが好ましい。なお、光学距離を調整するために制御する層については、これらに限定されない。

【0056】

また、電極 101 の反射率を高め、発光素子 150 の発光効率を高めるためには、電極 101 または導電層 101a が、アルミニウム (Al) または銀 (Ag) のうち少なくとも一つを有することが好適である。Al は材料コストが安価で、パターン形成が容易であるため、発光素子 150 の製造コストを低減することができ、好ましい。また、Ag は特に高い反射率を有する材料であるため、発光素子 150 の発光効率を高めるためには好適である。なお、電極 101 が、複数の層が積層された構成を有する場合、少なくとも一つの層が、Al または Ag のうち少なくとも一つを有すればよい。

40

【0057】

また、電極 102 は、可視光に反射性と透光性を有する導電層を有することが好ましい。また、発光素子 150 の発光効率を高めるためには、電極 102 が、マグネシウム (M

50

g) または Ag のうち少なくとも一つを有することが好適である。Mg は仕事関数が小さいため、電子注入性が良好で、発光素子の駆動電圧を低減することができるため、好ましい。また、Ag は光の吸収率が低いため、Ag を有する層の膜厚を適切に制御することで、反射率が高く、透過率の高い電極 102 を作製することが可能となるため、好ましい。具体的には、Ag を有する層の膜厚は、5 nm 以上 30 nm 以下が好ましい。なお、電極 102 が、複数の層が積層された構成を有する場合、少なくとも一つの層が、Mg または Ag のうち少なくとも一つを有すればよい。

【0058】

上記のように、マイクロキャビティ構造を有することで、発光素子の各電極近傍における光の散乱及び光の吸収を抑制することができ、高い光取り出し効率を実現することができる。

10

【0059】

1-2. ゲスト材料の発光スペクトルについて

なお、マイクロキャビティ構造において光取り出し効率を高め、発光素子の発光効率を向上させるためには、マイクロキャビティ構造によって強まる光の波長が、発光素子が有するゲスト材料の発光スペクトルのピークの波長近傍となるよう光学距離を設定することが好ましい。特に、マイクロキャビティ構造によって強まる光の波長が、発光素子が有するゲスト材料の発光スペクトルの最大値における波長近傍となるよう光学距離を設定することが好ましい。なお、発光素子が有するゲスト材料の発光スペクトルの半値全幅が狭い方が、マイクロキャビティ構造による狭線化の効果が高いため好ましく、具体的には発光素子が有するゲスト材料の発光スペクトルの半値全幅は、好ましくは 20 nm 以上 80 nm 以下であり、より好ましくは 20 nm 以上 70 nm 以下である。

20

【0060】

また、表示装置に用いる発光素子においては、発光効率が高いこと、及び色純度が高いこと、が重要である。色純度が高い発光素子を表示装置の画素に用いることで、該表示装置で表示可能な色域が広がるため、付加価値の高い表示装置とすることができる。特に、画素を構成する副画素のうち、青色の副画素に、発光効率が高く、色純度が高い発光を呈する発光素子を用いることで、該発光素子を有する表示装置は、消費電力が低減し、表示可能な色域が広がるため、特に好ましい。

【0061】

なお、テレビやモバイル機器等に用いられる表示装置における色域に関する主な規格を以下に例示する。

30

【0062】

パーソナルコンピュータ、デジタルカメラ、プリンタなどの電子機器に用いる表示装置で広く使われている色空間である sRGB (standard RGB) 規格、及び HDTV (High Definition Television、ハイビジョンともいう) の規格 (ITU-R BT.709) では、CIE (国際照明委員会) が定める CIE 1931 色度座標 (xy 色度座標) における色度 (x, y) が、赤色 (0.64, 0.33)、緑色 (0.30, 0.60)、青色 (0.15, 0.06) である。また、テレビ放送規格で使われる色空間である PAL (Phase Alternating Line) の規格では、色度 (x, y) が、赤色 (0.64, 0.33)、緑色 (0.29, 0.60)、青色 (0.15, 0.06) である。また、テレビ放送規格で使われる色空間である NTSC (National Television System Committee) の規格では、色度 (x, y) が、赤色 (0.67, 0.33)、緑色 (0.21, 0.71)、青色 (0.14, 0.08) である。また、デジタルシネマ映写の色空間である DCI (Digital Cinema Initiatives) - P3 規格では、色度 (x, y) が、赤色 (0.68, 0.32)、緑色 (0.265, 0.69)、青色 (0.15, 0.06) である。また、4K x 2K (水平方向画素数 = 3840 画素、垂直方向画素数 = 2160 画素) または 8K x 4K (水平方向画素数 = 7680 画素、垂直方向画素数 = 4320 画素) に代表される高精細な UHD TV (Ultra Hi

40

50

gh Definition Television、スーパーハイビジョンともいう)で使われる規格(ITU-R BT.2020)では、色度(x, y)が、赤色(0.708, 0.292)、緑色(0.170, 0.779)、青色(0.131, 0.046)である。

【0063】

したがって、青色の発光を呈するゲスト材料を有する発光素子において、NTSC規格を達成するためには、色度yが0.08以下であると好ましい。また、sRGB、ITU-R BT.709、PAL、及びDCI-P3の規格を達成するためには、色度yが0.06以下であると好ましい。また、ITU-R BT.2020の規格を達成するためには、色度yが0.046以下となることが好ましい。

10

【0064】

なお、440nmの単色光における色度(x, y)は、(0.1644, 0.0109)であり、470nmの単色光における色度(x, y)は、(0.1241, 0.0578)であり、色度yが十分に低い値である。

【0065】

そのため、上記の規格を達成するためには、青色の発光を呈するゲスト材料は発光スペクトルにおいて、440nm以上470nm以下の波長領域に最大値を有することが好ましい。また、該発光スペクトルは、20nm以上80nm以下の半値全幅であることが好ましく、20nm以上70nm以下の半値全幅であるとより好ましい。

【0066】

なお、530nmの単色光における色度(x, y)は、(0.1547, 0.8059)であり、色度yが高い。

20

【0067】

そのため、上記の規格を達成するためには、青色の発光を呈するゲスト材料は発光スペクトルにおいて、530nmの波長における光の強度が、最大値の0%以上50%以下であることが好ましい。また、該発光スペクトルから算出されるCIE1931色度座標における色度yが、0.01以上0.3以下であることが好ましい。このような発光を呈するゲスト材料を有する発光素子に、マイクロキャピティ構造を用いることで、該発光素子の発光は上記の規格の色度を達成することができる。

【0068】

なお、上記ゲスト材料の発光スペクトルは、ゲスト材料を有する溶液の発光スペクトルを用いることが好ましく、特にジクロロメタン溶液の発光スペクトルを用いることが好ましい。あるいは、ゲスト材料を有する溶液に用いる溶媒としては、例えば、メタノール、エタノール、プロパノール、ブタノール、トルエン、ヘキサン、ベンゼン、アセトン、アセトニトリル、クロロホルム、ジエチルエーテル、ジメチルスルホキシド、酢酸エチル、テトラヒドロフラン、ジメチルホルムアミド、酢酸、もしくは蟻酸といった有機溶媒、または水、を用いてもよい。

30

【0069】

また、発光素子の発光効率を高めるためには、ゲスト材料が三重項励起エネルギーを発光に変換できる機能を有することが好ましい。または、室温で燐光発光を呈する機能を有することが好ましい。または、イリジウムを有することが好ましい。または、イリジウムに配位する含窒素五員複素環骨格を有する配位子を有することが好ましい。または、イリジウムに配位する配位子が、イミダゾール骨格またはトリアゾール骨格を有することが好ましい。

40

【0070】

上記のゲスト材料の一例としては、トリス{2-[4-(2-アダマンチル)-5-メチル-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(Mptz-Adm₂)₃)、トリス(1,3-ジメチル-5-フェニル-1H-1,2,4-トリアゾラト)イリジウム(III)(略称:Ir(Mptz1-Me)₃)が挙げられる。ただし、本発明の一態様の発光素子に用いることが

50

できるゲスト材料としては、これらに限定されない。

【0071】

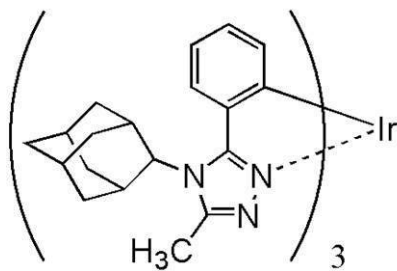
1-3. ゲスト材料を有する溶液の発光スペクトル

図28に、ジクロロメタン溶液におけるIr(Mptz-Adm2)₃、及びIr(Mptz1-Me)₃の発光スペクトルを示す。また、比較として、ジクロロメタン溶液におけるトリス{2-[5-(2-メチルフェニル)-4-(2,6-ジイソプロピルフェニル)-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(mpptz-diPrp)₃)、及びトリス[3-メチル-1-(2-メチルフェニル)-5-フェニル-1H-1,2,4-トリアゾラト]イリジウム(III)(略称: Ir(Mptz1-mp)₃)の発光スペクトルについても図28に示す。また、これらの化合物の構造式を以下に示す。また、これらの発光スペクトルの最大値における波長、半値全幅、及び発光スペクトルから算出したCIE x y色度を表1に示す。

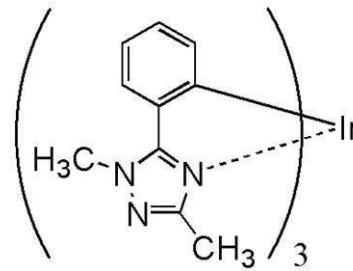
10

【0072】

【化1】

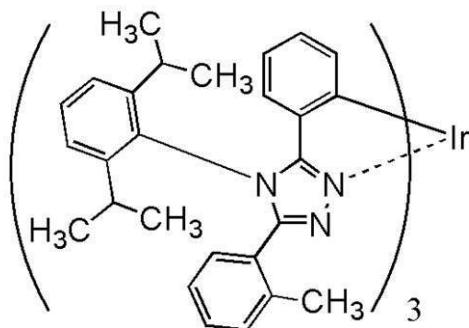


Ir(Mptz-Adm2)₃



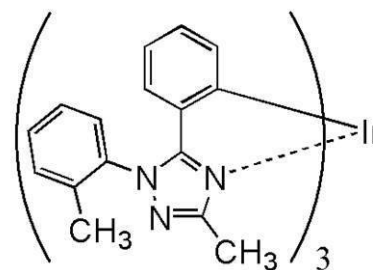
Ir(Mptz1-Me)₃

20



Ir(mpptz-diPrp)₃

(比較例)



Ir(Mptz1-mp)₃

(比較例)

30

【0073】

【表1】

	発光スペクトルの最大値における波長(nm)	発光スペクトルにおける半値全幅(nm)	CIE色度(x, y)
Ir(Mptz-Adm2) ₃	459	65	(0.165, 0.267)
Ir(Mptz1-Me) ₃	457	79	(0.170, 0.273)
Ir(mpptz-diPrp) ₃	503	77	(0.185, 0.425)
Ir(Mptz1-mp) ₃	493	88	(0.201, 0.395)

40

【0074】

50

$\text{Ir}(\text{Mptz} - \text{Adm}2)_3$ 及び $\text{Ir}(\text{Mptz}1 - \text{Me})_3$ における発光スペクトルは、440nm以上470nm以下の波長領域に最大値を有し、且つ、20nm以上80nm以下の半値全幅を有している。また、これらの発光スペクトルにおいて、530nmの波長における光の強度は、最大値に対して0%以上50%以下である。また、これらの発光スペクトルから算出されるCIE1931色度座標における色度 y は、0.01以上0.3以下である。したがって、 $\text{Ir}(\text{Mptz} - \text{Adm}2)_3$ 及び $\text{Ir}(\text{Mptz}1 - \text{Me})_3$ は、本発明の一態様である発光素子に好適なゲスト材料である。中でも $\text{Ir}(\text{Mptz} - \text{Adm}2)_3$ においては、発光スペクトルにおいて20nm以上70nm以下の半値全幅であるため、特に好ましい。

【0075】

10

1-4. 発光スペクトルを測定した発光素子の構成

次に、これらのゲスト材料を有する発光素子の発光スペクトル、及び素子特性について、図29乃至図42、及び表2乃至表7を用いて説明する。

【0076】

本発明の一態様の発光素子である発光素子1-1乃至1-8は、 $\text{Ir}(\text{Mptz}1 - \text{Me})_3$ をゲスト材料として有する発光素子である。また、比較発光素子である発光素子2-1乃至2-8、発光素子3-1乃至3-8、及び発光素子4-1乃至4-4は、それぞれ $\text{Ir}(\text{mppztz} - \text{diPrp})_3$ 、 $\text{Ir}(\text{Mptz}1 - \text{mp})_3$ 、及びN, N'-ビス(3-メチルフェニル)-N, N'-ビス[3-(9-フェニル-9H-フルオレン-9-イル)フェニル]ピレン-1,6-ジアミン(略称:1,6mMemFLPAPrn)をゲスト材料として有する発光素子である。

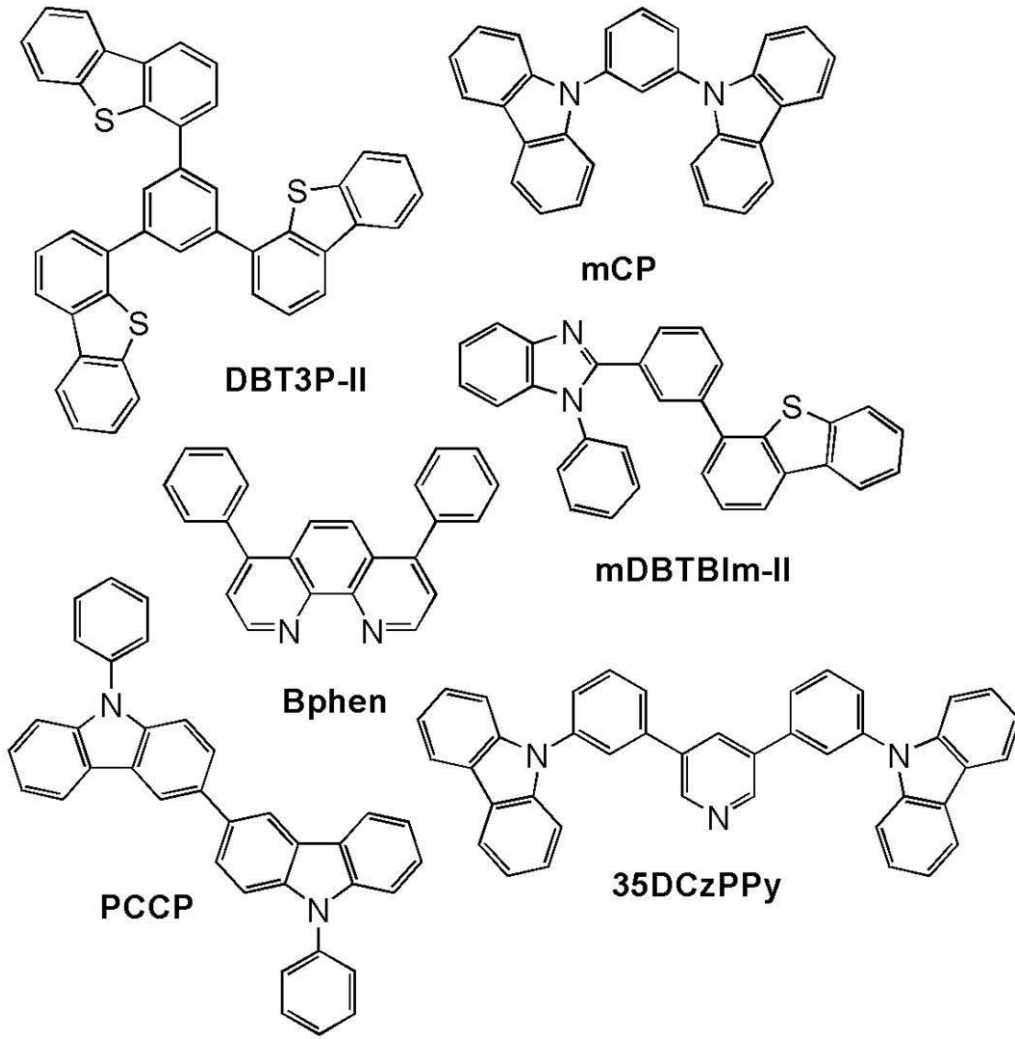
20

【0077】

また、これら発光素子に用いた化合物の構造と略称、及び発光素子の構成を以下に示す。

【0078】

【化 2】



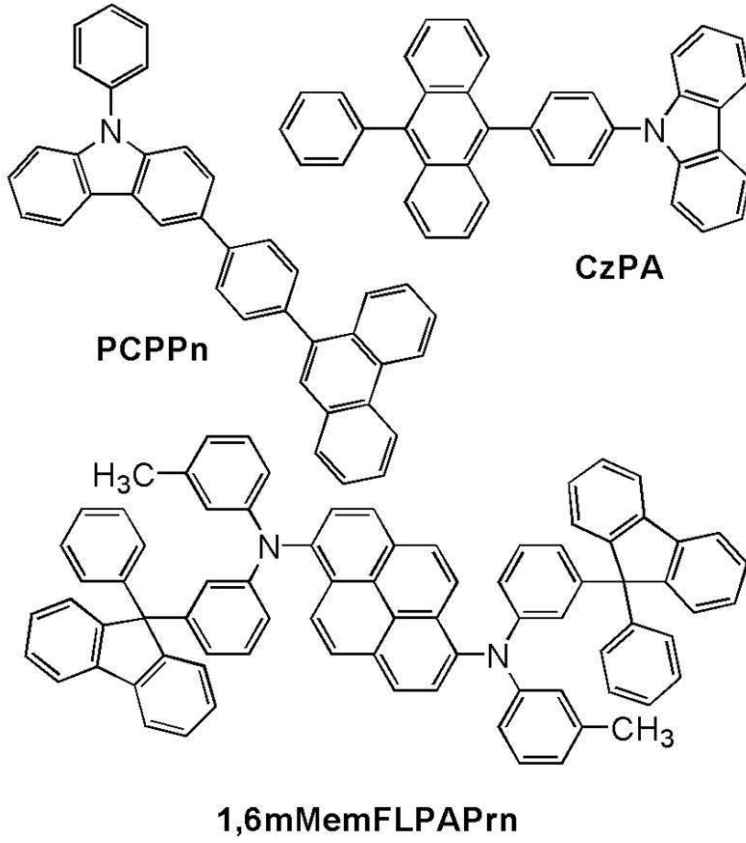
10

20

【 0 0 7 9 】

30

【化 3】



10

20

【 0 0 8 0 】

【表 2】

	層	符号	膜厚 (nm)	材料	重量比 *1)
発光素子 1-1 乃至 1-8	電極	102(2)	70	DBT3P-II	-
		102(1)	15	Ag : Mg	1:0.1
	電子注入層	119	1	LiF	-
	電子輸送層	118(2)	Y1 *)2	Bphen	-
		118(1)	10	mDBTBIIm-II : Ir(Mptz1-Me) ₃	1:0.08
	発光層	130	30	mCP : Ir(Mptz1-Me) ₃	1:0.08
	正孔輸送層	112	20	mCP	-
	正孔注入層	111	X1 *)2	DBT3P-II:MoO ₃	1:0.5
	電極	101(3)	30	ITSO	-
		101(2)	6	Ti	-
101(1)		200	Al-Ti	-	

*1)Ag : Mgの比率のみ体積比で記載。

*2)		膜厚X1 (nm)	膜厚Y1 (nm)
	発光素子1-1	70	20
	発光素子1-2	70	25
	発光素子1-3	70	30
	発光素子1-4	70	35
	発光素子1-5	80	20
	発光素子1-6	80	25
	発光素子1-7	80	30
	発光素子1-8	80	35

【 0 0 8 1 】

10

20

【表 3】

	層	符号	膜厚 (nm)	材料	重量比 *1)
発光 素子 2-1 乃至 2-8	電極	102(2)	70	DBT3P-II	-
		102(1)	16	Ag : Mg	1:0.2
	電子注入層	119	1	LiF	-
	電子輸送層	118(2)	Z2 *3)	Bphen	-
		118(1)	Y2 *3)	35DCzPPy	
	発光層	130(2)	10	35DCzPPy : Ir(mpptz-diPrp) ₃	1:0.06
		130(1)	20	35DCzPPy : PCCP : Ir(mpptz-diPrp) ₃	0.3:1:0.06
	正孔輸送層	112	20	PCCP	-
	正孔注入層	111	X2 *3)	DBT3P-II:MoO ₃	1:0.5
	電極	101(3)	30	ITSO	-
		101(2)	6	Ti	-
101(1)		200	Al-Ti	-	

*1)Ag : Mgの比率のみ体積比で記載。

*3)	膜厚X2 (nm)	膜厚Y2 (nm)	膜厚Z2 (nm)
発光素子2-1	50	5	10
発光素子2-2	50	10	15
発光素子2-3	60	5	10
発光素子2-4	60	10	15
発光素子2-5	70	5	10
発光素子2-6	70	10	15
発光素子2-7	80	5	10
発光素子2-8	80	10	15

【 0 0 8 2 】

【表 4】

	層	符号	膜厚 (nm)	材料	重量比 *1)
発光素子 3-1 乃至 3-8	電極	102(2)	70	DBT3P-II	-
		102(1)	15	Ag : Mg	1:0.1
	電子注入層	119	1	LiF	-
	電子輸送層	118(2)	Z3 *4)	Bphen	-
		118(1)	Y3 *4)	35DCzPPy	
	発光層	130(2)	10	35DCzPPy : Ir(Mptz1-mp) ₃	1:0.05
		130(1)	20	35DCzPPy : PCCP : Ir(Mptz1-mp) ₃	0.65:0.35:0.05
	正孔輸送層	112	20	PCCP : Ir(Mptz1-mp) ₃	0.8:0.2
	正孔注入層	111	X3 *4)	DBT3P-II:MoO ₃	1:0.5
	電極	101(3)	30	ITSO	-
101(2)		6	Ti	-	
101(1)		200	Al-Ti	-	

*1)Ag : Mgの比率のみ体積比で記載。

*4)	膜厚X3 (nm)	膜厚Y3 (nm)	膜厚Z3 (nm)
発光素子3-1	60	5	15
発光素子3-2	60	10	15
発光素子3-3	60	10	20
発光素子3-4	60	15	20
発光素子3-5	70	5	15
発光素子3-6	70	10	15
発光素子3-7	70	10	20
発光素子3-8	70	15	20

【 0 0 8 3 】

【表 5】

	層	符号	膜厚 (nm)	材料	重量比 *1)
発光素子 4-1 乃至 4-4	電極	102(2)	70	ITO	-
		102(1)	15	Ag : Mg	1:0.1
	電子注入層	119	1	LiF	-
	電子輸送層	118(2)	15	Bphen	-
		118(1)	Y4 *5)	CzPA	
	発光層	130	25	CzPA : 1,6mMemFLPAPrn	1:0.05
	正孔輸送層	112	20	PCPPn	-
	正孔注入層	111	X4 *5)	DBT3P-II:MoO ₃	1:0.5
	電極	101(3)	10	ITSO	-
		101(2)	6	Ti	-
101(1)		200	Al-Ti	-	

*1)Ag : Mgの比率のみ体積比で記載。

*5)		膜厚X4 (nm)	膜厚Y4 (nm)
	発光素子4-1	100	5
	発光素子4-2	100	15
	発光素子4-3	105	5
	発光素子4-4	105	15

【 0 0 8 4 】

また、以下に、上記発光素子の作製方法の一例を示す。

【 0 0 8 5 】

発光素子 1 - 1 の作製方法

発光素子 1 - 1 における電極 1 0 1 を構成する導電層として、Al - Ti 膜を厚さが 200 nm になるように形成する。次に、Al - Ti 膜上に Ti を厚さが 6 nm になるように形成する。Ti 膜の形成後、300 ° にて 1 時間のベーク処理を行うことで、Ti 膜を酸化し、酸化チタン膜を形成する。次に、Ti 膜上に酸化珪素を含むインジウム錫酸化物（略称：ITSO）膜を、厚さが 30 nm になるように形成する。なお、電極 1 0 1 の面積は、4 mm²（2 mm × 2 mm）とする。

【 0 0 8 6 】

また、電極 1 0 1 上の正孔注入層 1 1 1 としては、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（略称：MoO₃）とを重量比（DBT3P - II : MoO₃）が 1 : 0.5 になるように、且つ厚さが 70 nm になるように共蒸着する。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。また、正孔輸送層 1 1 2 としては、1, 3 - ビス（N - カルバゾリル）ベンゼン（略称：mCP）を厚さが 20 nm になるように蒸着する。

【 0 0 8 7 】

また、発光層 1 3 0 としては、mCP、および Ir（Mptz1 - Me）₃ を重量比（mCP : Ir（Mptz1 - Me）₃）が 1 : 0.08 になるように、且つ厚さが 30 nm になるように共蒸着する。なお、発光層 1 3 0 において、mCP がホスト材料であり、Ir（Mptz1 - Me）₃ がゲスト材料（燐光材料）である。

【 0 0 8 8 】

また、発光層 1 3 0 上に、電子輸送層 1 1 8 として、2 - [3 - （ジベンゾチオフェン - 4 - イル）フェニル] - 1 - フェニル - 1 H - ベンゾイミダゾール（略称：mDBTBIm - II）、及び Ir（Mptz1 - Me）₃ を重量比（mDBTBIm - II : Ir

(M p t z 1 - M e)₃) が 1 : 0 . 0 8 になるように、且つ厚さが 1 0 n m になるように共蒸着し、続いてバソフェナントロリン (B p h e n) を厚さが 2 0 n m になるように蒸着する。次に、電子注入層 1 1 9 として、フッ化リチウム (L i F) を厚さが 1 n m になるように蒸着する。

【 0 0 8 9 】

また、電極 1 0 2 としては、銀 (A g) とマグネシウム (M g) とを体積比 (A g : M g) が 1 : 0 . 1 になるように、且つ厚さが 1 5 n m になるように共蒸着し、その後、D B T 3 P - I I を厚さが 7 0 n m となるように形成する。

【 0 0 9 0 】

以上の工程が本発明の一態様の発光素子である発光素子 1 - 1 の作製方法の一例である。なお、発光素子 1 - 2 乃至 1 - 8 としては、正孔注入層 1 1 1 の膜厚、及び電子輸送層 1 1 8 の膜厚を、表 2 に示す膜厚とする。すなわち、発光素子 1 - 1 は光学距離が比較的短いため、比較的短い発光波長の光を呈する発光素子に適した構造を有し、発光素子 1 - 8 は光学距離が比較的長いため、比較的長い発光波長の光を呈する発光素子に適した構造を有する。また、発光素子 1 - 2 乃至 1 - 7 は、発光素子 1 - 1 と 1 - 8 の間の発光波長の光を呈する発光素子に適した構造を有する。

10

【 0 0 9 1 】

発光素子 2 - 1 の作製方法

発光素子 2 - 1 における電極 1 0 1 は、発光素子 1 - 1 と同様の構成とする。

【 0 0 9 2 】

電極 1 0 1 上の正孔注入層 1 1 1 としては、D B T 3 P - I I と M o O₃ とを重量比 (D B T 3 P - I I : M o O₃) が 1 : 0 . 5 になるように、且つ厚さが 5 0 n m になるように共蒸着する。また、正孔輸送層 1 1 2 としては、9 - フェニル - 9 H - 3 - (9 - フェニル - 9 H - カルバゾール - 3 - イル) カルバゾール (略称 : P C C P) を厚さが 2 0 n m になるように蒸着する。

20

【 0 0 9 3 】

また、発光層 1 3 0 としては、3 , 5 - ビス [3 - (9 H - カルバゾール - 9 - イル) フェニル] ピリジン (略称 : 3 5 D C z P P y) 、 P C C P 、および I r (m p p t z - d i P r p)₃ を重量比 (3 5 D C z P P y : P C C P : I r (m p p t z - d i P r p)₃) が 0 . 3 : 1 : 0 . 0 6 になるように、且つ厚さが 2 0 n m になるように共蒸着し、続いて、3 5 D C z P P y 、および I r (m p p t z - d i P r p)₃ を重量比 (3 5 D C z P P y : I r (m p p t z - d i P r p)₃) が 1 : 0 . 0 6 になるように、且つ厚さが 1 0 n m になるように共蒸着する。なお、発光層 1 3 0 において、3 5 D C z P P y 及び P C C P がホスト材料であり、I r (m p p t z - d i P r p)₃ がゲスト材料 (燐光材料) である。

30

【 0 0 9 4 】

また、発光層 1 3 0 上に、電子輸送層 1 1 8 として、3 5 D C z P P y を厚さが 5 n m になるように蒸着し、続いて B p h e n を厚さが 1 0 n m になるように蒸着する。次に、電子注入層 1 1 9 として、フッ化リチウム (L i F) を厚さが 1 n m になるように蒸着する。

40

【 0 0 9 5 】

また、電極 1 0 2 としては、A g と M g とを体積比 (A g : M g) が 1 : 0 . 2 になるように、且つ厚さが 1 6 n m になるように共蒸着し、その後、D B T 3 P - I I を厚さが 7 0 n m となるように形成する。

【 0 0 9 6 】

以上が比較発光素子である発光素子 2 - 1 の作製方法の一例である。なお、発光素子 2 - 2 乃至 2 - 8 としては、正孔注入層 1 1 1 の膜厚、及び電子輸送層 1 1 8 の膜厚を、表 3 に示す膜厚とする。すなわち、発光素子 2 - 1 は光学距離が比較的短いため、比較的短い発光波長に適した発光素子であり、発光素子 2 - 8 は光学距離が比較的長いため、比較的長い発光波長に適した発光素子である。また、発光素子 2 - 2 乃至 2 - 7 は、発光素子

50

2 - 1と2 - 8の間の発光波長に適した発光素子である。

【0097】

発光素子3 - 1の作製方法

発光素子3 - 1における電極101は、発光素子1 - 1と同様の構成とする。

【0098】

電極101上の正孔注入層111としては、DBT3P - IIと MoO_3 とを重量比(DBT3P - II : MoO_3)が1 : 0.5になるように、且つ厚さが60nmになるように共蒸着する。また、正孔輸送層112としては、PCCPと $\text{Ir}(\text{Mptz1 - mp})_3$ とを重量比(PCCP : $\text{Ir}(\text{Mptz1 - mp})_3$)が0.8 : 0.2になるように、且つ厚さが20nmになるように共蒸着する。

10

【0099】

また、発光層130としては、35DCzPPy、PCCP、および $\text{Ir}(\text{Mptz1 - mp})_3$ を重量比(35DCzPPy : PCCP : $\text{Ir}(\text{Mptz1 - mp})_3$)が0.65 : 0.35 : 0.05になるように、且つ厚さが20nmになるように共蒸着し、続いて、35DCzPPy、および $\text{Ir}(\text{Mptz1 - mp})_3$ を重量比(35DCzPPy : $\text{Ir}(\text{Mptz1 - mp})_3$)が1 : 0.05になるように、且つ厚さが10nmになるように共蒸着する。なお、発光層130において、35DCzPPy及びPCCPがホスト材料であり、 $\text{Ir}(\text{Mptz1 - mp})_3$ がゲスト材料(燐光材料)である。

【0100】

また、発光層130上に、電子輸送層118として、35DCzPPyを厚さが5nmになるように蒸着し、続いてBphenを厚さが15nmになるように蒸着する。次に、電子注入層119として、フッ化リチウム(LiF)を厚さが1nmになるように蒸着する。

20

【0101】

また、電極102としては、AgとMgとを体積比(Ag : Mg)が1 : 0.1になるように、且つ厚さが15nmになるように共蒸着し、その後、DBT3P - IIを厚さが70nmとなるように形成する。

【0102】

以上の工程が比較発光素子である発光素子3 - 1の作製方法の一例である。なお、発光素子3 - 2乃至3 - 8としては、正孔注入層111の膜厚、及び電子輸送層118の膜厚を、表4に示す膜厚とする。すなわち、発光素子3 - 1は光学距離が比較的短いため、比較的短い発光波長に適した発光素子であり、発光素子3 - 8は光学距離が比較的長いため、比較的長い発光波長に適した発光素子である。また、発光素子3 - 2乃至3 - 7は、発光素子3 - 1と3 - 8の間の発光波長に適した発光素子である。

30

【0103】

発光素子4 - 1の作製方法

発光素子4 - 1における電極101を構成する導電層として、Al - Ti膜を厚さが200nmになるように形成する。次に、Al - Ti膜上にTiを厚さが6nmになるように形成する。Ti膜の形成後、300°にて1時間のベーク処理を行うことで、Ti膜を酸化し、酸化チタン膜を形成する。次に、Ti膜上にITO膜を、厚さが10nmになるように形成する。なお、電極101の面積は、 4mm^2 ($2\text{mm} \times 2\text{mm}$)とする。

40

【0104】

電極101上の正孔注入層111としては、DBT3P - IIと MoO_3 とを重量比(DBT3P - II : MoO_3)が1 : 0.5になるように、且つ厚さが100nmになるように共蒸着する。また、正孔輸送層112としては、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)を厚さが20nmになるように蒸着する。

【0105】

また、発光層130としては、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)、および1,6mMemFLPAPr

50

nを重量比(CzPA:1, 6mMemFLPAPrn)が1:0.05になるように、且つ厚さが25nmになるように共蒸着する。なお、発光層130において、CzPAがホスト材料であり、1, 6mMemFLPAPrnがゲスト材料(蛍光材料)である。

【0106】

また、発光層130上に、電子輸送層118として、CzPAを厚さが5nmになるように蒸着し、続いてBphenを厚さが15nmになるように蒸着する。次に、電子注入層119として、フッ化リチウム(LiF)を厚さが1nmになるように蒸着する。

【0107】

また、電極102としては、AgとMgとを体積比(Ag:Mg)が1:0.1になるように、且つ厚さが15nmになるように共蒸着し、その後、インジウム錫酸化物(Indium Tin Oxide:ITO)膜を厚さが70nmとなるように形成する。

10

【0108】

以上の過程が比較発光素子である発光素子4-1の作製方法の一例である。なお、発光素子4-2乃至4-4としては、正孔注入層111の膜厚、及び電子輸送層118の膜厚を、表5に示す膜厚とする。すなわち、発光素子4-1は光学距離が比較的短いため、比較的短い発光波長に適した発光素子であり、発光素子4-4は光学距離が比較的長いため、比較的長い発光波長に適した発光素子である。また、発光素子4-2及び4-3は、発光素子4-1と4-4の間の発光波長に適した発光素子である。

【0109】

1-5. 発光素子の発光スペクトル及び素子特性

20

次に、上記の作製方法のように作製した発光素子1-1乃至1-8、発光素子2-1乃至2-8、発光素子3-1乃至3-8、及び発光素子4-1乃至4-4の1000cd/m²付近における素子特性を表6および表7に示す。また、発光素子1-1乃至1-8の電流効率-輝度特性を図29に、電流-電圧特性を図30に、発光スペクトルを図31に、それぞれ示す。また、発光素子2-1乃至2-8の電流効率-輝度特性を図32に、電流-電圧特性を図33に、発光スペクトルを図34に、それぞれ示す。また、発光素子3-1乃至3-8の電流効率-輝度特性を図35に、電流-電圧特性を図36に、発光スペクトルを図37に、それぞれ示す。また、発光素子4-1乃至4-4の電流効率-輝度特性を図38に、電流-電圧特性を図39に、発光スペクトルを図40に、それぞれ示す。なお、各発光素子の測定は室温(23℃に保たれた雰囲気)で行った。また、各発光素子の発光スペクトルは、2.5mA/cm²の電流密度で電流を流した際の発光スペクトルである。

30

【0110】

【表 6】

	電圧 (V)	電流密度 (mA/cm ²)	CIE色度 (x, y)	輝度 (cd/m ²)	電流効率 (cd/A)
発光素子 1-1	6.8	21	(0.14, 0.044)	1000	4.9
発光素子 1-2	6.8	16	(0.14, 0.050)	1000	6.5
発光素子 1-3	6.6	9.3	(0.14, 0.073)	900	10
発光素子 1-4	6.6	7.3	(0.13, 0.094)	870	12
発光素子 1-5	6.2	7.7	(0.14, 0.091)	980	13
発光素子 1-6	6.2	6.4	(0.13, 0.12)	1000	16
発光素子 1-7	6.2	4.8	(0.13, 0.16)	930	19
発光素子 1-8	6.2	4.0	(0.12, 0.20)	880	22
発光素子 2-1	6.0	150	(0.16, 0.18)	1100	0.73
発光素子 2-2	6.0	96	(0.15, 0.15)	1000	1.0
発光素子 2-3	5.2	40	(0.14, 0.17)	880	2.2
発光素子 2-4	5.2	29	(0.14, 0.13)	1100	3.8
発光素子 2-5	4.8	18	(0.14, 0.15)	1100	6.2
発光素子 2-6	4.4	6.7	(0.13, 0.16)	860	13
発光素子 2-7	4.4	7.4	(0.13, 0.20)	1100	15
発光素子 2-8	4.2	4.2	(0.12, 0.31)	1100	27

10

20

30

【 0 1 1 1 】

【表 7】

	電圧 (V)	電流密度 (mA/cm ²)	CIE色度 (x, y)	輝度 (cd/m ²)	電流効率 (cd/A)
発光素子 3-1	4.8	32	(0.14, 0.095)	870	2.7
発光素子 3-2	5.0	29	(0.14, 0.083)	1000	3.4
発光素子 3-3	4.8	18	(0.14, 0.079)	930	5.2
発光素子 3-4	4.8	12	(0.14, 0.084)	920	7.4
発光素子 3-5	4.4	14	(0.14, 0.092)	900	6.4
発光素子 3-6	4.6	12	(0.14, 0.10)	1100	8.8
発光素子 3-7	4.4	8.4	(0.14, 0.12)	1100	13
発光素子 3-8	4.4	5.6	(0.13, 0.15)	940	17
発光素子 4-1	3.4	23	(0.14, 0.063)	1200	5.1
発光素子 4-2	3.3	10	(0.14, 0.084)	880	8.5
発光素子 4-3	3.3	14	(0.14, 0.079)	1000	7.2
発光素子 4-4	3.3	12	(0.13, 0.11)	1200	10

10

20

【0112】

また、発光素子1-1乃至1-8、発光素子2-1乃至2-8、発光素子3-1乃至3-8、及び発光素子4-1乃至4-4の1000cd/m²付近における色度yと電極101の反射領域から電極102の反射領域までの膜厚(距離)との関係を図41に、電流効率と色度yとの関係を図42に、それぞれ示す。なお、ここで電極101の反射領域としては、電極101におけるTiとITSOの界面とし、電極102の反射領域としては、電子注入層119と電極102との界面として、光学距離の算出に用いる電極間の膜厚を導出した。

30

【0113】

図31、図34、図37、図40に示す発光スペクトルのように、各々の発光素子における電極101の反射領域から電極102の反射領域までの膜厚を変化させることで、マイクロキャビティ効果によって強まる光の波長が変化するため、外部に取り出される発光スペクトルを変化させることができる。したがって、所望の発光スペクトルを得るためには、発光素子における電極101の反射領域から電極102の反射領域までの膜厚を、該発光スペクトルに適した光学距離になるよう調整することが好ましい。

40

【0114】

また、図30、図33、図36、図39に示すように、発光素子1-1乃至1-8は、電極101の反射領域から電極102の反射領域までの膜厚を変化させても、ほとんど駆動電圧が変わらない結果を示した。発光素子2-1乃至2-8、発光素子3-1乃至3-8、及び発光素子4-1乃至4-4も同様である。このように、本発明の一態様の発光素子の構成によって、電極101の反射領域から電極102の反射領域までの膜厚を変化させても駆動電圧が上昇させることなく、発光スペクトルを変化させることができる。

【0115】

また、図29、図32、図35、図38に示す電流効率-輝度特性のように、各々の発光素子における電極101の反射領域から電極102の反射領域までの膜厚を変化させることで、マイクロキャビティ効果によって強まる光の波長が変化するため、電流効率が変

50

化する。これは、電流効率が発光スペクトルの変化による影響を受けているためである。また、マイクロキャビティ効果の程度が、各発光素子において異なるためである。すなわち、電流効率を高めるためには、発光素子においてマイクロキャビティ効果によって強まる光の波長と、各々の発光素子が有する発光材料の発光スペクトルの波長、特に発光スペクトルのピークにおける波長と、が一致していることが重要となる。

【0116】

また、より深い青色、または、より色純度が高い青色を得るためには、発光素子における光学距離を、より短い波長の光が強まるよう調整することが好ましい。図4-1に示すように、発光素子1-1乃至1-8においては、電極101の反射領域から電極102の反射領域までの膜厚を小さくすることで、マイクロキャビティ効果によって強まる光の波長が短くなるため、短波長な発光スペクトルを得ることができ、その結果として小さい色度 y を得ることができる。また、発光素子1-1乃至発光素子1-8は、ゲスト材料として $\text{Ir}(\text{Mptz1-Me})_3$ を有しており、 $\text{Ir}(\text{Mptz1-Me})_3$ は、ジクロロメタン溶液における発光スペクトルにおいて、440nm以上470nm以下の波長領域に最大値を有し、且つ、20nm以上80nm以下の半値全幅を有する。そのため、発光素子1-1乃至1-3において、NTSCが規定する青色の色度である0.08以下の色度 y を得ることができる。また、発光素子1-1及び1-2において、sRGB、ITU-R BT.709、PAL、及びDCI-P3等が規定する青色の色度である0.06以下の色度 y を得ることができる。また、発光素子1-1において、ITU-R BT.2020が規定する青色の色度である0.046以下の色度 y を得ることができる。また、図4-2に示すように、発光素子1-1及び1-2において、色度 y が0.01以上0.06以下である非常に深い青色で、且つ3cd/A以上の高い電流効率を得ることができる。また、発光素子1-3において、色度 y が0.06より大きく0.08以下である優れた青色で、且つ8cd/A以上の高い電流効率を得ることができる。また、発光素子1-4及び1-5において、色度 y が0.08より大きく0.1以下である良好な青色で、且つ10cd/A以上の高い電流効率を得ることができる。

【0117】

なお、発光素子2-1乃至2-8においては、電極101の反射領域から電極102の反射領域までの膜厚を小さくし、マイクロキャビティ効果によって強まる光波長が短くなることで、短波長な発光スペクトルを得ることができ、その結果として小さい色度 y を得ることができるが、発光素子2-1乃至2-8においては色度 y が0.13以上となっている。すなわち、発光素子2-1乃至2-8が有するゲスト材料($\text{Ir}(\text{mppztz-diprp})_3$)においては、発光スペクトルの最大値における波長が470nmより長いため、より深い青色(色度 y が0.13未満)を得るためには十分な発光スペクトルを有しているとはいえない。また、発光素子3-1乃至3-8においては、電極101の反射領域から電極102の反射領域までの膜厚を小さくし、マイクロキャビティ効果によって強まる光の波長が短くなることで、短波長な発光スペクトルを得ることができ、その結果として小さい色度 y を得ることができるが、発光素子3-1乃至3-8において色度 y は0.07より大きい。すなわち、発光素子3-1乃至3-8が有するゲスト材料($\text{Ir}(\text{Mptz1-mp})_3$)においては、発光スペクトルの最大値における波長が470nmより長いため、より深い青色(色度 y が0.07以下)を得るためには十分な発光スペクトルを有しているとはいえない。

【0118】

また、発光素子4-1乃至4-4においては、電極101の反射領域から電極102の反射領域までの膜厚を小さくし、マイクロキャビティ効果によって強まる光の波長が短くなることで、短波長な発光スペクトルを得ることができ、その結果として小さい色度 y を得ることができる。したがって、発光素子4-1及び4-3において、NTSCが規定する青色の色度である0.08以下の色度 y を得ることができる。ただし、発光素子4-1及び4-3において、色度 y が0.06より大きく0.08以下と優れた青色であるが、8cd/A未満の電流効率となっている。

10

20

30

40

50

【0119】

したがって、本発明の一態様である発光素子が有するゲスト材料は、三重項励起エネルギーを発光に変換する機能を有し、該ゲスト材料は、ジクロロメタン溶液における発光スペクトルにおいて、440 nm以上470 nm以下の波長領域に最大値を有し、且つ、20 nm以上80 nm以下の半値全幅を有する、ことが好適である。また、該ゲスト材料は、ジクロロメタン溶液における発光スペクトルにおいて、530 nmの波長における光の強度が、最大値に対して0%以上50%以下である、ことが好適である。また、該ゲスト材料は、ジクロロメタン溶液における発光スペクトルから算出されるCIE 1931色度座標における色度 y が、0.01以上0.3以下であることが好適である。そのようなゲスト材料を用いることで、CIE 1931色度座標における色度 y が0.01以上0.06以下の発光を呈し、且つ、電流効率が3 cd/A以上である発光素子を作製することができる。または、色度 y が0.06より大きく0.08以下の発光を呈し、且つ、電流効率が8 cd/A以上である発光素子を作製することができる。または、色度 y が0.08より大きく0.1以下の発光を呈し、且つ、電流効率が10 cd/A以上である発光素子を作製することができる。

10

【0120】

また、色純度が良い青色の光とは、換言すると、CIE 1931色度座標において色度 z が色度 x と色度 y との合計より大きい青色の光とすることができる。なお、色度 z は、1 - 色度 x - 色度 y である。そのため、色度 z が大きい青色の光とは、色度 x と色度 y との合計が小さい青色の光であるといえる。具体的には、色度 x と色度 y との合計が好ましくは0.3以下であり、より好ましくは0.23以下である。

20

【0121】

本発明の一態様の発光素子において、上記の色度 x と色度 y との合計を得るためには、表1に示すように、発光素子が有するゲスト材料は、ジクロロメタン溶液における発光スペクトルから算出される色度 x と色度 y との合計が、0.2以上0.5以下であることが好適である。そうすることで、表6に示すように、色度 x と色度 y の合計が0.15以上0.19以下の発光を呈し、且つ、電流効率が3 cd/A以上である発光素子を作製することができる。または、色度 x と色度 y との合計が0.19より大きく0.21以下の発光を呈し、且つ、電流効率が8 cd/A以上である発光素子を作製することができる。または、色度 x と色度 y との合計が0.21より大きく0.23以下の発光を呈し、且つ、電流効率が10 cd/A以上である発光素子を作製することができる。

30

【0122】

また、CIE 1931色度座標における色度 (x, y) は、CIE 1976色度座標における色度 (u', v') で表すことができる。つまり、本発明の一態様である発光素子が有するゲスト材料は、ジクロロメタン溶液における発光スペクトルから算出されるCIE 1976色度座標における色度 v' が、0.035以上0.45以下であることが好適である。そうすることで、CIE 1976色度座標における色度 v' が0.1以上0.16以下の発光を呈し、且つ、電流効率が3 cd/A以上である発光素子を作製することができる。または、色度 v' が0.16より大きく0.2以下の発光を呈し、且つ、電流効率が8 cd/A以上である発光素子を作製することができる。または、色度 v' が0.2より大きく0.23以下の発光を呈し、且つ、電流効率が10 cd/A以上である発光素子を作製することができる。

40

【0123】

なお、CIE 1976色度座標における色度 u' 及び色度 v' は、CIE 1931色度座標における色度 x 及び色度 y を用いて、以下の数式(1)及び数式(2)のように算出することができる。

【0124】

(数1)

$$u' = 4x / (3 - 2x + 12y) \quad (1)$$

【0125】

50

(数2)

$$v' = 9y / (3 - 2x + 12y) \quad (2)$$

【0126】

なお、光を取り出す電極上に、カラーフィルタを設けることで、発光素子150の色純度を向上させることができる。そのため、発光素子150を有する表示装置の色純度を高めることができる。

【0127】

<2. 発光素子の構成例2>

次に、図1(A)に示す発光素子150と異なる構成例について、図3を用いて、以下説明を行う。

【0128】

図3は、本発明の一態様の発光素子を示す断面図である。なお、図3において、図1(A)に示す符号と同様の機能を有する箇所には、同様のハッチパターンとし、符号を省略する場合がある。また、同様の機能を有する箇所には、同様の符号を付し、その詳細な説明は省略する場合がある。

【0129】

図3で示す発光素子152は、一对の電極(電極101及び電極102)間に、それぞれが発光層を有する複数のEL層が、電荷発生層を介して積層されるタンデム型の発光素子の構成例である。タンデム型の発光素子152は、電極101と、電極102との間に、発光層134と、電荷発生層115と、発光層136と、を有する発光素子である。また、正孔注入層111と、正孔輸送層112と、電子輸送層113と、電子注入層114と、正孔注入層116と、正孔輸送層117と、電子輸送層118と、電子注入層119と、を有する構造を有している。

【0130】

発光層134及び発光層136は、それぞれ発光性のゲスト材料を有する。また、発光層134または発光層136は、例えば図3に示す発光素子152における発光層136a及び発光層136bのように、2層が積層された構成とすることができる。2層の発光層に、第1の材料及び第2の材料という、異なる色を呈する機能を有する2種類のゲスト材料をそれぞれ用いることで、複数の色の発光を同時に得ることができる。特に、発光層134と、発光層136と、が呈する発光により、白色となるよう、各発光層に用いるゲスト材料を選択することが好ましい。

【0131】

また、発光層134または発光層136は、それぞれ3層以上が積層された構成としてもよく、ゲスト材料を有さない層が含まれていてもよい。

【0132】

また、発光素子152は、マイクロキャビティ構造を有することが好ましい構成である。

【0133】

発光層134及び発光層136から射出される光は、一对の電極(電極101と電極102)の間で共振される。また、発光層134は、射出される光のうち所望の波長の光が強まる位置に形成される。例えば、電極101の反射領域から発光層134の発光領域までの光学距離と、電極102の反射領域から発光層134の発光領域までの光学距離と、を調整することにより、発光層134から射出される光のうち所望の波長の光を強めることができる。また、発光層136は、射出される光のうち所望の波長の光が強まる位置に形成される。例えば、電極101の反射領域から発光層136の発光領域までの光学距離と、電極102の反射領域から発光層136の発光領域までの光学距離と、を調整することにより、発光層136から射出される光のうち所望の波長の光を強めることができる。

【0134】

また、発光層134及び発光層136は、上記光学距離を満たし、且つ電極101と電極102との間の光学距離が $m \cdot \lambda_B / 2$ (m は自然数を、 λ_B は所望の色の波長を、それ

10

20

30

40

50

ぞれ表す)の近傍となるよう調整されることが好ましい。

【0135】

なお、電荷発生層115を介して複数の発光層(ここでは、発光層134及び発光層136)を積層するタンデム型の発光素子の場合、発光層134及び発光層136のそれぞれの光学距離を最適化すると好ましい。

【0136】

また、発光素子152において、発光層134または発光層136の一方は、第1のゲスト材料を有し、第1のゲスト材料は三重項励起エネルギーを発光に変換できる機能を有し、第1のゲスト材料は、ジクロロメタン溶液における発光スペクトルにおいて、440nm以上470nm以下の波長領域に最大値を有し、且つ、20nm以上80nm以下の半値全幅を有する、ことが好ましい。また、このとき、該ゲスト材料は、ジクロロメタン溶液における発光スペクトルにおいて、530nmの波長における光の強度が、最大値に対して0%以上50%以下である、ことが好ましい。また、該ゲスト材料は、ジクロロメタン溶液における発光スペクトルから算出されるCIE1931色度座標における色度yが、0.01以上0.3以下であることが好ましい。また、発光層134または発光層136の他方は、第2のゲスト材料を有し、第2のゲスト材料は、緑色、黄緑色、黄色、橙色、または赤色の中から選ばれる、いずれか一つに最大値を有する発光スペクトルを呈する機能を有する、ことが好ましい。また、第2のゲスト材料は、三重項励起エネルギーを発光に変換できる機能を有することが好ましい。

10

【0137】

なお、発光素子152のマイクロキャビティ構造における他の構成については、発光素子150の構成を参酌すればよい。

20

【0138】

<3. 発光素子の構成例3>

次に、図1(A)及び図3に示す発光素子と異なる構成例について、図4(A)(B)を用いて、以下説明する。

【0139】

図4(A)(B)は、本発明の一態様の発光素子を示す断面図である。なお、図4(A)(B)において、図1及び図3に示す符号と同様の機能を有する箇所には、同様のハッチパターンとし、符号を省略する場合がある。また、同様の機能を有する箇所には、同様の符号を付し、その詳細な説明は省略する場合がある。

30

【0140】

図4(A)(B)は、図1及び図3に示す発光素子と異なる構成を有する発光素子250及び発光素子252の構成例である。図4(A)(B)で示す発光素子250及び発光素子252は、基板200上に、電極101と、電極102と、電極103と、電極104と、を有する。また、電極101は、導電層101aと、導電層101a上に接する導電層101bと、を有する。また、電極103は、導電層103aと、導電層103a上に接する導電層103bと、を有する。また、電極104は、導電層104aと、導電層104a上に接する導電層104bと、を有する。

【0141】

また、発光素子252は、電極101の構成の一部として、さらに導電層101a下に接する導電層101cを有する。すなわち、導電層101aが、導電層101bと、導電層101cと、で挟持された電極101の構成例である。また、電極103は、さらに導電層103a下に接する導電層103cを有する。すなわち、導電層103aが、導電層103bと、導電層103cと、で挟持された電極103の構成例である。また、電極104は、さらに導電層104a下に接する導電層104cを有する。すなわち、導電層104aが、導電層104bと、導電層104cと、で挟持された電極104の構成例である。

40

【0142】

発光素子252において、導電層101bと、導電層101cとは、異なる材料で形成

50

されてもよく、同じ材料で形成されても良い。電極101が、同じ導電性材料で挟持される構成を有する場合、エッチング工程によるパターン形成が容易になるため好ましい。同様に、導電層103bと導電層103c、あるいは、導電層104bと導電層104c、とがそれぞれ異なる材料で形成されてもよく、同じ材料で形成されても良い。あるいは、電極101と、電極103と、電極104と、が異なる材料を有していてもよく、同じ材料を有していてもよい。電極101と、電極103と、電極104と、が同じ導電性材料を有する場合、発光素子252の製造コストを低減することができるため好ましい。

【0143】

なお、発光素子252において、導電層101bまたは導電層101c、及び、導電層103bまたは導電層103c、及び、導電層104bまたは導電層104c、において、各々いずれか一方のみを有する構成としてもよい。

10

【0144】

また、発光素子250及び発光素子252は、電極101と、電極102と、の間に、正孔注入層111と、正孔輸送層112と、発光層138Bと、電子輸送層118と、電子注入層119と、を有する。また、発光素子250及び発光素子252は、電極102と、電極103と、の間に、正孔注入層111と、正孔輸送層112と、発光層138Gと、電子輸送層118と、電子注入層119と、を有する。また、発光素子250及び発光素子252は、電極102と、電極104と、の間に、正孔注入層111と、正孔輸送層112と、発光層138Rと、電子輸送層118と、電子注入層119と、を有する。

【0145】

図4(A)(B)においては、電極101と電極102とで挟持された領域221B、電極102と電極103とで挟持された領域221G、及び電極102と電極104とで挟持された領域221R、の間に隔壁140を有する。隔壁140は、絶縁性を有する。隔壁140は、電極101、電極103、及び電極104の端部を覆い、該電極と重畳する開口部を有する。隔壁140を設けることによって、各領域の基板200上の電極を、電極101、電極103、及び電極104のように、それぞれ島状に分離することが可能となる。

20

【0146】

なお、発光層138Bと、発光層138Gとは、隔壁140と重畳する領域において、互いに重なっていてもよい。また、発光層138Gと、発光層138Rとは、隔壁140と重畳する領域において、互いに重なっていてもよい。また、発光層138Rと、発光層138Bとは、隔壁140と重畳する領域において、互いに重なっていてもよい。

30

【0147】

また、発光層138R、発光層138G、発光層138Bは、それぞれ異なる色を呈する機能を有する発光材料を有することが好ましい。発光層138Rが赤色を呈する機能を有する発光材料を有することで、領域221Rは赤色の発光を呈し、発光層138Gが緑色を呈する機能を有する発光材料を有することで、領域221Gは緑色の発光を呈し、発光層138Bが青色を呈する機能を有する発光材料を有することで、領域221Bは青色の発光を呈する。このような構成を有する発光素子250または発光素子252を、表示装置の画素に用いることで、フルカラー表示が可能な表示装置を作製することができる。

40

【0148】

また、発光層138Bが有するゲスト材料は、三重項励起エネルギーを発光に変換できる機能を有し、該ゲスト材料は、ジクロロメタン溶液における発光スペクトルにおいて、440nm以上470nm以下の波長領域に最大値を有し、且つ、20nm以上80nm以下の半値全幅を有する、ことが好ましい。また、該ゲスト材料は、ジクロロメタン溶液における発光スペクトルにおいて、530nmの波長における光の強度が、最大値に対して0%以上50%以下である、ことが好ましい。また、該ゲスト材料は、ジクロロメタン溶液における発光スペクトルから算出されるCIE1931色度座標における色度yが、0.01以上0.3以下であることが好ましい。

【0149】

50

なお、光を取り出す電極上に、カラーフィルタを設けることで、発光素子 250 及び発光素子 252 の色純度を向上させることができる。そのため、発光素子 250 または発光素子 252 を有する表示装置の色純度を高めることができる。

【0150】

また、光を取り出す電極上に、偏光板を設けることで、発光素子 250 及び発光素子 252 の外光反射を低減することができる。そのため、発光素子 250 または発光素子 252 を有する表示装置のコントラスト比を高めることができる。

【0151】

< 4 . 発光素子の構成例 4 >

次に、図 1 (A)、図 3、及び図 4 (A) (B) に示す発光素子と異なる構成例について、図 5 (A) (B) を用いて、以下説明する。

【0152】

図 5 (A) (B) は、本発明の一態様の発光素子を示す断面図である。なお、図 5 (A) (B) において、図 1 (A)、図 3、及び図 4 (A) (B) に示す符号と同様の機能を有する箇所には、同様のハッチパターンとし、符号を省略する場合がある。また、同様の機能を有する箇所には、同様の符号を付し、その詳細な説明は省略する場合がある。

【0153】

図 5 (A) (B) は、一对の電極間に、複数の発光層が電荷発生層 115 を介して積層されるタンデム型発光素子の構成例である。図 5 (A) に示す発光素子 254 は、基板 200 と反対の方向に光を取り出す上面射出 (トップエミッション) 型の発光素子であり、図 5 (B) に示す発光素子 256 は、基板 200 側に光を取り出す下面射出 (ボトムエミッション) 型の発光素子である。ただし、本発明の一態様はこれに限定されず、発光素子が呈する光を発光素子が形成される基板 200 の上方および下方の双方に取り出す両面射出 (デュアルエミッション) 型であっても良い。

【0154】

発光素子 254 及び発光素子 256 は、基板 200 上に電極 101 と、電極 102 と、電極 103 と、電極 104 とを有する。また、電極 101 と電極 102 との間、及び電極 102 と電極 103 との間、及び電極 102 と電極 104 との間に、発光層 134 と、電荷発生層 115 と、発光層 136 と、を有する。また、正孔注入層 111 と、正孔輸送層 112 と、電子輸送層 113 と、電子注入層 114 と、正孔注入層 116 と、正孔輸送層 117 と、電子輸送層 118 と、電子注入層 119 と、を有する。

【0155】

また、電極 101 は、導電層 101a と、導電層 101a 上に接する導電層 101b と、を有する。また、電極 103 は、導電層 103a と、導電層 103a 上に接する導電層 103b と、を有する。また、電極 104 は、導電層 104a と、導電層 104a 上に接する導電層 104b と、を有する。

【0156】

図 5 (A) に示す発光素子 254、及び図 5 (B) に示す発光素子 256 は、電極 101 と電極 102 とで挟持された領域 222B、電極 102 と電極 103 とで挟持された領域 222G、及び電極 102 と電極 104 とで挟持された領域 222R、の間に、隔壁 140 を有する。隔壁 140 は、絶縁性を有する。隔壁 140 は、電極 101、電極 103、及び電極 104 の端部を覆い、該電極と重畳する開口部を有する。隔壁 140 を設けることによって、各領域の基板 200 上の電極を、電極 101、電極 103、及び電極 104 のように、それぞれ島状に分離することが可能となる。

【0157】

また、発光素子 254 及び発光素子 256 は、領域 222B、領域 222G、及び領域 222R から呈される光が取り出される方向に、それぞれ光学素子 224B、光学素子 224G、及び光学素子 224R を有する基板 220 を有する。各領域から呈される光は、各光学素子を介して発光素子外部に射出される。すなわち、領域 222B から呈される光は、光学素子 224B を介して射出され、領域 222G から呈される光は、光学素子 22

10

20

30

40

50

4 Gを介して射出され、領域2 2 2 Rから呈される光は、光学素子2 2 4 Rを介して射出される。

【0158】

また、光学素子2 2 4 B、光学素子2 2 4 G、及び光学素子2 2 4 Rは、入射される光から特定の色を呈する光を選択的に透過する機能を有する。例えば、光学素子2 2 4 Bを介して射出される領域2 2 2 Bから呈される光は、青色を呈する光となり、光学素子2 2 4 Gを介して射出される領域2 2 2 Gから呈される光は、緑色を呈する光となり、光学素子2 2 4 Rを介して射出される領域2 2 2 Rから呈される光は、赤色を呈する光となる。

【0159】

なお、図5(A)(B)において、各光学素子を介して各領域から射出される光を、青色(B)を呈する光、緑色(G)を呈する光、赤色(R)を呈する光、として、それぞれ破線の矢印で模式的に図示している。

10

【0160】

また、各光学素子の間には、遮光層2 2 3を有する。遮光層2 2 3は、隣接する領域から発せられる光を遮光する機能を有する。なお、遮光層2 2 3を設けない構成としても良い。

【0161】

さらに、発光素子2 5 4及び発光素子2 5 6は、マイクロキャビティ構造を有する。

【0162】

発光層1 3 4、及び発光層1 3 6から呈される光は、一对の電極(例えば、電極1 0 1と電極1 0 2)の間で共振される。発光素子2 5 4及び発光素子2 5 6においては、各領域で導電層(導電層1 0 1 b、導電層1 0 3 b、導電層1 0 4 b)の膜厚を調整することで、発光層1 3 4及び発光層1 3 6から呈される光のうち所望の波長の光を強めることができる。なお、各領域で正孔注入層1 1 1及び正孔輸送層1 1 2のうち、少なくとも一つの厚さを異ならせることで、発光層1 3 4及び発光層1 3 6から呈される光のうち所望の波長の光を強めても良い。

20

【0163】

例えば、電極1 0 1乃至電極1 0 4において、光を反射する機能を有する導電性材料の屈折率が、発光層1 3 4または発光層1 3 6の屈折率よりも小さい場合においては、電極1 0 1が有する導電層1 0 1 bの膜厚を、電極1 0 1の反射領域と電極1 0 2の反射領域との間の光学距離が $m_B \lambda_B / 2$ (m_B は自然数、 λ_B は領域2 2 2 Bにおける所望の光の波長を、それぞれ表す)となるよう調整する。同様に、電極1 0 3が有する導電層1 0 3 bの膜厚を、電極1 0 3の反射領域と電極1 0 2の反射領域との間の光学距離が $m_G \lambda_G / 2$ (m_G は自然数、 λ_G は領域2 2 2 Gにおける所望の光の波長を、それぞれ表す)となるよう調整する。さらに、電極1 0 4が有する導電層1 0 4 bの膜厚を、電極1 0 4の反射領域と電極1 0 2の反射領域との間の光学距離が $m_R \lambda_R / 2$ (m_R は自然数、 λ_R は領域2 2 2 Rにおける所望の光の波長を、それぞれ表す)となるよう調整する。

30

【0164】

上記のように、マイクロキャビティ構造を設け、各領域の電極間の光学距離を調整することで、各電極近傍における光の散乱および光の吸収を抑制し、高い光取り出し効率を実現することができる。なお、上記構成においては、導電層1 0 1 b、導電層1 0 3 b、導電層1 0 4 bは、光を透過する機能を有することが好ましい。また、導電層1 0 1 b、導電層1 0 3 b、導電層1 0 4 b、を構成する材料は、互いに同じであっても良いし、異なっても良い。また、導電層1 0 1 b、導電層1 0 3 b、導電層1 0 4 bは、それぞれ2層以上の層が積層された構成であっても良い。

40

【0165】

なお、図5(A)に示す発光素子2 5 4は、上面射出型の発光素子であるため、導電層1 0 1 a、導電層1 0 3 a、及び導電層1 0 4 aは、光を反射する機能を有することが好ましい。また、電極1 0 2は、光を透過する機能と、光を反射する機能とを有することが好ましい。

50

【0166】

また、図5(B)に示す発光素子256は、下面射出型の発光素子であるため、導電層101a、導電層103a、導電層104aは、光を透過する機能と、光を反射する機能とを有することが好ましい。また、電極102は、光を反射する機能を有することが好ましい。

【0167】

また、発光素子254及び発光素子256において、導電層101a、導電層103a、または導電層104a、に同じ材料を用いても良いし、異なる材料を用いても良い。導電層101a、導電層103a、導電層104a、に同じ材料を用いる場合、発光素子254及び発光素子256の製造コストを低減できる。なお、導電層101a、導電層103a、導電層104aは、それぞれ2層以上の層が積層された構成であっても良い。

10

【0168】

また、発光層134及び発光層136は、例えば発光層136a及び発光層136bのように、それぞれ2層が積層された構成とすることができる。2層の発光層に、第1の材料及び第2の材料という、異なる色を呈する機能を有する2種類の発光材料をそれぞれ用いることで、複数の色の発光を同時に得ることができる。特に発光層134と、発光層136と、が呈する発光により、白色となるよう、各発光層に用いる発光材料を選択すると好ましい。

【0169】

また、発光層134または発光層136は、それぞれ3層以上が積層された構成としても良く、発光材料を有さない層が含まれていても良い。

20

【0170】

また、発光層134または発光層136のうち少なくとも一つの発光層が、三重項励起エネルギーを発光に変換できる機能を有するゲスト材料を有し、該ゲスト材料が、ジクロロメタン溶液における発光スペクトルにおいて、440nm以上470nm以下の波長領域に最大値を有し、且つ、20nm以上80nm以下の半値全幅を有することで、発光素子254及び発光素子256における領域222Bから呈される発光については、CIE1931色度座標における色度yが0.01以上0.06以下である非常に深い青色で、且つ3cd/A以上の高い電流効率を有する発光とすることができる。あるいは、色度yが0.06より大きく0.08以下である優れた青色で、且つ8cd/A以上の高い電流効率を有する発光とすることができる。あるいは、色度yが0.08より大きく0.1以下である良好な青色で、且つ10cd/A以上の高い電流効率を有する発光とすることができる。または、発光層134または発光層136のうち少なくとも一つの発光層が有するゲスト材料は、ジクロロメタン溶液における発光スペクトルにおいて、530nmの波長における光の強度が、最大値に対して0%以上50%以下である、ことが好ましい。または、該ゲスト材料は、ジクロロメタン溶液における発光スペクトルから算出されるCIE1931色度座標における色度yが、0.01以上0.3以下である、ことが好ましい。

30

【0171】

<5. 発光素子の構成要素>

40

次に、図1乃至図5に示す発光素子の構成要素の詳細について、以下説明を行う。

【0172】

基板

本発明の一様態の発光素子を形成できる基板および光学素子を有する基板としては、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良い。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、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、及び表示装置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も良い。あるいは、発光素子、及び光学素子を保護する機能を有するものであればよい。

50

【0173】

例えば、本明細書等においては、様々な基板を用いて、発光素子やトランジスタを形成することが出来る。基板の種類は、特定のものに限定されることはない。その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ある。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ある。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、以下のものがあげられる。例えば、ポリエチレンテレフタレート（PET）、ポリエチレンナフタレート（PEN）、ポリエーテルスルホン（PES）、ポリテトラフルオロエチレン（PTFE）に代表されるプラスチックがある。または、一例としては、アクリル等の樹脂などがある。または、一例としては、ポリプロピレン、ポリエステル、ポリフッ化ビニル、又はポリ塩化ビニルなどがある。または、一例としては、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、又は紙類などがある。特に、半導体基板、単結晶基板、又はSOI基板などを用いてトランジスタを製造することによって、特性、サイズ、又は形状などのばらつきが少なく、電流能力が高く、サイズの小さいトランジスタを製造することができる。このようなトランジスタによって回路を構成すると、回路の低消費電力化、又は回路の高集積化を図ることができる。

10

【0174】

また、基板として、可撓性基板を用い、可撓性基板上に直接、発光素子やトランジスタを形成してもよい。または、基板とトランジスタの間や、基板と発光素子との間に剥離層を設けてもよい。剥離層は、その上に表示装置を一部あるいは全部完成させた後、基板より分離し、他の基板に転載するために用いることができる。その際、発光素子やトランジスタは耐熱性の劣る基板や可撓性の基板にも転載できる。なお、上述の剥離層には、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構造の構成や、基板上にポリイミド等の樹脂膜が形成された構成等を用いることができる。

20

【0175】

つまり、ある基板を用いて発光素子やトランジスタを形成し、その後、別の基板に発光素子やトランジスタを転置し、別の基板上に発光素子やトランジスタを配置してもよい。発光素子やトランジスタが転置される基板の一例としては、上述した発光素子やトランジスタが形成可能な基板に加え、セロファン基板、石材基板、木材基板、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ある。これらの基板を用いることにより、特性の良いトランジスタの形成、消費電力の小さなトランジスタの形成、壊れにくい表示装置の製造、耐熱性の付与、軽量化、または薄型化を図ることができる。

30

【0176】

一対の電極

電極101、電極103、及び電極104は、発光素子の陽極または陰極としての機能を有する。なお、以下では、電極101が有する導電層101a、及び導電層101bについて説明するが、それぞれ、電極103が有する導電層103a、導電層103b、ならびに、電極104が有する導電層104a、導電層104b、についても、それぞれ同様の構成および材料を用いることができる。また、導電層101c、導電層103c、及び導電層104cについても、導電層101bと同様の構成および材料を用いることができる。

40

【0177】

電極101を構成する導電層101aは、光を反射する機能を有する導電性材料により形成されると好ましい。該導電性材料としては、アルミニウム（Al）またはAlを含む合金等が挙げられる。Alを含む合金としては、AlとL（Lは、チタン（Ti）、ネオ

50

ジウム (Nd)、ニッケル (Ni)、及びランタン (La) の一つまたは複数を表す) とを含む合金等が挙げられる。アルミニウムは、抵抗値が低く、光の反射率が高い。また、アルミニウムは、地殻における存在量が多く、安価であるため、アルミニウムを用いることによる発光素子の作製コストを低減することができる。また、銀 (Ag)、または Ag と N (N は、イットリウム (Y)、Nd、Mg、Al、Ti、ガリウム (Ga)、亜鉛 (Zn)、インジウム (In)、タングステン (W)、マンガン (Mn)、錫 (Sn)、鉄 (Fe)、Ni、銅 (Cu)、パラジウム (Pd)、イリジウム (Ir)、または金 (Au) の一つまたは複数を表す) とを含む合金等を用いても良い。銀を含む合金としては、例えば、銀とパラジウムと銅を含む合金、銀と銅を含む合金、銀とマグネシウムを含む合金、銀とニッケルを含む合金、銀と金を含む合金等が挙げられる。なお、電極 101 から光を取り出す場合、導電層 101a は光を透過する程度の膜厚 (5 nm 以上 30 nm 以下) の金属薄膜を用いることができる。

【0178】

光を透過する機能を有する導電層 101b としては、例えば、インジウム錫酸化物 (Indium Tin Oxide、以下 ITO)、珪素または酸化珪素を含むインジウム錫酸化物 (略称: ITSO)、酸化インジウム - 酸化亜鉛 (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などを用いることができる。特に、電極 101 を陽極として用いる場合、導電層 101b としては、仕事関数の大きい (4.0 eV 以上) 材料を用いることが好ましい。また、導電層 101b の成膜方法は、スパッタリング法、蒸着法、印刷法、塗布法、MBE (Molecular Beam Epitaxy) 法、CVD (Chemical Vapor Deposition) 法、パルスレーザー堆積法、ALD (Atomic Layer Deposition) 法等を適宜用いることができる。

【0179】

また、導電層 101b は、各発光層からの所望の光を共振させ、その波長の光を強めることができるように、光学距離を調整する機能を有することもできる。

【0180】

なお、本明細書等において、光を透過する機能を有する導電層は、可視光を透過する機能を有し、且つ導電性を有する層であればよく、例えば上記のような ITO に代表される酸化物導電体層に加えて、酸化物半導体層、または有機物を含む有機導電体層を含む。有機物を含む有機導電体層としては、例えば、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含む層、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含む層等が挙げられる。また、透明導電層の抵抗率としては、好ましくは $1 \times 10^5 \cdot \text{cm}$ 以下、さらに好ましくは $1 \times 10^4 \cdot \text{cm}$ 以下である。

【0181】

電極 102 は、各発光素子の陽極または陰極としての機能を有する。なお、電極 101 が光を反射する機能を有する場合、電極 102 は光を透過する機能を有する導電性材料により形成されると好ましい。該導電性材料としては、可視光の透過率が 40% 以上 100% 以下、好ましくは 60% 以上 100% 以下であり、かつその抵抗率が $1 \times 10^{-2} \cdot \text{cm}$ 以下の導電性材料が挙げられる。また、電極 102 は、光を透過する機能と、光を反射する機能と、を有する導電性材料により形成されても良い。該導電性材料としては、可視光の反射率が 20% 以上 80% 以下、好ましくは 40% 以上 70% 以下であり、かつその抵抗率が $1 \times 10^{-2} \cdot \text{cm}$ 以下の導電性材料が挙げられる。電極 102 としては、導電性を有する金属、合金、導電性化合物などを 1 種又は複数種用いて形成することができる。例えば、ITO、ITSO、酸化インジウム - 酸化亜鉛 (Indium Zinc Oxide)、チタンを含有した酸化インジウム - 錫酸化物、インジウム - チタン酸化物、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などを用いることができる。また、光を透過する程度 (好ましくは、5 nm 以上 30 nm 以下程度) の金属薄膜を用いることができる。金属としては、例えば、Ag または Ag と Al、Ag と Mg、Ag と Au、Ag と イッテルビウム (Yb) などの合金等を用いることができる。特に、電極 1

10

20

30

40

50

02が陰極としての機能を有する場合には、AgまたはMgのうち少なくとも一つを有する材料が好ましい。また、仕事関数が小さい(3.8eV以下)材料を用いることが好ましい。例えば、元素周期表の第1族又は第2族に属する元素(リチウム、セシウム等のアルカリ金属、カルシウム、ストロンチウム等のアルカリ土類金属、マグネシウム等)、これら元素を含む合金(例えば、Ag-Mg、Al-Li)、ユーロピウム(Eu)、Yb等の希土類金属、これら希土類金属を含む合金、アルミニウム、銀を含む合金等を用いることができる。また、電極102としては、スパッタリング法、蒸着法、印刷法または塗布法等を用いて形成することができる。

【0182】

発光層

発光層130、発光層134、及び発光層136中では、ホスト材料が少なくともゲスト材料より重量比で多く存在し、ゲスト材料は、ホスト材料中に分散される。

ゲスト材料

発光層130、発光層134、及び発光層136が有するゲスト材料としては、三重項励起エネルギーを発光に変換できる機能を有し、ジクロロメタン溶液における発光スペクトルにおいて、440nm以上470nm以下の波長領域に最大値を有し、且つ、20nm以上80nm以下の半値全幅を有する物質が好ましい。また、該発光スペクトルにおいて、530nmの波長における光の強度が、最大値に対して0%以上50%以下である物質が好ましい。また、該発光スペクトルから算出されるCIE1931色度座標における色度yが、0.01以上0.3以下である物質が好ましい。

【0183】

上記のゲスト材料の一例としては、トリス{2-[4-(2-アダマンチル)-5-メチル-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(Mptz-Adm2)₃)、トリス(1,3-ジメチル-5-フェニル-1H-1,2,4-トリアゾラト)イリジウム(III)(略称:Ir(Mptz1-Me)₃)が挙げられる。ただし、本発明の一態様の発光素子に用いることができるゲスト材料としては、これらに限定されない。

【0184】

また、発光層130、発光層134または発光層136は、紫色、青色、または青緑色の中から選ばれる少なくともいずれか一つの発光を呈する機能を有する発光材料を有してもよい。または、緑色、黄緑色、黄色、橙色、または赤色の中から選ばれる少なくともいずれか一つの発光を呈する機能を有する発光材料を有してもよい。また、各発光層は、発光材料であるゲスト材料に加えて、ホスト材料として電子輸送性材料または正孔輸送性材料の一方または双方を含んで構成されると好ましい。

【0185】

また、上記発光材料としては、一重項励起エネルギーを発光に変換できる機能を有する発光材料、または三重項励起エネルギーを発光に変換できる機能を有する発光材料を用いることができる。なお、上記発光材料としては、以下のようなものが挙げられる。

【0186】

一重項励起エネルギーを発光に変える発光材料としては、蛍光を発する物質が挙げられ、例えば、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:PAPP2BPY)、N,N'-ビス[4-(9H-カルバゾール-9-イル)フェニル]-N,N'-ジフェニルスチルベン-4,4'-ジアミン(略称:YGA2S)、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:YGA PA)、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:2YGA PPA)、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'

10

20

30

40

50

- (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: TBP)、N, N' - ジフェニル - N, N' - ビス [4 - (9 - フェニル - 9H - フルオレン - 9 - イル)フェニル]ピレン - 1, 6 - ジアミン (略称: 1, 6FLPAPrn)、N, N' - ビス (3 - メチルフェニル) - N, N' - ビス [3 - (9 - フェニル - 9H - フルオレン - 9 - イル)フェニル] - ピレン - 1, 6 - ジアミン (略称: 1, 6mMemFLPAPrn)、N, N' - (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: 2PCAPP A)、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)、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: DBC1)、クマリン30、N - (9, 10 - ジフェニル - 2 - アントリル) - N, 9 - ジフェニル - 9H - カルバゾール - 3 - アミン (略称: 2PCAPA)、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, N, 9 - トリフェニルアントラセン - 9 - アミン (略称: DPhAPhA)、クマリン6、クマリン545T、N, N' - ジフェニルキナクリドン (略称: DPQd)、ルブレ、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)、2 - (2 - {2 - [4 - (ジメチルアミノ)フェニル]エテニル} - 6 - メチル - 4H - ピラン - 4 - イリデン)プロパンジニトリル (略称: DCM1)、2 - {2 - メチル - 6 - [2 - (2, 3, 6, 7 - テトラヒドロ - 1H, 5H - ベンゾ [ij] キノリジン - 9 - イル)エテニル] - 4H - ピラン - 4 - イリデン}プロパンジニトリル (略称: DCM2)、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)、2 - {2 - イソプロピル - 6 - [2 - (1, 1, 7, 7 - テトラメチル - 2, 3, 6, 7 - テトラヒドロ - 1H, 5H - ベンゾ [ij] キノリジン - 9 - イル)エテニル] - 4H - ピラン - 4 - イリデン}プロパンジニトリル (略称: DCJTI)、2 - {2 - tert - ブチル - 6 - [2 - (1, 1, 7, 7 - テトラメチル - 2, 3, 6, 7 - テトラヒドロ - 1H, 5H - ベンゾ [ij] キノリジン - 9 - イル)エテニル] - 4H - ピラン - 4 - イリデン}プロパンジニトリル (略称: DCJTB)、2 - (2, 6 - ビス {2 - [4 - (ジメチルアミノ)フェニル]エテニル} - 4H - ピラン - 4 - イリデン)プロパンジニトリル (略称: BisDCM)、2 - {2, 6 - ビス [2 - (8 - メトキシ - 1, 1, 7, 7 - テトラメチル - 2, 3, 6, 7 - テトラヒドロ - 1H, 5H - ベンゾ [ij] キノリジン - 9 - イル)エテニル] - 4H - ピラン - 4 - イリデン}プロパンジニトリル (略称: BisDCJTM)、5, 10, 15, 20 - テトラフェニルビスベンゾ [5, 6]インデノ [1, 2, 3 - cd: 1', 2', 3' - lm]ペリレン、などのアントラセン骨格、テトラセン骨格、クリセン骨格、フェナントレン骨格、ピレン骨格、ペリレン骨格、スチルベン骨格、アクリドン骨格、クマリン骨格、フェノキサジン骨格、フェノチアジン骨格などを有する物質を用いることができる。

【0187】

また、三重項励起エネルギーを発光に変える発光材料としては、例えば、燐光を発する物質が挙げられる。

【0188】

青色または緑色に発光ピークを有する物質としては、例えば、トリス {2 - [5 - (2

10

20

30

40

50

-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(Mptz)₃)、トリス[4-(3-ピフェニル)-5-イソプロピル-3-フェニル-4H-1,2,4-トリアゾラト]イリジウム(III)(略称:Ir(iPrptz-3b)₃)、トリス[3-(5-ピフェニル)-5-イソプロピル-4-フェニル-4H-1,2,4-トリアゾラト]イリジウム(III)(略称:Ir(iPr5btz)₃)のような4H-トリアゾール骨格を有する有機金属イリジウム錯体や、トリス[3-メチル-1-(2-メチルフェニル)-5-フェニル-1H-1,2,4-トリアゾラト]イリジウム(III)(略称:Ir(Mptz1-mp)₃)、トリス(1-メチル-5-フェニル-3-プロピル-1H-1,2,4-トリアゾラト)イリジウム(III)(略称:Ir(Prptz1-Me)₃)のような1H-トリアゾール骨格を有する有機金属イリジウム錯体や、fac-トリス[1-(2,6-ジイソプロピルフェニル)-2-フェニル-1H-イミダゾール]イリジウム(III)(略称:Ir(iPrpmi)₃)、トリス[3-(2,6-ジメチルフェニル)-7-メチルイミダゾ[1,2-f]フェナントリジナト]イリジウム(III)(略称:Ir(dmpimpt-Me)₃)のようなイミダゾール骨格を有する有機金属イリジウム錯体や、ピス[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(III)テトラキス(1-ピラゾリル)ボラート(略称:FIr6)、ピス[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(III)ピコリナート(略称:FIrpic)、ピス{2-[3',5'-ピス(トリフルオロメチル)フェニル]ピリジナト-N,C^{2'}}イリジウム(III)ピコリナート(略称:Ir(CF₃ppy)₂(pic))、ピス[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(III)アセチルアセトナート(略称:FIr(acac))のような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イリジウム錯体が挙げられる。上述した中でも、4H-トリアゾール骨格を有する有機金属イリジウム錯体は、信頼性や発光効率にも優れるため、特に好ましい。

10

20

30

40

50

【0189】

また、緑色または黄色に発光ピークを有する物質としては、例えば、トリス(4-メチル-6-フェニルピリミジナト)イリジウム(III)(略称:Ir(mppm)₃)、トリス(4-t-ブチル-6-フェニルピリミジナト)イリジウム(III)(略称:Ir(tBuppm)₃)、(アセチルアセトナト)ピス(6-メチル-4-フェニルピリミジナト)イリジウム(III)(略称:Ir(mppm)₂(acac))、(アセチルアセトナト)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))、(アセチルアセトナト)ピス[4-(2-ノルボルニル)-6-フェニルピリミジナト]イリジウム(III)(略称:Ir(nbppm)₂(acac))、(アセチルアセトナト)ピス[5-メチル-6-(2-メチルフェニル)-4-フェニルピリミジナト]イリジウム(III)(略称:Ir(mpppm)₂(acac))、(アセチルアセトナト)ピス{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(III)(略称:Ir(dmpm-dmp)₂(acac))、(アセチルアセトナト)ピス(4,6-ジフェニルピリミジナト)イリジウム(III)(略称:Ir(dppm)₂(acac))のようなピリミジン骨格を有する有機金属イリジウム錯体や、(アセチルアセトナト)ピス(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))、(アセチルアセトナト)ピス(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))のようなピラジン骨格を有する有機金属イリジウム錯体や、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)、ピス(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(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)、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)) のようなピリジン骨格を有する有機金属イリジウム錯体や、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'-(パーフルオロフェニル)フェニル]ピリジナト-N, C^{2'}}イリジウム (III) アセチルアセトナート (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)) など有機金属イリジウム錯体の他、トリス(アセチルアセトナト)(モノフェナントロリン)テルビウム (III) (略称: Tb(acac)₃(Phen)) のような希土類金属錯体が挙げられる。上述した中でも、ピリミジン骨格を有する有機金属イリジウム錯体は、信頼性や発光効率にも際だって優れるため、特に好ましい。

10

20

30

40

50

【0190】

また、黄色または赤色に発光ピークを有する物質としては、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](ジピバロイルメタナト)イリジウム (III) (略称: Ir(5mdppm)₂(dpm))、ビス[4,6-ジ(ナフタレン-1-イル)ピリミジナト](ジピバロイルメタナト)イリジウム (III) (略称: Ir(d1nppm)₂(dpm)) のようなピリミジン骨格を有する有機金属イリジウム錯体や、(アセチルアセトナト)ビス(2,3,5-トリフェニルピラジナト)イリジウム (III) (略称: Ir(tppr)₂(acac))、ビス(2,3,5-トリフェニルピラジナト)(ジピバロイルメタナト)イリジウム (III) (略称: Ir(tppr)₂(dpm))、(アセチルアセトナト)ビス[2,3-ビス(4-フルオロフェニル)キノキサリナト]イリジウム (III) (略称: [Ir(Fdpq)₂(acac)]) のようなピラジン骨格を有する有機金属イリジウム錯体や、トリス(1-フェニルイソキノリナト-N, C^{2'}) イリジウム (III) (略称: Ir(pi q)₃)、ビス(1-フェニルイソキノリナト-N, C^{2'}) イリジウム (III) アセチルアセトナート (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イリジウム錯体の他、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) のような白金錯体や、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。上述した中でも、ピリミジン骨格を有する有機金属イリジウム錯体は、信頼性や発光効率にも際だって優れるため、特に好ましい。また、ピラジン骨格を有する有機金属イリジウム錯体は、色度の良い赤色発光が得られる。

【0191】

ホスト材料

発光層のホスト材料として用いることが可能な材料としては、特に限定はないが、例えば、トリス(8-キノリノラト)アルミニウム (III) (略称: Alq)、トリス(4-メチル-8-キノリノラト)アルミニウム (III) (略称: Almq₃)、ビス(10-ヒドロキシベンゾ[h]キノリナト)ベリリウム (II) (略称: BeBq₂)、ビス(2-メチル-8-キノリノラト)(4-フェニルフェノラト)アルミニウム (III) (略称: BAlq)、ビス(8-キノリノラト)亜鉛 (II) (略称: Znq)、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) 、ピ
 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 - ピス [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)
 、 パソフェナントロリン (略称 : B p h e n) 、 パソキユプロイン (略称 : B C P) 、 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。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 , 1 0 - 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 - (1 0 - 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 - (1 0 - 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 - (1 0 - 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) 2 P C A P A 、 6
 , 1 2 - ジメトキシ - 5 , 1 1 - ジフェニルクリセン、D B C 1 、 9 - [4 - (1 0 - 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 - (1 0 - 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 , 1 0 - ピス (3 , 5 - ジフェニルフェニル)
 アントラセン (略称 : D P P A) 、 9 , 1 0 - 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 , 1 0 - 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) ジフェナントレン (略称 : D P N S) 、 9 , 9 ' - (スチルベン
 - 4 , 4 ' - ジイル) ジフェナントレン (略称 : D P N S 2) 、 1 , 3 , 5 - トリ (1 -
 ピレニル) ベンゼン (略称 : T P B 3) などを挙げることができる。これら及び様々な物
 質の中から、上記発光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。また、発光材料が燐光を発する物質
 である場合、ホスト材料としては、発光材料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物質を選択すれば良い
 。

10

20

30

【 0 1 9 2 】

また、発光層のホスト材料として、複数の材料を用いる場合、励起錯体を形成する 2 種
 類の化合物を組み合わせて用いることが好ましい。この場合、様々なキャリア輸送材料を
 適宜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、電子を受け取りやすい
 材料 (電子輸送性を有する材料) と、正孔を受け取りやすい材料 (正孔輸送性を有する材
 料) とを組み合わせることが特に好ましい。

40

【 0 1 9 3 】

なぜならば、電子輸送性を有する材料と、正孔輸送性を有する材料とを組み合わせると励
 起錯体を形成するホスト材料とする場合、電子輸送性を有する材料及び正孔輸送性を有す
 る材料の混合比率を調節することで、発光層における正孔と電子のキャリアバランスを最
 適化することが容易となる。発光層における正孔と電子のキャリアバランスを最適化する
 ことにより、発光層中で電子と正孔の再結合が起こる領域が偏ることを抑制できる。再結
 合が起こる領域の偏りを抑制することで、発光素子の信頼性を向上させることができる。

【 0 1 9 4 】

電子を受け取りやすい材料 (電子輸送性を有する材料) としては、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や金属錯体などを用いることができる。具体的には

50

、ビス(10-ヒドロキシベンゾ[h]キノリナト)ベリリウム(II)(略称:BeBq₂)、ビス(2-メチル-8-キノリノラト)(4-フェニルフェノラト)アルミニウム(III)(略称:BA1q)、ビス(8-キノリノラト)亜鉛(II)(略称:Znq)、ビス[2-(2-ベンゾオキサゾリル)フェノラト]亜鉛(II)(略称:ZnPBO)、ビス[2-(2-ベンゾチアゾリル)フェノラト]亜鉛(II)(略称:ZnBTZ)などの金属錯体や、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)、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)、1,3-ビス[5-(p-tert-ブチルフェニル)-1,3,4-オキサジアゾール-2-イル]ベンゼン(略称:OXD-7)、9-[4-(5-フェニル-1,3,4-オキサジアゾール-2-イル)フェニル]-9H-カルバゾール(略称:CO11)、2,2',2''-(1,3,5-ベンゼントリイル)トリス(1-フェニル-1H-ベンゾイミダゾール)(略称:TPBI)、2-[3-(ジベンゾチオフエン-4-イル)フェニル]-1-フェニル-1H-ベンゾイミダゾール(略称:mDBTBIm-II)などのアゾール骨格を有する複素環化合物や、2-[3-(ジベンゾチオフエン-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'-(ジベンゾチオフエン-4-イル)ピフェニル-3-イル]ジベンゾ[f,h]キノキサリン(略称:2mDBTPDBq-II)、2-[3'-(9H-カルバゾール-9-イル)ピフェニル-3-イル]ジベンゾ[f,h]キノキサリン(略称:2mCzBPDBq)、2-[4-(3,6-ジフェニル-9H-カルバゾール-9-イル)フェニル]ジベンゾ[f,h]キノキサリン(略称:2CzPDBq-II)、7-[3-(ジベンゾチオフエン-4-イル)フェニル]ジベンゾ[f,h]キノキサリン(略称:7mDBTPDBq-II)、及び、6-[3-(ジベンゾチオフエン-4-イル)フェニル]ジベンゾ[f,h]キノキサリン(略称:6mDBTPDBq-II)、4,6-ビス[3-(フェナントレン-9-イル)フェニル]ピリミジン(略称:4,6mPnP2Pm)、4,6-ビス[3-(4-ジベンゾチエニル)フェニル]ピリミジン(略称:4,6mDBTP2Pm-II)、4,6-ビス[3-(9H-カルバゾール-9-イル)フェニル]ピリミジン(略称:4,6mCzP2Pm)などのジアジン骨格を有する複素環化合物や、2-{4-[3-(N-フェニル-9H-カルバゾール-3-イル)-9H-カルバゾール-9-イル]フェニル}-4,6-ジフェニル-1,3,5-トリアジン(略称:PCczPTzn)などのトリアジン骨格を有する複素環化合物や、3,5-ビス[3-(9H-カルバゾール-9-イル)フェニル]ピリジン(略称:35DCzPPy)、1,3,5-トリ[3-(3-ピリジル)フェニル]ベンゼン(略称:TmPyPB)などのピリジン骨格を有する複素環化合物が挙げられる。上述した中でも、ジアジン骨格及びトリアジン骨格を有する複素環化合物やピリジン骨格を有する複素環化合物は、信頼性が良好であり好ましい。特に、ジアジン(ピリミジンやピラジン)骨格及びトリアジン骨格を有する複素環化合物は、電子輸送性が高く、駆動電圧低減にも寄与する。

【0195】

正孔を受け取りやすい材料(正孔輸送性を有する材料)としては、電子過剰型複素芳香族(例えばカルバゾール誘導体やインドール誘導体)又は芳香族アミンなどを好適に用いることができる。具体的には、2-[N-(9-フェニルカルバゾール-3-イル)-N-フェニルアミノ]スピロ-9,9'-ピフルオレン(略称:PCASF)、4,4',4''-トリス[N-(1-ナフチル)-N-フェニルアミノ]トリフェニルアミン(略称:1'-TNATA)、2,7-ビス[N-(4-ジフェニルアミノフェニル)-N-フェニルアミノ]-スピロ-9,9'-ピフルオレン(略称:DPA2SF)、N,N'-ビス(9-フェニルカルバゾール-3-イル)-N,N'-ジフェニルベンゼン-1,3-ジアミン(略称:PCA2B)、N-(9,9-ジメチル-2-ジフェニルアミノ-9H-フルオレン-7-イル)ジフェニルアミン(略称:DPNF)、N,N',N''-トリフェニル-N,N',N''-トリス(9-フェニルカルバゾール-3-イル)

10

20

30

40

50

ベンゼン - 1, 3, 5 - トリアミン (略称: PCA3B)、2 - [N - (9 - フェニルカルバゾール - 3 - イル) - N - フェニルアミノ]スピロ - 9, 9' - ビフルオレン (略称: PCASF)、2 - [N - (4 - ジフェニルアミノフェニル) - N - フェニルアミノ]スピロ - 9, 9' - ビフルオレン (略称: DPASF)、N, N' - ビス [4 - (カルバゾール - 9 - イル)フェニル] - N, N' - ジフェニル - 9, 9 - ジメチルフルオレン - 2, 7 - ジアミン (略称: YGA2F)、4, 4' - ビス [N - (1 - ナフチル) - N - フェニルアミノ]ピフェニル (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, 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]ピフェニル (略称: DPAB)、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]ピフェニル (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: BPAFLP)、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: mBPAFLP)、N - (9, 9 - ジメチル - 9H - フルオレン - 2 - イル) - N - {9, 9 - ジメチル - 2 - [N' - フェニル - N' - (9, 9 - ジメチル - 9H - フルオレン - 2 - イル)アミノ] - 9H - フルオレン - 7 - イル}フェニルアミン (略称: DFLADFL)、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 - [N - (4 - ジフェニルアミノフェニル) - N - フェニルアミノ] - 9 - フェニルカルバゾール (略称: PCzDPA1)、3, 6 - ビス [N - (4 - ジフェニルアミノフェニル) - N - フェニルアミノ] - 9 - フェニルカルバゾール (略称: PCzDPA2)、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)ピフェニル (略称: DNTPD)、3, 6 - ビス [N - (4 - ジフェニルアミノフェニル) - N - (1 - ナフチル)アミノ] - 9 - フェニルカルバゾール (略称: PCzTPN2)、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)、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: PCBABP)、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: PCBNNB)、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)、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: PCBABF)、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)、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)などの芳香族アミン骨格を有する化合物や、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)ピフェニル (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)、9 - フェニル - 9H - 3 - (9 - フェニル - 9H - カルバゾール - 3 - イル)カルバゾール (略称: PCCP)などのカルバゾール骨格を有する化合物や、4, 4', 4'' - (ベンゼン - 1, 3, 5 - トリイル)トリ (ジベンゾチオフエン) (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]ジベンゾチオフエン (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エン (

10

20

30

40

50

略称：DBTFLP-IV)などのチオフェン骨格を有する化合物や、4,4',4''-(ベンゼン-1,3,5-トリイル)トリ(ジベンゾフラン)(略称：DBF3P-II)、4-{3-[3-(9-フェニル-9H-フルオレン-9-イル)フェニル]フェニル}ジベンゾフラン(略称：mmDBFFLBI-II)などのフラン骨格を有する化合物が挙げられる。上述した中でも、芳香族アミン骨格を有する化合物やカルバゾール骨格を有する化合物は、信頼性が良好であり、また、正孔輸送性が高く、駆動電圧低減にも寄与するため好ましい。

【0196】

なお、励起錯体を形成するホスト材料の組み合わせとしては、上述した化合物に限定されることなく、キャリアを輸送でき、且つ励起錯体を形成できる組み合わせであり、当該励起錯体の発光が、発光材料の吸収スペクトルにおける最も長波長側の吸収帯(発光物質の一重項基底状態から一重項励起状態への遷移に相当する吸収)と重なっていればよく、他の材料を用いても良い。

10

【0197】

また、発光層の発光材料またはホスト材料として、熱活性化遅延蛍光(Thermally activated delayed fluorescence: TADF)体を用いても良い。熱活性化遅延蛍光体は、三重項励起エネルギー準位と一重項励起エネルギー準位との差が小さく、逆項間交差によって三重項励起状態から一重項励起状態へエネルギーを変換する機能を有する材料である。

【0198】

熱活性化遅延蛍光体としては、一種類の材料から構成されていても良く、複数の材料から構成されていても良い。例えば、熱活性化遅延蛍光体が、一種類の材料から構成される場合、以下の材料を用いることができる。

20

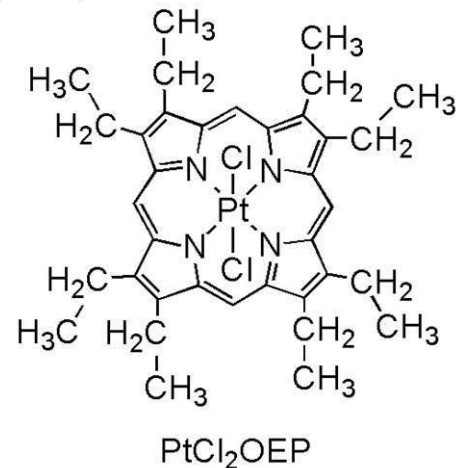
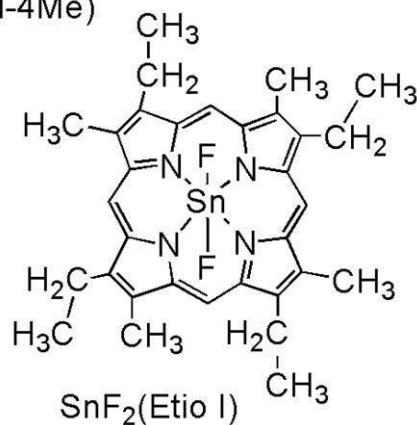
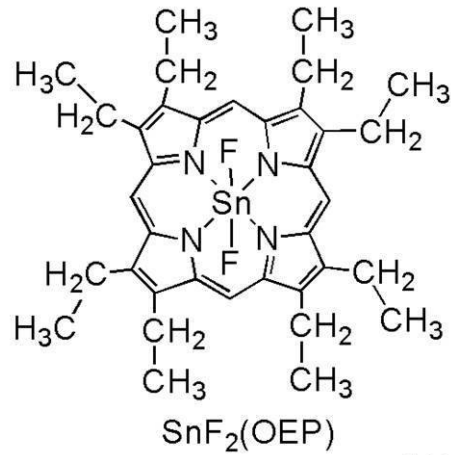
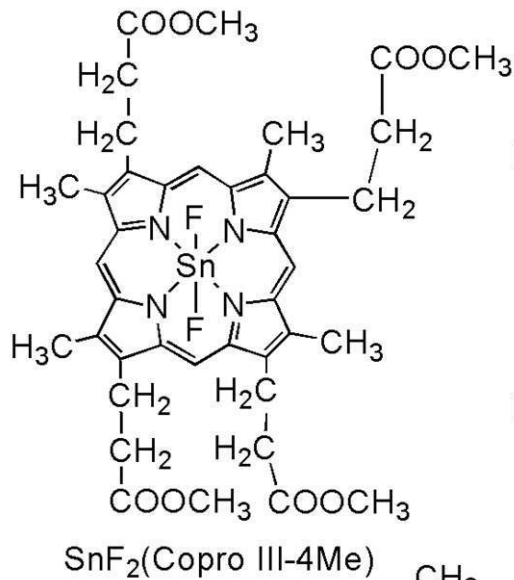
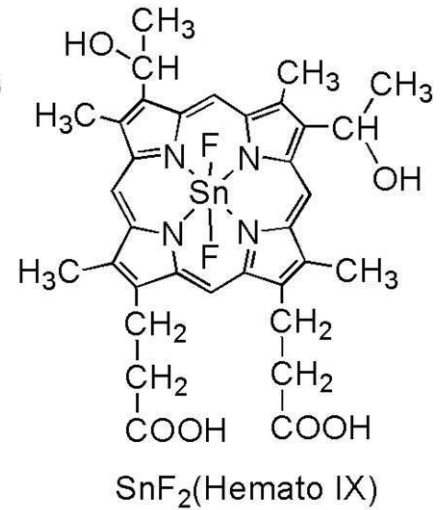
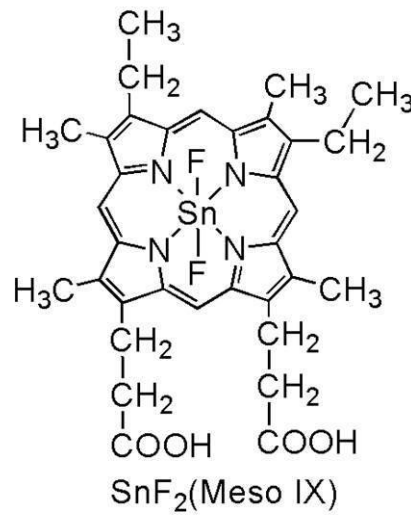
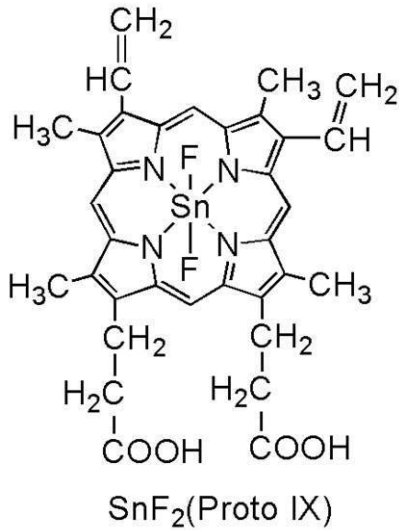
【0199】

まず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。該金属含有ポルフィリンとしては、例えば、以下の構造式に示される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。

30

【0200】

【化4】



【0201】

また、一種の材料から構成される熱活性化遅延蛍光体としては、以下の構造式に示される 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(略称: 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(略称: PCCzPTzn)、2 - [4 - (10H - フェノキサジン - 10 - イル)フェニル] - 4, 6 - ジフェニル - 1, 3, 5 - トリアジン(略称: PXZ-TRZ)、3 - [4 - (5 - フ

10

20

30

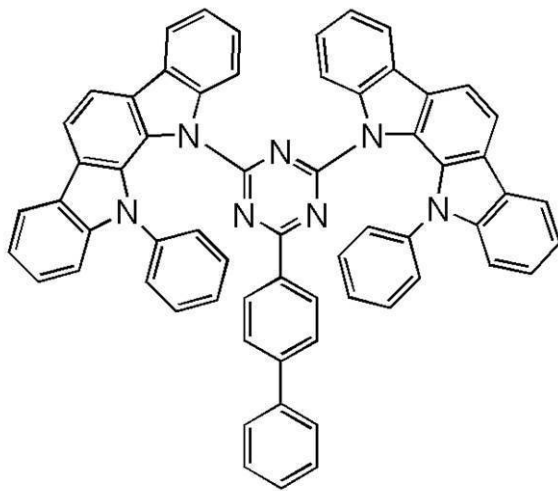
40

50

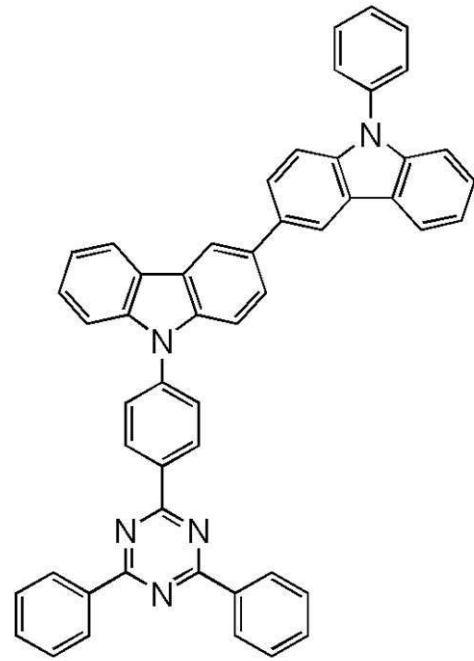
フェニル - 5 , 10 - ジヒドロフェナジン - 10 - イル) フェニル] - 4 , 5 - ジフェニル - 1 , 2 , 4 - トリアゾール (略称 : P P Z - 3 T P T) 、 3 - (9 , 9 - ジメチル - 9 H - アクリジン - 10 - イル) - 9 H - キサンテン - 9 - オン (略称 : A C R X T N) 、 ビス [4 - (9 , 9 - ジメチル - 9 , 10 - ジヒドロアクリジン) フェニル] スルホン (略称 : D M A C - D P S) 、 10 - フェニル - 10 H , 10 ' H - スピロ [アクリジン - 9 , 9 ' - アントラセン] - 10 ' - オン (略称 : A C R S A) 、 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も用いることができる。該複素環化合物は、 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ため、電子輸送性及び正孔輸送性が高く、好ましい。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、一重項励起エネルギー準位と三重項励起エネルギー準位の差が小さくなるため、特に好ましい。

【 0 2 0 2 】

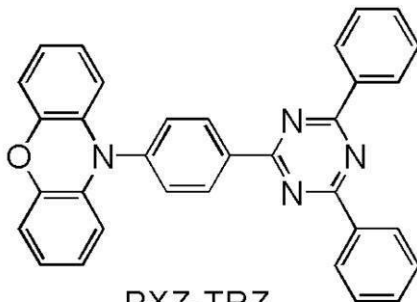
【化5】



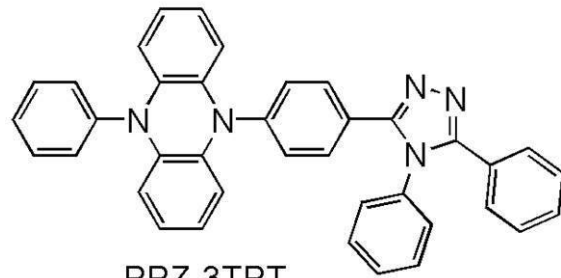
PIC-TRZ



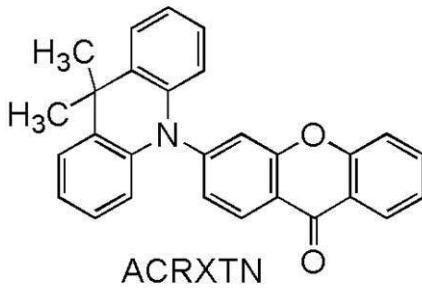
PCCzPTzn



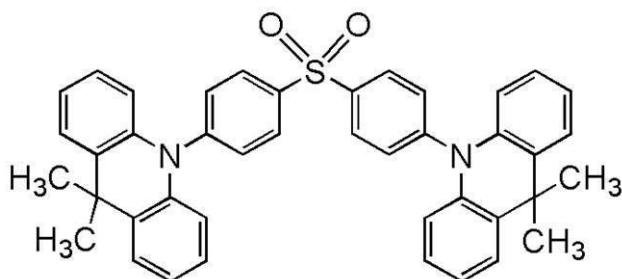
PXZ-TRZ



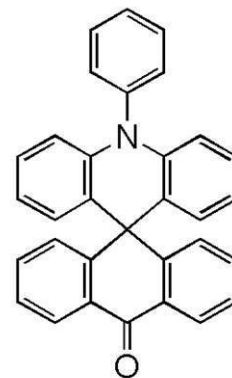
PPZ-3TPT



ACRXTN



DMAC-DPS



ACRSA

10

20

30

40

【0203】

また、熱活性化遅延蛍光体をホスト材料として用いる場合、励起錯体を形成する2種類の化合物を組み合わせる用いることが好ましい。この場合、上記に示した励起錯体を形成する組み合わせである電子を受け取りやすい化合物と、正孔を受け取りやすい化合物とを用いることが特に好ましい。

50

【0204】

正孔注入層

正孔注入層111、正孔注入層116は、陽極からEL層へ正孔を注入する層であり、正孔注入性の高い物質を含む層である。例えば、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を用いることができる。この他、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]ピフェニル(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'-ピフェニル)-4,4'-ジアミン(略称: DNTPD)等の芳香族アミン化合物、
10
或いはポリ(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)等の高分子等によっても正孔注入層を形成することができる。

【0205】

また、正孔注入層として、正孔輸送性材料とアクセプター性材料を含む複合材料を用いることができる。正孔輸送性材料とアクセプター性材料を含むことで、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(ホール)が発生し、正孔輸送層を介して発光層に正孔が注入される。

【0206】

正孔注入層111、正孔注入層116に用いる正孔輸送性材料としては、例えば、4,4'-ビス[N-(1-ナフチル)-N-フェニルアミノ]ピフェニル(略称: NPBまたは
20
-NPD)やN,N'-ビス(3-メチルフェニル)-N,N'-ジフェニル-[1,1'-ピフェニル]-4,4'-ジアミン(略称: TPD)、4,4',4''-トリリス(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''-トリリス[N-(3-メチルフェニル)-N-フェニルアミノ]トリフェニルアミン(略称: MTDATA)、4,4'-ビス[N-(スピロ-9,9'-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、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
30
(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)等が挙げられる。その他、4,4'-ジ(N-カルバゾリル)ピフェニル(略称: CBP)、1,3,5-トリリス[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)等のカルバゾール誘導体、等を用いることができる。ここに述べた物質は、主に $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2 / \text{Vs}$ 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物質であれば、これら以外のものを用いてもよい。

【0207】

さらに、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]
40
(略称: PTPDMA)、ポリ[N,N'-ビス(4-ブチルフェニル)-N,N'-ビス(フェニル)ベンジジン](略称: Poly-TPD)などの高分子化合物を用いることもできる。

【0208】

また、正孔注入層111及び正孔注入層116に用いるアクセプター性材料としては、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: $F_4\text{-TCNQ}$)、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)等の電子吸引基
50

ハロゲン基やシアノ基)を有する化合物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、扱いやすいため特に好ましい。なお、正孔注入層111及び正孔注入層116は、アクセプター性材料を単独または他の材料と混合して形成してもよい。

【0209】

正孔輸送層

正孔輸送層112、正孔輸送層117は正孔輸送性材料を含む層であり、正孔注入層111、正孔注入層116の材料として例示した材料を使用することができる。正孔輸送層112は正孔注入層111に注入された正孔を発光層130へ輸送する機能を有するため、正孔注入層111の最高被占軌道(Highest Occupied Molecular Orbital、HOMOともいう)準位と同じ、あるいは近いHOMO準位を有することが好ましい。

10

【0210】

正孔輸送性を有する材料としては、4,4'-ビス[N-(1-ナフチル)-N-フェニルアミノ]ピフェニル(略称:NPB)、N,N'-ビス(3-メチルフェニル)-N,N'-ジフェニル-[1,1'-ピフェニル]-4,4'-ジアミン(略称:TPD)、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)、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)、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'-ピフルオレン-2-アミン(略称:PCBA SF)などの芳香族アミン骨格を有する化合物や、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)ピフェニル(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)などのカルバゾール骨格を有する化合物や、4,4',4''-(ベンゼン-1,3,5-トリイル)トリ(ジベンゾチオフエン)(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]ジベンゾチオフエン(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エン(略称:DBTFLP-IV)などのチオフエン骨格を有する化合物や、4,4',4''-(ベンゼン-1,3,5-トリイル)トリ(ジベンゾフラン)(略称:DBF3P-II)、4-{3-[3-(9-フェニル-9H-フルオレン-9-イル)フェニル]フェニル}ジベンゾフラン(略称:mmDBFFLBi-II)などのフラン骨格を有する化合物が挙げられる。上述した中でも、芳香族アミン骨格を有する化合物やカルバゾール骨格を有する化合物は、信頼性が良好であり、また、正孔輸送性が高く、駆動電圧低減にも寄与するため好ましい。また、以上で述べた正孔輸送性材料の他、様々な物質の中から正孔輸送性材料を用いても良い。

20

30

40

【0211】

50

さらに、正孔輸送性の高い物質として、例えば、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)、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)、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)、4,4'-ジ(1-ナフチル)-4''-(9-フェニル-9H-カルバゾール-3-イル)トリフェニルアミン(略称:PCBNBB)、4-フェニルジフェニル-(9-フェニル-9H-カルバゾール-3-イル)アミン(略称:PCA1BP)、3,3'-ビス(9-フェニル-9H-カルバゾール)(略称:PCCP)、N-[4-(9H-カルバゾール-9-イル)フェニル]-N-(4-フェニル)フェニルアニリン(略称:YGA1BP)、1,3,5-トリ(ジベンゾチオフエン-4-イル)-ベンゼン(略称:DBT3P-II)、4,4',4''-(ベンゼン-1,3,5-トリイル)トリ(ジベンゾフラン)(略称:DBF3P-II)、4-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:BP AFLP)、4-[3-(トリフェニレン-2-イル)フェニル]ジベンゾチオフエン(略称:mDBTPTp-II)、4,4'-ビス[N-(1-ナフチル)-N-フェニルアミノ]ピフェニル(略称:NPBまたは-NPD)やN,N'-ビス(3-メチルフェニル)-N,N'-ジフェニル-[1,1'-ピフェニル]-4,4'-ジアミン(略称:TPD)、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)、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骨格を有する化合物、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)等が挙げられる。その他、4,4'-ジ(N-カルバゾリル)ピフェニル(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)等のカルバゾール化合物やアミン化合物、ジベンゾチオフエン化合物、ジベンゾフラン化合物、フルオレン化合物、トリフェニレン化合物、フェナントレン化合物等を用いることができる。

【0212】

なお、これら正孔輸送層として用いることが出来る化合物を、正孔注入層として用いても良い。

【0213】

電子輸送層

電子輸送層113、電子輸送層118は、電子輸送性を有する材料を含む層である。電子輸送層113及び電子輸送層118には、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、ビピリジン誘導体などが挙げられる。具体的には、Alq、Almq₃、BeBq₂、BALq、ZnPBO、ZnBTZなどの金属錯体を用いることができる。また、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:PB D)、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-ピフェニル)-1,2,4-トリアゾール(略称:T A Z)、3-(4-tert-ブチルフェニル)-4-(4-エチルフェニル)-5-(4-ピフェニル)-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も用いることができる。また、ポリ(2,5-ピリジンジイル)(略称: PPy)、ポリ[(9,9-ジヘキシルフルオレン-2,7-ジイル)-co-(ピリジン-3,5-ジイル)](略称: PF-PPy)、ポリ[(9,9-ジオクチルフルオレン-2,7-ジイル)-co-(2,2'-ビピリジン-6,6'-ジイル)](略称: PF-BPPy)のような高分子化合物を用いることもできる。ここに述べた物質は、主に $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2 / \text{Vs}$ 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物質であれば、上記以外の物質を電子輸送層113及び電子輸送層118として用いてもよい。

【0214】

また、電子輸送層113及び電子輸送層118は、単層のものだけでなく、上記物質からなる層が2層以上積層したものとしてもよい。

【0215】

電子注入層

電子注入層114及び電子注入層119は、電子注入性の高い物質を含む層である。電子注入層114には、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114及び電子注入層119にエレクトライドを用いてもよい。該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。また、電子注入層114及び電子注入層119に、電子輸送層113及び電子輸送層118で用いることが出来る物質を用いてもよい。

【0216】

また、電子注入層114及び電子注入層119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113及び電子輸送層118を構成する物質(金属錯体や複素芳香族化合物等)を用いることができる。電子供与体としては、有機化合物に対し電子供与性を示す物質であればよい。具体的には、アルカリ金属やアルカリ土類金属や希土類金属が好ましく、リチウム、セシウム、マグネシウム、カルシウム、エルビウム、イッテルビウム等が挙げられる。また、アルカリ金属酸化物やアルカリ土類金属酸化物が好ましく、リチウム酸化物、カルシウム酸化物、バリウム酸化物等が挙げられる。また、酸化マグネシウムのようなルイス塩基を用いることもできる。また、テトラチアフルバレン(略称: TTF)等の有機化合物を用いることもできる。

【0217】

電荷発生層

電荷発生層115は、一对の電極(電極101及び電極102)間に電圧を印加したときに、一方の発光層(発光層134または発光層136)側に電子を注入し、他方の発光層(発光層134または発光層136)側に正孔を注入する機能を有する。

【0218】

例えば、図3に示すタンデム型の発光素子152においては、電極101に電極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115から発光層134に電子が注入され、発光層136に正孔が注入される。

【0219】

なお、電荷発生層115は、光取出し効率の点から、可視光に対して透光性を有する(具体的には、電荷発生層115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115は、一对の電極(電極101及び電極102)よりも低い導電率であっても機能する。

【0220】

10

20

30

40

50

また、電荷発生層 1 1 5 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よい。

【0221】

なお、上述した材料を用いて電荷発生層 1 1 5 を形成することにより、発光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。

【0222】

なお、上述した、発光層、正孔注入層、正孔輸送層、電子輸送層、電子注入層、及び電荷発生層は、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、グラビア印刷等の方法で形成することができる。また、上述した、発光層、正孔注入層、正孔輸送層、電子輸送層、電子注入層、及び電荷発生層には、上述した材料の他、量子ドットなどの無機化合物または高分子化合物（オリゴマー、 dendリマー、ポリマー等）を用いてもよい。

10

【0223】

なお、量子ドットとしては、コロイド状量子ドット、合金型量子ドット、コア・シェル型量子ドット、コア型量子ドット、などを用いてもよい。また、2 族と 1 6 族、1 3 族と 1 5 族、1 3 族と 1 7 族、1 1 族と 1 7 族、または 1 4 族と 1 5 族の元素グループを含む量子ドットを用いてもよい。あるいは、カドミウム（Cd）、セレン（Se）、亜鉛（Zn）、硫黄（S）、リン（P）、インジウム（In）、テルル（Te）、鉛（Pb）、ガリウム（Ga）、ヒ素（As）、アルミニウム（Al）、等の元素を有する量子ドットを用いてもよい。

20

【0224】

光学素子

光学素子 2 2 4 R、光学素子 2 2 4 G、及び光学素子 2 2 4 B は、入射される光から特定の色を呈する光を選択的に透過するものである。例えば、着色層（カラーフィルタともいう）、バンドパスフィルタ、多層膜フィルタなどを適用できる。また、光学素子に色変換素子を適用することができる。色変換素子は、入射される光を、当該光の波長より長い波長の光に変換する光学素子である。色変換素子として、量子ドットを用いる素子であると好適である。量子ドット方式を用いることにより、表示装置の色再現性を高めることができる。

30

【0225】

なお、光学素子 2 2 4 R、光学素子 2 2 4 G、及び光学素子 2 2 4 B 上に複数の光学素子を重ねて設けてもよい。他の光学素子としては、例えば円偏光板や反射防止膜などを設けることができる。円偏光板を、表示装置の発光素子が発する光が取り出される側に設けると、表示装置の外部から入射した光が、表示装置の内部で反射されて、外部に射出される現象を防ぐことができる。また、反射防止膜を設けると、表示装置の表面で反射される外光を弱めることができる。これにより、表示装置が発する発光を、鮮明に観察できる。

【0226】

遮光層

遮光層 2 2 3 としては、外光の反射を抑制する機能を有する。または、遮光層 2 2 3 としては、隣接する発光素子から発せられる光の混色を防ぐ機能を有する。遮光層 2 2 3 としては、金属、黒色顔料を含んだ樹脂、カーボンブラック、金属酸化物、複数の金属酸化物の固溶体を含む複合酸化物等を用いることができる。

40

【0227】

隔壁

隔壁 1 4 0 としては、絶縁性であればよく、無機材料または有機材料を用いて形成される。該無機材料としては、酸化シリコン、酸化窒化シリコン、窒化酸化シリコン、窒化シリコン、酸化アルミニウム、窒化アルミニウム等が挙げられる。該有機材料としては、例えば、アクリル樹脂、またはポリイミド樹脂等の感光性の樹脂材料が挙げられる。

【0228】

50

< 6 . 発光素子の作製方法 >

次に、本発明の一態様の発光素子の作製方法について、図 6 (A) (B) (C)、及び図 7 (A) (B) (C)を用いて以下説明を行う。なお、ここでは、図 5 (A)に示す発光素子 2 5 4 の作製方法について説明する。

【 0 2 2 9 】

図 6 (A) (B) (C)及び図 7 (A) (B) (C)は、本発明の一態様の発光素子の作製方法を説明するための断面図である。

【 0 2 3 0 】

以下で説明する発光素子 2 5 4 の作製方法は、第 1 乃至第 7 の 7 つのステップを有する。

10

【 0 2 3 1 】

第 1 のステップ

第 1 のステップは、発光素子の電極 (具体的には、電極 1 0 1 を構成する導電層 1 0 1 a、電極 1 0 3 を構成する導電層 1 0 3 a、及び電極 1 0 4 を構成する導電層 1 0 4 a) を、基板 2 0 0 上に形成する工程である (図 6 (A) 参照) 。

【 0 2 3 2 】

本実施の形態においては、基板 2 0 0 上に、光を反射する機能を有する導電層を形成し、該導電層を所望の形状に加工することで、導電層 1 0 1 a、導電層 1 0 3 a、及び導電層 1 0 4 a を形成する。上記光を反射する機能を有する導電層としては、銀とパラジウムと銅の合金膜 (A g - P d - C u 膜、A P C ともいう) を用いる。このように、導電層 1 0 1 a、導電層 1 0 3 a、及び導電層 1 0 4 a を、同一の導電層を加工する工程を経て形成することで、製造コストを安くすることができるため好適である。

20

【 0 2 3 3 】

なお、第 1 のステップの前に、基板 2 0 0 上にトランジスタを形成してもよい。また、上記トランジスタと、導電層 1 0 1 a、導電層 1 0 3 a、及び導電層 1 0 4 a とを、電気的に接続させてもよい。

【 0 2 3 4 】

第 2 のステップ

第 2 のステップは、電極 1 0 1 を構成する導電層 1 0 1 a 上に光を透過する機能を有する導電層 1 0 1 b を、電極 1 0 3 を構成する導電層 1 0 3 a 上に光を透過する機能を有する導電層 1 0 3 b を、電極 1 0 4 を構成する導電層 1 0 4 a 上に光を透過する機能を有する導電層 1 0 4 b を、形成する工程である (図 6 (B) 参照) 。

30

【 0 2 3 5 】

本実施の形態においては、光を反射する機能を有する導電層 1 0 1 a、1 0 3 a、及び 1 0 4 a、の上にそれぞれ、光を透過する機能を有する導電層 1 0 1 b、1 0 3 b、及び 1 0 4 b を形成することで、電極 1 0 1、電極 1 0 3、及び電極 1 0 4 を形成する。上記の導電層 1 0 1 b、1 0 3 b、及び 1 0 4 b としては、I T S O 膜を用いる。

【 0 2 3 6 】

なお、光を透過する機能を有する導電層 1 0 1 b、1 0 3 b、及び 1 0 4 b の形成方法としては、複数回に分けて形成してもよい。複数回に分けて形成することで、各領域で適したマイクロキャビティ構造となる膜厚で、導電層 1 0 1 b、1 0 3 b、及び 1 0 4 b を形成することができる。

40

【 0 2 3 7 】

第 3 のステップ

第 3 のステップは、発光素子の各電極の端部を覆う隔壁 1 4 0 を形成する工程である (図 6 (C) 参照) 。

【 0 2 3 8 】

隔壁 1 4 0 は、電極と重なるように開口部を有する。該開口部によって露出する導電膜が発光素子の陽極として機能する。本実施の形態では、隔壁 1 4 0 として、ポリイミド樹脂を用いる。

50

【0239】

なお、第1乃至第3のステップにおいては、EL層（有機化合物を含む層）を損傷するおそれがないため、さまざまな成膜方法及び微細加工技術を適用できる。本実施の形態では、スパッタリング法を用いて反射性の導電層を成膜し、リソグラフィ法を用いて、該導電層をパターン形成し、その後ドライエッチング法またはウエットエッチング法を用いて、該導電層を島状に加工することで、電極101を構成する導電層101a、電極103を構成する導電層103a、及び電極104を構成する導電層104a、を形成する。その後、スパッタリング法を用いて透明性を有する導電膜を成膜し、リソグラフィ法を用いて、該透明性を有する導電膜にパターンを形成し、その後ウエットエッチング法を用いて、該透明導電膜を島状に加工して、電極101、電極103、及び電極104を形成する。

10

【0240】

第4のステップ

第4のステップは、正孔注入層111、正孔輸送層112、発光層136、電子輸送層113、電子注入層114、及び電荷発生層115を形成する工程である（図7（A）参照）。

【0241】

正孔注入層111としては、正孔輸送性材料とアクセプター性材料を含む材料とを共蒸着することで形成することができる。また、正孔輸送層112としては、正孔輸送性材料を蒸着することで形成することができる。

20

【0242】

発光層136としては、緑色、黄緑色、黄色、橙色、または赤色の中から選ばれる少なくともいずれか一つの発光を呈する第2のゲスト材料を蒸着することで形成することができる。第2のゲスト材料としては、蛍光または燐光を呈する発光材料を用いることができる。また、該発光材料は、単独で蒸着してもよいが、他の材料と混合して蒸着してもよい。また、発光材料をゲスト材料とし、ゲスト材料より励起エネルギーが大きなホスト材料に該ゲスト材料を分散して蒸着してもよい。また、発光層136として、発光層136a及び発光層136bの2層の構成とすることが好適である。その場合、発光層136a及び発光層136bは、それぞれ互いに異なる発光色を呈する発光材料を有することが好ましい。

30

【0243】

電子輸送層113としては、電子輸送性を有する材料を蒸着することで形成することができる。また、電子注入層114としては、電子注入性を有する材料を蒸着することで形成することができる。

【0244】

電荷発生層115としては、正孔輸送性材料に電子受容体（アクセプター）が添加された材料、または電子輸送性材料に電子供与体（ドナー）が添加された材料を蒸着することで形成することができる。

【0245】

第5のステップ

第5のステップは、正孔注入層116、正孔輸送層117、発光層134、電子輸送層118、電子注入層119、及び電極102を形成する工程である（図7（B）参照）。

40

【0246】

正孔注入層116としては、先に示す正孔注入層111と同様の材料及び同様の方法により形成することができる。また、正孔輸送層117としては、先に示す正孔輸送層112と同様の材料及び同様の方法により形成することができる。

【0247】

発光層134としては、青色の発光を呈する第1のゲスト材料を蒸着することで形成することができる。第1のゲスト材料としては、燐光性の有機化合物を用いることができる。また、該燐光性の有機化合物は、単独で蒸着してもよいが、他の材料と混合して蒸着し

50

てもよい。また、燐光性の有機化合物をゲスト材料とし、ゲスト材料より励起エネルギーが大きな宿主材料に該ゲスト材料を分散して蒸着してもよい。

【0248】

なお、発光層134に用いる第1のゲスト材料としては、ジクロロメタン溶液における発光スペクトルにおいて、440nm以上470nm以下の波長領域に最大値を有し、且つ、20nm以上80nm以下の半値全幅を有する物質が好ましい。あるいは、該発光スペクトルにおいて、530nmの波長における光の強度が、最大値に対して0%以上50%以下である物質が好ましい。もしくは、該発光スペクトルから算出されるCIE1931色度座標における色度yが、0.01以上0.3以下である物質が好ましい。

【0249】

電子輸送層118としては、電子輸送性を有する材料を蒸着することで形成することができる。また、電子注入層119としては、電子注入性を有する材料を蒸着することで形成することができる。

【0250】

電極102としては、反射性を有する導電膜と、透光性を有する導電膜を積層することで形成することができる。また、電極102としては、単層構造、または積層構造としてもよい。

【0251】

上記工程を経て、電極101、電極103、及び電極104上に、それぞれ領域222B、領域222G、及び領域222Rを有する発光素子が基板200上に形成される。

【0252】

第6のステップ

第6のステップは、基板220上に遮光層223、光学素子224B、光学素子224G、及び光学素子224Rを形成する工程である(図7(C)参照)。

【0253】

遮光層223としては、黒色顔料の含んだ樹脂膜を所望の領域に形成する。その後、基板220及び遮光層223上に、光学素子224B、光学素子224G、及び光学素子224Rを形成する。光学素子224Bとしては、青色顔料の含んだ樹脂膜を所望の領域に形成する。また、光学素子224Gとしては、緑色顔料の含んだ樹脂膜を所望の領域に形成する。また、光学素子224Rとしては、赤色顔料の含んだ樹脂膜を所望の領域に形成する。

【0254】

第7のステップ

第7のステップは、基板200上に形成された発光素子と、基板220上に形成された遮光層223、光学素子224B、光学素子224G、及び光学素子224Rと、を貼り合わせ、封止材を用いて封止する工程である(図示しない)。

【0255】

以上の工程により、図5(A)に示す発光素子254を形成することができる。

【0256】

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。または、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。例えば、本発明の一態様では、ゲスト材料が三重項励起エネルギーを発光に変換する機能を有する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。場合によっては、または、状況に応じて、本発明の一態様では、例えば、ゲスト材料が三重項励起エネルギーを発光に変換する機能を有さなくてもよい。また、例えば、本発明の一態様では、ゲスト材料がジクロロメタン溶液における発光スペクトルにおいて、440nm以上470nm以下の波長領域に最大値を有し、且つ、20nm以上80nm以下の半値全幅を有する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。場合によっては、または、状況に応じて、本発明の一態様では、例えば、ゲスト材料は、ジクロロメタン溶液における発光スペクトルにおいて、440nm以上470nm以下の波長領域に

10

20

30

40

50

最大値を有さなくてもよい。場合によっては、または、状況に応じて、本発明の一態様では、ゲスト材料は、ジクロロメタン溶液における発光スペクトルにおいて、20 nm以上80 nm以下の半値全幅を有さなくてもよい。または、ゲスト材料は、ジクロロメタン溶液における発光スペクトルにおいて、530 nmの波長における光の強度が、最大値に対して50%以下でなくてもよい。または、ゲスト材料は、ジクロロメタン溶液における発光スペクトルから算出されるCIE 1931色度座標における色度 y が、0.3より大きくてもよい。または、これらの発光スペクトルは、ジクロロメタン溶液以外の溶液で発光スペクトルを観測してもよい。例えば、本発明の一態様では、CIE 1931色度座標における色度 y が0.01以上0.06以下の発光を呈し、且つ、電流効率が3 cd/A以上である発光素子の例、もしくは、色度 y が0.06より大きく0.08以下の発光を呈し、且つ、電流効率が8 cd/A以上である発光素子の例、または、色度 y が0.08より大きく0.1以下の発光を呈し、且つ、電流効率が10 cd/A以上である発光素子の例、を示したが、本発明の一態様は、これに限定されない。場合によっては、または、状況に応じて、本発明の一態様では、例えば、色度 y が0.01以上0.06以下の発光を呈し、電流効率が3 cd/A以上である発光素子でなくてもよい。または、例えば、色度 y が0.06より大きく0.08以下の発光を呈し、且つ、電流効率が8 cd/A以上である発光素子でなくてもよい。または、例えば、色度 y が0.08より大きく0.1以下の発光を呈し、且つ、電流効率が10 cd/A以上である発光素子でなくてもよい。または、本発明の一態様では、光を反射する機能を有する電極と、光を反射する機能と光を透過する機能を有する電極と、を有する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。場合によっては、または、状況に応じて、本発明の一態様では、例えば、光を反射する機能を有する電極を有さない発光素子であってもよい。あるいは、場合によっては、または、状況に応じて、本発明の一態様では、例えば、光を反射する機能と光を透過する機能を有する電極を有さない発光素子であってもよい。

【0257】

以上、本実施の形態は、他の実施の形態と適宜組み合わせることができる。

【0258】

(実施の形態2)

本実施の形態では、本発明の一態様の発光素子、または本発明の一態様の表示装置に用いることができる発光素子の発光機構について、図8を用いて以下説明する。

【0259】

<発光素子の構成例>

図8(A)は、発光素子450の断面模式図である。

【0260】

図8(A)に示す発光素子450は、一对の電極(電極401及び電極402)の間に、複数の発光ユニット(図8(A)においては、発光ユニット441及び発光ユニット442)を有する。1つの発光ユニットは、図1(A)で示すEL層100と同様な構成を有する。つまり、図1(A)で示した発光素子150は、1つの発光ユニットを有し、発光素子450は、複数の発光ユニットを有する。なお、発光素子450において、電極401が陽極として機能し、電極402が陰極として機能するとして、以下説明するが、発光素子450の構成としては、逆であっても構わない。

【0261】

また、図8(A)に示す発光素子450において、発光ユニット441と発光ユニット442とが積層されており、発光ユニット441と発光ユニット442との間には電荷発生層445が設けられる。なお、発光ユニット441と発光ユニット442は、同じ構成でも異なる構成でもよい。例えば、発光ユニット441に、図1(A)で示すEL層100を用い、発光ユニット442に発光材料として燐光材料を有する発光層を用いると好適である。

【0262】

すなわち、発光素子450は、発光層420と、発光層430と、を有する。また、発

光ユニット 4 4 1 は、発光層 4 2 0 の他に、正孔注入層 4 1 1、正孔輸送層 4 1 2、電子輸送層 4 1 3、及び電子注入層 4 1 4 を有する。また、発光ユニット 4 4 2 は、発光層 4 3 0 の他に、正孔注入層 4 1 6、正孔輸送層 4 1 7、電子輸送層 4 1 8、及び電子注入層 4 1 9 を有する。

【 0 2 6 3 】

電荷発生層 4 4 5 には、有機化合物とアクセプター性材料の複合材料が含まれている。該複合材料には、実施の形態 1 に示す正孔注入層 1 1 1 に用いることができる複合材料を用いればよい。有機化合物としては、芳香族アミン化合物、カルバゾール化合物、芳香族炭化水素、高分子化合物（オリゴマー、 dendrimer、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、有機化合物としては、正孔移動度が $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2 / \text{Vs}$ 以上であるものを適用することが好ましい。ただし、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。有機化合物とアクセプター性材料の複合材料は、キャリア注入性、キャリア輸送性に優れているため、低電圧駆動、低電流駆動を実現することができる。なお、発光ユニットの陽極側の面が電荷発生層に接している場合は、電荷発生層が該発光ユニットの正孔注入層または正孔輸送層の役割も担うことができるため、該発光ユニットには正孔注入層または正孔輸送層を設けなくとも良い。

10

【 0 2 6 4 】

なお、電荷発生層 4 4 5 は、有機化合物とアクセプター性材料の複合材料を含む層と他の材料により構成される層を組み合わせた積層構造として形成してもよい。例えば、有機化合物とアクセプター性材料の複合材料を含む層と、電子供与性物質の中から選ばれた一の化合物と電子輸送性の高い化合物とを含む層とを組み合わせて形成してもよい。また、有機化合物とアクセプター性材料の複合材料を含む層と、透明導電膜を含む層とを組み合わせて形成してもよい。

20

【 0 2 6 5 】

なお、発光ユニット 4 4 1 と発光ユニット 4 4 2 とに挟まれる電荷発生層 4 4 5 は、電極 4 0 1 と電極 4 0 2 とに電圧を印加したときに、一方の発光ユニットに電子を注入し、他方の発光ユニットに正孔を注入するものであれば良い。例えば、図 8 (A) において、電極 4 0 1 の電位の方が電極 4 0 2 の電位よりも高くなるように電圧を印加した場合、電荷発生層 4 4 5 は、発光ユニット 4 4 1 に電子を注入し、発光ユニット 4 4 2 に正孔を注入する。

30

【 0 2 6 6 】

また、図 8 (A) においては、2つの発光ユニットを有する発光素子について説明したが、3つ以上の発光ユニットを積層した発光素子についても、同様に適用することが可能である。発光素子 4 5 0 に示すように、一对の電極間に複数の発光ユニットを電荷発生層で仕切って配置することで、電流密度を低く保ったまま、高輝度発光を可能とし、さらに長寿命な発光素子を実現できる。また、消費電力が低い発光素子を実現することができる。

【 0 2 6 7 】

なお、複数のユニットのうち、少なくとも一つのユニットに、図 1 (A) で示す EL 層 1 0 0 の構成を適用することによって、発光効率の高い、発光素子を提供することができる。

40

【 0 2 6 8 】

また、発光層 4 2 0 は、ホスト材料 4 2 1 と、ゲスト材料 4 2 2 とを有する。また、発光層 4 3 0 は、ホスト材料 4 3 1 と、ゲスト材料 4 3 2 とを有する。また、ホスト材料 4 3 1 は、有機化合物 4 3 1 _ 1 と、有機化合物 4 3 1 _ 2 と、を有する。

【 0 2 6 9 】

また、本実施の形態において、発光層 4 2 0 は、図 1 に示す発光層 1 3 0 と同様の構成とする。すなわち、発光層 4 2 0 が有するホスト材料 4 2 1、及びゲスト材料 4 2 2 は、発光層 1 3 0 が有するホスト材料 1 3 1、及びゲスト材料 1 3 2 に、それぞれ相当する。また、発光層 4 3 0 が有するゲスト材料 4 3 2 が燐光材料として、以下説明する。なお、

50

電極 401、電極 402、正孔注入層 411、416、正孔輸送層 412、417、電子輸送層 413、418、及び電子注入層 414、419 は、実施の形態 1 に示す、電極 101、電極 102、正孔注入層 111、正孔輸送層 112、電子輸送層 118、及び電子注入層 119 に、それぞれ相当する。したがって、本実施の形態においては、その詳細な説明は省略する。

【0270】

< 発光層 420 の発光機構 >

発光層 420 の発光機構としては、図 1 に示す発光層 130 と同様の発光機構である。ただし、以下の発光層 430 の発光機構を有していても良い。

【0271】

< 発光層 430 の発光機構 >

次に、発光層 430 の発光機構について、以下説明を行う。

【0272】

発光層 430 が有する、有機化合物 431__1 と、有機化合物 431__2 とは励起錯体を形成する。ここでは、有機化合物 431__1 をホスト材料として、有機化合物 431__2 をアシスト材料として説明する。

【0273】

発光層 430 における励起錯体を形成する有機化合物 431__1 と有機化合物 431__2 との組み合わせは、励起錯体を形成することが可能な組み合わせであればよいが、一方が正孔輸送性を有する材料であり、他方が電子輸送性を有する材料であることが、より好ましい。

【0274】

発光層 430 における有機化合物 431__1 と、有機化合物 431__2 と、ゲスト材料 432 とのエネルギー準位の相関を図 8 (B) に示す。なお、図 8 (B) における表記及び符号は、以下の通りである。

- ・ Host : 有機化合物 431__1 (ホスト材料)
- ・ Assist : 有機化合物 431__2 (アシスト材料)
- ・ Guest : ゲスト材料 432 (燐光材料)
- ・ S_{PH} : 有機化合物 431__1 (ホスト材料) の一重項励起状態の最も低い準位
- ・ T_{PH} : 有機化合物 431__1 (ホスト材料) の三重項励起状態の最も低い準位
- ・ T_{PG} : ゲスト材料 432 (燐光材料) の三重項励起状態の最も低い準位
- ・ S_E : 励起錯体の一重項励起状態の最も低い準位
- ・ T_E : 励起錯体の三重項励起状態の最も低い準位

【0275】

有機化合物 431__1 と有機化合物 431__2 とにより形成される、励起錯体の一重項励起状態の最も低い準位 (S_E) と励起錯体の三重項励起状態の最も低い準位 (T_E) とは互いに隣接することになる (図 8 (B) Route C 参照)。

【0276】

そして、励起錯体の (S_E) と (T_E) の双方のエネルギーを、ゲスト材料 432 (燐光材料) の三重項励起状態の最も低い準位 (T_{PG}) へ移動させて発光が得られる (図 8 (B) Route D 参照)。

【0277】

なお、上記に示す Route C 及び Route D の過程を、本明細書等において EX-TET (Exciplex-Triplet Energy Transfer) と呼称する場合がある。

【0278】

また、有機化合物 431__1 及び有機化合物 431__2 は、一方がホールを、他方が電子を受け取ることで励起錯体を形成する。あるいは、一方が励起状態となると、他方と相互作用することで励起錯体を形成する。したがって、発光層 430 における励起状態のほとんどが励起錯体として存在する。励起錯体は、有機化合物 431__1 及び有機化合物 4

10

20

30

40

50

3 1 _ 2 のどちらよりもバンドギャップは小さくなるため、励起錯体が形成されることにより、発光素子の駆動電圧を下げるができる。

【0279】

発光層430を上述の構成とすることで、発光層430のゲスト材料432（燐光材料）からの発光を、効率よく得ることが可能となる。

【0280】

なお、発光層420からの発光が、発光層430からの発光よりも短波長側に発光のピークを有する構成であっても、長波長側に発光のピークを有する構成であっても構わない。

【0281】

また、発光層420と発光層430とで異なる発光波長の光を得ることによって、多色発光の素子とすることができる。この場合、発光スペクトルは異なる発光ピークを有する発光が合成された光となるため、少なくとも二つの極大値を有する発光スペクトルとなる。

【0282】

また、上記の構成は白色発光を得るためにも好適である。発光層420と発光層430との光を互いに補色の関係とすることによって、白色発光を得ることができる。

【0283】

また、発光層420及び発光層430のいずれか一方または双方に発光波長の異なる複数の発光材料を用いることによって、三原色や、4色以上の発光色からなる演色性の高い白色発光を得ることもできる。この場合、発光層420及び発光層430のいずれか一方または双方を層状にさらに分割し、当該分割した層ごとに異なる発光材料を含有させるようにしても良い。

【0284】

次に、発光層420及び発光層430に用いることのできる材料について、以下説明する。

【0285】

<発光層420に用いることのできる材料>

発光層420に用いることのできる材料としては、先の実施の形態1に示す発光層に用いることのできる材料を援用すればよい。

【0286】

<発光層430に用いることのできる材料>

発光層430中では、有機化合物431_1（ホスト材料）が重量比で最も多く存在し、ゲスト材料432（燐光材料）は、有機化合物431_1（ホスト材料）中に分散される。

【0287】

有機化合物431_1（ホスト材料）としては、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、ジベンゾチオフエン誘導体、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などが挙げられる。他の例としては、芳香族アミンやカルバゾール誘導体などが挙げられる。

【0288】

ゲスト材料432（燐光材料）としては、イリジウム、ロジウム、または白金系の有機金属錯体、あるいは金属錯体が挙げられ、中でも有機イリジウム錯体、例えばイリジウム系オルトメタル錯体が好ましい。オルトメタル化する配位子としては4H-トリアゾール配位子、1H-トリアゾール配位子、イミダゾール配位子、ピリジン配位子、ピリミジン配位子、ピラジン配位子、あるいはイソキノリン配位子などが挙げられる。金属錯体としては、ポルフィリン配位子を有する白金錯体などが挙げられる。

【0289】

10

20

30

40

50

有機化合物 4 3 1 __ 2 (アシスト材料)としては、有機化合物 4 3 1 __ 1 と励起錯体を形成できる組み合わせとする。この場合、励起錯体の発光ピークがゲスト材料 4 3 2 (燐光材料)の三重項 M L C T (Metal to Ligand Charge Transfer) 遷移の吸収帯、より具体的には、最も長波長側の吸収帯と重なるように有機化合物 4 3 1 __ 1、有機化合物 4 3 1 __ 2、およびゲスト材料 4 3 2 (燐光材料)を選択することが好ましい。これにより、発光効率が飛躍的に向上した発光素子とすることができる。ただし、燐光材料に替えて熱活性化遅延蛍光材料を用いる場合においては、最も長波長側の吸収帯は一重項の吸収帯であることが好ましい。

【0290】

また、効率よく励起錯体を形成するホスト材料の組み合わせとしては、有機化合物 4 3 1 __ 1 及び有機化合物 4 3 1 __ 2 のうち一方の最高被占軌道 (Highest Occupied Molecular Orbital、HOMOともいう)準位が他方の HOMO 準位より高く、該一方の最低空軌道 (Lowest Unoccupied Molecular Orbital、LUMOともいう)準位が該他方の LUMO 準位より高いことが好ましい。例えば、一方の有機化合物が正孔輸送性を有し、他方の有機化合物が電子輸送性を有する場合、該一方の有機化合物の HOMO 準位が該他方の有機化合物の HOMO 準位より高いことが好ましく、該一方の有機化合物の LUMO 準位が該他方の有機化合物の LUMO 準位より高いことが好ましい。具体的には、一方の有機化合物の HOMO 準位と他方の有機化合物の HOMO 準位とのエネルギー差は、好ましくは 0.05 eV 以上であり、より好ましくは 0.1 eV 以上であり、さらに好ましくは 0.2 eV 以上である。また、一方の有機化合物の LUMO 準位と他方の有機化合物の LUMO 準位とのエネルギー差は、好ましくは 0.05 eV 以上であり、より好ましくは 0.1 eV 以上であり、さらに好ましくは 0.2 eV 以上である。

10

20

【0291】

発光層 4 3 0 に含まれる発光材料としては、三重項励起エネルギーを発光に変換できる材料であればよい。該三重項励起エネルギーを発光に変換できる材料としては、燐光材料の他に、熱活性化遅延蛍光材料が挙げられる。したがって、燐光材料と記載した部分に関しては、熱活性化遅延蛍光材料と読み替えても構わない。なお、熱活性化遅延蛍光材料とは、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、三重項励起エネルギー準位と一重項励起エネルギー準位のエネルギー差が好ましくは 0 eV より大きく 0.2 eV 以下、さらに好ましくは 0 eV より大きく 0.1 eV 以下であることが挙げられる。

30

【0292】

また、熱活性化遅延蛍光を示す材料は、単独で三重項励起状態から逆項間交差により一重項励起状態を生成できる材料であっても良いし、励起錯体 (エキサイプレックス、または Exciplexともいう) を形成する 2 種類の材料の組み合わせであっても良い。

【0293】

また、発光層 4 2 0 に含まれる発光材料と発光層 4 3 0 に含まれる発光材料の発光色に限定は無く、同じでも異なっても良い。各々から得られる発光が混合されて素子外へ取り出されるので、例えば両者の発光色が互いに補色の関係にある場合、発光素子は白色の光を与えることができる。

40

【0294】

なお、発光層 4 2 0 及び発光層 4 3 0 は、蒸着法 (真空蒸着法を含む)、インクジェット法、塗布法、グラビア印刷等の方法で形成することができる。

【0295】

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。

【0296】

50

(実施の形態3)

本実施の形態では、本発明の一態様の表示装置について、図9乃至図13を用いて説明する。

【0297】

<表示装置の構成例1>

図9(A)は表示装置600を示す上面図、図9(B)は図9(A)の一点鎖線A-B、及び一点鎖線C-Dで切断した断面図である。表示装置600は、駆動回路部(信号線駆動回路部601、及び走査線駆動回路部603)、並びに画素部602を有する。なお、信号線駆動回路部601、走査線駆動回路部603、及び画素部602は、発光素子の発光を制御する機能を有する。

10

【0298】

また、表示装置600は、素子基板610と、封止基板604と、シール材605と、シール材605で囲まれた領域607と、引き回し配線608と、FPC609と、を有する。

【0299】

なお、引き回し配線608は、信号線駆動回路部601及び走査線駆動回路部603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FPC609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FPC609しか図示されていないが、FPC609にはプリント配線基板(PWB: Printed Wiring Board)が取り付けられていても良い。

20

【0300】

また、信号線駆動回路部601は、Nチャンネル型のトランジスタ623とPチャンネル型のトランジスタ624とを組み合わせたCMOS回路が形成される。なお、信号線駆動回路部601または走査線駆動回路部603は、種々のCMOS回路、PMOS回路、またはNMOS回路を用いることができる。また、本実施の形態では、駆動回路部を形成したドライバと画素とを基板上の同一の表面上に設けた表示装置を示すが、必ずしもその必要はなく、駆動回路部を基板上ではなく外部に形成することもできる。

【0301】

また、画素部602は、スイッチング用のトランジスタ611と、電流制御用のトランジスタ612と、電流制御用のトランジスタ612のドレインに電氣的に接続された下部電極613と、を有する。なお、下部電極613の端部を覆って隔壁614が形成されている。隔壁614としては、ポジ型の感光性アクリル樹脂膜を用いることができる。

30

【0302】

また、被覆性を良好なものとするため、隔壁614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、隔壁614の材料としてポジ型の感光性アクリルを用いた場合、隔壁614の上端部のみに曲率半径(0.2 μ m以上3 μ m以下)を有する曲面を持たせることが好ましい。また、隔壁614として、ネガ型の感光性樹脂、またはポジ型の感光性樹脂のいずれも使用することができる。

【0303】

なお、トランジスタ(トランジスタ611、612、623、624)の構造は、特に限定されない。例えば、スタガ型のトランジスタを用いてもよい。また、トランジスタの極性についても特に限定はなく、Nチャンネル型およびPチャンネル型のトランジスタを有する構造、及びNチャンネル型のトランジスタまたはPチャンネル型のトランジスタのいずれか一方のみからなる構造を用いてもよい。また、トランジスタに用いられる半導体膜の結晶性についても特に限定はない。例えば、非晶質半導体膜、結晶性半導体膜を用いることができる。また、半導体材料としては、14族(ケイ素等)半導体、化合物半導体(酸化物半導体を含む)、有機半導体等を用いることができる。トランジスタとしては、例えば、エネルギーギャップが2eV以上、好ましくは2.5eV以上、さらに好ましくは3eV以上の酸化物半導体を用いることで、トランジスタのオフ電流を低減することができるため好ましい。該酸化物半導体としては、In-Ga酸化物、In-M-Zn酸化物(Mは

40

50

、アルミニウム（Al）、ガリウム（Ga）、イットリウム（Y）、ジルコニウム（Zr）、ランタン（La）、セリウム（Ce）、スズ（Sn）、ハフニウム（Hf）、またはネオジム（Nd）を表す）等が挙げられる。

【0304】

下部電極613上には、EL層616、および上部電極617がそれぞれ形成されている。なお、下部電極613は、陽極として機能し、上部電極617は、陰極として機能する。

【0305】

また、EL層616は、蒸着マスクを用いた蒸着法、インクジェット法、スピンコート法等の種々の方法によって形成される。また、EL層616を構成する他の材料としては、低分子化合物、または高分子化合物（オリゴマー、 dendリマーを含む）であっても良い。

10

【0306】

なお、下部電極613、EL層616、及び上部電極617により、発光素子618が形成される。発光素子618は、実施の形態1の構成を有する発光素子である。なお、画素部は複数の発光素子が形成される場合、実施の形態1に記載の発光素子と、それ以外の構成を有する発光素子の両方が含まれていても良い。

【0307】

また、シール材605で封止基板604を素子基板610と貼り合わせることにより、素子基板610、封止基板604、およびシール材605で囲まれた領域607に発光素子618が備えられた構造になっている。なお、領域607には、充填材が充填されており、不活性気体（窒素やアルゴン等）が充填される場合の他、シール材605に用いることができる紫外線硬化樹脂または熱硬化樹脂で充填される場合もあり、例えば、PVC（ポリビニルクロライド）系樹脂、アクリル系樹脂、ポリイミド系樹脂、エポキシ系樹脂、シリコン系樹脂、PVB（ポリビニルブチラル）系樹脂、またはEVA（エチレンビニルアセテート）系樹脂を用いることができる。封止基板には凹部を形成し、そこに乾燥材を設けると水分の影響による劣化を抑制することができ、好ましい構成である。

20

【0308】

また、発光素子618と互いに重なるように、光学素子621が封止基板604の下方に設けられる。また、封止基板604の下方には、遮光層622が設けられる。光学素子621及び遮光層622としては、それぞれ、実施の形態1に示す光学素子、及び遮光層と同様の構成とすればよい。

30

【0309】

なお、シール材605にはエポキシ系樹脂やガラスフリットを用いるのが好ましい。また、これらの材料はできるだけ水分や酸素を透過しにくい材料であることが望ましい。また、封止基板604に用いる材料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。

【0310】

以上のようにして、実施の形態1に記載の発光素子及び光学素子を有する表示装置を得ることができる。

40

【0311】

<表示装置の構成例2>

次に、表示装置の別の一例について、図10（A）（B）及び図11を用いて説明を行う。なお、図10（A）（B）及び図11は、本発明の一態様の表示装置の断面図である。

【0312】

図10（A）には基板1001、下地絶縁膜1002、ゲート絶縁膜1003、ゲート電極1006、1007、1008、第1の層間絶縁膜1020、第2の層間絶縁膜1021、周辺部1042、画素部1040、駆動回路部1041、発光素子の下部電極10

50

24R、1024G、1024B、隔壁1025、EL層1028、発光素子の上部電極1026、封止層1029、封止基板1031、シール材1032などが図示されている。

【0313】

また、図10(A)では、光学素子の一例として、着色層(赤色の着色層1034R、緑色の着色層1034G、及び青色の着色層1034B)を透明な基材1033に設けている。また、遮光層1035をさらに設けても良い。着色層及び遮光層が設けられた透明な基材1033は、位置合わせし、基板1001に固定する。なお、着色層、及び遮光層は、オーバーコート層1036で覆われている。また、図10(A)においては、着色層を透過する光は赤、緑、青となることから、3色の画素で映像を表現することができる。

10

【0314】

図10(B)では、光学素子の一例として、着色層(赤色の着色層1034R、緑色の着色層1034G、青色の着色層1034B)をゲート絶縁膜1003と第1の層間絶縁膜1020との間に形成する例を示している。このように、着色層は基板1001と封止基板1031の間に設けられていても良い。

【0315】

図11では、光学素子の一例として、着色層(赤色の着色層1034R、緑色の着色層1034G、青色の着色層1034B)を第1の層間絶縁膜1020と第2の層間絶縁膜1021との間に形成する例を示している。このように、着色層は基板1001と封止基板1031の間に設けられていても良い。

20

【0316】

また、以上に説明した表示装置では、トランジスタが形成されている基板1001側に光を取り出す構造(ボトムエミッション型)の表示装置としたが、封止基板1031側に発光を取り出す構造(トップエミッション型)の表示装置としても良い。

【0317】

<表示装置の構成例3>

トップエミッション型の表示装置の断面図の一例を図12及び図13に示す。図12及び図13は、本発明の一態様の表示装置を説明する断面図であり、図10(A)(B)及び図11に示す駆動回路部1041、周辺部1042等を省略して例示している。

【0318】

この場合、基板1001は光を通さない基板を用いることができる。トランジスタと発光素子の陽極とを接続する接続電極を作製するまでは、ボトムエミッション型の表示装置と同様に形成する。その後、電極1022を覆うように、第3の層間絶縁膜1037を形成する。この絶縁膜は平坦化の役割を担っていても良い。第3の層間絶縁膜1037は第2の層間絶縁膜と同様の材料の他、他の様々な材料を用いて形成することができる。

30

【0319】

発光素子の下部電極1024R、1024G、1024Bはここでは陽極とするが、陰極であっても構わない。また、図12(A)(B)のようなトップエミッション型の表示装置である場合、下部電極1024R、1024G、1024Bは光を反射する機能を有することが好ましい。また、EL層1028上に上部電極1026が設けられる。上部電極1026は光を反射する機能と、光を透過する機能を有し、下部電極1024R、1024G、1024Bと、上部電極1026との間で、マイクロキャピティ構造を採用し、特定波長における光強度を増加させると好ましい。

40

【0320】

図12(A)のようなトップエミッションの構造では、着色層(赤色の着色層1034R、緑色の着色層1034G、及び青色の着色層1034B)を設けた封止基板1031で封止を行うことができる。封止基板1031には画素と画素との間に位置するように遮光層1035を設けても良い。なお、封止基板1031は透光性を有する基板を用いると好適である。

【0321】

50

また、図 1 2 (A) においては、複数の発光素子と、該複数の発光素子にそれぞれ着色層を設ける構成を例示したが、これに限定されない。例えば、図 1 2 (B) に示すように、緑色の着色層を設けずに、赤色の着色層 1 0 3 4 R、及び青色の着色層 1 0 3 4 B を設けて、赤、緑、青の 3 色でフルカラー表示を行う構成としてもよい。図 1 2 (A) に示すように、発光素子と、該発光素子にそれぞれ着色層を設ける構成とした場合、外光反射を抑制できるといった効果を奏する。一方で、図 1 2 (B) に示すように、発光素子と、緑色の着色層を設けずに、赤色の着色層、及び青色の着色層を設ける構成とした場合、緑色の発光素子から射出された光のエネルギー損失が少ないため、消費電力を低くできるといった効果を奏する。

【 0 3 2 2 】

< 表示装置の構成例 4 >

以上に示す表示装置は、3色（赤色、緑色、青色）の副画素を有する構成例を示したが、4色（赤色、緑色、青色、黄色、あるいは、赤色、緑色、青色、白色）の副画素を有する構成としてもよい。図 1 3 (A) (B) は、下部電極 1 0 2 4 R、1 0 2 4 G、1 0 2 4 B、及び 1 0 2 4 Y を有する表示装置の構成である。下部電極 1 0 2 4 Y を有する発光素子においても、図 1 2 (A) の表示装置と同様に、上部電極 1 0 2 6 との間で、マイクロキャビティ構造を有する構成が好ましい。また、図 1 3 (A) の表示装置では、着色層（赤色の着色層 1 0 3 4 R、緑色の着色層 1 0 3 4 G、青色の着色層 1 0 3 4 B、及び黄色の着色層 1 0 3 4 Y）を設けた封止基板 1 0 3 1 で封止を行うことができる。

【 0 3 2 3 】

マイクロキャビティ、及び黄色の着色層 1 0 3 4 Y を介して呈される発光は、黄色の領域に発光スペクトルを有する発光となる。黄色は視感度が高い色であるため、黄色の発光を呈する発光素子は発光効率が高い。すなわち、図 1 3 (A) の構成を有する表示装置は、消費電力を低減することができる。

【 0 3 2 4 】

また、図 1 3 (A) においては、複数の発光素子と、該複数の発光素子にそれぞれ着色層を設ける構成を例示したが、これに限定されない。例えば、図 1 3 (B) に示すように、黄色の着色層を設けずに、赤色の着色層 1 0 3 4 R、緑色の着色層 1 0 3 4 G、及び青色の着色層 1 0 3 4 B を設けて、赤、緑、青、黄の 4 色でフルカラー表示を行う構成としてもよい。図 1 3 (A) に示すように、発光素子と、該発光素子にそれぞれ着色層を設ける構成とした場合、外光反射を抑制できるといった効果を奏する。一方で、図 1 3 (B) に示すように、発光素子と、黄色の着色層を設けずに、赤色の着色層、緑色の着色層、及び青色の着色層を設ける構成とした場合、黄色の発光素子から射出された光のエネルギー損失が少ないため、消費電力を低くできるといった効果を奏する。

【 0 3 2 5 】

なお、本実施の形態に示す構成は、他の実施の形態や本実施の形態中の他の構成と適宜組み合わせることが可能である。

【 0 3 2 6 】

(実施の形態 4)

本実施の形態では、本発明の一態様の発光素子を有する表示装置について、図 1 4 乃至図 1 6 を用いて説明を行う。

【 0 3 2 7 】

なお、図 1 4 (A) は、本発明の一態様の表示装置を説明するブロック図であり、図 1 4 (B) は、本発明の一態様の表示装置が有する画素回路を説明する回路図である。

【 0 3 2 8 】

< 表示装置に関する説明 >

図 1 4 (A) に示す表示装置は、表示素子の画素を有する領域（以下、画素部 8 0 2 という）と、画素部 8 0 2 の外側に配置され、画素を駆動するための回路を有する回路部（以下、駆動回路部 8 0 4 という）と、素子の保護機能を有する回路（以下、保護回路 8 0 6 という）と、端子部 8 0 7 と、を有する。なお、保護回路 8 0 6 は、設けない構成とし

10

20

30

40

50

てもよい。

【0329】

駆動回路部804の一部、または全部は、画素部802と同一基板上に形成されていることが望ましい。これにより、部品数や端子数を減らすことができる。駆動回路部804の一部、または全部が、画素部802と同一基板上に形成されていない場合には、駆動回路部804の一部、または全部は、COGやTAB(Tape Automated Bonding)によって、実装することができる。

【0330】

画素部802は、X行(Xは2以上の自然数)Y列(Yは2以上の自然数)に配置された複数の表示素子を駆動するための回路(以下、画素回路801という)を有し、駆動回路部804は、画素を選択する信号(走査信号)を出力する回路(以下、走査線駆動回路804aという)、画素の表示素子を駆動するための信号(データ信号)を供給するための回路(以下、信号線駆動回路804b)などの駆動回路を有する。

10

【0331】

走査線駆動回路804aは、シフトレジスタ等を有する。走査線駆動回路804aは、端子部807を介して、シフトレジスタを駆動するための信号が入力され、信号を出力する。例えば、走査線駆動回路804aは、スタートパルス信号、クロック信号等が入力され、パルス信号を出力する。走査線駆動回路804aは、走査信号が与えられる配線(以下、走査線GL₁乃至GL_Xという)の電位を制御する機能を有する。なお、走査線駆動回路804aを複数設け、複数の走査線駆動回路804aにより、走査線GL₁乃至GL_Xを分割して制御してもよい。または、走査線駆動回路804aは、初期化信号を供給することができる機能を有する。ただし、これに限定されず、走査線駆動回路804aは、別の信号を供給することも可能である。

20

【0332】

信号線駆動回路804bは、シフトレジスタ等を有する。信号線駆動回路804bは、端子部807を介して、シフトレジスタを駆動するための信号の他、データ信号の元となる信号(画像信号)が入力される。信号線駆動回路804bは、画像信号を元に画素回路801に書き込むデータ信号を生成する機能を有する。また、信号線駆動回路804bは、スタートパルス、クロック信号等が入力されて得られるパルス信号に従って、データ信号の出力を制御する機能を有する。また、信号線駆動回路804bは、データ信号が与えられる配線(以下、データ線DL₁乃至DL_Yという)の電位を制御する機能を有する。または、信号線駆動回路804bは、初期化信号を供給することができる機能を有する。ただし、これに限定されず、信号線駆動回路804bは、別の信号を供給することも可能である。

30

【0333】

信号線駆動回路804bは、例えば複数のアナログスイッチなどを用いて構成される。信号線駆動回路804bは、複数のアナログスイッチを順次オン状態にすることにより、画像信号を時分割した信号をデータ信号として出力できる。また、シフトレジスタなどを用いて信号線駆動回路804bを構成してもよい。

【0334】

複数の画素回路801のそれぞれは、走査信号が与えられる複数の走査線GLの一つを介してパルス信号が入力され、データ信号が与えられる複数のデータ線DLの一つを介してデータ信号が入力される。また、複数の画素回路801のそれぞれは、走査線駆動回路804aによりデータ信号のデータの書き込み及び保持が制御される。例えば、m行n列目の画素回路801は、走査線GL_m(mはX以下の自然数)を介して走査線駆動回路804aからパルス信号が入力され、走査線GL_mの電位に応じてデータ線DL_n(nはY以下の自然数)を介して信号線駆動回路804bからデータ信号が入力される。

40

【0335】

図14(A)に示す保護回路806は、例えば、走査線駆動回路804aと画素回路801の間の配線である走査線GLに接続される。または、保護回路806は、信号線駆動

50

回路 804b と画素回路 801 の間の配線であるデータ線 DL に接続される。または、保護回路 806 は、走査線駆動回路 804a と端子部 807 との間の配線に接続することができる。または、保護回路 806 は、信号線駆動回路 804b と端子部 807 との間の配線に接続することができる。なお、端子部 807 は、外部の回路から表示装置に電源及び制御信号、及び画像信号を入力するための端子が設けられた部分をいう。

【0336】

保護回路 806 は、自身が接続する配線に一定の範囲外の電位が与えられたときに、該配線と別の配線とを導通状態にする回路である。

【0337】

図 14 (A) に示すように、画素部 802 と駆動回路部 804 にそれぞれ保護回路 806 を設けることにより、ESD (Electro Static Discharge : 静電気放電) などにより発生する過電流に対する表示装置の耐性を高めることができる。ただし、保護回路 806 の構成はこれに限定されず、例えば、走査線駆動回路 804a に保護回路 806 を接続した構成、または信号線駆動回路 804b に保護回路 806 を接続した構成とすることもできる。あるいは、端子部 807 に保護回路 806 を接続した構成とすることもできる。

10

【0338】

また、図 14 (A) においては、走査線駆動回路 804a と信号線駆動回路 804b によって駆動回路部 804 を形成している例を示しているが、この構成に限定されない。例えば、走査線駆動回路 804a のみを形成し、別途用意された信号線駆動回路が形成された基板 (例えば、単結晶半導体膜、多結晶半導体膜で形成された駆動回路基板) を実装する構成としても良い。

20

【0339】

< 画素回路の構成例 >

図 14 (A) に示す複数の画素回路 801 は、例えば、図 14 (B) に示す構成とすることができる。

【0340】

図 14 (B) に示す画素回路 801 は、トランジスタ 852、854 と、容量素子 862 と、発光素子 872 と、を有する。

【0341】

トランジスタ 852 のソース電極及びドレイン電極の一方は、データ信号が与えられる配線 (データ線 DL_n) に電氣的に接続される。さらに、トランジスタ 852 のゲート電極は、ゲート信号が与えられる配線 (走査線 GL_m) に電氣的に接続される。

30

【0342】

トランジスタ 852 は、データ信号のデータの書き込みを制御する機能を有する。

【0343】

容量素子 862 の一对の電極の一方は、電位が与えられる配線 (以下、電位供給線 VL_a という) に電氣的に接続され、他方は、トランジスタ 852 のソース電極及びドレイン電極の他方に電氣的に接続される。

【0344】

容量素子 862 は、書き込まれたデータを保持する保持容量としての機能を有する。

40

【0345】

トランジスタ 854 のソース電極及びドレイン電極の一方は、電位供給線 VL_a に電氣的に接続される。さらに、トランジスタ 854 のゲート電極は、トランジスタ 852 のソース電極及びドレイン電極の他方に電氣的に接続される。

【0346】

発光素子 872 のアノード及びカソードの一方は、電位供給線 VL_b に電氣的に接続され、他方は、トランジスタ 854 のソース電極及びドレイン電極の他方に電氣的に接続される。

【0347】

50

発光素子 872 としては、実施の形態 1 に示す発光素子を用いることができる。

【0348】

なお、電位供給線 V_L_a 及び電位供給線 V_L_b の一方には、高電源電位 V_{DD} が与えられ、他方には、低電源電位 V_{SS} が与えられる。

【0349】

図 14 (B) の画素回路 801 を有する表示装置では、例えば、図 14 (A) に示す走査線駆動回路 804a により各行の画素回路 801 を順次選択し、トランジスタ 852 をオン状態にしてデータ信号のデータを書き込む。

【0350】

データが書き込まれた画素回路 801 は、トランジスタ 852 がオフ状態になることで保持状態になる。さらに、書き込まれたデータ信号の電位に応じてトランジスタ 854 のソース電極とドレイン電極の間に流れる電流量が制御され、発光素子 872 は、流れる電流量に応じた輝度で発光する。これを行毎に順次行うことにより、画像を表示できる。

【0351】

また、画素回路に、トランジスタのしきい値電圧等の変動の影響を補正する機能を持たせてもよい。図 15 (A) (B) 及び図 16 (A) (B) に画素回路の一例を示す。

【0352】

図 15 (A) に示す画素回路は、6 つのトランジスタ (トランジスタ 303__1 乃至 303__6) と、容量素子 304 と、発光素子 305 と、を有する。また、図 15 (A) に示す画素回路には、配線 301__1 乃至 301__5、並びに配線 302__1 及び配線 302__2 が電氣的に接続されている。なお、トランジスタ 303__1 乃至 303__6 については、例えば P チャネル型のトランジスタを用いることができる。

【0353】

図 15 (B) に示す画素回路は、図 15 (A) に示す画素回路に、トランジスタ 303__7 を追加した構成である。また、図 15 (B) に示す画素回路には、配線 301__6 及び配線 301__7 が電氣的に接続されている。ここで、配線 301__5 と配線 301__6 とは、それぞれ電氣的に接続されていてもよい。なお、トランジスタ 303__7 については、例えば P チャネル型のトランジスタを用いることができる。

【0354】

図 16 (A) に示す画素回路は、6 つのトランジスタ (トランジスタ 308__1 乃至 308__6) と、容量素子 304 と、発光素子 305 と、を有する。また、図 16 (A) に示す画素回路には、配線 306__1 乃至 306__3、並びに配線 307__1 乃至 307__3 が電氣的に接続されている。ここで配線 306__1 と配線 306__3 とは、それぞれ電氣的に接続されていてもよい。なお、トランジスタ 308__1 乃至 308__6 については、例えば P チャネル型のトランジスタを用いることができる。

【0355】

図 16 (B) に示す画素回路は、2 つのトランジスタ (トランジスタ 309__1 及びトランジスタ 309__2) と、2 つの容量素子 (容量素子 304__1 及び容量素子 304__2) と、発光素子 305 と、を有する。また、図 16 (B) に示す画素回路には、配線 311__1 乃至配線 311__3、配線 312__1、及び配線 312__2 が電氣的に接続されている。また、図 16 (B) に示す画素回路の構成とすることで、例えば、電圧入力 - 電流駆動方式 (CVC方式ともいう) とすることができる。なお、トランジスタ 309__1 及び 309__2 については、例えば P チャネル型のトランジスタを用いることができる。

【0356】

また、本発明の一態様の発光素子は、表示装置の画素に能動素子を有するアクティブマトリクス方式、または、表示装置の画素に能動素子を有しないパッシブマトリクス方式のそれぞれの方式に適用することができる。

【0357】

アクティブマトリクス方式では、能動素子 (アクティブ素子、非線形素子) として、ト

10

20

30

40

50

ランジスタだけでなく、さまざまな能動素子（アクティブ素子、非線形素子）を用いることが出来る。例えば、MIM（Metal Insulator Metal）、又はTFD（Thin Film Diode）などを用いることも可能である。これらの素子は、製造工程が少ないため、製造コストの低減、又は歩留まりの向上を図ることができる。または、これらの素子は、素子のサイズが小さいため、開口率を向上させることができ、低消費電力化や高輝度化をはかることが出来る。

【0358】

アクティブマトリクス方式以外のものとして、能動素子（アクティブ素子、非線形素子）を用いないパッシブマトリクス型を用いることも可能である。能動素子（アクティブ素子、非線形素子）を用いないため、製造工程が少ないため、製造コストの低減、又は歩留まりの向上を図ることができる。または、能動素子（アクティブ素子、非線形素子）を用いないため、開口率を向上させることができ、低消費電力化、又は高輝度化などを行うことが出来る。

10

【0359】

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る事ができる。

【0360】

（実施の形態5）

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、及び該表示装置に入力装置を取り付けた電子機器について、図17乃至図21を用いて説明を行う。

20

【0361】

<タッチパネルに関する説明1>

なお、本実施の形態において、電子機器の一例として、表示装置と、入力装置とを合わせたタッチパネル2000について説明する。また、入力装置の一例として、タッチセンサを用いる場合について説明する。

【0362】

図17(A)(B)は、タッチパネル2000の斜視図である。なお、図17(A)(B)において、明瞭化のため、タッチパネル2000の代表的な構成要素を示す。

【0363】

タッチパネル2000は、表示装置2501とタッチセンサ2595とを有する（図17(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。なお、基板2510、基板2570、及び基板2590はいずれも可撓性を有する。ただし、基板2510、基板2570、及び基板2590のいずれか一つまたは全てが可撓性を有さない構成としてもよい。

30

【0364】

表示装置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)と電気的に接続する。また、複数の配線2511は、信号線駆動回路2503s(1)からの信号を複数の画素に供給することができる。

40

【0365】

基板2590は、タッチセンサ2595と、タッチセンサ2595と電気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、その一部は端子を構成する。そして、該端子はFPC2509(2)と電気的に接続される。なお、図17(B)では明瞭化のため、基板2590の裏面側（基板2510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。

【0366】

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。

50

【0367】

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。

【0368】

なお、図17(B)に示すタッチセンサ2595は、投影型静電容量方式のタッチセンサを適用した構成である。

【0369】

なお、タッチセンサ2595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。

【0370】

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は、複数の配線2598のいずれかと電気的に接続し、電極2592は複数の配線2598の他のいずれかと電気的に接続する。

【0371】

電極2592は、図17(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接続される形状を有する。

【0372】

電極2591は四辺形であり、電極2592が延在する方向と交差する方向に繰り返し配置されている。

【0373】

配線2594は、電極2592を挟む二つの電極2591と電気的に接続する。このとき、電極2592と配線2594の交差部の面積が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。

【0374】

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、電極2591と重ならない領域ができるように離間して複数設ける構成としてもよい。このとき、隣接する二つの電極2592の間に、これらとは電気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。

【0375】

<表示装置に関する説明>

次に、図18(A)を用いて、表示装置2501の詳細について説明する。図18(A)は、図17(B)に示す一点鎖線X1-X2間の断面図に相当する。

【0376】

表示装置2501は、マトリクス状に配置された複数の画素を有する。該画素は表示素子と、該表示素子を駆動する画素回路とを有する。

【0377】

以下の説明においては、白色の光を射出する発光素子を表示素子に適用する場合について説明するが、表示素子はこれに限定されない。例えば、隣接する画素毎に射出する光の色が異なるように、発光色が異なる発光素子を適用してもよい。

【0378】

基板2510及び基板2570としては、例えば、水蒸気の透過率が $1 \times 10^{-5} \text{ g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{day}^{-1}$ 以下、好ましくは $1 \times 10^{-6} \text{ g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{day}^{-1}$ 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、基板2510の熱膨張率と、基板2570の熱膨張率とが、およそ等しい材料を用いると好適である。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 $1 \times 10^{-5} / \text{K}$ 以下である材料を好適に用いることができる。

10

20

30

40

50

【0379】

なお、基板2510は、発光素子への不純物の拡散を防ぐ絶縁層2510aと、可撓性基板2510bと、絶縁層2510a及び可撓性基板2510bを貼り合わせる接着層2510cと、を有する積層体である。また、基板2570は、発光素子への不純物の拡散を防ぐ絶縁層2570aと、可撓性基板2570bと、絶縁層2570a及び可撓性基板2570bを貼り合わせる接着層2570cと、を有する積層体である。

【0380】

接着層2510c及び接着層2570cとしては、例えば、ポリエステル、ポリオレフィン、ポリアミド（ナイロン、アラミド等）、ポリイミド、ポリカーボネートまたはアクリル、ウレタン、エポキシを用いることができる。また、シロキサン結合を有する樹脂を含む材料を用いることができる。

10

【0381】

また、基板2510と基板2570との間に封止層2560を有する。封止層2560は、空気より大きい屈折率を有すると好ましい。また、図18(A)に示すように、封止層2560側に光を取り出す場合は、封止層2560は光学的な接合層を兼ねることができる。

【0382】

また、封止層2560の外周部にシール材を形成してもよい。当該シール材を用いることにより、基板2510、基板2570、封止層2560、及びシール材で囲まれた領域に発光素子2550Rを有する構成とすることができる。なお、封止層2560として、不活性気体（窒素やアルゴン等）を充填してもよい。また、当該不活性気体内に、乾燥材を設けて、水分等を吸着させる構成としてもよい。また、紫外線硬化樹脂または熱硬化樹脂を充填してもよい。また、上述のシール材としては、例えば、エポキシ系樹脂やガラスフリットを用いるのが好ましい。また、シール材に用いる材料としては、水分や酸素を透過しない材料を用いると好適である。

20

【0383】

また、表示装置2501は、画素2502Rを有する。また、画素2502Rは発光モジュール2580Rを有する。

【0384】

画素2502Rは、発光素子2550Rと、発光素子2550Rに電力を供給することができるトランジスタ2502tとを有する。なお、トランジスタ2502tは、画素回路の一部として機能する。また、発光モジュール2580Rは、発光素子2550Rと、着色層2567Rとを有する。

30

【0385】

発光素子2550Rは、下部電極と、上部電極と、下部電極と上部電極の間にEL層とを有する。発光素子2550Rとして、例えば、実施の形態1に示す発光素子を適用することができる。

【0386】

また、下部電極と上部電極との間で、マイクロキャピティ構造を採用し、特定波長における光強度を増加させてもよい。

40

【0387】

また、封止層2560が光を取り出す側に設けられている場合、封止層2560は、発光素子2550Rと着色層2567Rに接する。

【0388】

着色層2567Rは、発光素子2550Rと重なる位置にある。これにより、発光素子2550Rが発する光の一部は着色層2567Rを透過して、図18(A)中に示す矢印の方向の発光モジュール2580Rの外部に射出される。

【0389】

また、表示装置2501には、光を射出する方向に遮光層2567BMが設けられる。遮光層2567BMは、着色層2567Rを囲むように設けられている。

50

【0390】

着色層2567Rとしては、特定の波長領域の光を透過する機能を有していればよく、例えば、赤色の波長領域の光を透過するカラーフィルタ、緑色の波長領域の光を透過するカラーフィルタ、青色の波長領域の光を透過するカラーフィルタ、黄色の波長領域の光を透過するカラーフィルタなどを用いることができる。各カラーフィルタは、様々な材料を用いて、印刷法、インクジェット法、フォトリソグラフィ技術を用いたエッチング方法などで形成することができる。

【0391】

また、表示装置2501には、絶縁層2521が設けられる。絶縁層2521はトランジスタ2502tを覆う。なお、絶縁層2521は、画素回路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2521に不純物の拡散を抑制できる機能を付与してもよい。これにより、不純物の拡散によるトランジスタ2502t等の信頼性の低下を抑制できる。

10

【0392】

また、発光素子2550Rは、絶縁層2521の上方に形成される。また、発光素子2550Rが有する下部電極には、該下部電極の端部に重なる隔壁2528が設けられる。なお、基板2510と、基板2570との間隔を制御するスペーサを、隔壁2528上に形成してもよい。

【0393】

走査線駆動回路2503g(1)は、トランジスタ2503tと、容量素子2503c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。

20

【0394】

また、基板2510上には、信号を供給することができる配線2511が設けられる。また、配線2511上には、端子2519が設けられる。また、端子2519には、FPC2509(1)が電氣的に接続される。また、FPC2509(1)は、ビデオ信号、クロック信号、スタート信号、リセット信号等を供給する機能を有する。なお、FPC2509(1)にはプリント配線基板(PWB)が取り付けられていてもよい。

【0395】

また、表示装置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。図18(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、例示しているが、これに限定されず、例えば、図18(B)に示す、トップゲート型のトランジスタを表示装置2501に適用する構成としてもよい。

30

【0396】

また、トランジスタ2502t及びトランジスタ2503tの極性については、特に限定はなく、Nチャネル型およびPチャネル型のトランジスタを有する構造、Nチャネル型のトランジスタまたはPチャネル型のトランジスタのいずれか一方のみからなる構造を用いてもよい。また、トランジスタ2502t及び2503tに用いられる半導体膜の結晶性についても特に限定はない。例えば、非晶質半導体膜、結晶性半導体膜を用いることができる。また、半導体材料としては、14族の半導体(例えば、ケイ素を有する半導体)、化合物半導体(酸化物半導体を含む)、有機半導体等を用いることができる。トランジスタ2502t及びトランジスタ2503tのいずれか一方または双方に、エネルギーギャップが2eV以上、好ましくは2.5eV以上、さらに好ましくは3eV以上の酸化物半導体を用いることで、トランジスタのオフ電流を低減することができるため好ましい。当該酸化物半導体としては、In-Ga酸化物、In-M-Zn酸化物(Mは、Al、Ga、Y、Zr、La、Ce、Sn、Hf、またはNdを表す)等が挙げられる。

40

【0397】

<タッチセンサに関する説明>

次に、図18(C)を用いて、タッチセンサ2595の詳細について説明する。図18(C)は、図17(B)に示す一点鎖線X3-X4間の断面図に相当する。

50

【0398】

タッチセンサ2595は、基板2590上に千鳥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。

【0399】

電極2591及び電極2592は、透光性を有する導電性材料を用いて形成する。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。なお、グラフェンを含む膜を用いることもできる。グラフェンを含む膜は、例えば膜状に形成された酸化グラフェンを含む膜を還元して形成することができる。還元する方法としては、熱を加える方法等を挙げることができる。

10

【0400】

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形成技術により、不要な部分を除去して、電極2591及び電極2592を形成することができる。

【0401】

また、絶縁層2593に用いる材料としては、例えば、アクリル、エポキシなどの樹脂、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もできる。

【0402】

また、電極2591に達する開口が絶縁層2593に設けられ、配線2594が隣接する電極2591と電氣的に接続する。透光性の導電性材料は、タッチパネルの開口率を高めることができるため、配線2594に好適に用いることができる。また、電極2591及び電極2592より導電性の高い材料は、電気抵抗を低減できるため配線2594に好適に用いることができる。

20

【0403】

電極2592は、一方向に延在し、複数の電極2592がストライプ状に設けられている。また、配線2594は電極2592と交差して設けられている。

【0404】

一对の電極2591が1つの電極2592を挟んで設けられる。また、配線2594は一对の電極2591を電氣的に接続している。

30

【0405】

なお、複数の電極2591は、1つの電極2592と必ずしも直交する方向に配置される必要はなく、0度より大きく90度未満の角度をなすように配置されてもよい。

【0406】

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。また、配線2598の一部は、端子として機能する。配線2598としては、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。

40

【0407】

なお、絶縁層2593及び配線2594を覆う絶縁層を設けて、タッチセンサ2595を保護してもよい。

【0408】

また、接続層2599は、配線2598とFPC2509(2)を電氣的に接続させる。

【0409】

接続層2599としては、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。

50

【0410】

<タッチパネルに関する説明2>

次に、図19(A)を用いて、タッチパネル2000の詳細について説明する。図19(A)は、図17(A)に示す一点鎖線X5-X6間の断面図に相当する。

【0411】

図19(A)に示すタッチパネル2000は、図18(A)で説明した表示装置2501と、図18(C)で説明したタッチセンサ2595と、を貼り合わせた構成である。

【0412】

また、図19(A)に示すタッチパネル2000は、図18(A)及び図18(C)で説明した構成の他、接着層2597と、反射防止層2567pと、を有する。

10

【0413】

接着層2597は、配線2594と接して設けられる。なお、接着層2597は、タッチセンサ2595が表示装置2501に重なるように、基板2590を基板2570に貼り合わせている。また、接着層2597は、透光性を有すると好ましい。また、接着層2597としては、熱硬化性樹脂、または紫外線硬化樹脂を用いることができる。例えば、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。

【0414】

反射防止層2567pは、画素に重なる位置に設けられる。反射防止層2567pとして、例えば円偏光板を用いることができる。

20

【0415】

次に、図19(A)に示す構成と異なる構成のタッチパネルについて、図19(B)を用いて説明する。

【0416】

図19(B)は、タッチパネル2001の断面図である。図19(B)に示すタッチパネル2001は、図19(A)に示すタッチパネル2000と、表示装置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詳細に説明し、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。

【0417】

着色層2567Rは、発光素子2550Rと重なる位置にある。また、図19(B)に示す発光素子2550Rは、トランジスタ2502tが設けられている側に光を射出する。これにより、発光素子2550Rが発する光の一部は、着色層2567Rを透過して、図中に示す矢印の方向の発光モジュール2580Rの外部に射出される。

30

【0418】

また、タッチセンサ2595は、表示装置2501の基板2510側に設けられている。

【0419】

接着層2597は、基板2510と基板2590の間にあり、表示装置2501とタッチセンサ2595を貼り合わせる。

【0420】

図19(A)(B)に示すように、発光素子から射出される光は、基板の上面及び下面のいずれか一方または双方に射出されればよい。

40

【0421】

<タッチパネルの駆動方法に関する説明>

次に、タッチパネルの駆動方法の一例について、図20(A)(B)を用いて説明を行う。

【0422】

図20(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20(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20(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

50

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 20 (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。

【0423】

パルス電圧出力回路 2601 は、X1 - X6 の配線に順にパルスを印加するための回路である。X1 - X6 の配線にパルス電圧が印加されることで、容量 2603 を形成する電極 2621 と電極 2622 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 2603 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。

10

【0424】

電流検出回路 2602 は、容量 2603 での相互容量の変化による、Y1 - Y6 の配線での電流の変化を検出するための回路である。Y1 - Y6 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。

【0425】

次に、図 20 (B) には、図 20 (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 20 (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 20 (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 Y1 - Y6 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。

20

【0426】

X1 - X6 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 Y1 - Y6 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、X1 - X6 の配線の電圧の変化に応じて Y1 - Y6 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。

【0427】

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。

30

【0428】

< センサ回路に関する説明 >

また、図 20 (A) ではタッチセンサとして配線の交差部に容量 2603 のみを設けるパッシブマトリクス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有するアクティブマトリクス型のタッチセンサとしてもよい。アクティブマトリクス型のタッチセンサに含まれるセンサ回路の一例を図 21 に示す。

【0429】

図 21 に示すセンサ回路は、容量 2603 と、トランジスタ 2611 と、トランジスタ 2612 と、トランジスタ 2613 とを有する。

40

【0430】

トランジスタ 2613 はゲートに信号 G2 が与えられ、ソースまたはドレインの一方に電圧 VRES が与えられ、他方が容量 2603 の一方の電極およびトランジスタ 2611 のゲートと電氣的に接続する。トランジスタ 2611 は、ソースまたはドレインの一方がトランジスタ 2612 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 VSS が与えられる。トランジスタ 2612 は、ゲートに信号 G1 が与えられ、ソースまたはドレインの他方が配線 ML と電氣的に接続する。容量 2603 の他方の電極には電圧 VSS が与えられる。

【0431】

50

次に、図 2 1 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。

【 0 4 3 2 】

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 4 3 3 】

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。

10

【 0 4 3 4 】

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ン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 4 3 5 】

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ることができる。

20

【 0 4 3 6 】

（実施の形態 6）

本実施の形態では、本発明の一態様の発光素子を有する表示モジュール及び電子機器について、図 2 2 及び図 2 3 を用いて説明を行う。

【 0 4 3 7 】

< 表示モジュールに関する説明 >

図 2 2 に示す表示モジュール 8 0 0 0 は、上部カバー 8 0 0 1 と下部カバー 8 0 0 2 との間に、F P C 8 0 0 3 に接続されたタッチセンサ 8 0 0 4、F P C 8 0 0 5 に接続された表示装置 8 0 0 6、フレーム 8 0 0 9、プリント基板 8 0 1 0、バッテリー 8 0 1 1 を有する。

30

【 0 4 3 8 】

本発明の一態様の発光素子は、例えば、表示装置 8 0 0 6 に用いることができる。

【 0 4 3 9 】

上部カバー 8 0 0 1 及び下部カバー 8 0 0 2 は、タッチセンサ 8 0 0 4 及び表示装置 8 0 0 6 のサイズに合わせて、形状や寸法を適宜変更することができる。

【 0 4 4 0 】

タッチセンサ 8 0 0 4 は、抵抗膜方式または静電容量方式のタッチセンサを表示装置 8 0 0 6 に重畳して用いることができる。また、表示装置 8 0 0 6 の対向基板（封止基板）に、タッチセンサ機能を持たせるようにすることも可能である。また、表示装置 8 0 0 6 の各画素内に光センサを設け、光学式のタッチセンサとすることも可能である。

40

【 0 4 4 1 】

フレーム 8 0 0 9 は、表示装置 8 0 0 6 の保護機能の他、プリント基板 8 0 1 0 の動作により発生する電磁波を遮断するための電磁シールドとしての機能を有する。またフレーム 8 0 0 9 は、放熱板としての機能を有していてもよい。

【 0 4 4 2 】

プリント基板 8 0 1 0 は、電源回路、ビデオ信号及びクロック信号を出力するための信号処理回路を有する。電源回路に電力を供給する電源としては、外部の商用電源であっても良いし、別途設けたバッテリー 8 0 1 1 による電源であってもよい。バッテリー 8 0 1 1 は

50

、商用電源を用いる場合には、省略可能である。

【0443】

また、表示モジュール8000は、偏光板、位相差板、プリズムシートなどの部材を追加して設けてもよい。

【0444】

<電子機器に関する説明>

図23(A)乃至図23(G)は、電子機器を示す図である。これらの電子機器は、筐体9000、表示部9001、スピーカ9003、操作キー9005(電源スイッチ、又は操作スイッチを含む)、接続端子9006、センサ9007(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9008、等を有することができる。

10

【0445】

図23(A)乃至図23(G)に示す電子機器は、様々な機能を有することができる。例えば、様々な情報(静止画、動画、テキスト画像など)を表示部に表示する機能、タッチセンサ機能、カレンダー、日付または時刻などを表示する機能、様々なソフトウェア(プログラム)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または受信を行う機能、記録媒体に記録されているプログラムまた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。なお、図23(A)乃至図23(G)に示す電子機器が有することのできる機能はこれらに限定されず、様々な機能を有することができる。また、図23(A)乃至図23(G)には図示していないが、電子機器には、複数の表示部を有する構成としてもよい。また、該電子機器にカメラ等を設け、静止画を撮影する機能、動画を撮影する機能、撮影した画像を記録媒体(外部またはカメラに内蔵)に保存する機能、撮影した画像を表示部に表示する機能、等を有していてもよい。

20

【0446】

図23(A)乃至図23(G)に示す電子機器の詳細について、以下説明を行う。

【0447】

図23(A)は、携帯情報端末9100を示す斜視図である。携帯情報端末9100が有する表示部9001は、可撓性を有する。そのため、湾曲した筐体9000の湾曲面に沿って表示部9001を組み込むことが可能である。また、表示部9001はタッチセンサを備え、指やスタイラスなどで画面に触れることで操作することができる。例えば、表示部9001に表示されたアイコンに触れることで、アプリケーションを起動することができる。

30

【0448】

図23(B)は、携帯情報端末9101を示す斜視図である。携帯情報端末9101は、例えば電話機、手帳又は情報閲覧装置等から選ばれた一つ又は複数の機能を有する。具体的には、スマートフォンとして用いることができる。なお、携帯情報端末9101は、スピーカ9003、接続端子9006、センサ9007等を省略して図示しているが、図23(A)に示す携帯情報端末9100と同様の位置に設けることができる。また、携帯情報端末9101は、文字や画像情報をその複数の面に表示することができる。例えば、3つの操作ボタン9050(操作アイコンまたは単にアイコンともいう)を表示部9001の一の面に表示することができる。また、破線の矩形で示す情報9051を表示部9001の他の面に表示することができる。なお、情報9051の一例としては、電子メールやSNS(ソーシャル・ネットワーキング・サービス)や電話などの着信を知らせる表示、電子メールやSNSなどの題名、電子メールやSNSなどの送信者名、日時、時刻、バッテリーの残量、アンテナ受信の強度などがある。または、情報9051が表示されている位置に、情報9051の代わりに、操作ボタン9050などを表示してもよい。

40

【0449】

図23(C)は、携帯情報端末9102を示す斜視図である。携帯情報端末9102は

50

、表示部 9001 の 3 面以上に情報を表示する機能を有する。ここでは、情報 9052、情報 9053、情報 9054 がそれぞれ異なる面に表示されている例を示す。例えば、携帯情報端末 9102 の使用者は、洋服の胸ポケットに携帯情報端末 9102 を収納した状態で、その表示（ここでは情報 9053）を確認することができる。具体的には、着信した電話の発信者の電話番号又は氏名等を、携帯情報端末 9102 の上方から観察できる位置に表示する。使用者は、携帯情報端末 9102 をポケットから取り出すことなく、表示を確認し、電話を受けるか否かを判断できる。

【0450】

図 23 (D) は、腕時計型の携帯情報端末 9200 を示す斜視図である。携帯情報端末 9200 は、移動電話、電子メール、文章閲覧及び作成、音楽再生、インターネット通信、コンピュータゲームなどの種々のアプリケーションを実行することができる。また、表示部 9001 はその表示面が湾曲して設けられ、湾曲した表示面に沿って表示を行うことができる。また、携帯情報端末 9200 は、通信規格された近距離無線通信を実行することが可能である。例えば無線通信可能なヘッドセットと相互通信することによって、ハンズフリーで通話することもできる。また、携帯情報端末 9200 は、接続端子 9006 を有し、他の情報端末とコネクタを介して直接データのやりとりを行うことができる。また接続端子 9006 を介して充電を行うこともできる。なお、充電動作は接続端子 9006 を介さずに無線給電により行ってもよい。

10

【0451】

図 23 (E) (F) (G) は、折り畳み可能な携帯情報端末 9201 を示す斜視図である。また、図 23 (E) が携帯情報端末 9201 を展開した状態の斜視図であり、図 23 (F) が携帯情報端末 9201 を展開した状態または折り畳んだ状態の一方から他方に変化する途中の状態の斜視図であり、図 23 (G) が携帯情報端末 9201 を折り畳んだ状態の斜視図である。携帯情報端末 9201 は、折り畳んだ状態では可撓性に優れ、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。携帯情報端末 9201 が有する表示部 9001 は、ヒンジ 9055 によって連結された 3 つの筐体 9000 に支持されている。ヒンジ 9055 を介して 2 つの筐体 9000 間を屈曲させることにより、携帯情報端末 9201 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。例えば、携帯情報端末 9201 は、曲率半径 1 mm 以上 150 mm 以下で曲げることができる。

20

30

【0452】

本実施の形態において述べた電子機器は、何らかの情報を表示するための表示部を有することを特徴とする。ただし、本発明の一態様の発光素子は、表示部を有さない電子機器にも適用することができる。また、本実施の形態において述べた電子機器の表示部においては、可撓性を有し、湾曲した表示面に沿って表示を行うことができる構成、または折り畳み可能な表示部の構成について例示したが、これに限定されず、可撓性を有さず、平面部に表示を行う構成としてもよい。

【0453】

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ることができる。

40

【0454】

(実施の形態 7)

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 24 及び図 25 を用いて説明する。

【0455】

本実施の形態で示す、発光装置 3000 の斜視図を図 24 (A) に、図 24 (A) に示す一点鎖線 E - F 間に相当する断面図を図 24 (B) に、それぞれ示す。なお、図 24 (A) において、図面の煩雑さを避けるために、構成要素の一部を破線で表示している。

【0456】

図 24 (A) (B) に示す発光装置 3000 は、基板 3001 と、基板 3001 上の発

50

光素子 3005 と、発光素子 3005 の外周に設けられた第 1 の封止領域 3007 と、第 1 の封止領域 3007 の外周に設けられた第 2 の封止領域 3009 と、を有する。

【0457】

また、発光素子 3005 からの発光は、基板 3001 及び基板 3003 のいずれか一方または双方から射出される。図 24 (A) (B) においては、発光素子 3005 からの発光が下方側 (基板 3001 側) に射出される構成について説明する。

【0458】

また、図 24 (A) (B) に示すように、発光装置 3000 は、発光素子 3005 が第 1 の封止領域 3007 と、第 2 の封止領域 3009 とに、囲まれて配置される二重封止構造である。二重封止構造とすることで、発光素子 3005 側に入り込む外部の不純物 (例えば、水、酸素など) を、好適に抑制することができる。ただし、第 1 の封止領域 3007 及び第 2 の封止領域 3009 を、必ずしも設ける必要はない。例えば、第 1 封止領域 3007 のみの構成としてもよい。

10

【0459】

なお、図 24 (B) において、第 1 の封止領域 3007 及び第 2 の封止領域 3009 は、基板 3001 及び基板 3003 と接して設けられる。ただし、これに限定されず、例えば、第 1 の封止領域 3007 及び第 2 の封止領域 3009 の一方または双方は、基板 3001 の上方に形成される絶縁膜、あるいは導電膜と接して設けられる構成としてもよい。または、第 1 の封止領域 3007 及び第 2 の封止領域 3009 の一方または双方は、基板 3003 の下方に形成される絶縁膜、あるいは導電膜と接して設けられる構成としてもよい。

20

【0460】

基板 3001 及び基板 3003 としては、それぞれ先の実施の形態 1 に記載の基板 200 と、基板 220 と同様の構成とすればよい。発光素子 3005 としては、先の実施の形態に記載の発光素子と同様の構成とすればよい。

【0461】

第 1 の封止領域 3007 としては、ガラスを含む材料 (例えば、ガラスフリット、ガラスリボン等) を用いればよい。また、第 2 の封止領域 3009 としては、樹脂を含む材料を用いればよい。第 1 の封止領域 3007 として、ガラスを含む材料を用いることで、生産性や封止性を高めることができる。また、第 2 の封止領域 3009 として、樹脂を含む材料を用いることで、耐衝撃性や耐熱性を高めることができる。ただし、第 1 の封止領域 3007 と、第 2 の封止領域 3009 とは、これに限定されず、第 1 の封止領域 3007 が樹脂を含む材料で形成され、第 2 の封止領域 3009 がガラスを含む材料で形成されてもよい。

30

【0462】

また、上述のガラスフリットとしては、例えば、酸化マグネシウム、酸化カルシウム、酸化ストロンチウム、酸化バリウム、酸化セシウム、酸化ナトリウム、酸化カリウム、酸化ホウ素、酸化バナジウム、酸化亜鉛、酸化テルル、酸化アルミニウム、二酸化珪素、酸化鉛、酸化スズ、酸化リン、酸化ルテニウム、酸化ロジウム、酸化鉄、酸化銅、二酸化マンガン、酸化モリブデン、酸化ニオブ、酸化チタン、酸化タングステン、酸化ビスマス、酸化ジルコニウム、酸化リチウム、酸化アンチモン、ホウ酸鉛ガラス、リン酸スズガラス、バナジン酸塩ガラス又はホウケイ酸ガラス等を含む。赤外光を吸収させるため、少なくとも一種以上の変移金属を含むことが好ましい。

40

【0463】

また、上述のガラスフリットとしては、例えば、基板上にフリットペーストを塗布し、これに加熱処理、またはレーザ照射などを行う。フリットペーストには、上記ガラスフリットと、有機溶媒で希釈した樹脂 (バインダとも呼ぶ) とが含まれる。また、ガラスフリットにレーザ光の波長の光を吸収する吸収剤を添加したものをを用いても良い。また、レーザとして、例えば、Nd:YAG レーザや半導体レーザなどを用いることが好ましい。また、レーザ照射の際のレーザの照射形状は、円形でも四角形でもよい。

50

【0464】

また、上述の樹脂を含む材料としては、例えば、ポリエステル、ポリオレフィン、ポリアミド（ナイロン、アラミド等）、ポリイミド、ポリカーボネート、アクリル、ウレタン、またはエポキシを用いることができる。また、シロキサン結合を有する樹脂を含む材料を用いることができる。

【0465】

なお、第1の封止領域3007及び第2の封止領域3009のいずれか一方または双方にガラスを含む材料を用いる場合、当該ガラスを含む材料と、基板3001との熱膨張率が近いことが好ましい。上記構成とすることで、熱応力によりガラスを含む材料または基板3001にクラックが入るのを抑制することができる。

10

【0466】

例えば、第1の封止領域3007にガラスを含む材料を用い、第2の封止領域3009に樹脂を含む材料を用いる場合、以下の優れた効果を有する。

【0467】

第2の封止領域3009は、第1の封止領域3007よりも、発光装置3000の外周部に近い側に設けられる。発光装置3000は、外周部に向かうにつれ、外力等による歪みが大きくなる。よって、歪みが大きくなる発光装置3000の外周部側、すなわち第2の封止領域3009に、樹脂を含む材料によって封止し、第2の封止領域3009よりも内側に設けられる第1の封止領域3007にガラスを含む材料を用いて封止することで、外力等の歪みが生じて発光装置3000が壊れにくくなる。

20

【0468】

また、図24(B)に示すように、基板3001、基板3003、第1の封止領域3007、及び第2の封止領域3009に囲まれた領域には、第1の領域3011が形成される。また、基板3001、基板3003、発光素子3005、及び第1の封止領域3007に囲まれた領域には、第2の領域3013が形成される。

【0469】

第1の領域3011及び第2の領域3013としては、例えば、希ガスまたは窒素ガス等の不活性ガスが充填されていると好ましい。なお、第1の領域3011及び第2の領域3013としては、大気圧状態よりも減圧状態であると好ましい。

【0470】

また、図24(B)に示す構成の変形例を図24(C)に示す。図24(C)は、発光装置3000の変形例を示す断面図である。

30

【0471】

図24(C)は、基板3003の一部に凹部を設け、該凹部に乾燥剤3018を設ける構成である。それ以外の構成については、図24(B)に示す構成と同じである。

【0472】

乾燥剤3018としては、化学吸着によって水分等を吸着する物質、または物理吸着によって水分等を吸着する物質を用いることができる。例えば、乾燥剤3018として用いることができる物質としては、アルカリ金属の酸化物、アルカリ土類金属の酸化物（酸化カルシウムや酸化バリウム等）、硫酸塩、金属ハロゲン化物、過塩素酸塩、ゼオライト、シリカゲル等が挙げられる。

40

【0473】

次に、図24(B)に示す発光装置3000の変形例について、図25(A)(B)(C)(D)を用いて説明する。なお、図25(A)(B)(C)(D)は、図24(B)に示す発光装置3000の変形例を説明する断面図である。

【0474】

図25(A)(B)(C)(D)に示す発光装置は、第2の封止領域3009を設けずに、第1の封止領域3007とした構成である。また、図25(A)(B)(C)(D)に示す発光装置は、図24(B)に示す第2の領域3013の代わりに領域3014を有する。

50

【0475】

領域3014としては、例えば、ポリエステル、ポリオレフィン、ポリアミド（ナイロン、アラミド等）、ポリイミド、ポリカーボネートまたはアクリル、ウレタン、エポキシを用いることができる。また、シロキサン結合を有する樹脂を含む材料を用いることができる。

【0476】

領域3014として、上述の材料を用いることで、いわゆる固体封止の発光装置とすることができる。

【0477】

また、図25(B)に示す発光装置は、図25(A)に示す発光装置の基板3001側に、基板3015を設ける構成である。

10

【0478】

基板3015は、図25(B)に示すように凹凸を有する。凹凸を有する基板3015を、発光素子3005の光を取り出す側に設ける構成とすることで、発光素子3005からの光の取出し効率を向上させることができる。なお、図25(B)に示すような凹凸を有する構造の代わりに、拡散板として機能する基板を設けてもよい。

【0479】

また、図25(C)に示す発光装置は、図25(A)に示す発光装置が基板3001側から光を取り出す構造であったのに対し、基板3003側から光を取り出す構成である。

【0480】

図25(C)に示す発光装置は、基板3003側に基板3015を有する。それ以外の構成は、図25(B)に示す発光装置と同様である。

20

【0481】

また、図25(D)に示す発光装置は、図25(C)に示す発光装置の基板3003、3015を設けずに、基板3016を設ける構成である。

【0482】

基板3016は、発光素子3005の近い側に位置する第1の凹凸と、発光素子3005の遠い側に位置する第2の凹凸と、を有する。図25(D)に示す構成とすることで、発光素子3005からの光の取出し効率をさらに、向上させることができる。

【0483】

したがって、本実施の形態に示す構成を実施することにより、水分や酸素などの不純物による発光素子の劣化が抑制された発光装置を実現することができる。または、本実施の形態に示す構成を実施することにより、光取出し効率の高い発光装置を実現することができる。

30

【0484】

なお、本実施の形態に示す構成は、他の実施の形態、または実施例に示す構成と適宜組み合わせることができる。

【0485】

(実施の形態8)

本実施の形態では、本発明の一態様の発光素子を様々な照明装置及び電子機器に適用する一例について、図26及び図27を用いて説明する。

40

【0486】

本発明の一態様の発光素子を、可撓性を有する基板上に作製することで、曲面を有する発光領域を有する電子機器、照明装置を実現することができる。

【0487】

また、本発明の一態様を適用した発光装置は、自動車の照明にも適用することができ、例えば、ダッシュボードや、フロントガラス、天井等に照明を設置することもできる。

【0488】

図26(A)は、多機能端末3500の一方の面の斜視図を示し、図26(B)は、多機能端末3500の他方の面の斜視図を示している。多機能端末3500は、筐体350

50

2 に表示部 3 5 0 4、カメラ 3 5 0 6、照明 3 5 0 8 等が組み込まれている。本発明の一態様の発光装置を照明 3 5 0 8 に用いることができる。

【0489】

照明 3 5 0 8 は、本発明の一態様の発光装置を用いることで、面光源として機能する。したがって、LED に代表される点光源と異なり、指向性が少ない発光が得られる。例えば、照明 3 5 0 8 とカメラ 3 5 0 6 とを組み合わせて用いる場合、照明 3 5 0 8 を点灯または点滅させて、カメラ 3 5 0 6 により撮像することができる。照明 3 5 0 8 としては、面光源としての機能を有するため、自然光の下で撮影したような写真を撮影することができる。

【0490】

なお、図 2 6 (A)、(B) に示す多機能端末 3 5 0 0 は、図 2 3 (A) 乃至図 2 3 (G) に示す電子機器と同様に、様々な機能を有することができる。

【0491】

また、筐体 3 5 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。また、多機能端末 3 5 0 0 の内部に、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、多機能端末 3 5 0 0 の向き(縦か横か)を判断して、表示部 3 5 0 4 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。

【0492】

表示部 3 5 0 4 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 3 5 0 4 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 3 5 0 4 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。なお、表示部 3 5 0 4 に本発明の一態様の発光装置を適用してもよい。

【0493】

図 2 6 (C) は、防犯用のライト 3 6 0 0 の斜視図を示している。ライト 3 6 0 0 は、筐体 3 6 0 2 の外側に照明 3 6 0 8 を有し、筐体 3 6 0 2 には、スピーカ 3 6 1 0 等が組み込まれている。本発明の一態様の発光装置を照明 3 6 0 8 に用いることができる。

【0494】

ライト 3 6 0 0 としては、例えば、照明 3 6 0 8 を握持する、掴持する、または保持することで発光することができる。また、筐体 3 6 0 2 の内部には、ライト 3 6 0 0 からの発光方法を制御できる電子回路を備えていてもよい。該電子回路としては、例えば、1 回または間欠的に複数回、発光が可能となるような回路としてもよいし、発光の電流値を制御することで発光の光量が調整可能なような回路としてもよい。また、照明 3 6 0 8 の発光と同時に、スピーカ 3 6 1 0 から大音量の警報音が出力されるような回路を組み込んでよい。

【0495】

ライト 3 6 0 0 としては、あらゆる方向に発光することが可能なため、例えば、暴漢等に向けて光、または光と音で威嚇することができる。また、ライト 3 6 0 0 にデジタルスチルカメラ等のカメラ、撮影機能を有する機能を備えてもよい。

【0496】

図 2 7 は、発光素子を室内の照明装置 8 5 0 1 として用いた例である。なお、発光素子は大面積化も可能であるため、大面積の照明装置を形成することもできる。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 8 5 0 2 を形成することもできる。本実施の形態で示す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を形成することができる。さらに、室内の壁面に大型の照明装置 8 5 0 3 を備えても良い。また、照明装置 8 5 0 1、8 5 0 2、8 5 0 3 に、タッチセンサを設けて、電源のオンまたはオフを行ってもよい。

10

20

30

40

50

【0497】

また、発光素子をテーブルの表面側に用いることによりテーブルとしての機能を備えた照明装置8504とすることができる。なお、その他の家具の一部に発光素子を用いることにより、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。

【0498】

以上のようにして、本発明の一態様の発光装置を適用して照明装置及び電子機器を得ることができる。なお、適用できる照明装置及び電子機器は、本実施の形態に示したものに限らず、あらゆる分野の電子機器に適用することが可能である。

【0499】

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

10

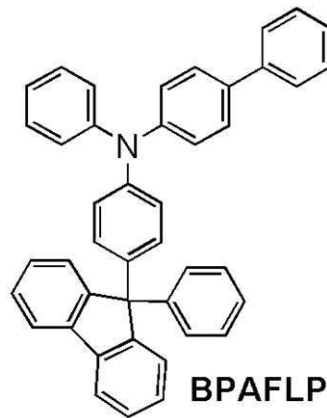
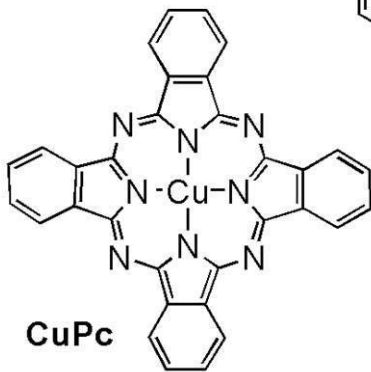
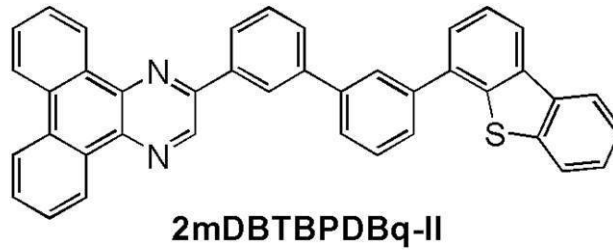
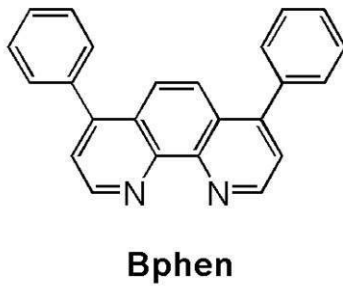
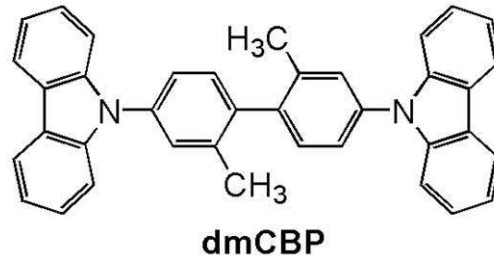
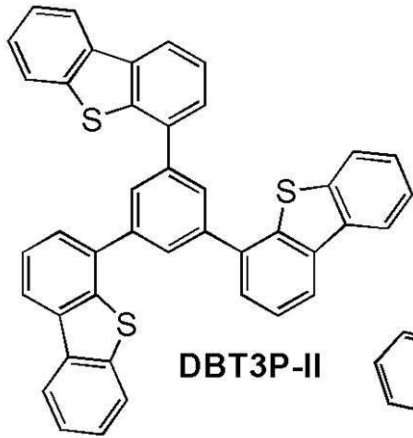
【実施例1】

【0500】

本実施例では、本発明の一態様である発光素子（発光素子5及び発光素子7）の作製例を示す。本実施例で作製した発光素子の断面模式図を図43に、素子構造の詳細を表8及び表9に、それぞれ示す。また、使用した化合物の構造と略称を以下に示す。

【0501】

【化 6】



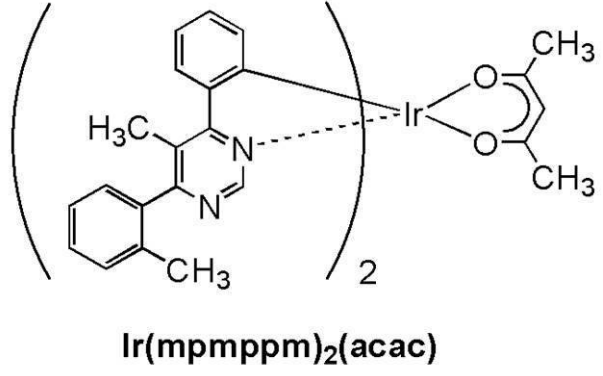
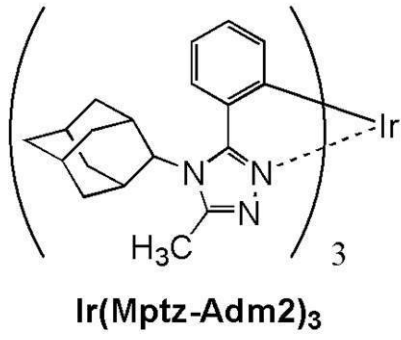
10

20

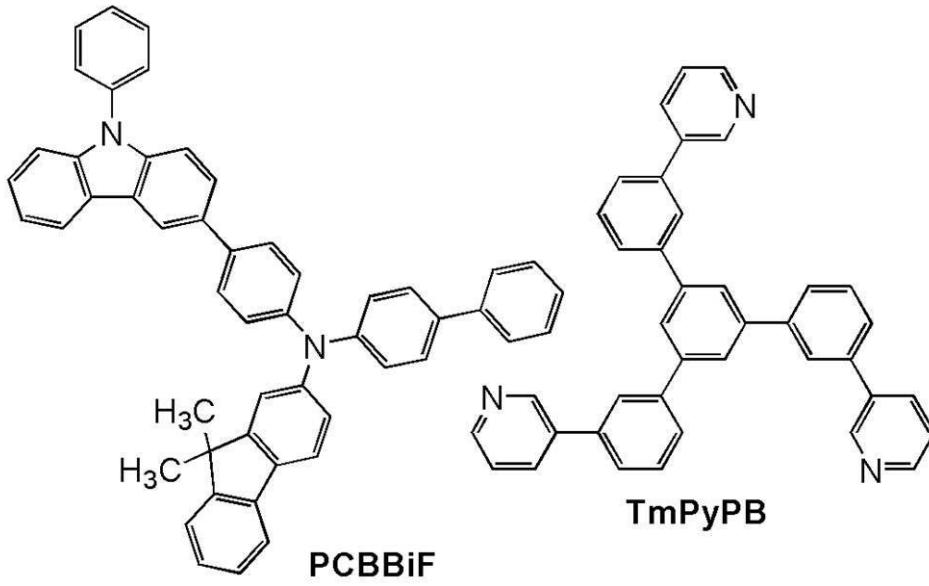
30

【 0 5 0 2 】

【化7】



10



20

【0503】

【表 8】

	層	符号	膜厚 (nm)	材料	重量比 *1)
発光素子 5	光学素子	514	-	CF(Blue)	-
	電極	502(2)	70	ITO	-
		502(1)	15	Ag : Mg	1:0.1
	電子注入層	539	1	LiF	-
	電子輸送層	538(2)	20	Bphen	-
		538(1)	15	2mDBTBPDBq-II	-
	発光層	522	40	2mDBTBPDBq-II : PCBBiF : Ir(mpmpm) ₂ (acac)	0.8:0.2:0.06
	正孔輸送層	537	15	BPAFLP	-
	電荷発生層	535	17.5	DBT3P-II : MoO ₃	1:0.5
	電子注入層	534(2)	2	CuPc	-
		534(1)	0.1	Li ₂ O	-
	電子輸送層	533(2)	10	Bphen	-
		533(1)	10	35DCzPPy	-
	発光層	521	30	35DCzPPy : Ir(Mptz-Adm) ₂ ₃	1:0.06
	正孔輸送層	532	15	dmCBP	-
正孔注入層	531	15	DBT3P-II:MoO ₃	1:0.5	
電極	501b	10	ITSO	-	
	501a	100	Ag-Pd-Cu	-	
発光素子 6	光学素子	514	-	CF(Blue)	-
	電極	502(2)	70	ITO	-
		502(1)	15	Ag : Mg	1:0.1
	電子注入層	539	1	LiF	-
	電子輸送層	538(2)	20	Bphen	-
		538(1)	15	2mDBTBPDBq-II	-
	発光層	522	40	2mDBTBPDBq-II : PCBBiF : Ir(mpmpm) ₂ (acac)	0.8:0.2:0.06
	正孔輸送層	537	15	BPAFLP	-
	電荷発生層	535	17.5	DBT3P-II : MoO ₃	1:0.5
	電子注入層	534(2)	2	CuPc	-
		534(1)	0.1	Li ₂ O	-
	電子輸送層	533(2)	10	Bphen	-
		533(1)	10	35DCzPPy	-
	発光層	521	30	35DCzPPy : Ir(Mptz-Adm) ₂ ₃	1:0.06
	正孔輸送層	532	15	dmCBP	-
正孔注入層	531	47.5	DBT3P-II:MoO ₃	1:0.5	
電極	501b	85	ITSO	-	
	501a	100	Ag-Pd-Cu	-	

*1)Ag : Mgの比率のみ体積比で記載。

【 0 5 0 4 】

【表 9】

	層	符号	膜厚 (nm)	材料	重量比 *1)
発 光 素 子 7	光学素子	514	-	CF(Blue)	-
	電極	502(2)	70	ITO	-
		502(1)	15	Ag : Mg	1:0.1
	電子注入層	539	1	LiF	-
	電子輸送層	538	10	TmPyPB	-
	発光層	522	30	35DCzPPy : Ir(Mptz-Adm2) ₃	1:0.06
	正孔輸送層	537	10	dmCBP	-
	電荷発生層	535	7.5	DBT3P-II : MoO ₃	1:0.5
	電子注入層	534(2)	2	CuPc	-
		534(1)	0.1	Li ₂ O	-
	電子輸送層	533	7.5	Bphen	-
	発光層	521	30	2mDBTBPDq-II : PCBBiF : Ir(mppm) ₂ (acac)	0.8:0.2:0.06
	正孔輸送層	532	10	BPAFLP	-
	正孔注入層	531	15	DBT3P-II:MoO ₃	1:0.5
	電極	501b	65	ITSO	-
501a		100	Ag-Pd-Cu	-	

*1)Ag : Mgの比率のみ体積比で記載。

【 0 5 0 5 】

< 1 - 1 . 発光素子 5 の作製 >

基板 5 1 0 上に電極 5 0 1 を構成する導電層 5 0 1 a として、銀とパラジウムと銅の合金膜 (A g - P d - C u 膜、 A P C と もい う) を厚さが 1 0 0 n m になるように形成した。次に、導電層 5 0 1 a 上に接する導電層 5 0 1 b として、 I T S O 膜を厚さが 1 0 n m になるよう形成した。以上の工程により、光を反射する機能を有する電極 5 0 1 を形成した。なお、電極 5 0 1 の電極面積は、 4 m m ² (2 m m × 2 m m) とした。

【 0 5 0 6 】

次に、電極 5 0 1 上に正孔注入層 5 3 1 として、 4 , 4 ' , 4 ' ' - (ベンゼン - 1 , 3 , 5 - トリイル) トリ (ジベンゾチオフェン) (略称 : D B T 3 P - I I) と、酸化モリブデン (M o O ₃) とを重量比 (D B T 3 P - I I : M o O ₃) が 1 : 0 . 5 になるように、且つ厚さが 1 5 n m になるように共蒸着した。

【 0 5 0 7 】

次に、正孔注入層 5 3 1 上に正孔輸送層 5 3 2 として、 4 , 4 ' - ビス (9 - カルバゾール) - 2 , 2 ' - ジメチルピフェニル (略称 : d m C B P) を厚さが 1 5 n m になるように蒸着した。

【 0 5 0 8 】

次に、正孔輸送層 5 3 2 上に発光層 5 2 1 として、 3 , 5 - ビス [3 - (9 H - カルバゾール - 9 - イル) フェニル] ピリジン (略称 : 3 5 D C z P P y) と、トリス { 2 - [4 - (2 - アダマンチル) - 5 - メチル - 4 H - 1 , 2 , 4 - トリアゾール - 3 - イル - N 2] フェニル - C } イリジウム (I I I) (略称 : I r (M p t z - A d m 2) ₃) とを重量比 (3 5 D C z P P y : I r (M p t z - A d m 2) ₃) が 1 : 0 . 0 6 になるように、且つ厚さが 3 0 n m になるように共蒸着した。なお、発光層 5 2 1 において、 3 5 D C z P P y がホスト材料であり、 I r (M p t z - A d m 2) ₃ がゲスト材料 (発光材料) である。

【 0 5 0 9 】

次に、発光層 5 2 1 上に電子輸送層 5 3 3 として、 3 5 D C z P P y と、バソフェナントロリン (略称 : B p h e n) とを、それぞれ厚さが、 1 0 n m になるように順次蒸着した。

【0510】

次に、電子輸送層533上に電子注入層534として、酸化リチウム (Li_2O) 及び銅フタロシアニン (略称: CuPc) を、それぞれ厚さが0.1nm、2nmになるように順次蒸着した。

【0511】

次に、正孔注入層を兼ねる電荷発生層535として、 DBT3P-II と、 MoO_3 とを重量比 ($\text{DBT3P-II}:\text{MoO}_3$) が1:0.5になるように、且つ厚さが17.5nmになるように共蒸着した。

【0512】

次に、電荷発生層535上に正孔輸送層537として、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、厚さが15nmになるように蒸着した。

10

【0513】

次に、正孔輸送層537上に発光層522として、2-[3'-(ジベンゾチオフェン-4-イル)ピフェニル-3-イル]ジベンゾ[f、h]キノキサリン (略称: 2mDBTBPD Bq-II) と、 $\text{N-(1,1'-ピフェニル-4-イル)-N-[4-(9-フェニル-9H-カルバゾール-3-イル)フェニル]-9,9-ジメチル-9H-フルオレン-2-アミン}$ (略称: PCBBiF) と、(アセチルアセトナト)ビス[5-メチル-6-(2-メチルフェニル)-4-フェニルピリミジナト]イリジウム (III) (略称: $\text{Ir(mpppm)}_2(\text{acac})$) と、を重量比 ($2\text{mDBTBPD Bq-II}:\text{PCBBiF}:\text{Ir(mpppm)}_2(\text{acac})$) が0.8:0.2:0.06になるように、且つ厚さが40nmになるように共蒸着した。なお、発光層522において、 2mDBTBPD Bq-II がホスト材料であり、 PCBBiF がアシスト材料であり、 $\text{Ir(mpppm)}_2(\text{acac})$ がゲスト材料 (燐光材料) である。

20

【0514】

次に、発光層522上に電子輸送層538として、 2mDBTBPD Bq-II と、 Bphen とを、それぞれ厚さが、15nm、20nmになるように順次蒸着した。また、電子輸送層538上に電子注入層539として、フッ化リチウム (LiF) を厚さが1nmになるよう蒸着した。

【0515】

次に、電子注入層539上に電極502として、銀 (Ag) とマグネシウム (Mg) とを厚さが15nmになるよう共蒸着し、さらに、ITO膜を厚さが70nmになるように形成した。以上の工程により、光を反射する機能と、光を透過する機能とを有する電極502を形成した。なお、 Ag と Mg との共蒸着膜としては、体積比 ($\text{Ag}:\text{Mg}$) が1:0.1となるように蒸着した。

30

【0516】

以上の工程により、基板510上に形成される一対の電極、及びEL層を形成した。なお、上述した成膜過程において、蒸着は全て抵抗加熱法にて行った。また、電極502のITO膜はスパッタリング法にて形成した。

【0517】

また、発光素子5の封止基板512には、光学素子514として、青色 (Blue) のカラーフィルタを形成した。

40

【0518】

次に、窒素雰囲気グローブボックス内において、有機EL用封止材を用いて封止基板512を基板510上に固定することで、発光素子5を封止した。具体的には、基板510に形成したEL層の周囲に封止材を塗布し、基板510と封止基板512とを貼り合わせ、波長が365nmの紫外光を $6\text{J}/\text{cm}^2$ 照射し、80にて1時間の熱処理をした。以上の工程により発光素子5を得た。

【0519】

< 1-2. 発光素子6の作製 >

50

発光素子 6 は、先に示す発光素子 5 の作製と、導電層 5 0 1 b 及び正孔注入層 5 3 1 の工程のみ異なり、それ以外の工程は発光素子 5 と同様の作製方法とした。

【0520】

電極 5 0 1 を構成する導電層 5 0 1 a 上に接する導電層 5 0 1 b として、ITO 膜を厚さが 85 nm になるよう形成した。

【0521】

また、電極 5 0 1 上の正孔注入層 5 3 1 として、DBT3P - II と、 MoO_3 とを重量比 (DBT3P - II : MoO_3) が 1 : 0.5 になるように、且つ厚さが 47.5 nm になるように共蒸着した。

【0522】

< 1 - 3 . 発光素子 7 の作製 >

発光素子 7 は、先に示す発光素子 5 及び発光素子 6 の作製と、電極 5 0 1 乃至電子輸送層 5 3 8 の工程が異なり、それ以外の工程は発光素子 5 及び発光素子 6 の作製方法とした。

【0523】

基板 5 1 0 上に電極 5 0 1 を構成する導電層 5 0 1 a として、Ag - Pd - Cu 膜を厚さが 100 nm になるように形成した。次に、導電層 5 0 1 a 上に接する導電層 5 0 1 b として、ITO 膜を厚さが 65 nm になるように形成した。以上の工程により、光を反射する機能を有する電極 5 0 1 を形成した。なお、電極 5 0 1 の電極面積は、 4 mm^2 ($2 \text{ mm} \times 2 \text{ mm}$) とした。

【0524】

次に、電極 5 0 1 上に正孔注入層 5 3 1 として、DBT3P - II と、 MoO_3 とを重量比 (DBT3P - II : MoO_3) が 1 : 0.5 になるように、且つ厚さが 15 nm になるように共蒸着した。

【0525】

次に、正孔注入層 5 3 1 上に正孔輸送層 5 3 2 として、BPAFLP を厚さが 10 nm になるように蒸着した。

【0526】

次に、正孔輸送層 5 3 2 上に発光層 5 2 1 として、 $2 \text{ mDBTBPD B q} - \text{II}$ と、PCBBiF と、 $\text{Ir}(\text{mpmp pm})_2(\text{acac})$ とを重量比 ($2 \text{ mDBTBPD B q} - \text{II} : \text{PCBBiF} : \text{Ir}(\text{mpmp pm})_2(\text{acac})$) が 0.8 : 0.2 : 0.06 になるように、且つ厚さが 30 nm になるように共蒸着した。なお、発光層 5 2 1 において、 $2 \text{ mDBTBPD B q} - \text{II}$ がホスト材料であり、PCBBiF がアシスト材料であり、 $\text{Ir}(\text{mpmp pm})_2(\text{acac})$ がゲスト材料 (燐光材料) である。

【0527】

次に、発光層 5 2 1 上に電子輸送層 5 3 3 として、Bphen を厚さが 7.5 nm になるように蒸着した。

【0528】

次に、電子輸送層 5 3 3 上に電子注入層 5 3 4 として、 Li_2O 、及び CuPc を、それぞれ厚さが 0.1 nm、2 nm になるように蒸着した。

【0529】

次に、正孔注入層を兼ねる電荷発生層 5 3 5 として、DBT3P - II と、 MoO_3 とを重量比 (DBT3P - II : MoO_3) が 1 : 0.5 になるように、且つ厚さが 7.5 nm になるように共蒸着した。

【0530】

次に、電荷発生層 5 3 5 上に正孔輸送層 5 3 7 として、dmCBP を厚さが 10 nm になるように蒸着した。

【0531】

次に、正孔輸送層 5 3 7 上に発光層 5 2 2 として、 35 DCzPPy と、 $\text{Ir}(\text{Mptz} - \text{Adm}2)_3$ と、を重量比 ($35 \text{ DCzPPy} : \text{Ir}(\text{Mptz} - \text{Adm}2)_3$) が

10

20

30

40

50

1 : 0 . 0 6 になるように、且つ厚さが 3 0 n m になるように共蒸着した。なお、発光層 5 2 2 において、3 5 D C z P P y がホスト材料であり、I r (M p t z - A d m 2) ₃ がゲスト材料（燐光材料）である。

【 0 5 3 2 】

次に、発光層 5 2 2 上に電子輸送層 5 3 8 として、1 , 3 , 5 - トリ [3 - (3 - ピリジル) フェニル] ベンゼン（略称：T m P y P B）を厚さが 1 0 n m になるように蒸着した。

【 0 5 3 3 】

< 1 - 4 . 発光素子 5 乃至 7 の特性 >

作製した発光素子 5 乃至発光素子 7 の電流効率 - 輝度特性を図 4 4 に示す。また、輝度 - 電圧特性を図 4 5 に示す。なお、各発光素子の測定は室温（23℃）に保たれた雰囲気で行った。

【 0 5 3 4 】

また、1 0 0 0 c d / m ² 付近における、発光素子 5 乃至発光素子 7 の素子特性を表 1 0 に示す。

【 0 5 3 5 】

【表 1 0】

	電圧 (V)	電流密度 (mA/cm ²)	CIE色度 (x, y)	輝度 (cd/m ²)	電流効率 (cd/A)
発光素子 5	9.2	9.1	(0.14, 0.085)	950	10
発光素子 6	10	12	(0.15, 0.078)	1000	8.4
発光素子 7	7.4	9.1	(0.14, 0.091)	1100	12

【 0 5 3 6 】

また、発光素子 5 乃至発光素子 7 に 2 . 5 m A / c m ² の電流密度で電流を流した際の発光スペクトル（ELスペクトル）を図 4 6 に示す。

【 0 5 3 7 】

図 4 4 乃至図 4 5、及び表 1 0 で示すように、発光素子 5 乃至発光素子 7 は、十分に低い駆動電圧で発光を呈した。また、発光素子 5 乃至発光素子 7 は、高い電流効率で、且つ色純度の高い青色発光が得られた。発光素子 6 においては、色度 y が 0 . 0 6 より大きく 0 . 0 8 以下である優れた青色で、且つ 8 c d / A 以上の高い電流効率を得ることができた。また、発光素子 5 及び発光素子 7 においては、色度 y が 0 . 0 8 より大きく 0 . 1 以下である良好な青色で、且つ 1 0 c d / A 以上の高い電流効率を得ることができた。

【 0 5 3 8 】

したがって、I r (M p t z - A d m 2) ₃ をゲスト材料として発光素子に用いる構成、換言すれば、実施の形態 1 で示したように、三重項励起エネルギーを発光に変換できる機能を有し、ジクロロメタン溶液における発光スペクトルにおいて、4 4 0 n m 以上 4 7 0 n m 以下の波長領域に最大値を有し、且つ、2 0 n m 以上 8 0 n m 以下の半値全幅を有する、という特徴を有するゲスト材料を発光素子に用いる構成は、青色発光を呈する発光素子として好ましい構成であることが分かった。あるいは、該発光スペクトルにおいて、5 3 0 n m の波長における光の強度が、最大値に対して 0 % 以上 5 0 % 以下、または、該発光スペクトルから算出される C I E 1 9 3 1 色度座標における色度 y が 0 . 0 1 以上 0 . 3 以下である、という特徴を有するゲスト材料を発光素子に用いる構成は、青色発光を呈する発光素子として好ましい構成であることが分かった。

【 0 5 3 9 】

以上のように、本発明の一態様の構成を用いることで、高い電流効率を示し、高い色純度の青色発光を呈する、発光素子を作製することができた。

【 0 5 4 0 】

以上、本実施例に示す構成は、他の実施例及び実施の形態と適宜組み合わせて用いることができる。

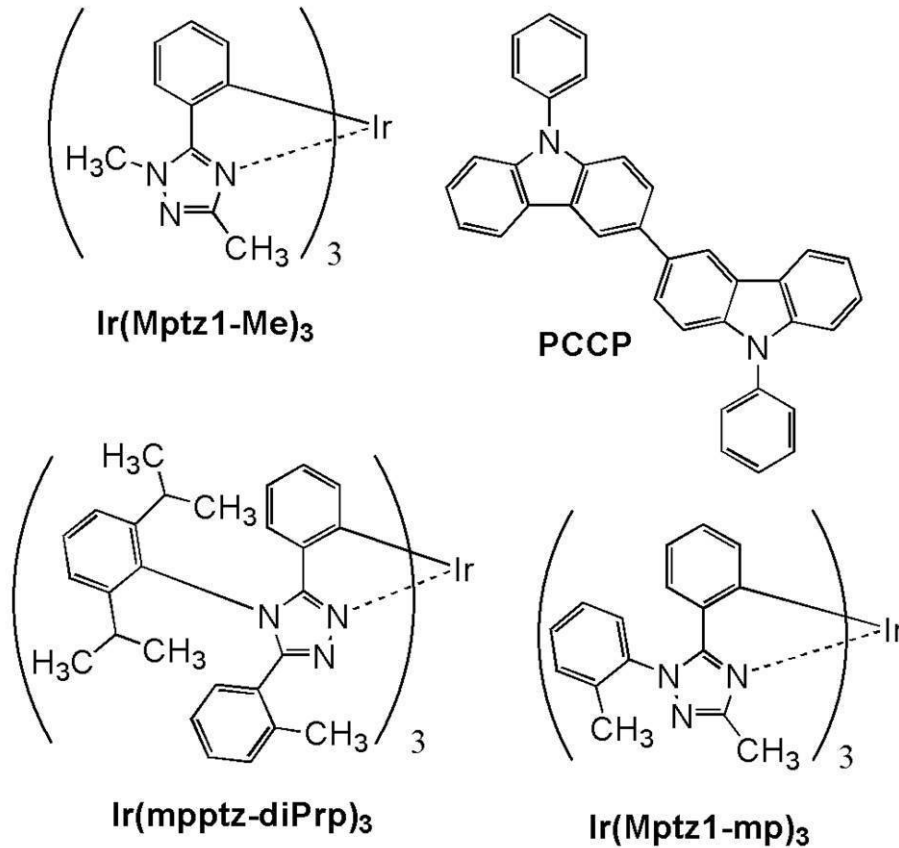
【実施例 2】

【0541】

本実施例では、発光素子（発光素子 8 乃至発光素子 11）の作製例を示す。本実施例で作製する発光素子の断面模式図は図 1 を参照すればよい。また、素子構造の詳細を表 11 に示す。また、使用した化合物の構造と略称を以下に示す。

【0542】

【化 8】



10

20

30

【0543】

【表 1 1】

	層	符号	膜厚 (nm)	材料	重量比
発光素子 8	電極	102	200	Al	-
	電子注入層	119	1	LiF	-
	電子輸送層	118(2)	15	Bphen	-
		118(1)	10	35DCzPPy	-
	発光層	130	30	35DCzPPy : Ir(Mptz-Adm2) ₃	1:0.06
	正孔輸送層	112	20	dmCBP	-
	正孔注入層	111	25	DBT3P-II:MoO ₃	1:0.5
発光素子 9	電極	101	70	ITSO	-
	電極	102	200	Al	-
	電子注入層	119	1	LiF	-
	電子輸送層	118(2)	15	Bphen	-
		118(1)	10	35DCzPPy	-
	発光層	130	30	35DCzPPy : Ir(Mptz1-Me) ₃	1:0.06
	正孔輸送層	112	20	dmCBP	-
正孔注入層	111	15	DBT3P-II:MoO ₃	1:0.5	
発光素子 10	電極	101	70	ITSO	-
	電極	102	200	Al	-
	電子注入層	119	1	LiF	-
	電子輸送層	118(2)	15	Bphen	-
		118(1)	10	35DCzPPy	-
	発光層	130(2)	10	35DCzPPy : Ir(mpptz-diPrp) ₃	1:0.06
		130(1)	20	35DCzPPy : PCCP : Ir(mpptz-diPrp) ₃	0.3:1:0.06
正孔輸送層	112	20	PCCP	-	
正孔注入層	111	20	DBT3P-II:MoO ₃	1:0.5	
発光素子 11	電極	101	70	ITSO	-
	電極	102	200	Al	-
	電子注入層	119	1	LiF	-
	電子輸送層	118(2)	15	Bphen	-
		118(1)	10	35DCzPPy	-
	発光層	130(2)	10	35DCzPPy : Ir(Mptz1-mp) ₃	1:0.06
		130(1)	20	35DCzPPy : PCCP : Ir(Mptz1-mp) ₃	0.8:0.2:0.05
正孔輸送層	112	20	PCCP : Ir(Mptz1-mp) ₃	0.8:0.2	
正孔注入層	111	20	DBT3P-II:MoO ₃	1:0.5	
電極	101	70	ITSO	-	

【0544】

< 2 - 1 . 発光素子 8 の作製 >

光を透過する機能を有する電極 101 として、ITSO 膜を厚さが 70 nm になるように形成した。なお、電極 101 の電極面積は、4 mm² (2 mm × 2 mm) とした。

【0545】

次に、電極 101 上に正孔注入層 111 として、DBT3P - II と、MoO₃ とを重量比 (DBT3P - II : MoO₃) が 1 : 0 . 5 になるように、且つ厚さが 25 nm になるように共蒸着した。

【0546】

次に、正孔注入層 111 上に正孔輸送層 112 として、dmCBP を厚さが 20 nm になるように蒸着した。

10

20

30

40

50

【0547】

次に、正孔輸送層112上に発光層130として、35DCzPPyと、Ir(Mptz-Adm₂)₃とを重量比(35DCzPPy:Ir(Mptz-Adm₂)₃)が1:0.06になるように、且つ厚さが30nmになるように共蒸着した。なお、発光層130において、35DCzPPyがホスト材料であり、Ir(Mptz-Adm₂)₃がゲスト材料(燐光材料)である。

【0548】

次に、発光層130上に電子輸送層118として、35DCzPPyと、Bphenとを、それぞれ厚さが、10nm、15nmになるように順次蒸着した。また、電子輸送層118上に電子注入層119として、LiFを厚さが1nmになるよう蒸着した。

10

【0549】

次に電子注入層119上に電極102として、アルミニウム(Al)を、厚さが200nmになるように形成した。

【0550】

次に、窒素雰囲気グローブボックス内において、有機EL用封止材を用いて封止基板を、EL層を形成した基板に固定することで、発光素子8を封止した。具体的には、形成したEL層の周囲に封止材を塗布し、EL層を形成した基板と封止基板とを貼り合わせ、波長が365nmの紫外光を6J/cm²照射し、80℃にて1時間の熱処理をした。以上の工程により発光素子8を得た。

【0551】

20

<2-2.発光素子9の作製>

発光素子9は、先に示す発光素子8の作製と、正孔注入層111及び発光層130の工程のみ異なり、それ以外の工程は発光素子8と同様の作製方法とした。

【0552】

電極101上の正孔注入層111として、DBT3P-IIと、MoO₃とを重量比(DBT3P-II:MoO₃)が1:0.5になるように、且つ厚さが15nmになるように共蒸着した。

【0553】

また、正孔輸送層112上に発光層130として、35DCzPPyと、トリス(1,3-ジメチル-5-フェニル-1H-1,2,4-トリアゾラト)イリジウム(III)(略称:Ir(Mptz1-Me)₃)とを重量比(35DCzPPy:Ir(Mptz1-Me)₃)が1:0.06になるように、且つ厚さが30nmになるように共蒸着した。なお、発光層130において、35DCzPPyがホスト材料であり、Ir(Mptz1-Me)₃がゲスト材料(燐光材料)である。

30

【0554】

<2-3.発光素子10の作製>

発光素子10は、先に示す発光素子8の作製と、正孔注入層111乃至発光層130の工程のみ異なり、それ以外の工程は発光素子8と同様の作製方法とした。

【0555】

電極101上の正孔注入層111として、DBT3P-IIと、MoO₃とを重量比(DBT3P-II:MoO₃)が1:0.5になるように、且つ厚さが20nmになるように共蒸着した。

40

【0556】

次に、正孔注入層111上に正孔輸送層112として、9-フェニル-9H-3-(9-フェニル-9H-カルバゾール-3-イル)カルバゾール(略称:PCCP)を厚さが20nmになるように蒸着した。

【0557】

次に、正孔輸送層112上に発光層130として、35DCzPPyと、PCCPと、トリス{2-[5-(2-メチルフェニル)-4-(2,6-ジイソプロピルフェニル)-4H-1,2,4-トリアゾール-3-イル-N2]フェニル-C}イリジウム(

50

III) (略称: Ir(mppztz-diPrp)₃)とを重量比(35DCzPPy:PCCP:Ir(mppztz-diPrp)₃)が0.3:1:0.06になるように、且つ厚さが20nmになるように共蒸着した。続いて、35DCzPPyと、Ir(mppztz-diPrp)₃とを重量比(35DCzPPy:Ir(mppztz-diPrp)₃)が1:0.06になるように、且つ厚さが10nmになるように共蒸着した。なお、発光層130において、35DCzPPyがホスト材料であり、PCCPがアシスト材料であり、Ir(mppztz-diPrp)₃がゲスト材料(燐光材料)である。

【0558】

<2-4.発光素子11の作製>

発光素子11は、先に示す発光素子8の作製と、正孔注入層111乃至発光層130の工程のみ異なり、それ以外の工程は発光素子8と同様の作製方法とした。

10

【0559】

電極101上の正孔注入層111として、DBT3P-IIと、MoO₃とを重量比(DBT3P-II:MoO₃)が1:0.5になるように、且つ厚さが20nmになるように共蒸着した。

【0560】

次に、正孔注入層111上に正孔輸送層112として、PCCPと、トリス[3-メチル-1-(2-メチルフェニル)-5-フェニル-1H-1,2,4-トリアゾラト]イリジウム(III) (略称: Ir(Mptz1-mp)₃)とを重量比(PCCP:Ir(Mptz1-mp)₃)が0.8:0.2になるように、且つ厚さが20nmになるように共蒸着した。

20

【0561】

次に、正孔輸送層112上に発光層130として、35DCzPPyと、PCCPと、Ir(Mptz1-mp)₃とを重量比(35DCzPPy:PCCP:Ir(Mptz1-mp)₃)が0.8:0.2:0.05になるように、且つ厚さが20nmになるように共蒸着した。続いて、35DCzPPyと、Ir(Mptz1-mp)₃とを重量比(35DCzPPy:Ir(Mptz1-mp)₃)が1:0.06になるように、且つ厚さが10nmになるように共蒸着した。なお、発光層130において、35DCzPPyがホスト材料であり、PCCPがアシスト材料であり、Ir(Mptz1-mp)₃がゲスト材料(燐光材料)である。

30

【0562】

<2-5.発光素子8乃至11の特性>

次に、上記作製した発光素子8乃至発光素子11の電流効率-輝度特性を図47に示す。また、輝度-電圧特性を図48に示す。また、外部量子効率-輝度特性を図49に示す。なお、各発光素子の測定は室温(23℃に保たれた雰囲気)で行った。

【0563】

また、1000cd/m²付近における、発光素子8乃至発光素子11の素子特性を表12に示す。

【0564】

【表12】

40

	電圧 (V)	電流密度 (mA/cm ²)	CIE色度 (x, y)	輝度 (cd/m ²)	電流効率 (cd/A)	外部量子 効率(%)
発光素子 8	4.6	2.1	(0.15, 0.22)	1200	55	35
発光素子 9	4.4	2.8	(0.15, 0.18)	940	34	24
発光素子 10	4.4	1.9	(0.17, 0.39)	1200	61	29
発光素子 11	4.0	2.2	(0.16, 0.32)	1100	51	28

50

【 0 5 6 5 】

また、発光素子 8 乃至発光素子 1 1 に $2.5 \text{ mA} / \text{cm}^2$ の電流密度で電流を流した際の発光スペクトル (EL スペクトル) を図 5 0 に示す。また、図 5 0 に示す発光スペクトルの最大値における波長、及び半値全幅を表 1 3 に示す。

【 0 5 6 6 】

【表 1 3】

	ELスペクトルの最大値における波長(nm)	ELスペクトルの半値全幅(nm)
発光素子 8	458	57
発光素子 9	455	57
発光素子 10	474	64
発光素子 11	472	70

10

【 0 5 6 7 】

図 5 0、表 1 2、及び表 1 3 に示すように、発光素子 8 及び発光素子 9 は、 440 nm 以上 470 nm 以下の波長領域に最大値を有し、且つ、 20 nm 以上 80 nm 以下の半値全幅を有する、発光スペクトルを示した。そのため、発光素子 8 及び発光素子 9 は、良好な青色を示す色度であった。また、発光素子 8 及び発光素子 9 の発光スペクトルにおいて、 530 nm の波長における光の強度は、最大値に対して 0% 以上 50% 以下であった。また、発光素子 8 及び発光素子 9 は、CIE 1931 色度座標における色度 y が 0.01 以上 0.3 以下であった。

20

【 0 5 6 8 】

一方、発光素子 1 0 及び発光素子 1 1 は、発光スペクトルの最大値を示す波長が 470 nm より長いため、色度 y が 0.3 より大きい水色を示す色度であった。

【 0 5 6 9 】

すなわち、発光素子 8 及び発光素子 9 のように、本発明の一態様の発光素子に用いることができるゲスト材料を、光を反射する機能を有する第 1 の電極と、光を透過する機能を有する第 2 の電極と、を有する発光素子に用いることで、ジクロロメタン溶液において示す発光スペクトルと同様の発光スペクトルを示すことが分かった。したがって、本発明の一態様の発光素子に用いることができるゲスト材料とは、光を反射する機能を有する第 1 の電極と、光を透過する機能を有する第 2 の電極と、を有する発光素子における発光スペクトルにおいて、 440 nm 以上 470 nm 以下の波長領域に最大値を有し、且つ、 20 nm 以上 80 nm 以下の半値全幅を有する材料である、と言い換えることができる。または、本発明の一態様の発光素子に用いることができるゲスト材料とは、光を反射する機能を有する第 1 の電極と、光を透過する機能を有する第 2 の電極と、を有する発光素子における発光スペクトルにおいて、 530 nm の波長における光の強度が、最大値に対して 0% 以上 50% 以下の材料、あるいは、CIE 1931 色度座標における色度 y が 0.01 以上 0.3 以下の材料であると、言い換えることができる。

30

40

【 0 5 7 0 】

なお、図 4 7 乃至図 4 9、及び表 1 2 に示すように、発光素子 8 乃至発光素子 1 1 は、十分に低い駆動電圧で発光を呈した。また、発光素子 8 及び発光素子 9 は、良好な色純度の青色で発光することが可能でありながら、高い電流効率を示し、且つ 20% を超える高い外部量子効率を示した。特に発光素子 8 は、 30% を超える非常に高い外部量子効率を示した。

【 0 5 7 1 】

したがって、本実施例で用いた $\text{Ir}(\text{Mptz} - \text{Adm}2)_3$ 及び $\text{Ir}(\text{Mptz}1 -$

50

Me)₃をゲスト材料に用いることで、高い発光効率と、高い色純度の青色発光を呈する発光素子を作製することができることが分かった。

【0572】

以上のように、本発明の一態様に用いることができるゲスト材料を用いることで、高い電流効率を示し、高い色純度の青色発光を呈する、発光素子を作製することができた。

【0573】

以上、本実施例に示す構成は、他の実施例及び実施の形態と適宜組み合わせ用いることができる。

【符号の説明】

【0574】

100	EL層	
101	電極	
101a	導電層	
101b	導電層	
101c	導電層	
102	電極	
103	電極	
103a	導電層	
103b	導電層	
103c	導電層	20
104	電極	
104a	導電層	
104b	導電層	
104c	導電層	
111	正孔注入層	
112	正孔輸送層	
113	電子輸送層	
114	電子注入層	
115	電荷発生層	
116	正孔注入層	30
117	正孔輸送層	
118	電子輸送層	
119	電子注入層	
130	発光層	
131	ホスト材料	
132	ゲスト材料	
134	発光層	
136	発光層	
136a	発光層	
136b	発光層	40
138B	発光層	
138G	発光層	
138R	発光層	
140	隔壁	
150	発光素子	
152	発光素子	
200	基板	
220	基板	
221B	領域	
221G	領域	50

2 2 1 R	領域	
2 2 2 B	領域	
2 2 2 G	領域	
2 2 2 R	領域	
2 2 3	遮光層	
2 2 4 B	光学素子	
2 2 4 G	光学素子	
2 2 4 R	光学素子	
2 5 0	発光素子	
2 5 2	発光素子	10
2 5 4	発光素子	
2 5 6	発光素子	
3 0 1 __ 1	配線	
3 0 1 __ 5	配線	
3 0 1 __ 6	配線	
3 0 1 __ 7	配線	
3 0 2 __ 1	配線	
3 0 2 __ 2	配線	
3 0 3 __ 1	トランジスタ	
3 0 3 __ 6	トランジスタ	20
3 0 3 __ 7	トランジスタ	
3 0 4	容量素子	
3 0 4 __ 1	容量素子	
3 0 4 __ 2	容量素子	
3 0 5	発光素子	
3 0 6 __ 1	配線	
3 0 6 __ 3	配線	
3 0 7 __ 1	配線	
3 0 7 __ 3	配線	
3 0 8 __ 1	トランジスタ	30
3 0 8 __ 6	トランジスタ	
3 0 9 __ 1	トランジスタ	
3 0 9 __ 2	トランジスタ	
3 1 1 __ 1	配線	
3 1 1 __ 3	配線	
3 1 2 __ 1	配線	
3 1 2 __ 2	配線	
4 0 1	電極	
4 0 2	電極	
4 1 1	正孔注入層	40
4 1 2	正孔輸送層	
4 1 3	電子輸送層	
4 1 4	電子注入層	
4 1 6	正孔注入層	
4 1 7	正孔輸送層	
4 1 8	電子輸送層	
4 1 9	電子注入層	
4 2 0	発光層	
4 2 1	ホスト材料	
4 2 2	ゲスト材料	50

4 3 0	発光層	
4 3 1	ホスト材料	
4 3 1 _ 1	有機化合物	
4 3 1 _ 2	有機化合物	
4 3 2	ゲスト材料	
4 4 1	発光ユニット	
4 4 2	発光ユニット	
4 4 5	電荷発生層	
4 5 0	発光素子	
5 0 1	電極	10
5 0 1 a	導電層	
5 0 1 b	導電層	
5 0 2	電極	
5 1 0	基板	
5 1 2	封止基板	
5 1 4	光学素子	
5 2 1	発光層	
5 2 2	発光層	
5 3 1	正孔注入層	
5 3 2	正孔輸送層	20
5 3 3	電子輸送層	
5 3 4	電子注入層	
5 3 5	電荷発生層	
5 3 7	正孔輸送層	
5 3 8	電子輸送層	
5 3 9	電子注入層	
6 0 0	表示装置	
6 0 1	信号線駆動回路部	
6 0 2	画素部	
6 0 3	走査線駆動回路部	30
6 0 4	封止基板	
6 0 5	シール材	
6 0 7	領域	
6 0 8	配線	
6 0 9	F P C	
6 1 0	素子基板	
6 1 1	トランジスタ	
6 1 2	トランジスタ	
6 1 3	下部電極	
6 1 4	隔壁	40
6 1 6	E L 層	
6 1 7	上部電極	
6 1 8	発光素子	
6 2 1	光学素子	
6 2 2	遮光層	
6 2 3	トランジスタ	
6 2 4	トランジスタ	
8 0 1	画素回路	
8 0 2	画素部	
8 0 4	駆動回路部	50

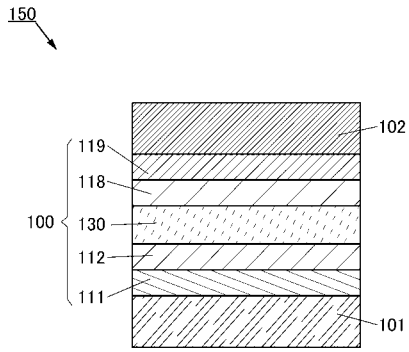
8 0 4 a	走査線駆動回路	
8 0 4 b	信号線駆動回路	
8 0 6	保護回路	
8 0 7	端子部	
8 5 2	トランジスタ	
8 5 4	トランジスタ	
8 6 2	容量素子	
8 7 2	発光素子	
1 0 0 1	基板	
1 0 0 2	下地絶縁膜	10
1 0 0 3	ゲート絶縁膜	
1 0 0 6	ゲート電極	
1 0 0 7	ゲート電極	
1 0 0 8	ゲート電極	
1 0 2 0	層間絶縁膜	
1 0 2 1	層間絶縁膜	
1 0 2 2	電極	
1 0 2 4 B	下部電極	
1 0 2 4 G	下部電極	
1 0 2 4 R	下部電極	20
1 0 2 4 Y	下部電極	
1 0 2 5	隔壁	
1 0 2 6	上部電極	
1 0 2 8	E L 層	
1 0 2 9	封止層	
1 0 3 1	封止基板	
1 0 3 2	シール材	
1 0 3 3	基材	
1 0 3 4 B	着色層	
1 0 3 4 G	着色層	30
1 0 3 4 R	着色層	
1 0 3 4 Y	着色層	
1 0 3 5	遮光層	
1 0 3 6	オーバーコート層	
1 0 3 7	層間絶縁膜	
1 0 4 0	画素部	
1 0 4 1	駆動回路部	
1 0 4 2	周辺部	
2 0 0 0	タッチパネル	
2 0 0 1	タッチパネル	40
2 5 0 1	表示装置	
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	
2 5 0 3 g	走査線駆動回路	
2 5 0 3 s	信号線駆動回路	
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 0 a	絶縁層	50

2 5 1 0 b	可撓性基板	
2 5 1 0 c	接着層	
2 5 1 1	配線	
2 5 1 9	端子	
2 5 2 1	絶縁層	
2 5 2 8	隔壁	
2 5 5 0 R	発光素子	
2 5 6 0	封止層	
2 5 6 7 B M	遮光層	
2 5 6 7 p	反射防止層	10
2 5 6 7 R	着色層	
2 5 7 0	基板	
2 5 7 0 a	絶縁層	
2 5 7 0 b	可撓性基板	
2 5 7 0 c	接着層	
2 5 8 0 R	発光モジュール	
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	20
2 5 9 4	配線	
2 5 9 5	タッチセンサ	
2 5 9 7	接着層	
2 5 9 8	配線	
2 5 9 9	接続層	
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	30
2 6 1 3	トランジスタ	
2 6 2 1	電極	
2 6 2 2	電極	
3 0 0 0	発光装置	
3 0 0 1	基板	
3 0 0 3	基板	
3 0 0 5	発光素子	
3 0 0 7	封止領域	
3 0 0 9	封止領域	
3 0 1 1	領域	40
3 0 1 3	領域	
3 0 1 4	領域	
3 0 1 5	基板	
3 0 1 6	基板	
3 0 1 8	乾燥剤	
3 5 0 0	多機能端末	
3 5 0 2	筐体	
3 5 0 4	表示部	
3 5 0 6	カメラ	
3 5 0 8	照明	50

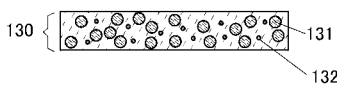
3 6 0 0	ライト	
3 6 0 2	筐体	
3 6 0 8	照明	
3 6 1 0	スピーカ	
8 0 0 0	表示モジュール	
8 0 0 1	上部カバー	
8 0 0 2	下部カバー	
8 0 0 3	F P C	
8 0 0 4	タッチセンサ	
8 0 0 5	F P C	10
8 0 0 6	表示装置	
8 0 0 9	フレーム	
8 0 1 0	プリント基板	
8 0 1 1	バッテリー	
8 5 0 1	照明装置	
8 5 0 2	照明装置	
8 5 0 3	照明装置	
8 5 0 4	照明装置	
9 0 0 0	筐体	
9 0 0 1	表示部	20
9 0 0 3	スピーカ	
9 0 0 5	操作キー	
9 0 0 6	接続端子	
9 0 0 7	センサ	
9 0 0 8	マイクロフォン	
9 0 5 0	操作ボタン	
9 0 5 1	情報	
9 0 5 2	情報	
9 0 5 3	情報	
9 0 5 4	情報	30
9 0 5 5	ヒンジ	
9 1 0 0	携帯情報端末	
9 1 0 1	携帯情報端末	
9 1 0 2	携帯情報端末	
9 2 0 0	携帯情報端末	
9 2 0 1	携帯情報端末	

【 図 1 】

(A)

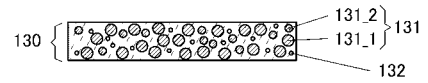


(B)

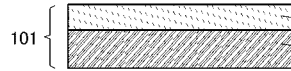


【 図 2 】

(A)

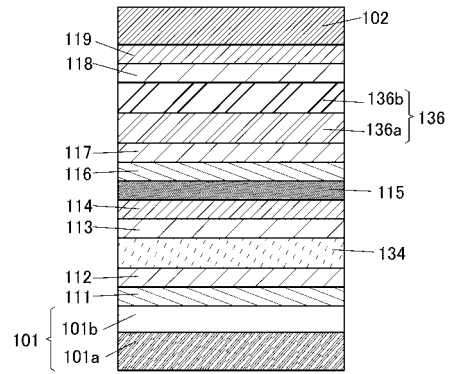


(B)



【 図 3 】

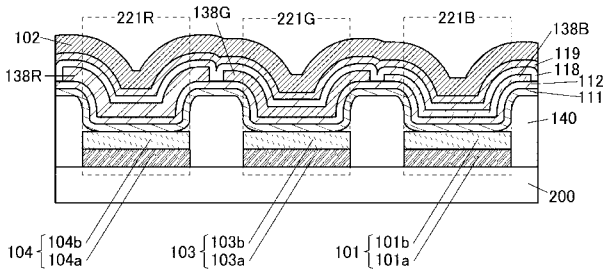
152



【 図 4 】

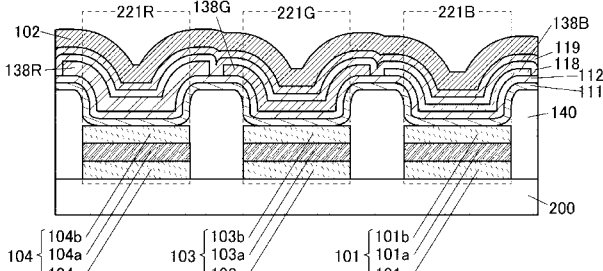
(A)

250



(B)

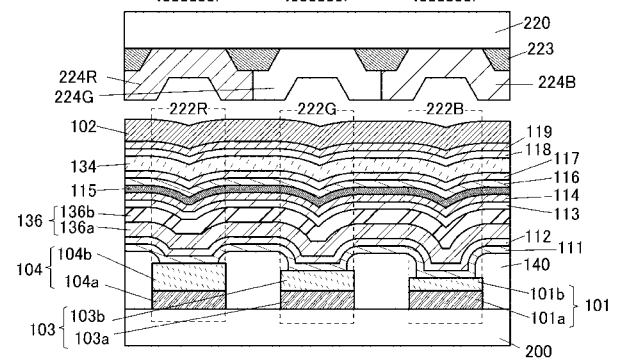
252



【 図 5 】

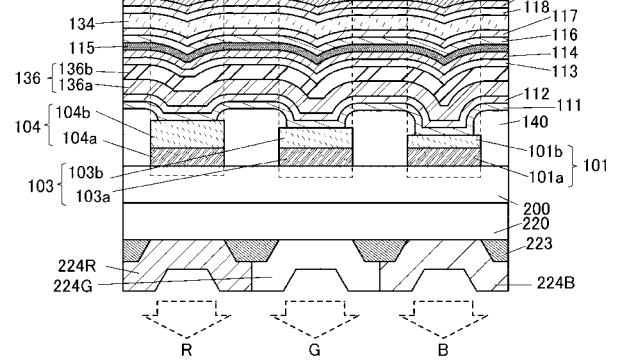
(A)

254



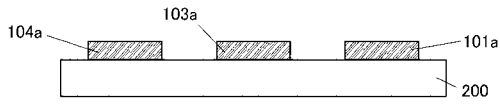
(B)

256

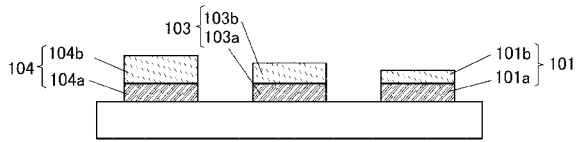


【 図 6 】

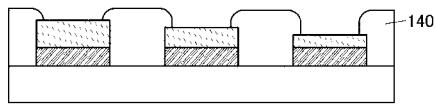
(A)



(B)

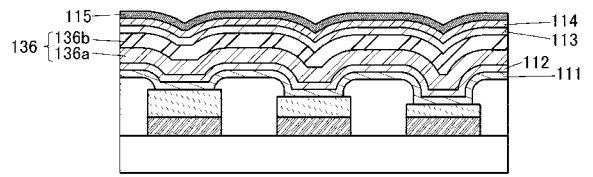


(C)

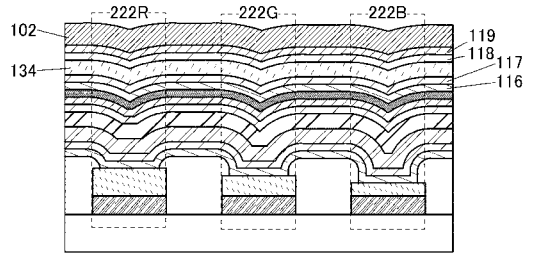


【 図 7 】

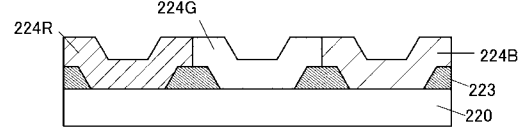
(A)



(B)

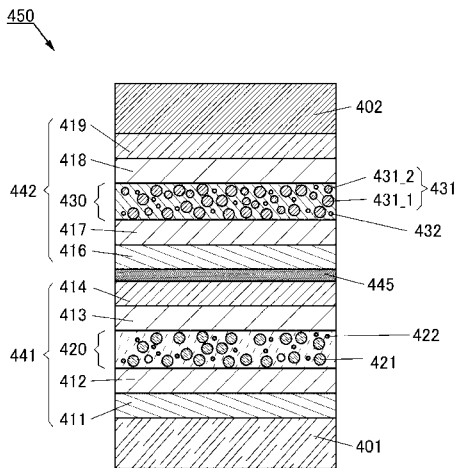


(C)

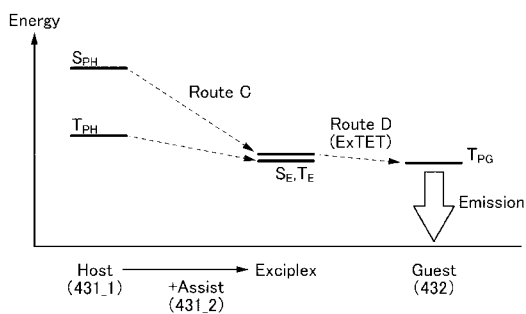


【 図 8 】

(A)

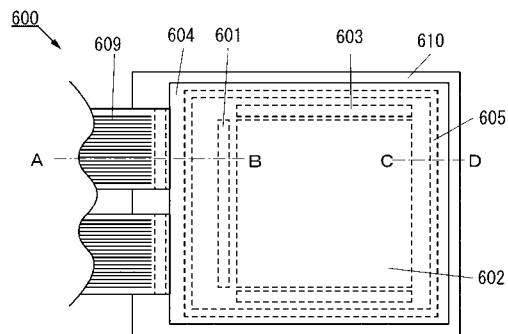


(B)

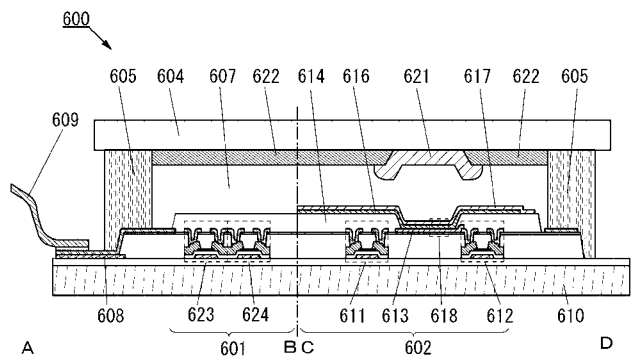


【 図 9 】

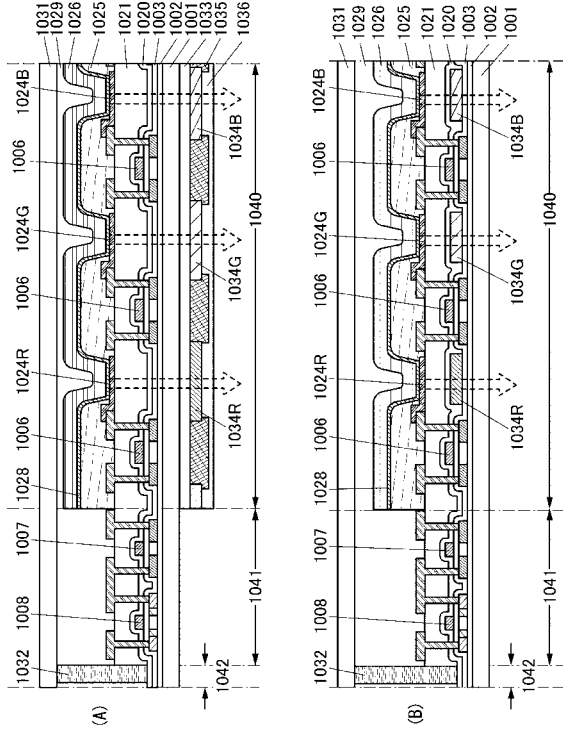
(A)



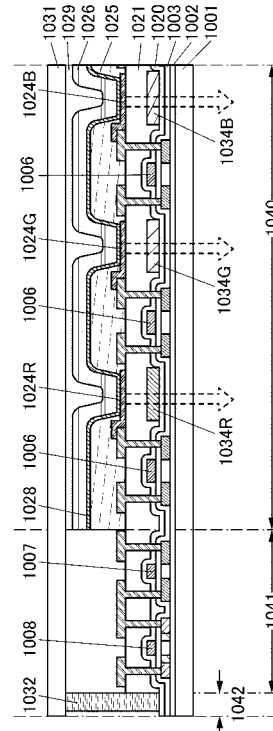
(B)



【図 10】

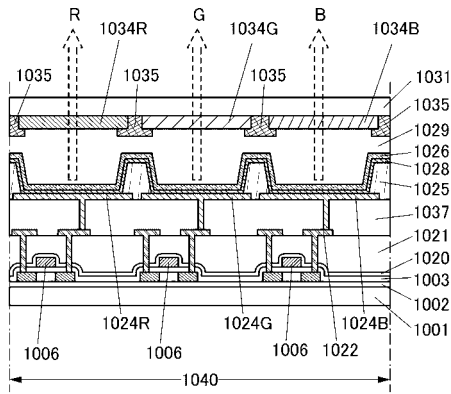


【図 11】

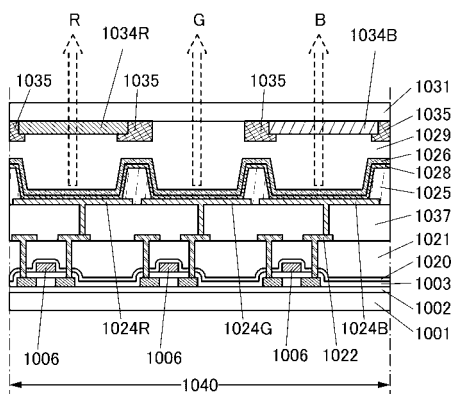


【図 12】

(A)

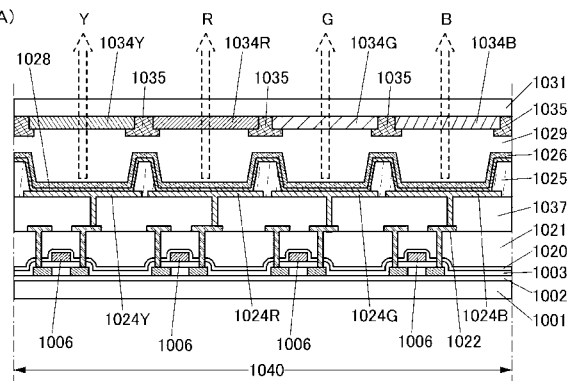


(B)

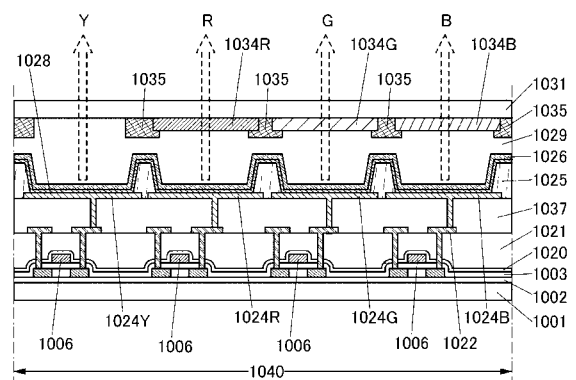


【図 13】

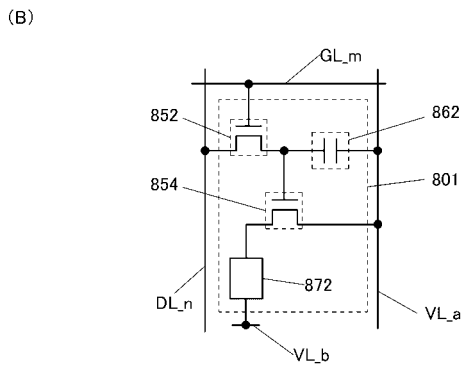
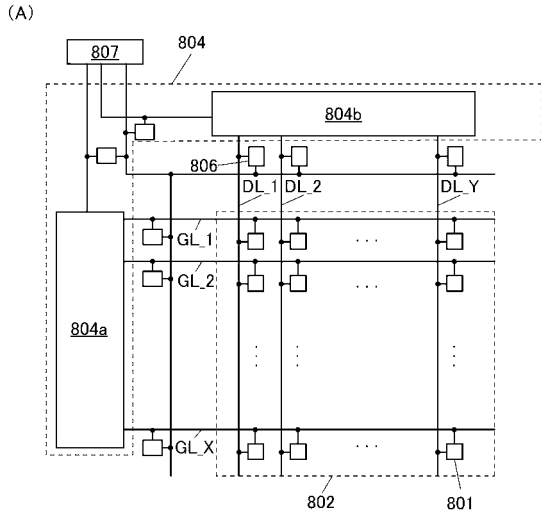
(A)



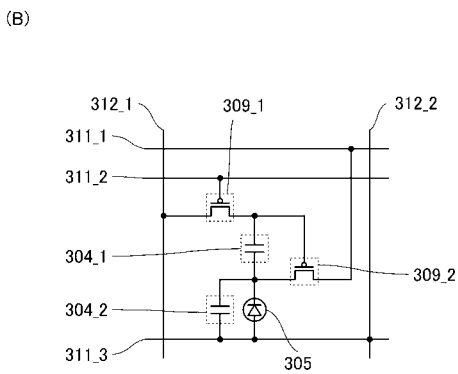
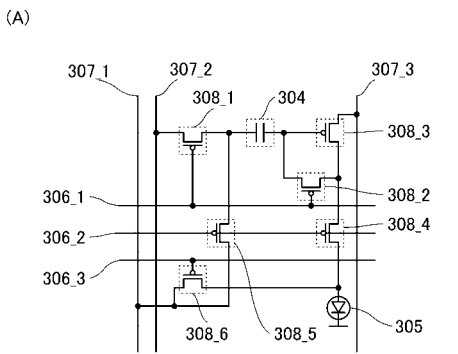
(B)



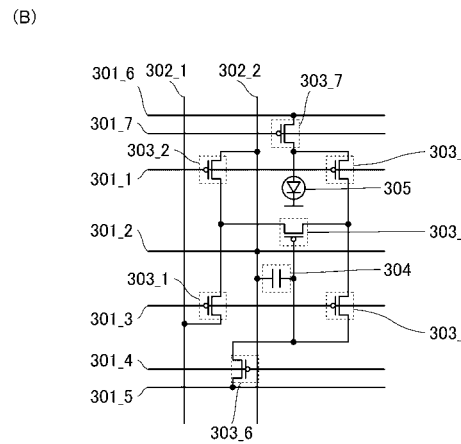
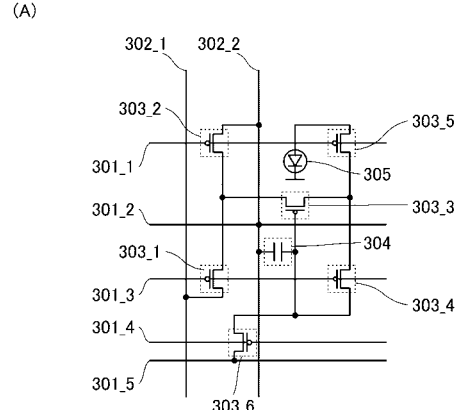
【 図 1 4 】



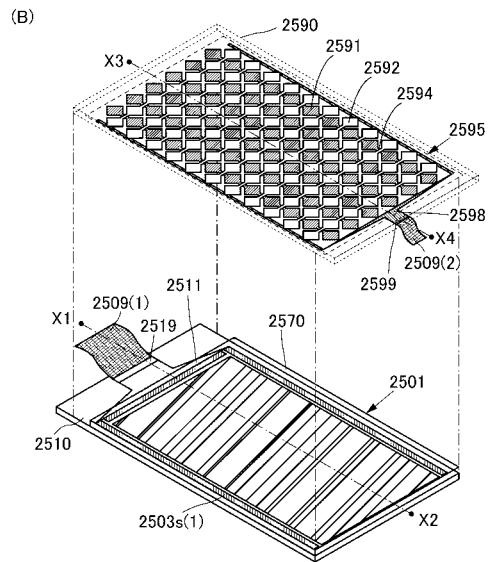
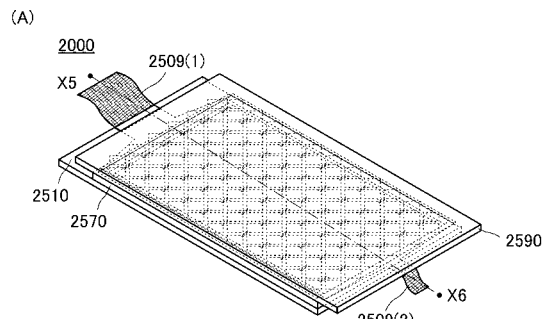
【 図 1 6 】



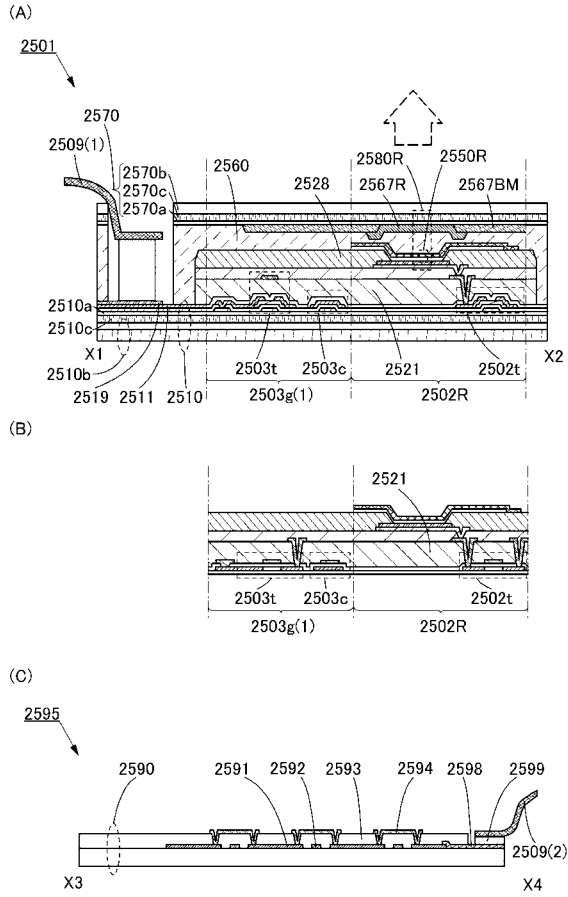
【 図 1 5 】



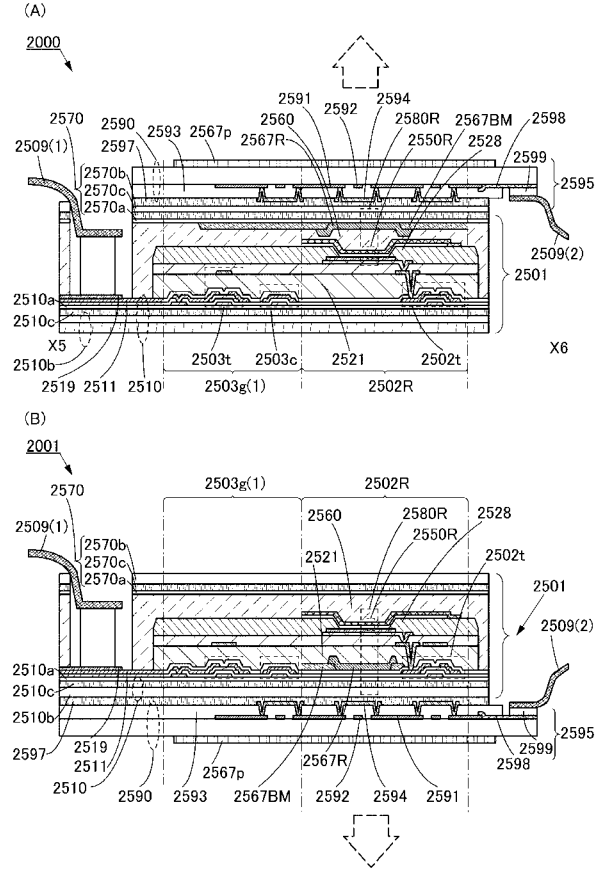
【 図 1 7 】



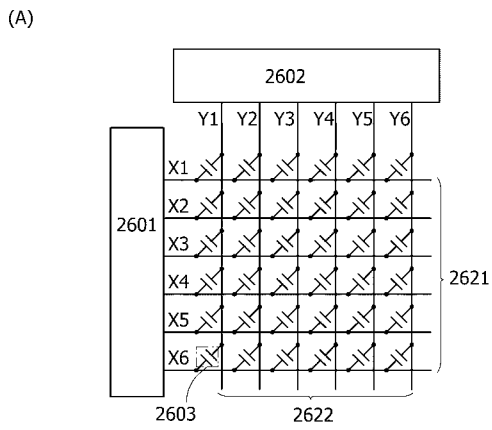
【図18】



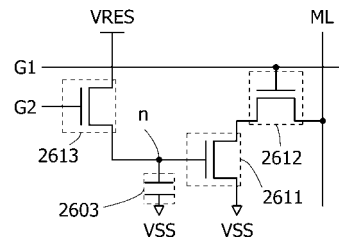
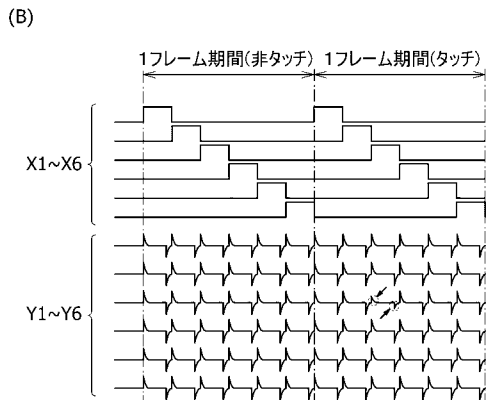
【図19】



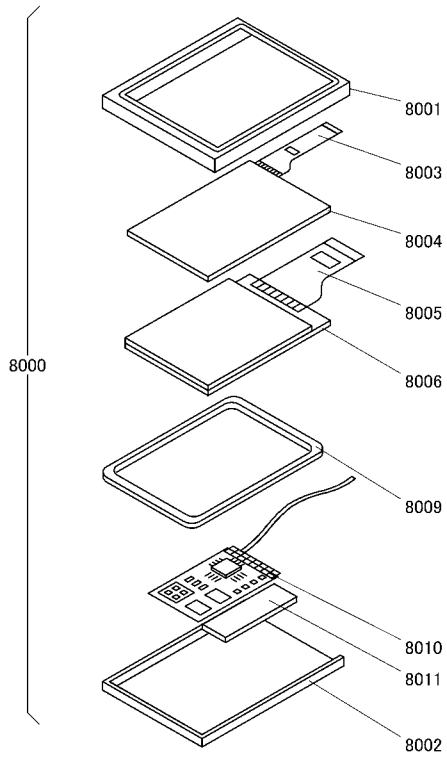
【図20】



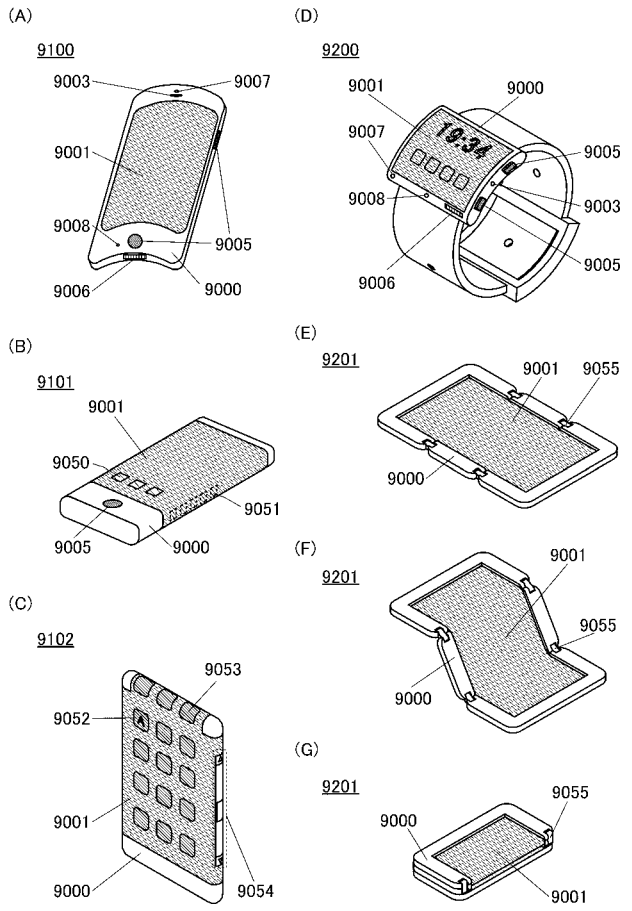
【図21】



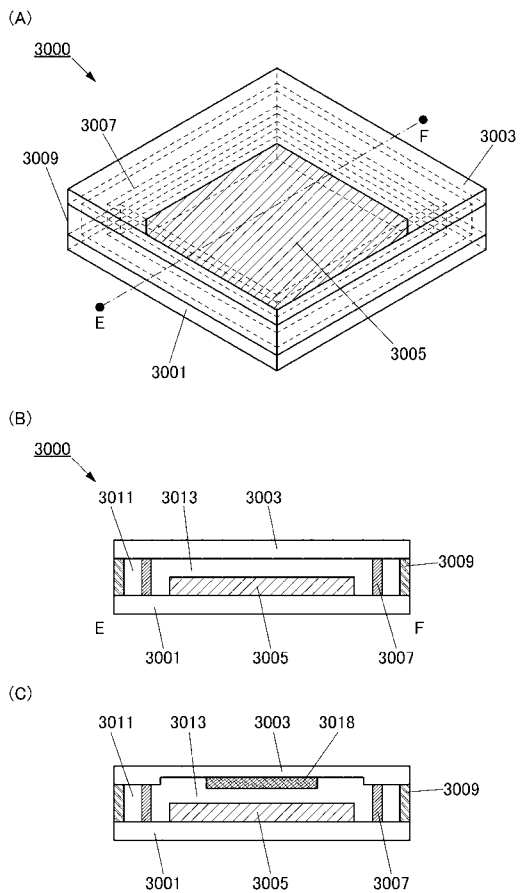
【 図 2 2 】



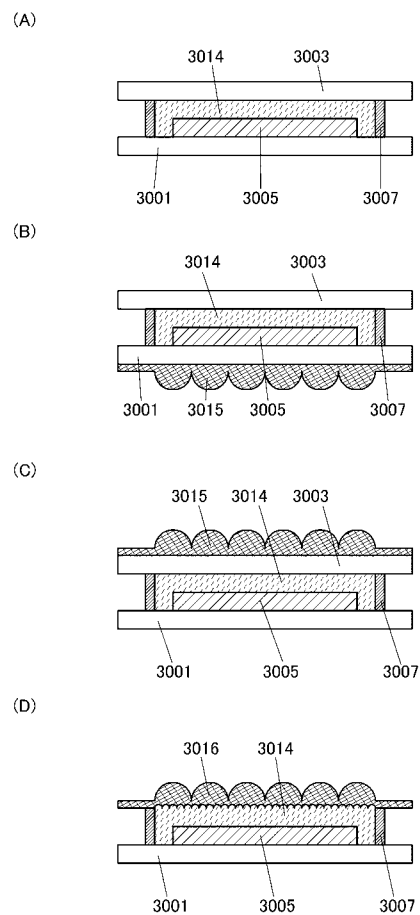
【 図 2 3 】



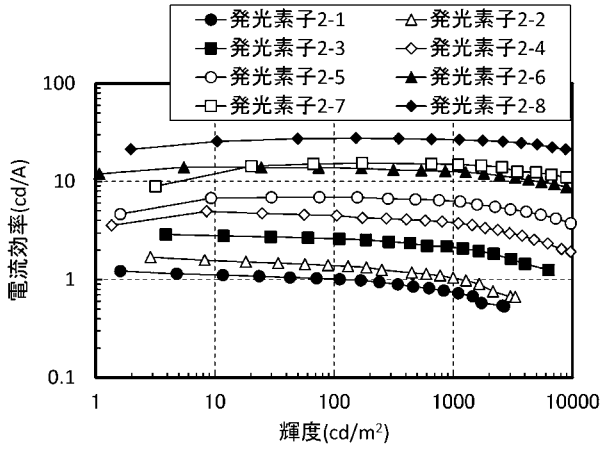
【 図 2 4 】



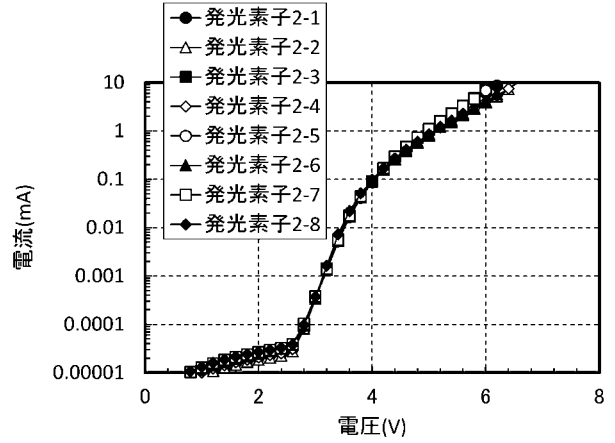
【 図 2 5 】



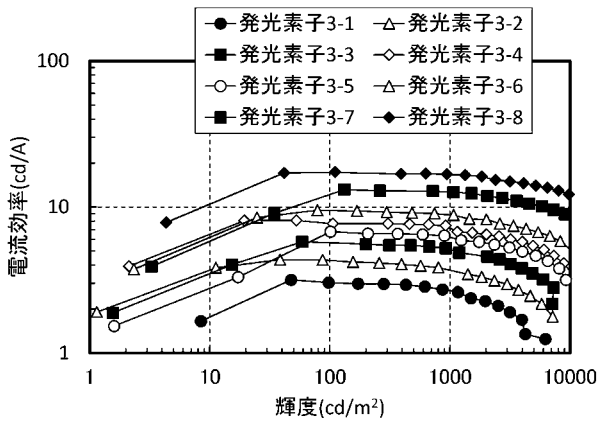
【 図 3 2 】



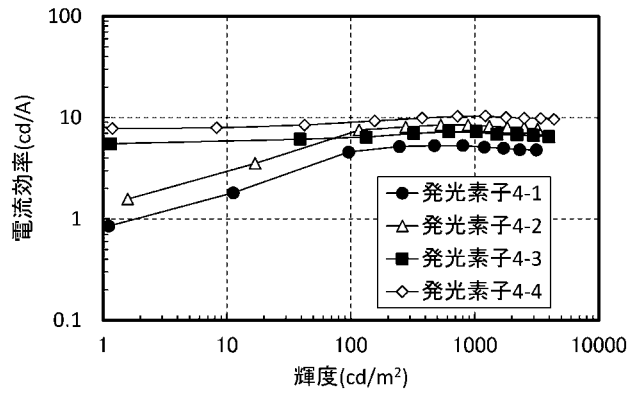
【 図 3 3 】



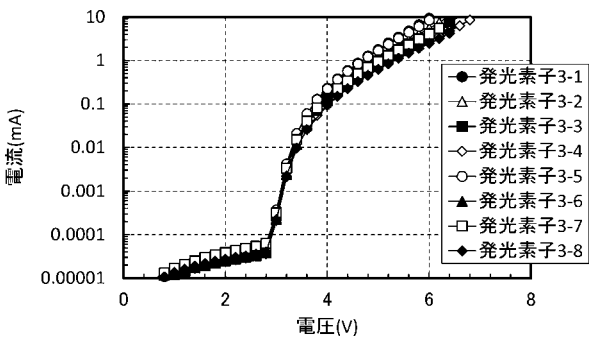
【 図 3 5 】



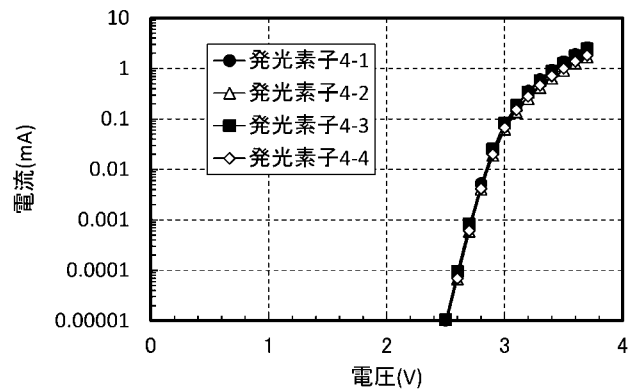
【 図 3 8 】



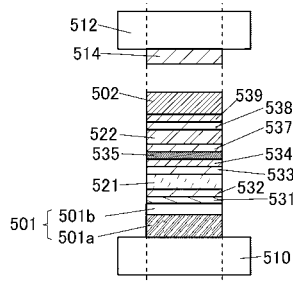
【 図 3 6 】



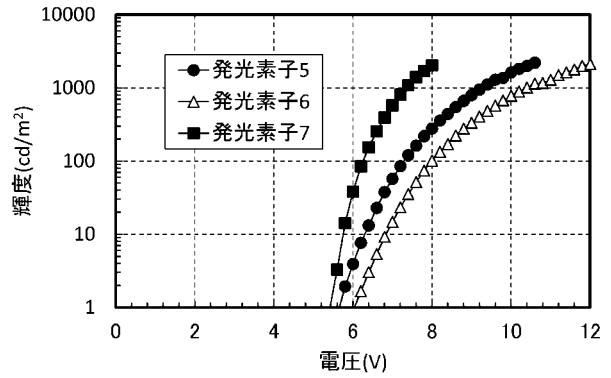
【 図 3 9 】



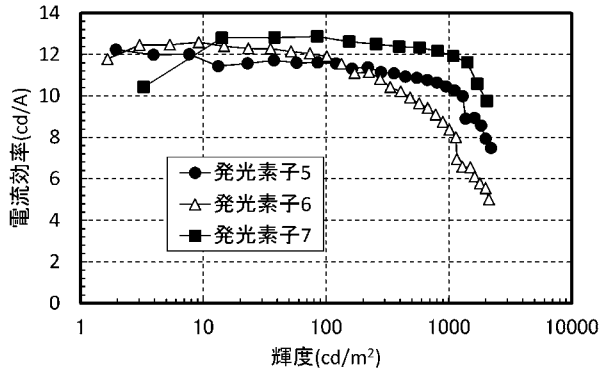
【 図 4 3 】



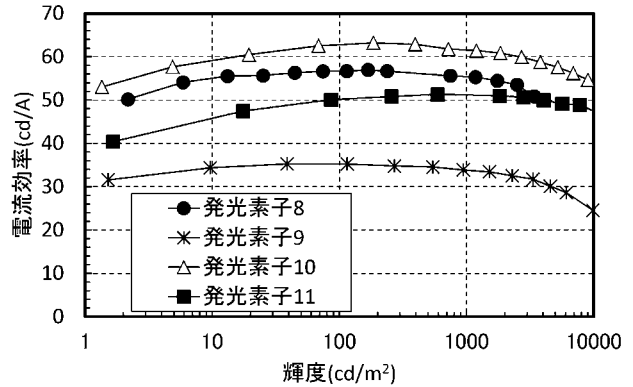
【 図 4 5 】



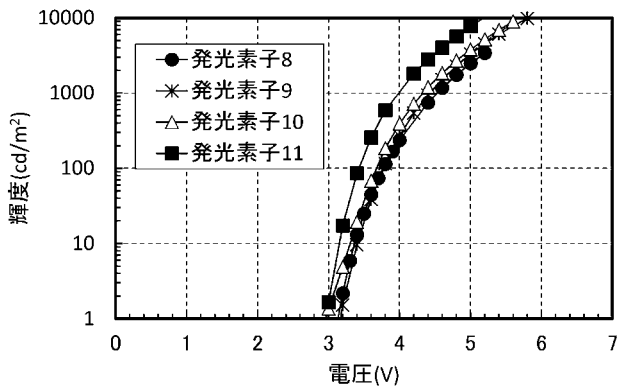
【 図 4 4 】



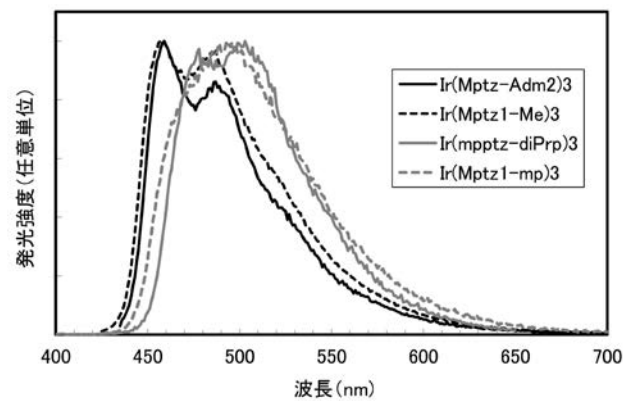
【 図 4 7 】



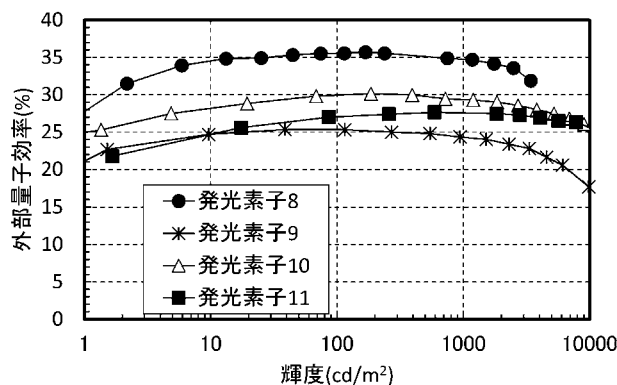
【 図 4 8 】



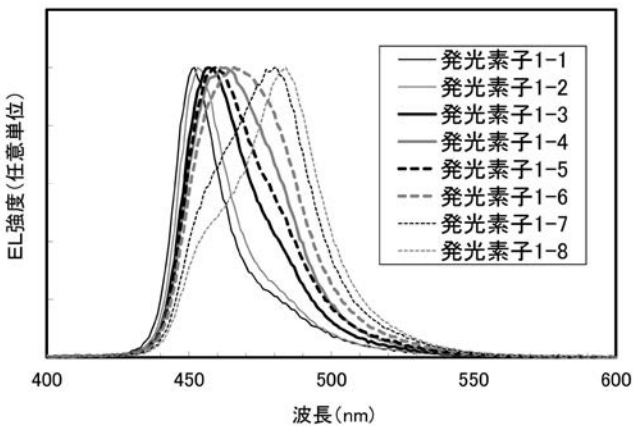
【 図 2 8 】



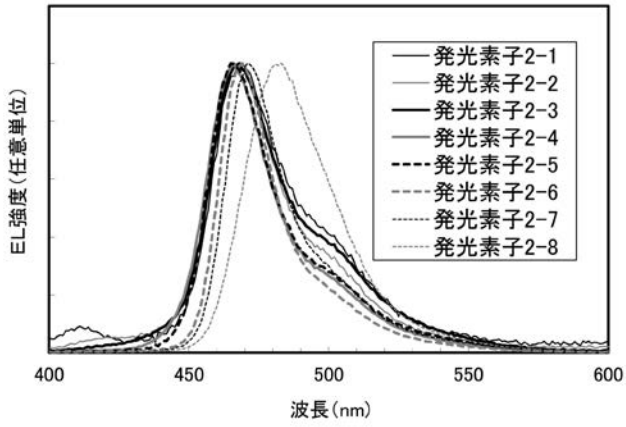
【 図 4 9 】



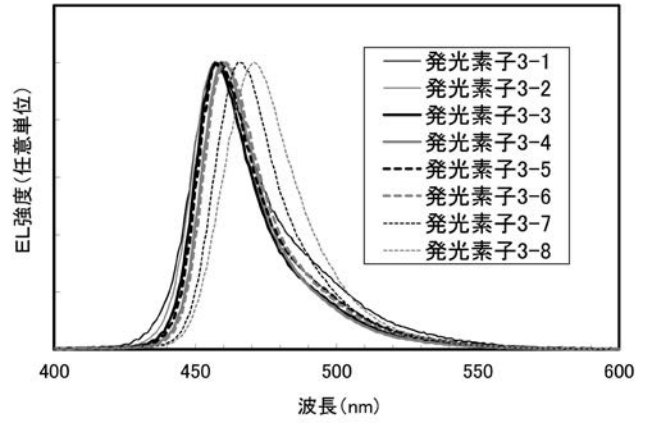
【 図 3 1 】



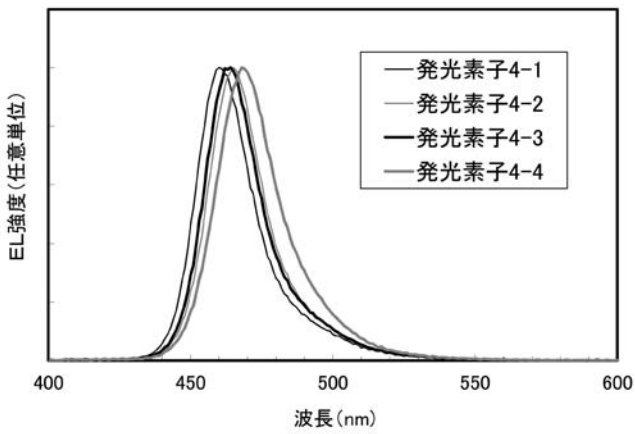
【 図 3 4 】



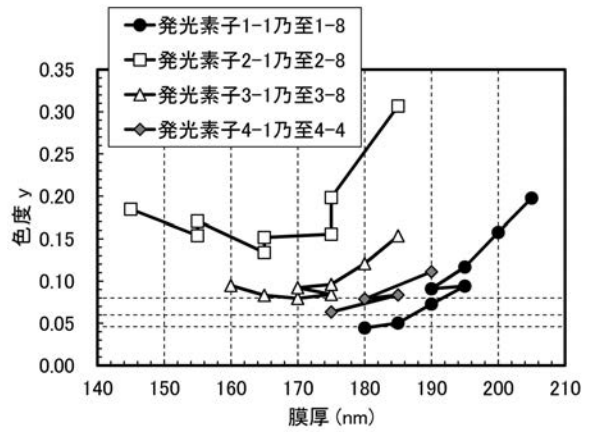
【 図 3 7 】



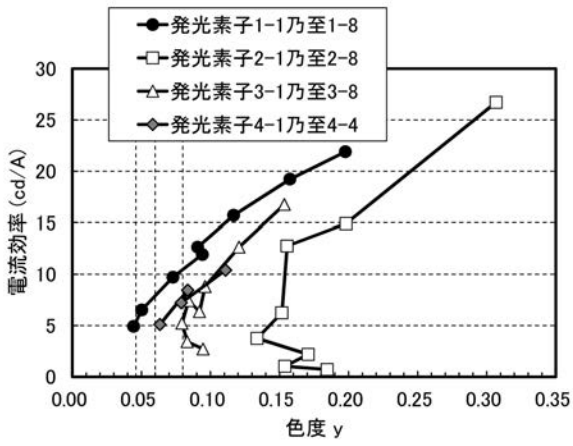
【 図 4 0 】



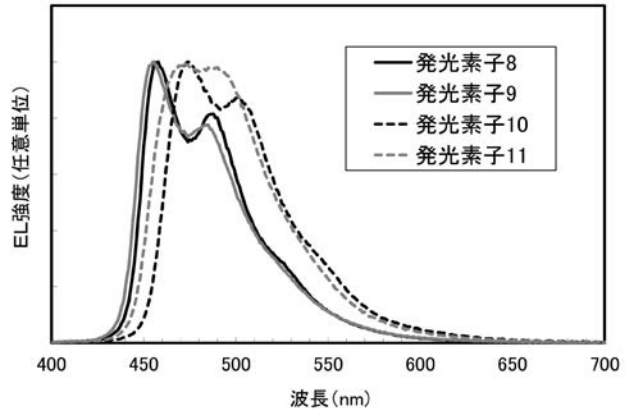
【 図 4 1 】



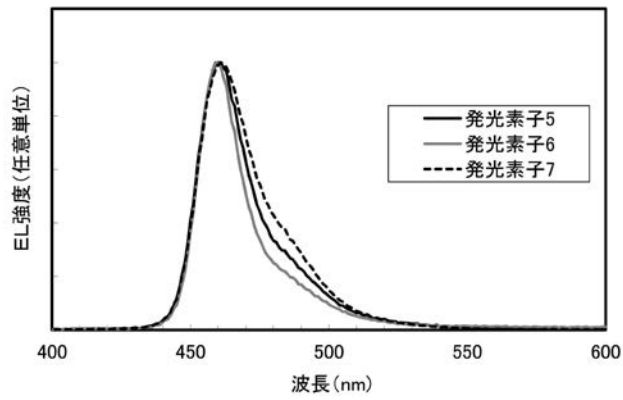
【 図 4 2 】



【 図 5 0 】



【 図 4 6 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

テーマコード(参考)

C 0 9 K 11/06 6 6 0

Fターム(参考) 3K107 AA01 BB01 BB02 BB07 BB08 CC04 CC06 CC07 CC09 CC14
DD22 DD23 DD27 DD28 DD44X DD44Y DD52 DD64 DD67 DD69
EE03 EE22 FF12 FF13

专利名称(译)	发光元件，发光装置，显示装置和电子设备		
公开(公告)号	JP2016127287A	公开(公告)日	2016-07-11
申请号	JP2015250991	申请日	2015-12-24
[标]申请(专利权)人(译)	株式会社半导体能源研究所		
申请(专利权)人(译)	半导体能源研究所有限公司		
[标]发明人	渡部剛吉 佐々木俊毅 瀬尾哲史		
发明人	渡部 剛吉 佐々木 俊毅 瀬尾 哲史		
IPC分类号	H01L51/50 H05B33/12 H05B33/26 H05B33/28 C09K11/06		
CPC分类号	H01L51/5265 C07F15/0033 C09K11/06 H01L27/323 H01L51/0059 H01L51/006 H01L51/0072 H01L51/0074 H01L51/0085 H01L51/5016 H01L2251/5384		
FI分类号	H05B33/14.B H05B33/12.C H05B33/26.Z H05B33/28 H05B33/12.E C09K11/06.660 H01L27/32		
F-TERM分类号	3K107/AA01 3K107/BB01 3K107/BB02 3K107/BB07 3K107/BB08 3K107/CC04 3K107/CC06 3K107/CC07 3K107/CC09 3K107/CC14 3K107/DD22 3K107/DD23 3K107/DD27 3K107/DD28 3K107/DD44X 3K107/DD44Y 3K107/DD52 3K107/DD64 3K107/DD67 3K107/DD69 3K107/EE03 3K107/EE22 3K107/FF12 3K107/FF13		
优先权	2014264945 2014-12-26 JP		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

提供了一种具有高色纯度，高发射效率和低功耗的发光元件。具有第一电极101，第二电极102和EL层100的发光元件150，具有反射光的功能的第一电极和第二电极 电极具有反射光的功能和透射光的功能，EL层设置在第一电极和第二电极之间，并且EL层是客体材料132。客体材料具有将三重态激发能转换为发光的功能，并且客体材料在二氯甲烷溶液中的发射光谱中的440nm以上且470nm以下的波长区域具有最大值，并且为20nm。其半峰全宽不小于80nm。[选型图]图1

