

(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2016-85969

(P2016-85969A)

(43) 公開日 平成28年5月19日(2016.5.19)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H05B 33/12 (2006.01)	H05B 33/12 C	3 K 1 0 7
H01L 51/50 (2006.01)	H05B 33/14 A	
H05B 33/24 (2006.01)	H05B 33/24	
H05B 33/28 (2006.01)	H05B 33/28	
H05B 33/26 (2006.01)	H05B 33/26 Z	
審査請求 未請求 請求項の数 15 O L (全 78 頁)		

(21) 出願番号	特願2015-207671 (P2015-207671)	(71) 出願人	000153878
(22) 出願日	平成27年10月22日 (2015.10.22)		株式会社半導体エネルギー研究所
(31) 優先権主張番号	特願2014-216876 (P2014-216876)		神奈川県厚木市長谷398番地
(32) 優先日	平成26年10月24日 (2014.10.24)	(72) 発明者	上坂 正吾
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社半導体エネルギー研究所内
		(72) 発明者	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	堅石 李甫
			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	

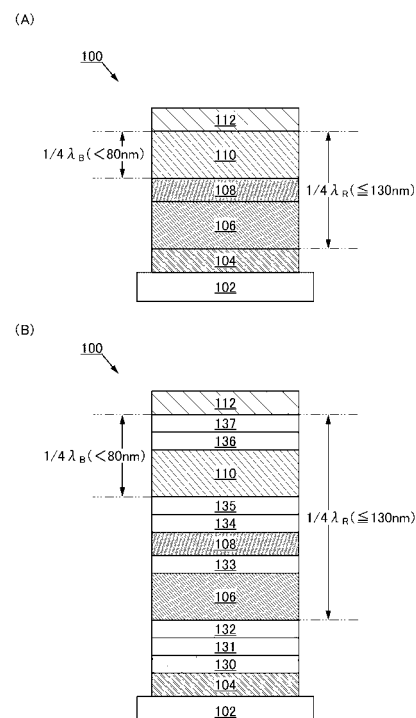
(54) 【発明の名称】 発光素子、発光装置、電子機器、及び照明装置

(57) 【要約】

【課題】 発光効率が高く、消費電力が低減された新規な発光素子または新規な発光装置を提供する。

【解決手段】 一对の電極間に複数の発光層を有する発光素子であって、発光素子は、下部電極と、下部電極上の第1の発光層と、第1の発光層上の電荷発生層と、電荷発生層上の第2の発光層と、第2の発光層上の上部電極と、を有する。第1の発光層は、第2の発光層よりも長波長側に発光スペクトルのピークを有する。上部電極の下面と第1の発光層の下面との間の距離が130nm以下である。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

一対の電極間に複数の発光層を有する発光素子であって、
前記発光素子は、
下部電極と、
前記下部電極上の第 1 の発光層と、
前記第 1 の発光層上の電荷発生層と、
前記電荷発生層上の第 2 の発光層と、
前記第 2 の発光層上の上部電極と、を有し、
前記第 1 の発光層は、
前記第 2 の発光層よりも長波長側に発光スペクトルのピークを有し、
前記上部電極の下面と、前記第 1 の発光層の下面との間の距離が 130 nm 以下である

10

、
ことを特徴とする発光素子。

【請求項 2】

一対の電極間に複数の発光層を有する発光素子であって、
前記発光素子は、
下部電極と、
前記下部電極上の正孔注入層と、
前記正孔注入層上の第 1 の正孔輸送層と、
前記第 1 の正孔輸送層上の第 1 の発光層と、
前記第 1 の発光層上の電荷発生層と、
前記電荷発生層上の第 2 の正孔輸送層と、
前記第 2 の正孔輸送層上の第 2 の発光層と、
前記第 2 の発光層上の電子輸送層と、
前記電子輸送層上の上部電極と、を有し、
前記第 1 の発光層は、
前記第 2 の発光層よりも長波長側に発光スペクトルのピークを有し、
前記上部電極の下面と、前記第 1 の発光層の下面との間の距離が 130 nm 以下である

20

、
ことを特徴とする発光素子。

30

【請求項 3】

請求項 1 または請求項 2 において、
前記第 1 の発光層からの発光は、
緑色、黄緑色、黄色、橙色、または赤色の中から選ばれる、いずれか一つに発光スペクトルのピークを有し、
前記第 2 の発光層からの発光は、
紫色、青色、または青緑色の中から選ばれる、いずれか一つに発光スペクトルのピークを有する、
ことを特徴とする発光素子。

40

【請求項 4】

請求項 1 乃至請求項 3 のいずれか一項において、
前記第 1 の発光層は、燐光材料を有し、
前記第 2 の発光層は、蛍光材料を有する、
ことを特徴とする発光素子。

【請求項 5】

請求項 1 乃至請求項 4 のいずれか一項において、
前記上部電極の下面と、前記第 2 の発光層の下面との間の距離が 80 nm 未満である、
ことを特徴とする発光素子。

【請求項 6】

50

請求項 1 乃至請求項 5 のいずれか一項において、
前記第 1 の発光層の上面と、前記第 2 の発光層の下面との間の距離が 40 nm 以下である、
ことを特徴とする発光素子。

【請求項 7】

請求項 1 乃至請求項 6 のいずれか一項において、
前記第 1 の発光層の発光領域は、
前記上部電極から $\lambda_Y / 4$ (λ_Y は、黄色の波長を表す) 近傍に形成され、
前記第 2 の発光層の発光領域は、
前記上部電極から $\lambda_B / 4$ (λ_B は、青色の波長を表す) 近傍に形成される、
ことを特徴とする発光素子。

10

【請求項 8】

複数の光を発する発光装置であって、
前記発光装置は、
青色を呈する光を発する機能を有する第 1 の発光素子と、
緑色を呈する光を発する機能を有する第 2 の発光素子と、
赤色を呈する光を発する機能を有する第 3 の発光素子と、を有し、
前記第 1 の発光素子は、
第 1 の下部電極と、
前記第 1 の下部電極上の第 1 の透明導電層と、
前記第 1 の透明導電層上の第 1 の発光層と、
前記第 1 の発光層上の電荷発生層と、
前記電荷発生層上の第 2 の発光層と、
前記第 2 の発光層上の上部電極と、を有し、
前記第 2 の発光素子は、
第 2 の下部電極と、
前記第 2 の下部電極上の第 2 の透明導電層と、
前記第 2 の透明導電層上の前記第 1 の発光層と、
前記第 1 の発光層上の前記電荷発生層と、
前記電荷発生層上の前記第 2 の発光層と、
前記第 2 の発光層上の前記上部電極と、を有し、
前記第 3 の発光素子は、
第 3 の下部電極と、
前記第 3 の下部電極上の第 3 の透明導電層と、
前記第 3 の透明導電層上の前記第 1 の発光層と、
前記第 1 の発光層上の前記電荷発生層と、
前記電荷発生層上の前記第 2 の発光層と、
前記第 2 の発光層上の前記上部電極と、を有し、
前記第 1 の発光層は、
前記第 2 の発光層よりも長波長側に発光スペクトルのピークを有し、
前記上部電極の下面と、前記第 1 の発光層の下面との間の距離が 130 nm 以下である、

20

30

40

ことを特徴とする発光装置。

【請求項 9】

複数の光を発する発光装置であって、
前記発光装置は、
青色を呈する光を発する機能を有する第 1 の発光素子と、
緑色を呈する光を発する機能を有する第 2 の発光素子と、
赤色を呈する光を発する機能を有する第 3 の発光素子と、
黄色を呈する光を発する機能を有する第 4 の発光素子と、を有し、

50

前記第 1 の発光素子は、
 第 1 の下部電極と、
 前記第 1 の下部電極上の第 1 の透明導電層と、
 前記第 1 の透明導電層上の第 1 の発光層と、
 前記第 1 の発光層上の電荷発生層と、
 前記電荷発生層上の第 2 の発光層と、
 前記第 2 の発光層上の上部電極と、を有し、
 前記第 2 の発光素子は、
 第 2 の下部電極と、
 前記第 2 の下部電極上の第 2 の透明導電層と、
 前記第 2 の透明導電層上の前記第 1 の発光層と、
 前記第 1 の発光層上の前記電荷発生層と、
 前記電荷発生層上の前記第 2 の発光層と、
 前記第 2 の発光層上の前記上部電極と、を有し、
 前記第 3 の発光素子は、
 第 3 の下部電極と、
 前記第 3 の下部電極上の第 3 の透明導電層と、
 前記第 3 の透明導電層上の前記第 1 の発光層と、
 前記第 1 の発光層上の前記電荷発生層と、
 前記電荷発生層上の前記第 2 の発光層と、
 前記第 2 の発光層上の前記上部電極と、を有し、
 前記第 4 の発光素子は、
 第 4 の下部電極と、
 前記第 4 の下部電極上の第 4 の透明導電層と、
 前記第 4 の透明導電層上の前記第 1 の発光層と、
 前記第 1 の発光層上の前記電荷発生層と、
 前記電荷発生層上の前記第 2 の発光層と、
 前記第 2 の発光層上の前記上部電極と、を有し、
 前記第 1 の発光層は、
 前記第 2 の発光層よりも長波長側に発光スペクトルのピークを有し、
 前記上部電極の下面と、前記第 1 の発光層の下面との間の距離が 130 nm 以下である

10

20

30

ことを特徴とする発光装置。

【請求項 10】

請求項 8 または請求項 9 において、
 前記第 1 の発光層からの発光は、
 緑色、黄緑色、黄色、橙色、または赤色の中から選ばれる、いずれか一つに発光スペクトルのピークを有し、
 前記第 2 の発光層からの発光は、
 紫色、青色、または青緑色の中から選ばれる、いずれか一つに発光スペクトルのピークを有する、

40

ことを特徴とする発光装置。

【請求項 11】

請求項 8 乃至請求項 10 のいずれか一項において、
 前記第 1 の発光層は、燐光材料を有し、
 前記第 2 の発光層は、蛍光材料を有する、
 ことを特徴とする発光装置。

【請求項 12】

請求項 8 乃至請求項 11 のいずれか一項において、
 前記上部電極の下面と、前記第 2 の発光層の下面との間の距離が 80 nm 未満である、

50

ことを特徴とする発光装置。

【請求項 1 3】

請求項 8 乃至請求項 1 2 のいずれか一項において、
前記第 1 の発光層の上面と、前記第 2 の発光層の下面との間の距離が 4 0 n m 以下である、

ことを特徴とする発光装置。

【請求項 1 4】

請求項 1 乃至請求項 7 のいずれか一つに記載の発光素子、または請求項 8 乃至請求項 1 3 のいずれか一つに記載の発光装置と、
筐体またはタッチセンサ機能と、
を有する電子機器。

10

【請求項 1 5】

請求項 1 乃至請求項 7 のいずれか一つに記載の発光素子、または請求項 8 乃至請求項 1 3 のいずれか一つに記載の発光装置と、
筐体と、
を有する照明装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明の一態様は、電界を加えることにより発光が得られる発光層を一对の電極間に挟んでなる発光素子、または該発光素子を有する発光装置、電子機器、及び照明装置に関する。

20

【0 0 0 2】

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ことができる。

30

【背景技術】

【0 0 0 3】

近年、エレクトロルミネッセンス（E l e c t r o L u m i n e s c e n c e : E L）を利用した発光素子の研究開発が盛んに行われている。これら発光素子の基本的な構成は、一对の電極間に発光性の物質を含む層を挟んだものである。この素子に電圧を印加することにより、発光性の物質からの発光が得られる。

【0 0 0 4】

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。

40

【0 0 0 5】

発光素子からの光の取り出し効率を改善するために、一对の電極間で光の共振効果を利用した微小光共振器（マイクロキャビティ）構造を採用し、特定波長における光強度を増加させる方法が提案されている（例えば、特許文献 1 参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0 0 0 6】

【特許文献 1】特開 2 0 1 2 - 1 8 2 1 2 7 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

50

【 0 0 0 7 】

一対の電極間で光の共振効果を利用した微小光共振器構造（以下、マイクロキャビティ構造という）を採用した場合、一対の電極の一方に反射率の高い金属膜（例えば銀を含む金属膜など）を用いると、表面プラズモン共鳴（SPR：Surface Plasmon Resonance）の影響により、反射率の高い金属膜の表面近傍で光の散乱または光の吸収が生じ、光取出し効率が低下する場合がある。

【 0 0 0 8 】

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。本発明の一態様では、新規な発光装置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く、消費電力が低減された新規な発光素子または新規な発光装置を提供することを課題の一つとする。または新規な発光装置の作製方法を提供することを課題の一つとする。

10

【 0 0 0 9 】

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】

【 0 0 1 0 】

本発明の一態様は、一対の電極間に複数の発光層を有する発光素子であって、発光素子は、下部電極と、下部電極上の第1の発光層と、第1の発光層上の電荷発生層と、電荷発生層上の第2の発光層と、第2の発光層上の上部電極と、を有し、第1の発光層は、第2の発光層よりも長波長側に発光スペクトルのピークを有し、上部電極の下面と第1の発光層の下面との間の距離が130nm以下である発光素子である。

20

【 0 0 1 1 】

また、本発明の他の一態様は、一対の電極間に複数の発光層を有する発光素子であって、発光素子は、下部電極と、下部電極上の正孔注入層と、正孔注入層上の第1の正孔輸送層と、第1の正孔輸送層上の第1の発光層と、第1の発光層上の電荷発生層と、電荷発生層上の第2の正孔輸送層と、第2の正孔輸送層上の第2の発光層と、第2の発光層上の電子輸送層と、電子輸送層上の上部電極と、を有し、第1の発光層は、第2の発光層よりも長波長側に発光スペクトルのピークを有し、上部電極の下面と第1の発光層の下面との間の距離が130nm以下である発光素子である。

30

【 0 0 1 2 】

また、本発明の他の一態様は、複数の発光色を有する光を発する発光装置であって、発光装置は、青色を呈する光を発する機能を有する第1の発光素子と、緑色を呈する光を発する機能を有する第2の発光素子と、赤色を呈する光を発する機能を有する第3の発光素子と、を有し、第1の発光素子は、第1の下部電極と、第1の下部電極上の第1の透明導電層と、第1の透明導電層上の第1の発光層と、第1の発光層上の電荷発生層と、電荷発生層上の第2の発光層と、第2の発光層上の上部電極と、を有し、第2の発光素子は、第2の下部電極と、第2の下部電極上の第2の透明導電層と、第2の透明導電層上の第1の発光層と、第1の発光層上の電荷発生層と、電荷発生層上の第2の発光層と、第2の発光層上の上部電極と、を有し、第3の発光素子は、第3の下部電極と、第3の下部電極上の第3の透明導電層と、第3の透明導電層上の第1の発光層と、第1の発光層上の電荷発生層と、電荷発生層上の第2の発光層と、第2の発光層上の上部電極と、を有し、第1の発光層は、第2の発光層よりも長波長側に発光スペクトルのピークを有し、上部電極の下面と第1の発光層の下面との間の距離が130nm以下である発光素子である。

40

【 0 0 1 3 】

また、本発明の他の一態様は、複数の発光色を有する光を発する発光装置であって、発光装置は、青色を呈する光を発する機能を有する第1の発光素子と、緑色を呈する光を発する機能を有する第2の発光素子と、赤色を呈する光を発する機能を有する第3の発光素

50

子と、黄色を呈する光を発する機能を有する第4の発光素子と、を有し、第1の発光素子は、第1の下部電極と、第1の下部電極上の第1の透明導電層と、第1の透明導電層上の第1の発光層と、第1の発光層上の電荷発生層と、電荷発生層上の第2の発光層と、第2の発光層上の上部電極と、を有し、第2の発光素子は、第2の下部電極と、第2の下部電極上の第2の透明導電層と、第2の透明導電層上の第1の発光層と、第1の発光層上の電荷発生層と、電荷発生層上の第2の発光層と、第2の発光層上の上部電極と、を有し、第3の発光素子は、第3の下部電極と、第3の下部電極上の第3の透明導電層と、第3の透明導電層上の第1の発光層と、第1の発光層上の電荷発生層と、電荷発生層上の第2の発光層と、第2の発光層上の上部電極と、を有し、第4の発光素子は、第4の下部電極と、第4の下部電極上の第4の透明導電層と、第4の透明導電層上の第1の発光層と、第1の発光層上の電荷発生層と、電荷発生層上の第2の発光層と、第2の発光層上の上部電極と、を有し、第1の発光層は、第2の発光層よりも長波長側に発光スペクトルのピークを有し、上部電極の下面と第1の発光層の下面との間の距離が130nm以下である発光素子である。

10

【0014】

また、上記態様において、第1の発光層からの発光は、緑色、黄緑色、黄色、橙色、または赤色の中から選ばれる、いずれか一つに発光スペクトルのピークを有し、第2の発光層からの発光は、紫色、青色、または青緑色の中から選ばれる、いずれか一つに発光スペクトルのピークを有する、と好ましい。また、上記態様において、第1の発光層は、燐光材料を有し、第2の発光層は、蛍光材料を有する、と好ましい。

20

【0015】

また、上記態様において、上部電極の下面と第2の発光層の下面との間の距離が80nm未満であると好ましい。また、上記態様において、第1の発光層の上面と、第2の発光層の下面との間の距離が40nm以下であると好ましい。

【0016】

また、上記態様において、第1の発光層の発光領域は、上部電極の下面から $\lambda_y / 4$ (λ_y は、黄色の波長を表す) 近傍に形成され、第2の発光層の発光領域は、上部電極の下面から $\lambda_b / 4$ (λ_b は、青色の波長を表す) 近傍に形成される、と好ましい。なお、本明細書等において、 $\lambda_x / 4$ (λ_x は、 λ_r 、 λ_g 、 λ_b 、または λ_y のいずれかを表す) 近傍とは、 $\lambda_x / 4$ の ± 20 nm 以内、好ましくは、 $\lambda_x / 4$ の ± 10 nm 以内の範囲を表す。

30

【0017】

また、本発明の他の一態様は、上記態様のいずれか一つに記載の発光素子、または上記態様のいずれか一つに記載の発光装置と、筐体またはタッチセンサ機能とを有する電子機器である。また、本発明の他の一態様は、上記態様のいずれか一つに記載の発光素子、または上記態様のいずれか一つに記載の発光装置と、筐体とを有する照明装置である。なお、本明細書中における発光装置とは、画像表示デバイス、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)が取り付けられたモジュール、TCPの先にプリント配線板が設けられたモジュール、または発光素子にCOG(Chip On Glass)方式によりIC(集積回路)が直接実装されたモジュールは、発光装置を含む場合がある。

40

【発明の効果】

【0018】

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、新規な発光装置を提供することができる。または、本発明の一態様により、発光効率が高く、消費電力が低減された新規な発光素子または新規な発光装置を提供することができる。または、本発明の一態様により、新規な発光装置の作製方法を提供することができる。

【0019】

50

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】

【0020】

【図1】発光素子を説明する断面図。

【図2】発光素子を説明する断面図。

【図3】発光素子を説明する断面図。

【図4】発光装置を説明する断面図。

10

【図5】発光装置を説明する断面図。

【図6】発光装置を説明する断面図。

【図7】発光装置を説明する断面図。

【図8】発光装置を説明する断面図。

【図9】発光装置を説明する断面図。

【図10】発光装置を説明する断面図。

【図11】発光装置を説明する断面図。

【図12】発光装置を説明する断面図。

【図13】トランジスタを説明する断面図。

【図14】発光装置の作製方法を説明する断面図。

20

【図15】発光装置の作製方法を説明する断面図。

【図16】発光装置の作製方法を説明する断面図。

【図17】表示装置を説明するブロック図及び回路図。

【図18】表示装置の画素回路を説明する回路図。

【図19】表示装置の画素回路を説明する回路図。

【図20】タッチパネルの一例を示す斜視図。

【図21】表示パネル及びタッチセンサの一例を示す断面図。

【図22】タッチパネルの一例を示す断面図。

【図23】タッチセンサのブロック図及びタイミングチャート図。

【図24】タッチセンサの回路図。

30

【図25】表示モジュールを説明する斜視図。

【図26】電子機器を説明する図。

【図27】発光装置を説明する斜視図及び断面図。

【図28】発光装置を説明する断面図。

【図29】照明装置及び電子機器を説明する図。

【図30】実施例に係る発光素子を説明する断面図。

【図31】実施例に係る発光素子の輝度 - 電流密度特性、及び輝度 - 電圧特性を説明する図。

【図32】実施例に係る発光素子の電流効率 - 輝度特性、及び発光スペクトルを説明する図。

40

【図33】実施例に係る発光素子の輝度 - 電流密度特性、及び輝度 - 電圧特性を説明する図。

【図34】実施例に係る発光素子の電流効率 - 輝度特性、及び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】

【0021】

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、本発明の一態様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、本発明の一態様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。

50

【 0 0 2 2 】

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、開示する発明の一態様は、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。

【 0 0 2 3 】

また、本明細書などにおいて、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すものではない。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。

10

【 0 0 2 4 】

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

【 0 0 2 5 】

また、本明細書等において、青色の波長帯域とは 400 nm 以上 480 nm 未満であり、緑色の波長帯域とは 480 nm 以上 540 nm 未満であり、黄色の波長帯域とは 540 nm 以上 600 nm 未満であり、赤色の波長帯域とは 600 nm 以上 780 nm 以下である。

【 0 0 2 6 】

また、本明細書等において、透明導電層とは、可視光において透光性を有し、且つ導電性を有する層である。例えば、透明導電層としては、ITO (Indium Tin Oxide) に代表される酸化物導電体膜、酸化物半導体膜、または有機物を含む有機導電体膜などが挙げられる。有機物を含む有機導電体膜としては、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膜、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膜等が挙げられる。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。

20

【 0 0 2 7 】

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。

30

【 0 0 2 8 】

(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 4 を用いて以下説明する。

【 0 0 2 9 】

< 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の一例を示す断面図である。図 1 (A) に示す発光素子 100 は、基板 102 上の下部電極 104 と、下部電極 104 上の第 1 の発光層 106 と、第 1 の発光層 106 上の電荷発生層 108 と、電荷発生層 108 上の第 2 の発光層 110 と、第 2 の発光層 110 上の上部電極 112 と、を有する。また、第 1 の発光層 106 は、第 2 の発光層 110 よりも長波長側に発光スペクトルのピークを有する。また、上部電極 112 の下面と第 1 の発光層 106 の下面との間の距離が 130 nm 以下である。

40

【 0 0 3 0 】

また、第 1 の発光層 106 及び第 2 の発光層 110 は、それぞれ発光性の物質を有する。また、第 1 の発光層 106 からの発光は、緑色、黄緑色、黄色、橙色、または赤色の中から選ばれる、いずれか一つに発光スペクトルのピークを有し、第 2 の発光層 110 からの発光は、紫色、青色、または青緑色の中から選ばれる、いずれか一つに発光スペクトル

50

のピークを有する。

【0031】

なお、本実施の形態では、下部電極104を陽極とし、上部電極112を陰極として、以下説明を行う。

【0032】

発光素子100に対して電圧を印加することにより、下部電極104側から注入された正孔と、上部電極112側から注入された電子とが、第1の発光層106及び第2の発光層110において再結合し、第1の発光層106及び第2の発光層110に含まれる発光物質を励起状態にする。そして、励起状態の発光物質が基底状態に戻る際に発光する。すなわち、第1の発光層106からの発光は、緑色、黄緑色、黄色、橙色、または赤色の中から選ばれる、いずれか一つの発光スペクトルが得られ、第2の発光層110からの発光は、紫色、青色、または青緑色の中から選ばれる、いずれか一つに発光スペクトルが得られる。

10

【0033】

例えば、第1の発光層106には、黄色の光を発する燐光材料を発光物質として用いることができる。また、第2の発光層110には、青色の光を発する蛍光材料を発光物質として用いることができる。

【0034】

また、第1の発光層106と第2の発光層110の間にある電荷発生層108は、下部電極104と上部電極112に電圧を印加したときに、一方の発光層（例えば、第1の発光層106）に電子を注入し、他方の発光層（例えば、第2の発光層110）に正孔を注入する機能を有する。

20

【0035】

また、図1(A)に示す発光素子100は、マイクロキャビティ構造を有する。マイクロキャビティ構造について、以下説明する。

【0036】

第1の発光層106及び第2の発光層110から射出される光は、一对の電極（下部電極104と上部電極112）の間で共振される。また、第1の発光層106は、射出される光の波長が強まる位置に形成される。例えば、下部電極104と電荷発生層108との間の光学距離と、上部電極112と下部電極104との間の光学距離とを調整することにより、第1の発光層106から射出される光の波長を強めることができる。また、第2の発光層110は、射出される光の波長が強まる位置に形成される。例えば、下部電極104と上部電極112との間の光学距離と、上部電極112と電荷発生層108との間の光学距離とを調整することにより、第2の発光層110から射出される光の波長を強めることができる。

30

【0037】

また、発光素子100は、上記光学距離を満たし、且つ下部電極104と上部電極112との間の光学距離が $m \cdot \lambda / 2$ （ m は自然数を、 λ は所望の色の波長を、それぞれ表す）となるように調整される。

【0038】

図1(A)に示す発光素子100のように、電荷発生層108を介して複数の発光層（ここでは、第1の発光層106及び第2の発光層110）を積層する構造、所謂タンデム型の発光素子の場合、第1の発光層106及び第2の発光層110のそれぞれの光学距離を最適化する必要がある。従来まで、タンデム型の発光素子において、光学距離を最適化し、各発光層が強め合う光の波長の位置に形成するのが困難であった。

40

【0039】

そこで、本発明の一態様の発光素子100においては、上部電極112から離れた側の発光層である第1の発光層106が、上部電極112から近い側の発光層である第2の発光層110よりも長波長側に発光スペクトルのピークを有する。また、上部電極112の下面と各発光層（第1の発光層106及び第2の発光層110）の下面との間の距離を調

50

整することで、光学距離を各発光層の光の波長が、強め合う波長の最小値である $\lambda_x / 4$ (λ_x は所望の色の波長を表す) 近傍とする。

【0040】

例えば、第1の発光層106から射出される光の波長が、赤色である600nm以上780nm以下の場合には、上部電極112の下面と第1の発光層106の下面との間の光学距離が195nm以下となる。また、第2の発光層110から射出される光の波長が、青色である400nm以上480nm未満の場合には、上部電極112の下面と第2の発光層110の下面との間の光学距離が120nm未満となる。なお、光学距離とは、「実際の距離×屈折率」で表されるため、例えば、第1の発光層106、電荷発生層108、及び第2の発光層110を形成する有機化合物の屈折率を1.5以上2.0以下とした場合、上部電極112の下面と第1の発光層106の下面との間の距離は130nm以下となる。すなわち、第1の発光層106は、上部電極112の下面から130nm以下の位置に形成される。同様に、上部電極112の下面と第2の発光層110の下面との間の距離は80nm未満となる。すなわち、第2の発光層110は、上部電極112の下面から80nm未満の位置に形成される。

【0041】

また、上部電極112の下面と第1の発光層106の下面までの間の距離を130nm以下とし、上部電極112の下面と第2の発光層110の下面までの間の距離を80nm未満とすることで、第2の発光層110の下面から第1の発光層106の下面までの距離を50nm以下とすることができる。さらに、第1の発光層106の膜厚を除算することで、第1の発光層106と、第2の発光層110との間の距離を求めることができる。例えば、第1の発光層106の膜厚が10nmの場合、第1の発光層106と第2の発光層110との間の距離は、40nm以下となる。または、第1の発光層106の膜厚が20nmの場合、第1の発光層106と第2の発光層110との間の距離は、30nm以下となる。第1の発光層106と第2の発光層110との間の距離を上述の数値とすることで、各発光層が強め合う光の波長の位置に第1の発光層106及び第2の発光層110を形成でき、第1の発光層106及び第2の発光層110の光学距離を最適化することができる。

【0042】

また、図1(A)に示す発光素子100を、図1(B)に示す構成としてもよい。

【0043】

図1(B)に示す発光素子100は、基板102上の下部電極104と、下部電極104上の透明導電層130と、透明導電層130上の正孔注入層131と、正孔注入層131上の正孔輸送層132と、正孔輸送層132上の第1の発光層106と、第1の発光層106上の電子輸送層133と、電子輸送層133上の電荷発生層108と、電荷発生層108上の正孔注入層134と、正孔注入層134上の正孔輸送層135と、正孔輸送層135上の第2の発光層110と、第2の発光層110上の電子輸送層136と、電子輸送層136上の電子注入層137と、電子注入層137上の上部電極112と、を有する。

【0044】

また、図1(B)において、第1の発光層106から射出される光の波長が、赤色(600nm以上780nm以下)とし、第2の発光層110から射出される光の波長が、青色(400nm以上480nm未満)とした場合、図1(A)に示す発光素子100と同様に、第1の発光層106は、第2の発光層110よりも長波長側に発光スペクトルのピークを有する。また、上部電極112の下面と第1の発光層106の下面との間の距離が130nm以下である。同様に、上部電極112の下面と第2の発光層110の下面との間の距離が80nm未満である。すなわち、第2の発光層110は、上部電極112の下面から80nm未満の位置に形成される。

【0045】

このように、本発明の一態様の発光素子100においては、上部電極112から離れた

側の発光層である第1の発光層106が、上部電極112から近い側の発光層である第2の発光層110よりも長波長側に発光スペクトルのピークを有する。また、上部電極112の下面と各発光層の下面との間の光学距離を、各発光層の波長が強め合う波長の最小値である $\lambda/4$ (λ は所望の色の波長を表す) 近傍とすることで、各発光層からの光の波長を強めることが可能となる。また、上部電極112の下面と各発光層の下面との間の光学距離を上記の構成とすることで、下部電極104の上面から所望の色の発光層を遠くすることが可能となるため、下部電極104の上面近傍で生じうる光の吸収または光の散乱を抑制することができる。したがって、発光効率の高い発光素子を提供することができる。

【0046】

また、上部電極112の下面と各発光層の下面との間の光学距離を、各発光層の波長が強め合う波長の最小値である $\lambda/4$ (λ は所望の色の波長を表す) 近傍とすることで、下部電極104の上面と上部電極112の下面との間の距離を、 λ (λ は所望の色の波長を表す) とすることができる。

【0047】

< 発光素子の構成例2 >

次に、図1に示す発光素子100と異なる構成の発光素子について、図2(A)(B)を用いて説明を行う。図2(A)(B)は、本発明の一態様の発光素子の一例を示す断面図である。

【0048】

図2(A)(B)に示す発光素子100は、図1(A)(B)で示す発光素子100の第1の発光層106から射出される光の波長を黄色とした構成である。

【0049】

第1の発光層106から射出される光の波長が、黄色である550nm以上600nm未満の場合には、上部電極112の下面と第1の発光層106の下面との間の光学距離が150nm未満となる。また、第2の発光層110から射出される光の波長が、青色である400nm以上480nm未満の場合には、上部電極112の下面と第2の発光層110の下面との間の光学距離が120nm未満となる。先の説明と同様に、屈折率を考慮し光学距離を距離に置き換える場合、上部電極112の下面と第2の発光層110の下面との間の距離は100nm未満となる。すなわち、第1の発光層106は、上部電極112の下面から100nm未満の位置に形成される。同様に、上部電極112の下面から第2の発光層110の下面との間の距離は80nm未満となる。すなわち、第2の発光層110は、上部電極112の下面から80nm未満の位置に形成される。

【0050】

なお、第1の発光層106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、いずれか一つの発光スペクトルが得られる構成であればよいが、図2(A)(B)に示すように、第1の発光層106から射出される光の波長が黄色であると、視感度が高いため、発光効率を高めることが可能となる。

【0051】

図2(A)(B)に示す発光素子100のその他の構成については、先に示す図1(A)(B)に示す発光素子と同じであり、同様の効果を奏する。

【0052】

< 発光素子の構成例3 >

次に、図1に示す発光素子100と異なる構成の発光素子について、図3(A)(B)を用いて説明を行う。図3(A)(B)は、本発明の一態様の発光素子の一例を示す断面図である。

【0053】

図3(A)(B)に示す発光素子100は、図1(A)(B)で示す発光素子100の第1の発光層106を、第1の発光層106-1と、第1の発光層106-2との積層構造とした構成である。例えば、第1の発光層106-1から射出される光の波長が、赤色

10

20

30

40

50

である600nm以上780nm以下とし、第1の発光層106-2から射出される光の波長が、緑色である480nm以上540nm未満とする。

【0054】

上記構成の場合、上部電極112の下面と第1の発光層106-1の下面までの間の光学距離が195nm以下となる。また、上部電極112の下面と第1の発光層106-2の下面との間の光学距離が135nm未満となる。先の説明と同様に、屈折率を考慮し光学距離を距離に置き換える場合、上部電極112の下面と第1の発光層106-1の下面までの間の距離は130nm以下となる。すなわち、第1の発光層106-1は、上部電極112の下面から130nm以下の位置に形成される。同様に、上部電極112の下面と第1の発光層106-2の下面との間の距離は、90nm未満となる。すなわち、第1

10

【0055】

図3(A)(B)に示すように、第1の発光層106を積層構造とすることで、複数の波長の光を取り出すことができるため、好適である。ただし、第1の発光層の積層構造が多くなると生産性が悪くなる場合があるため、生産性を重視する場合においては、図1(A)(B)または図2(A)(B)に示す発光素子100のように第1の発光層106を単層構造とした方が好ましい。

【0056】

図3(A)(B)に示す発光素子100のその他の構成については、先に示す図1(A)(B)に示す発光素子と同じであり、同様の効果を奏する。

20

【0057】

ここで、上述の発光素子100の各構成要素の詳細について、以下に説明を行う。

【0058】

< 基板 >

基板102は、発光素子の支持体として用いられる。基板102としては、例えばガラス、石英、又はプラスチックなどを用いることができる。また可撓性基板を用いてもよい。可撓性基板とは、曲げることができる(フレキシブル)基板のことであり、例えば、ポリカーボネート、ポリアリレート、ポリエーテルスルホンからなるプラスチック基板等が挙げられる。また、フィルム(ポリプロピレン、ポリエステル、ポリフッ化ビニル、ポリ塩化ビニル等からなる)、無機蒸着フィルムなどを用いることもできる。なお、発光素子の作製工程において支持体として機能するものであれば、これら以外のものでもよい。

30

【0059】

例えば、様々な基板を用いて発光素子、及び光学素子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)、ポリエーテルサルフォン(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、アクリル等の合成樹脂などがある。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。

40

【0060】

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、及び光学素子を形成してもよい。または、基板と発光素子との間に剥離層を設けてもよい。また、基板と光学素子との間に剥離層を設けてもよい。剥離層は、その上に発光素子、及び光学素子

50

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、耐熱性の劣る基板や可撓性の基板にも発光素子、及び光学素子を転載できる。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有機樹脂膜が形成された構成等を用いることができる。

【0061】

つまり、ある基板を用いて発光素子、及び光学素子を形成し、その後、別の基板に発光素子、及び光学素子を転置し、別の基板上に発光素子、及び光学素子を配置してもよい。発光素子、及び光学素子が転置される基板の一例としては、上述した基板に加え、紙基板、セロファン基板、アラミドフィルム基板、ポリイミドフィルム基板、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、キュブラ、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、壊れにくい発光素子及び壊れにくい光学素子、耐熱性の高い発光素子及び耐熱性の高い光学素子、軽量化された発光素子及び軽量化された光学素子、または薄型化された発光素子及び薄型化された光学素子とすることができる。

【0062】

< 下部電極 >

下部電極104は、各発光素子の陽極としての機能を有する。なお、下部電極は、反射性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、可視光の反射率が40%以上100%以下、好ましくは70%以上100%以下であり、かつその抵抗率が 1×10^{-2} cm以下の導電性材料が挙げられる。具体的には、下部電極としては、銀、アルミニウム、銀またはアルミニウムを含む合金等を用いることができる。アルミニウムを含む合金としては、例えば、アルミニウムとニッケルとランタンを含む合金が挙げられる。また、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。下部電極としては、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。

【0063】

< 透明導電層 >

透明導電層130は、各発光素子の下部電極の一部、または各発光素子の陽極としての機能を有する。または、各透明導電層は、各発光層からの所望の光を共振させ、その波長を強めることができるように、所望の光の波長ごとに下部電極と上部電極との光学距離を調整する機能を有する。例えば、透明導電層の膜厚を変えることで、所望の光の波長に対して、電極間の光学距離が $m/2$ （ただし、 m は自然数）となるように調整する。

【0064】

透明導電層としては、例えば、酸化インジウム - 酸化スズ（Indium Tin Oxide、以下ITOとして記載する）、シリコン若しくは酸化シリコンを含有した酸化インジウム - 酸化スズ、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。とくに、透明導電層としては、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。透明導電層としては、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。

【0065】

< 上部電極 >

上部電極112は、各発光素子の陰極としての機能を有する。なお、上部電極112は、反射性及び透光性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 1×10^{-2} cm以下の導電性材料が挙げられる。上部電極114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。とくに、仕事関数が小さい（ $3 \sim 8 \text{ eV}$ 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、 $\text{Mg}-\text{Ag}$ 、 $\text{Al}-\text{Li}$ ）、ユーロピウム、イッテルビウム等の希土類金属、これら希土類金属を含む合金、アルミニウム、銀等を用いることができる。上部電極114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。

【0066】

<発光層>

第1の発光層106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発光材料を有し、第2の発光層110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発光材料を有する。また、第1の発光層106に用いる発光材料としては、燐光材料が好ましく、第2の発光層110に用いる発光材料としては、蛍光材料が好ましい。第1の発光層106に燐光材料を用い、第2の発光層110に蛍光材料を用いる構成とすることで、発光効率が高められ、且つ信頼性の高い発光装置とすることができる。また、第1の発光層106及び第2の発光層110は、上記発光材料に加えて、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。

【0067】

また、燐光材料としては、三重項励起エネルギーを発光に変える発光性物質を用いることができる。また、蛍光材料としては、一重項励起エネルギーを発光に変える発光性物質を用いることができる。なお、上記発光性物質としては、例えば、以下のようなものが挙げられる。

【0068】

一重項励起エネルギーを発光に変える発光性物質としては、蛍光を発する物質が挙げられ、例えば、 N 、 N' -ビス[4-(9H-カルバゾール-9-イル)フェニル]- N 、 N' -ジフェニルスチルベン-4,4'-ジアミン（略称： YGAS ）、4-(9H-カルバゾール-9-イル)-4'-(10-フェニル-9-アントリル)トリフェニルアミン（略称： YGAPA ）、4-(9H-カルバゾール-9-イル)-4'-(9,10-ジフェニル-2-アントリル)トリフェニルアミン（略称： 2YGAPP ）、 N 、9-ジフェニル- N -[4-(10-フェニル-9-アントリル)フェニル]-9H-カルバゾール-3-アミン（略称： PCAPA ）、4-(10-フェニル-9-アントリル)-4'-(9-フェニル-9H-カルバゾール-3-イル)トリフェニルアミン（略称： PCBAPA ）、4-[4-(10-フェニル-9-アントリル)フェニル]-4'-(9-フェニル-9H-カルバゾール-3-イル)トリフェニルアミン（略称： PCBAPBA ）、ペリレン、2,5,8,11-テトラ(tert-ブチル)ペリレン（略称： TBP ）、 N 、 N' -ビス[4-(9-フェニル-9H-フルオレン-9-イル)フェニル]- N 、 N' -ジフェニル-ピレン-1,6-ジアミン（略称： $1,6\text{FLPAPrn}$ ）、 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： $1,6\text{mMemFLPAPrn}$ ）などの青色の発光（発光波長 400 nm 乃至 480 nm ）を呈する物質や、ルブレン、5,12-ビス(1,1'-ビフェニル-4-イル)-6,11-ジフェニルテトラセン（略称： BPT ）、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[i,j]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 ）などの黄色の発光（発光波長 540 nm 乃至 580 nm ）を呈する物質を用いることができる。

【0069】

また、三重項励起エネルギーを発光に変える発光性物質としては、例えば、燐光を発す

る物質が挙げられ、例えば、440 nm乃至520 nmに発光のピークを有する物質、520 nm乃至600 nmに発光のピークを有する物質、600 nm乃至700 nmに発光のピークを有する物質を用いることができる。

【0070】

440 nm乃至520 nmに発光のピークを有する物質としては、トリス{2-[5-(2-メチルフェニル)-4-(2,6-ジメチルフェニル)-4H-1,2,4-トリアゾール-3-イル-N₂]フェニル-C}イリジウム(III)(略称: Ir(mppztz-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(Mpptz)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)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(Mpptz1-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[(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(dmpimpit-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、ビス[2-(4',6'-ジフルオロフェニル)ピリジナト-N,C^{2'}']イリジウム(III)テトラキス(1-ピラゾリル)ボラート(略称: FIr6)、ビス[2-(4',6'-ジフルオロフェニル)ピリジナト-N,C^{2'}']イリジウム(III)ピコリナート(略称: FIrpici)、ビス{2-[3',5'-ビス(トリフルオロメチル)フェニル]ピリジナト-N,C^{2'}']イリジウム(III)ピコリナート(略称: Ir(CF₃ppy)₂(pic))、ビス[2-(4',6'-ジフルオロフェニル)ピリジナト-N,C^{2'}']イリジウム(III)アセチルアセトナート(略称: FIracac)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。

【0071】

520 nm乃至600 nmに発光のピークを有する物質としては、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(mpppm)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)ビス(6-メチル-4-フェニルピリミジナト)イリジウム(III)(略称: Ir(mpppm)₂(acac))、(アセチルアセトナト)ビス(6-tert-ブチル-4-フェニルピリミジナト)イリジウム(III)(略称: Ir(tBuppm)₂(acac))、(アセチルアセトナト)ビス[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)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: Ir(mppmpm)₂(acac))、(アセチルアセトナト)ビス(4,6-ジフェニルピリミジナト)イリジウム(III)(略称: 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)ビス(3,5-ジメチル-2-フェニルピラジナト)イリジウム(III)(略称: Ir(mppr-Me)₂(acac))、(アセチルアセトナト)ビス(5-イソプロピル-3-メチル-2-フェニルピラジナト)イリジウム(III)(略称: Ir(mppr-iPr)₂(acac))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)、ビス(2-フェニルピリジナト-N, C^{2'})イリジウム(III)アセチルアセトナート(略称: Ir(ppy)₂(acac))、ビス(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。

【0072】

また、520nm乃至600nmに発光のピークを有する物質の中でも、とくに550nm乃至580nmに発光のピークを有する物質を第1の発光層106に用いると好ましい。550nm乃至580nmに発光のピークを有する物質を第1の発光層106に用いることで、発光素子の電流効率を高めることができる。

【0073】

550nm乃至580nmに発光のピークを有する物質としては、(アセチルアセトナト)ビス(6-メチル-4-フェニルピリミジナト)イリジウム(III)(略称: Ir(mppm)₂(acac))、(アセチルアセトナト)ビス(6-tert-ブチル-4-フェニルピリミジナト)イリジウム(III)(略称: Ir(tBuppm)₂(acac))、(アセチルアセトナト)ビス[6-(2-ノルボルニル)-4-フェニルピリミジナト]イリジウム(III)(略称: Ir(nbppm)₂(acac))、(アセチルアセトナト)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: Ir(mpppm)₂(acac))、(アセチルアセトナト)ビス{4,6-ジメチル-2-[6-(2,6-ジメチルフェニル)-4-ピリミジニル-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)ビス(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))、(アセチルアセトナト)ビス(3,5-ジメチル-2-フェニルピラジナト)イリジウム(III)(略称: Ir(mppr-Me)₂(acac))、(アセチルアセトナト)ビス(5-イソプロピル-3-メチル-2-フェニルピラジナト)イリジウム(III)(略称: Ir(mppr-iPr)₂(acac))、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))、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))、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))などが挙げられる。

【0074】

また、600nm乃至700nmに発光のピークを有する物質としては、(ジイソブチルメタナト)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))

10

20

30

40

50

$_2$ (d p m)) 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 (t p p r) $_2$ (a c a c))、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 (t p p r) $_2$ (d p m))、(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 (F d p q) $_2$ (a c a c)) 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, C²)イリジウム(III) (略称: Ir (p i q) $_3$)、ビス(1 - フェニルイソキノリナト - N, C²)イリジウム(III)アセチルアセトナト(略称: Ir (p i q) $_2$ (a c a c)) 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: Pt O E P) 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 (D B M) $_3$ (P h e n))、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 (T T A) $_3$ (P h e n)) 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。

10

20

30

40

50

【0075】

また、第1の発光層106及び第2の発光層110に用いる電子輸送性材料としては、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化合物が好ましい。当該電子輸送性材料としては、電子不足型複素芳香族化合物や金属錯体などを用いることができる。具体的には、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: Be B q 2)、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: B A l q)、ビス(8 - キノリノラト)亜鉛(II) (略称: Z n q)、ビス[2 - (2 - ベンゾオキサゾリル)フェノラト]亜鉛(II) (略称: Z n P B O)、ビス[2 - (2 - ベンゾチアゾリル)フェノラト]亜鉛(II) (略称: Z n B T Z)などの金属錯体や、2 - (4 - ビフェニル) - 5 - (4 - tert - ブチルフェニル) - 1, 3, 4 - オキサジアゾール(略称: P B D)、3 - (4 - ビフェニル) - 4 - フェニル - 5 - (4 - tert - ブチルフェニル) - 1, 2, 4 - トリアゾール(略称: T A Z)、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: O X D - 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: C O 1 1)、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: T P B I)、2 - [3 - (ジベンゾチオフェン - 4 - イル)フェニル] - 1 - フェニル - 1H - ベンゾイミダゾール(略称: m D B T B I m - I I)などのポリアゾール骨格を有する複素環化合物や、2 - [3 - (ジベンゾチオフェン - 4 - イル)フェニル]ジベンゾ[f, h]キノキサリン(略称: 2 m D B T P D B q - I I)、2 - [3' - (ジベンゾチオフェン - 4 - イル)ビフェニル - 3 - イル]ジベンゾ[f, h]キノキサリン(略称: 2 m D B T B P D B q - I I)、2 - [3' - (9H - カルバゾール - 9 - イル)ビフェニル - 3 - イル]ジベンゾ[f, h]キノキサリン(略称: 2 m C z B P D B q)、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, 6 m P n P 2 P m)、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, 6 m D B T P 2 P m - I I)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(P C C z P T z n)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: 3 5 D C z P P y)、1, 3, 5 - トリ[3 - (3 - ビリジル)フェニル]

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。

【0076】

また、第1の発光層106及び第2の発光層110に用いる正孔輸送性材料としては、電子過剰型複素芳香族化合物や芳香族アミン化合物が好ましい。当該正孔輸送性材料としては、電子過剰型複素芳香族化合物又は芳香族アミン化合物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'-ビフルオレン(略称: PCASF)、4,4'-ビス[N-(1-ナフチル)-N-フェニルアミノ]ビフェニル(略称: NPB)、N,N'-ビス(3-メチルフェニル)-N,N'-ジフェニル-[1,1'-ビフェニル]-4,4'-ジアミン(略称: TPD)、4,4'-ビス[N-(スピロ-9,9'-ビフルオレン-2-イル)-N-フェニルアミノ]ビフェニル(略称: BSPB)、4-フェニル-4'-(9-フェニルフルオレン-9-イル)トリフェニルアミン(略称: BPAPLP)、4-フェニル-3'-(9-フェニルフルオレン-9-イル)トリフェニルアミン(略称: mBPAPLP)、4-フェニル-4'-(9-フェニル-9H-カルバゾール-3-イル)トリフェニルアミン(略称: PCBA1BP)、4,4'-ジフェニル-4''-(9-フェニル-9H-カルバゾール-3-イル)トリフェニルアミン(略称: PCBBi1BP)、4-(1-ナフチル)-4'-(9-フェニル-9H-カルバゾール-3-イル)トリフェニルアミン(略称: PCBANB)、4,4'-ジ(1-ナフチル)-4''-(9-フェニル-9H-カルバゾール-3-イル)トリフェニルアミン(略称: PCBNBB)、9,9-ジメチル-N-フェニル-N-[4-(9-フェニル-9H-カルバゾール-3-イル)フェニル]-フルオレン-2-アミン(略称: PCBAF)、N-フェニル-N-[4-(9-フェニル-9H-カルバゾール-3-イル)フェニル]-スピロ-9,9'-ビフルオレン-2-アミン(略称: PCBASF)、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)ビフェニル(略称: CBP)、3,6-ビス(3,5-ジフェニルフェニル)-9-フェニルカルバゾール(略称: CzTP)、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、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)、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-II)、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。

【0077】

また、第1の発光層106及び第2の発光層110に用いる正孔輸送性材料として、ポリ(N-ビニルカルバゾール)(略称: PVK)、ポリ(4-ビニルトリフェニルアミン)(略称: PVTPA)、ポリ[N-(4-{N'-[4-(4-ジフェニルアミノ)フェニル]フェニル-N'-フェニルアミノ}フェニル)メタクリルアミド](略称: PT

10

20

30

40

50

P D M A) 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 : P o l y - T P D) などの高分子化合物を用いることもできる。

【 0 0 7 8 】

< 電荷発生層 >

電荷発生層 1 0 8 としては、正孔輸送性材料にアクセプター性物質が添加された構成、または電子輸送性材料にドナー性物質が添加された構成とすることができる。また、これらの両方の構成が積層されていても良い。なお、電荷発生層 1 0 8 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 1 0 8 に対する可視光の透過率が高い (例えば、透過率が 4 0 % 以上)) ことが好ましい。また、電荷発生層 1 0 8 は、一对の電極 (下部電極及び上部電極) よりも低い導電率であっても機能する。

10

【 0 0 7 9 】

< 正孔注入層、正孔輸送層 >

正孔注入層 1 3 1 は、正孔輸送性の高い正孔輸送層 1 3 2 を介して第 1 の発光層 1 0 6 に正孔を注入する層であり、正孔輸送性材料とアクセプター性物質を含む層である。正孔輸送性材料とアクセプター性物質を含むことで、アクセプター性物質により正孔輸送性材料から電子が引き抜かれて正孔が発生し、正孔輸送層 1 3 2 を介して第 1 の発光層 1 0 6 に正孔が注入される。また、正孔注入層 1 3 4 は、正孔輸送性の高い正孔輸送層 1 3 5 を介して第 2 の発光層 1 1 0 に正孔を注入する層であり、正孔輸送性材料とアクセプター性物質を含む層である。正孔輸送性材料とアクセプター性物質を含むことで、アクセプター性物質により正孔輸送性材料から電子が引き抜かれて正孔が発生し、正孔輸送層 1 3 5 を介して第 2 の発光層 1 1 0 に正孔が注入される。

20

【 0 0 8 0 】

なお、正孔注入層 1 3 1、正孔輸送層 1 3 2、正孔注入層 1 3 4、及び正孔輸送層 1 3 5 は、正孔輸送性材料を用いて形成される。正孔注入層 1 3 1、正孔輸送層 1 3 2、正孔注入層 1 3 4、及び正孔輸送層 1 3 5 に用いる正孔輸送性材料としては、先に示す第 1 の発光層 1 0 6 及び第 2 の発光層 1 1 0 に用いる正孔輸送性材料と同様の材料を用いることができる。

【 0 0 8 1 】

また、正孔注入層 1 3 1、1 3 4 に用いるアクセプター性物質としては、元素周期表における第 4 族乃至第 8 族に属する金属の酸化物を挙げることができる。具体的には、酸化モリブデンが特に好ましい。

30

【 0 0 8 2 】

< 電子輸送層 >

電子輸送層 1 3 3、1 3 6 としては、先に示す第 1 の発光層 1 0 6 及び第 2 の発光層 1 1 0 に用いる電子輸送性材料と同様の材料を用いることができる。

【 0 0 8 3 】

< 電子注入層 >

電子注入層 1 3 7 は、電子注入性の高い物質を含む層である。電子注入層 1 3 7 には、フッ化リチウム (L i F)、フッ化セシウム (C s F)、フッ化カルシウム (C a F ₂)、リチウム酸化物 (L i O _x) 等のようなアルカリ金属、アルカリ土類金属、またはそれらの化合物を用いることができる。また、フッ化エルビウム (E r F ₃) のような希土類金属化合物を用いることができる。また、電子注入層 1 3 7 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。

40

【 0 0 8 4 】

また、電子注入層 1 3 7 に、有機化合物と電子供与体 (ドナー) とを混合してなる複合材料を用いてもよい。このような複合材料は、電子供与体によって有機化合物に電子が発生するため、電子注入性および電子輸送性に優れている。この場合、有機化合物としては、発生した電子の輸送に優れた材料であることが好ましく、具体的には、例えば上述した電子輸送層 1 3 3 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

50

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、イット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、テトラシアフルバレン（略称：TTF）等の有機化合物を用いることもできる。

【0085】

なお、上述した、発光層、電荷発生層、正孔輸送層、正孔注入層、電子輸送層、及び電子注入層は、それぞれ、蒸着法（真空蒸着法を含む）、インクジェット法、塗布法等の方法で形成することができる。

10

【0086】

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用いることができる。

【0087】

（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を有する発光装置、及び当該発光装置の作製方法について、図4乃至図16を用いて説明する。

【0088】

< 発光装置の構成例1 >

20

まず、本発明の一態様の発光素子を有する発光装置について、図4を用いて説明を行う。図4は、本発明の一態様の発光装置の一例を示す断面図である。

【0089】

図4に示す発光装置150は、青色を呈する光を発する機能を有する第1の発光素子101Bと、緑色を呈する光を発する機能を有する第2の発光素子101Gと、赤色を呈する光を発する機能を有する第3の発光素子101Rと、を有する。また、第1の発光素子101Bは、第1の下部電極104Bと、第1の下部電極104B上の第1の透明導電層130Bと、第1の透明導電層130B上の第1の発光層106と、第1の発光層106上の電荷発生層108と、電荷発生層108上の第2の発光層110と、第2の発光層110上の上部電極112と、を有する。また、第2の発光素子101Gは、第2の下部電極104Gと、第2の下部電極104G上の第2の透明導電層130Gと、第2の透明導電層130G上の第1の発光層106と、第1の発光層106上の電荷発生層108と、電荷発生層108上の第2の発光層110と、第2の発光層110上の上部電極112と、を有する。また、第3の発光素子101Rは、第3の下部電極104Rと、第3の下部電極104R上の第3の透明導電層130Rと、第3の透明導電層130R上の第1の発光層106と、第1の発光層106上の電荷発生層108と、電荷発生層108上の第2の発光層110と、第2の発光層110上の上部電極112と、を有する。また、第1の発光層106は、第2の発光層110よりも長波長側に発光スペクトルのピークを有する。また、上部電極112の下面と第1の発光層106の下面との間の距離が130nm以下である。

30

40

【0090】

なお、図4中において、上部電極112の下面と第1の発光層106の下面との間の距離をX（X<130nm）として表している。

【0091】

また、図4に示す発光装置150は、透明導電層（第1の透明導電層130B、第2の透明導電層130G、及び第3の透明導電層130R）と、第1の発光層106との間に正孔注入層131と、正孔輸送層132と、を有し、第1の発光層106と電荷発生層108との間に電子輸送層133を有し、電荷発生層108と第2の発光層110との間に正孔注入層134と正孔輸送層135とを有し、第2の発光層110と上部電極112との間に電子輸送層136と電子注入層137とを有する。

50

【 0 0 9 2 】

また、図 4 に示す発光装置 1 5 0 においては、第 1 の透明導電層 1 3 0 B の膜厚によって、第 1 の下部電極 1 0 4 B と第 2 の発光層 1 1 0 との間の光学距離を調整することができる。また、第 2 の透明導電層 1 3 0 G の膜厚によって第 2 の下部電極 1 0 4 G と第 1 の発光層 1 0 6 との間の光学距離を調整することができる。また、第 3 の透明導電層 1 3 0 R の膜厚によって第 3 の下部電極 1 0 4 R と第 1 の発光層 1 0 6 との間の光学距離を調整することができる。

【 0 0 9 3 】

図 4 においては、第 1 の下部電極 1 0 4 B と第 2 の発光層 1 1 0 との間の光学距離を Y_1 として表し、 Y_1 を $3 \lambda_B / 4$ (λ_B は青色の波長を表す) とする。また、第 2 の下部電極 1 0 4 G と第 1 の発光層 1 0 6 との間の光学距離を Y_2 として表し、 Y_2 を $3 \lambda_G / 4$ (λ_G は緑色の波長を表す) とする。また、第 3 の下部電極 1 0 4 R と第 1 の発光層 1 0 6 との間の光学距離を Y_3 として表し、 Y_3 を $3 \lambda_R / 4$ (λ_R は赤色の波長を表す) とする。

【 0 0 9 4 】

なお、図 4 に示す発光装置 1 5 0 においては、透明導電層 (第 1 の透明導電層 1 3 0 B、第 2 の透明導電層 1 3 0 G、及び第 3 の透明導電層 1 3 0 R) の厚さによって、下部電極 (第 1 の下部電極 1 0 4 B、第 2 の下部電極 1 0 4 G、及び第 3 の下部電極 1 0 4 R) と発光層 (第 1 の発光層 1 0 6 または第 2 の発光層 1 1 0) との間の光学距離を変える構成について例示したが、これに限定されず、例えば、正孔注入層 1 3 1 及び正孔輸送層 1 3 2 のいずれか一方または双方の膜厚を変えることで、下部電極と発光層との間の光学距離を変えてもよい。ただし、図 4 に示す発光装置 1 5 0 に示すように、透明導電層の厚さを変えることで下部電極と発光層との間の光学距離を変える方が、正孔注入層 1 3 1 及び正孔輸送層 1 3 2 を各発光素子で共通して用いることができるため好適である。

【 0 0 9 5 】

なお、図 4 においては、第 1 の発光層 1 0 6 の発光領域は、正孔輸送層 1 3 2 と第 1 の発光層 1 0 6 との界面近傍とし、第 2 の発光層 1 1 0 の発光領域は、正孔輸送層 1 3 5 と第 2 の発光層 1 1 0 との界面近傍とする。ただし、厳密には、第 1 の発光層 1 0 6 及び第 2 の発光層 1 1 0 の発光領域は、上述の界面近傍から多少ずれる場合があるため、上述の光学距離は、下部電極と発光層 (第 1 の発光層 1 0 6 または第 2 の発光層 1 1 0) に形成される発光領域の間とすることが好ましい。

【 0 0 9 6 】

Y_1 、 Y_2 、及び Y_3 を上述の光学距離とすることで一对の電極 (第 1 の下部電極 1 0 4 B、第 2 の下部電極 1 0 4 G、及び第 3 の下部電極 1 0 4 R と、上部電極 1 1 2 と) の間の光学距離を、第 1 の発光素子 1 0 1 B においては λ_B (λ_B は青色の波長を表す) と、第 2 の発光素子 1 0 1 G においては λ_G (λ_G は緑色の波長を表す) と、第 3 の発光素子 1 0 1 R においては λ_R (λ_R は赤色の波長を表す) とすることができる。

【 0 0 9 7 】

また、 Y_1 を上述の光学距離とすることで、第 1 の下部電極 1 0 4 B の表面近傍において生じる、第 2 の発光層 1 1 0 から射出される光の散乱または光の吸収による、光取出し効率の低下を抑制することができる。また、 Y_2 を上述の光学距離とすることで、第 2 の下部電極 1 0 4 G の表面近傍において生じる、第 1 の発光層 1 0 6 から射出される光の散乱または光の吸収による、光取出し効率の低下を抑制することができる。また、 Y_3 を上述の光学距離とすることで、第 3 の下部電極 1 0 4 R の表面近傍において生じる、第 1 の発光層 1 0 6 から射出される光の散乱または光の吸収による、光取出し効率の低下を抑制することができる。

【 0 0 9 8 】

また、図 4 においては、各発光素子から射出される、青色 (B) を呈する光、緑色 (G) を呈する光、及び赤色 (R) を呈する光を、それぞれ破線の矢印で模式的に表している。このように、図 4 に示す発光装置 1 5 0 は、各発光素子が発する光を発光素子が形成さ

10

20

30

40

50

れる基板 102 とは反対側に取り出す上面射出型（トップエミッション型ともいう）の構造である。ただし、本発明の一態様はこれに限定されず、各発光素子が発する光を発光素子が形成される基板側に取り出す下面射出型（ボトムエミッション型ともいう）、または、各発光素子が発する光を発光素子が形成される基板 102 の上方及び下方の双方に取り出す両面射出型（デュアルエミッション型ともいう）であってもよい。

【0099】

なお、図 4 において、正孔注入層 131、正孔輸送層 132、第 1 の発光層 106、電子輸送層 133、電荷発生層 108、正孔注入層 134、正孔輸送層 135、第 2 の発光層 110、電子輸送層 136、及び電子注入層 137 を、第 1 の発光素子 101B、第 2 の発光素子 101G、及び第 3 の発光素子 101R とで、それぞれ分離した状態で例示しているが、各発光素子で分離せずに共通して用いることができる。

10

【0100】

また、第 1 の下部電極 104B、第 2 の下部電極 104G、及び第 3 の下部電極 104R は、可視光において反射性を有する導電性材料により形成される。該導電性材料としては、例えば、銀を有する材料を用いればよい。第 1 の下部電極 104B、第 2 の下部電極 104G、及び第 3 の下部電極 104R に銀を有する材料を用いることで、反射率を高めることが可能となるため、各発光素子からの発光効率を高くすることができる。例えば、銀を含む導電膜を形成し、該導電膜を島状に分離することで、第 1 の下部電極 104B、第 2 の下部電極 104G、及び第 3 の下部電極 104R をそれぞれ形成することができる。このように、第 1 の下部電極 104B、第 2 の下部電極 104G、及び第 3 の下部電極 104R を、同一の導電膜を加工する工程を経て形成すると、製造コストが安くなるため好適である。

20

【0101】

このように、図 4 に示す発光装置 150 においては、第 1 の発光素子 101B は、第 2 の発光層 110 から射出される青色の発光を強めるべく調整され、第 2 の発光素子 101G は、第 2 発光層 110 から射出される緑色の発光を強めるべく調整され、第 3 の発光素子 101R は、第 2 の発光層 110 から射出される赤色の発光を強めるべく調整される。第 1 の発光素子 101B、第 2 の発光素子 101G、及び第 3 の発光素子 101R から射出される光を用いて RGB のフルカラーの発光を得ることが可能となる。

【0102】

以上のように、図 4 に示す発光装置 150 においては、各発光素子の下部電極と上部電極 112 との光学距離を調整することで、下部電極近傍での光の散乱または光の吸収を抑制し、高い光取出し効率を実現することができる。したがって、発光効率が高く、消費電力が低減された新規な発光装置を提供することができる。

30

【0103】

< 発光装置の構成例 2 >

次に、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 5 を用いて説明を行う。図 5 は、本発明の一態様の発光装置の一例を示す断面図である。

【0104】

図 5 に示す発光装置 150 は、青色を呈する光を発する機能を有する第 1 の発光素子 101B と、緑色を呈する光を発する機能を有する第 2 の発光素子 101G と、赤色を呈する光を発する機能を有する第 3 の発光素子 101R と、黄色を呈する光を発する機能を有する第 4 の発光素子 101Y と、を有する。

40

【0105】

第 1 の発光素子 101B、第 2 の発光素子 101G、及び第 3 の発光素子 101R は、図 4 に示す構成と同じである。したがって、ここでの説明は省略する。

【0106】

第 4 の発光素子 101Y は、第 4 の下部電極 104Y と、第 4 の下部電極 104Y 上の第 4 の透明導電層 130Y と、第 4 の透明導電層 130Y 上の第 1 の発光層 106 と、第 1 の発光層 106 上の電荷発生層 108 と、電荷発生層 108 上の第 2 の発光層 110 と

50

、第2の発光層110上の上部電極112と、を有する。また、第1の発光層106は、第2の発光層110よりも長波長側に発光スペクトルのピークを有する。また、上部電極112の下面と第1の発光層106の下面との間の距離が130nm以下である。

【0107】

なお、図5中において、上部電極112の下面と第1の発光層106の下面との間の距離をX(X130nm)として表している。

【0108】

また、図5に示す発光装置150は、透明導電層(第1の透明導電層130B、第2の透明導電層130G、第3の透明導電層130R、及び第4の透明導電層130Y)と第1の発光層106との間に正孔注入層131と、正孔輸送層132と、を有し、第1の発光層106と電荷発生層108との間に電子輸送層133を有し、電荷発生層108と第2の発光層110との間に正孔注入層134と正孔輸送層135とを有し、第2の発光層110と上部電極112との間に電子輸送層136と電子注入層137とを有する。

10

【0109】

また、図5に示す発光装置150においては、第4の透明導電層130Yの膜厚によって、第4の下部電極104Yと第1の発光層106との間の光学距離を調整することができる。図5においては、第4の下部電極104Yと第1の発光層106との間の光学距離をY4として表し、Y4を $3 \times Y / 4$ (Yは黄色の波長を表す)とする。

【0110】

Y4を上述の光学距離とすることで一对の電極(第4の下部電極104Yと、上部電極112と)の間の光学距離を、Y(Yは黄色の波長を表す)とすることができる。

20

【0111】

また、Y4を上述の光学距離とすることで、第4の下部電極104Yの表面近傍において生じる、第1の発光層106から射出される光の散乱または光の吸収による、光取出し効率の低下を抑制することができる。

【0112】

また、図5においては、各発光素子からの射出される、青色(B)を呈する光、緑色(G)を呈する光、赤色(R)を呈する光、及び黄色(Y)を呈する光を、それぞれ破線の矢印で模式的に表している。

【0113】

なお、図5において、正孔注入層131、正孔輸送層132、第1の発光層106、電子輸送層133、電荷発生層108、正孔注入層134、正孔輸送層135、第2の発光層110、電子輸送層136、及び電子注入層137を、第1の発光素子101B、第2の発光素子101G、第3の発光素子101G、及び第4発光素子101Yとで、それぞれ分離した状態で例示しているが、各発光素子で分離せずに共通して用いることができる。

30

【0114】

また、第1の下部電極104B、第2の下部電極104G、第3の下部電極104R、及び第4の下部電極104Yは、可視光において反射性を有する導電性材料により形成される。該導電性材料としては、例えば、銀を有する材料を用いればよい。第1の下部電極104B、第2の下部電極104G、第3の下部電極104R、及び第4の下部電極104Yに銀を有する材料を用いることで、反射率を高めることが可能となるため、各発光素子からの発光効率を高くすることができる。例えば、銀を含む導電膜を形成し、該導電膜を島状に分離することで、第1の下部電極104B、第2の下部電極104G、第3の下部電極104R、及び第4の下部電極104Yをそれぞれ形成することができる。このように、第1の下部電極104B、第2の下部電極104G、第3の下部電極104R、及び第4の下部電極104Yを、同一の導電膜を加工する工程を経て形成すると、製造コストが安くなるため好適である。

40

【0115】

このように、図5に示す発光装置150においては、第1の発光素子101Bは、第2

50

の発光層 1 1 0 から射出される青色の発光を強めるべく調整され、第 2 の発光素子 1 0 1 G は、第 2 の発光層 1 1 0 から射出される緑色の発光を強めるべく調整され、第 3 の発光素子 1 0 1 R は、第 2 の発光層 1 1 0 から射出される赤色の発光を強めるべく調整され、第 4 の発光素子 1 0 1 Y は、第 2 の発光層 1 1 0 から射出される黄色の発光を強めるべく調整される。第 1 の発光素子 1 0 1 B、第 2 の発光素子 1 0 1 G、第 3 の発光素子 1 0 1 R、及び第 4 の発光素子 1 0 1 Y から射出される光を用いて R G B Y のフルカラーの発光を得ることが可能となる。

【 0 1 1 6 】

以上のように、図 5 に示す発光装置 1 5 0 においては、各発光素子の下部電極と上部電極 1 1 2 との光学距離を調整することで、下部電極近傍での光の散乱または光の吸収を抑

10

【 0 1 1 7 】

その他の構成については、図 4 に示す発光装置 1 5 0 と同様であり、同様の効果を奏する。

【 0 1 1 8 】

< 発光装置の構成例 3 >

次に、図 4 及び図 5 に示す発光装置 1 5 0 と異なる構成例について、図 6 乃至図 1 2 を用いて、以下説明を行う。

【 0 1 1 9 】

20

図 6 乃至図 1 2 は、本発明の一態様の発光装置の一例を示す断面図である。なお、図 6 乃至図 1 2 において、図 4 及び図 5 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。

【 0 1 2 0 】

図 6 に示す発光装置 1 6 0 は、図 4 に示す発光装置 1 5 0 の構成と、さらに隔壁 1 4 1 と、基板 1 5 2 と、を有する。隔壁 1 4 1 は、各発光素子の外周部に設けられ、各発光素子の下部電極及び透明導電層のいずれか一方または双方の端部を覆う機能を有する。また、基板 1 5 2 には、遮光層 1 5 4、第 1 の光学素子 1 5 6 B、第 2 の光学素子 1 5 6 G、及び第 3 の光学素子 1 5 6 R が形成される。また、遮光層 1 5 4 は、隔壁 1 4 1 と重なる位置に設けられる。また、第 1 の光学素子 1 5 6 B は、第 1 の発光素子 1 0 1 B と重なる位置に設けられ、第 2 の光学素子 1 5 6 G は、第 2 の発光素子 1 0 1 G と重なる位置に設けられ、第 3 の光学素子 1 5 6 R は、第 3 の発光素子 1 0 1 R と重なる位置に設けられる。

30

【 0 1 2 1 】

図 7 に示す発光装置 1 6 0 は、図 5 に示す発光装置 1 5 0 の構成と、さらに隔壁 1 4 1 と、基板 1 5 2 と、を有する。隔壁 1 4 1 は、各発光素子の外周部に設けられ、各発光素子の下部電極及び透明導電層のいずれか一方または双方の端部を覆う機能を有する。また、基板 1 5 2 には、遮光層 1 5 4、第 1 の光学素子 1 5 6 B、第 2 の光学素子 1 5 6 G、第 3 の光学素子 1 5 6 R、及び第 4 の光学素子 1 5 6 Y が形成される。また、遮光層 1 5 4 は、隔壁 1 4 1 と重なる位置に設けられる。また、第 1 の光学素子 1 5 6 B は、第 1 の発光素子 1 0 1 B と重なる位置に設けられ、第 2 の光学素子 1 5 6 G は、第 2 の発光素子 1 0 1 G と重なる位置に設けられ、第 3 の光学素子 1 5 6 R は、第 3 の発光素子 1 0 1 R と重なる位置に設けられ、第 4 の光学素子 1 5 6 Y は、第 4 の発光素子 1 0 1 Y と重なる位置に設けられる。

40

【 0 1 2 2 】

図 8 に示す発光装置 1 6 0 は、図 7 に示す発光装置 1 6 0 の第 4 の光学素子 1 5 6 Y が設けられない構成である。また、図 9 に示す発光装置 1 6 0 は、図 7 に示す発光装置 1 6 0 の第 1 の光学素子 1 5 6 B が設けられない構成である。また、図 1 0 に示す発光装置 1 6 0 は、図 7 に示す発光装置 1 6 0 の第 1 の光学素子 1 5 6 B 及び第 4 の光学素子 1 5 6

50

Yが設けられない構成である。

【0123】

例えば、第1の発光層106に、黄色を呈する波長の光を発する燐光材料を用い、第2の発光層110に、青色を呈する波長の光を発する蛍光材料を用いることで、第1の発光素子101B及び第4の発光素子101Yに重なる、いずれか一方または双方に光学素子を設けない構成とすることが可能となる。第1の発光素子101B及び第4の発光素子101Yに重なる、いずれか一方または双方に光学素子を設けない構成とすることで、発光装置160の消費電力を低減することができる。とくに、第1の発光素子101Bに、第1の光学素子156Bを設けない構成であると、消費電力低減の効果はより顕著である。なお、外光反射を防ぐためには、図7に示すように、全ての発光素子に光学素子を設ける構成のほうが好ましい。

10

【0124】

図11に示す発光装置160は、図7に示す第1の発光素子101B、第2の発光素子101G、第3の発光素子101R、及び第4の発光素子101Yにトランジスタ170が接続される構成である。なお、トランジスタ170は、各発光素子の下部電極と接続される。

【0125】

図12に示す発光装置160は、図11に示す発光装置160のトランジスタ170と、下部電極との間に光学素子(第1の光学素子156B、第2の光学素子156G、第3の光学素子156R、及び第4の光学素子156Y)を設ける構成である。図12に示す発光装置160とする場合、下部電極から射出される光は、光学素子を介して、基板102側に射出される。なお、図12に示す発光装置160とすることで、基板152側には、光学素子等を設けない構成とすることができ、したがって、製造コストを低減できるため好ましい。

20

【0126】

なお、図12に示す発光装置160は、基板102側から光を射出するボトムエミッション型の発光装置である。ボトムエミッション型の発光装置の場合、下部電極と上部電極に用いる材料を入れ替えればよい。つまり、ボトムエミッション型の発光装置の場合、下部電極が反射性及び透光性を有する導電性材料により形成され、上部電極が反射性を有する導電性材料により形成される。

30

【0127】

また、図11、12に示す発光装置160が有するトランジスタ170の詳細について、図13を用いて説明する。図13は、トランジスタ170の断面図である。

【0128】

図13に示すトランジスタ170は、基板102上のゲート電極172と、基板102及びゲート電極172上のゲート絶縁層174と、ゲート絶縁層174上の半導体層176と、ゲート絶縁層174及び半導体層176上のソース電極178と、ゲート絶縁層174及び半導体層176上のドレイン電極180と、を有する。また、トランジスタ170上には、絶縁層182と、絶縁層182上の絶縁層184と、絶縁層184上の絶縁層186とが設けられる。

40

【0129】

絶縁層182としては、半導体層176と接する。絶縁層182としては、例えば、酸化物絶縁材料により形成することができる。また、絶縁層184は、不純物がトランジスタ170に入り込むことを抑制する機能を有する。絶縁層184としては、例えば、窒化物絶縁材料により形成することができる。また、絶縁層186は、トランジスタ170等に起因する凹凸等を平坦化する機能を有する。絶縁層186としては、例えば、有機樹脂絶縁材料により形成することができる。

【0130】

また、絶縁層182、絶縁層184、及び絶縁層186には、開口部が設けられ、当該開口部を介して、トランジスタ170のドレイン電極180と、下部電極(ここでは、第

50

2の下部電極104G)と、が電氣的に接続される。トランジスタ170を駆動させることで、下部電極に流れる、電流または電圧を制御することができる。

【0131】

ここで、上述の発光装置150及び発光装置160の各構成要素の詳細について、以下に説明を行う。

【0132】

<基板>

基板152は、光学素子の支持体として用いられる。基板152としては、先に示す基板102と同様の構成とすることができる。ただし、基板102と基板152とは、同様の構成に限定されず、それぞれ異なる構成としてもよい。

【0133】

<隔壁>

隔壁141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、酸化シリコン膜、酸化窒化シリコン膜、窒化酸化シリコン膜、窒化シリコン膜、酸化アルミニウム膜、窒化アルミニウム膜等が挙げられる。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。

【0134】

<遮光層>

遮光層154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154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154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。

【0135】

<光学素子>

第1の光学素子156B、第2の光学素子156G、第3の光学素子156R、及び第4の光学素子156Yは、入射す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、カラーフィルタ、バンドパスフィルタ、多層膜フィルタなどを適用できる。なお、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、入射する光を、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、量子ドット方式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、発光装置の色再現性を高めることができる。

【0136】

また、第1の光学素子156Bは、第1の発光素子101Bが発する光から青色を呈する波長の光を透過する機能を有する。また、第2の光学素子156Gは、第2の発光素子101Gが発する光から緑色を呈する波長の光を透過する機能を有する。また、第3の光学素子156Rは、第3の発光素子101Rが発する光から赤色を呈する波長の光を透過する機能を有する。また、第4の光学素子156Yは、第4の発光素子101Yが発する光から黄色を呈する波長の光を透過する機能を有する。

【0137】

また、上記に示す光学素子と異なる他の光学素子を、各発光素子に重ねて設けてもよい。他の光学素子としては、例えば円偏向板や反射防止膜などが挙げられる。また、円偏向板を、発光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、発光装置の外部から入射した光が、発光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、発光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、発光装置が発する発光を、鮮明に観察できる。

【0138】

なお、上記例示した発光装置の各構成については、適宜組み合わせる用いることができる。

【0139】

<発光装置の作製方法>

10

20

30

40

50

次に、本発明の一態様の発光装置の作製方法について、図１４乃至図１６を用いて以下説明を行う。なお、ここでは、図７に示す発光装置１６０の作製方法について説明する。

【０１４０】

図１４（Ａ）（Ｂ）、図１５（Ａ）（Ｂ）、及び図１６（Ａ）（Ｂ）は、本発明の一態様の発光装置の作製方法を説明するための断面図である。

【０１４１】

以下で説明する発光装置１６０の作製方法は、第１乃至第６の６つのステップを有する。

【０１４２】

< 第１のステップ >

第１のステップは、各発光素子の下部電極（第１の下部電極１０４Ｂ、第２の下部電極１０４Ｇ、第３の下部電極１０４Ｒ、及び第４の下部電極１０４Ｙ）と、各発光素子の透明導電層（第１の透明導電層１０６Ｂ、第２の透明導電層１０６Ｇ、第３の透明導電層１０６Ｒ、及び第４の透明導電層１０６Ｙ）と、各発光素子の下部電極と透明導電層の端部を覆う隔壁１４１と、を形成する工程である（図１４（Ａ）参照）。

【０１４３】

第１のステップにおいては、有機化合物を含む発光層を損傷するおそれがないため、さまざまな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、反射性の導電膜を形成し、フォトリソグラフィ法を用いて、該導電膜をパターニングし、その後ドライエッチング法を用いて、該導電膜を島状に加工し第１の下部電極１０４Ｂ、第２の下部電極１０４Ｇ、第３の下部電極１０４Ｒ、及び第４の下部電極１０４Ｙを形成する。

【０１４４】

次に、第１の下部電極１０４Ｂ上に透光性の導電膜を形成し、フォトリソグラフィ法を用いて、該導電膜をパターニングし、その後ウエットエッチング法を用いて、該導電膜を島状に加工して第１の透明導電層１０６Ｂを形成する。次に、第２の下部電極１０４Ｇ上に透光性の導電膜を形成し、フォトリソグラフィ法を用いて、該導電膜をパターニングし、その後ウエットエッチング法を用いて、該導電膜を島状に加工して第２の透明導電層１０６Ｇを形成する。次に、第３の下部電極１０４Ｒ上に透光性の導電膜を形成し、フォトリソグラフィ法を用いて、該導電膜をパターニングし、その後ウエットエッチング法を用いて、該導電膜を島状に加工して第３の透明導電層１０６Ｒを形成する。次に、第４の下部電極１０４Ｙ上に透光性の導電膜を形成し、フォトリソグラフィ法を用いて、該導電膜をパターニングし、その後ウエットエッチング法を用いて、該導電膜を島状に加工して第４の透明導電層１０６Ｙを形成する。

【０１４５】

次に、島状の下部電極及び島状の透明導電層の端部を覆うように隔壁１４１を形成する。なお、隔壁１４１は、下部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透明導電層が発光素子の下部電極の一部として機能する。

【０１４６】

第１のステップにおいて、下部電極として用いる導電膜としては、銀とパラジウムと銅の合金膜を用いる。また、透明導電層としては、ＩＴＳＯ膜を用いる。また、隔壁１４１としては、ポリイミド樹脂を用いる。

【０１４７】

なお、第１のステップの前に、基板１０２上にトランジスタを形成してもよい。また、該トランジスタと、下部電極（第１の下部電極１０４Ｂ、第２の下部電極１０４Ｇ、第３の下部電極１０４Ｒ、及び第４の下部電極１０４Ｙ）とを電氣的に接続させてもよい。

【０１４８】

< 第２のステップ >

第２のステップは、正孔注入層１３１、正孔輸送層１３２、第１の発光層１０６、電子輸送層１３３を形成する工程である（図１４（Ｂ）参照）。

10

20

30

40

50

【 0 1 4 9 】

正孔注入層 1 3 1 としては、正孔輸送性材料とアクセプター性物質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。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 3 2 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。

【 0 1 5 0 】

第 1 の発光層 1 0 6 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発光物質を蒸着することで形成することができる。上記発光物質としては、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てもよい。例えば、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ホスト材料に該ゲスト材料を分散して蒸着してもよい。

10

【 0 1 5 1 】

電子輸送層 1 3 3 としては、電子輸送性の高い物質を蒸着することで形成することができる。

【 0 1 5 2 】

< 第 3 のステップ >

第 3 のステップは、電荷発生層 1 0 8 を形成する工程である（図 1 5（A）参照）。

【 0 1 5 3 】

電荷発生層 1 0 8 としては、正孔輸送性材料にアクセプター性物質が添加された材料、または電子輸送性材料にドナー性物質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。本実施の形態においては、電荷発生層 1 0 8 を、2 層構造とし、1 層目を電子輸送性材料に電子供与体が添加された材料により形成し、2 層目を正孔輸送性材料に電子受容体が添加された材料により形成する。

20

【 0 1 5 4 】

< 第 4 のステップ >

第 4 のステップは、正孔注入層 1 3 4、正孔輸送層 1 3 5、第 2 の発光層 1 1 0、電子輸送層 1 3 6、電子注入層 1 3 7、及び上部電極 1 1 2 を形成する工程である（図 1 5（B）参照）。

【 0 1 5 5 】

正孔注入層 1 3 4 としては、先に示す正孔注入層 1 3 1 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 1 3 5 としては、先に示す正孔輸送層 1 3 2 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。

30

【 0 1 5 6 】

第 2 の発光層 1 1 0 としては、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発光物質を蒸着することで形成することができる。発光物質としては、蛍光性の有機化合物を用いることができる。また、該蛍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てもよい。例えば、蛍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ホスト材料に該ゲスト材料を分散して蒸着してもよい。

40

【 0 1 5 7 】

また、電子輸送層 1 3 6 としては、電子輸送性の高い物質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 1 3 7 としては、電子注入性の高い物質を蒸着することで形成することができる。

【 0 1 5 8 】

上部電極 1 1 2 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とを積層することで形成することができる。

【 0 1 5 9 】

上記工程を経て、第 1 の発光素子 1 0 1 B、第 2 の発光素子 1 0 1 G、第 3 の発光素子 1 0 1 R、及び第 4 の発光素子 1 0 1 Y が基板 1 0 2 上に形成される。

50

【 0 1 6 0 】

< 第 5 のステップ >

第 5 のステップは、基板 1 5 2 上に遮光層 1 5 4、第 1 の光学素子 1 5 6 B、第 2 の光学素子 1 5 6 G、第 3 の光学素子 1 5 6 R、及び第 4 の光学素子 1 5 6 Y を形成する工程である（図 1 6 (A) (B) 参照）。

【 0 1 6 1 】

まず、基板 1 5 2 上に遮光層 1 5 4 を形成する（図 1 6 (A) 参照）。

【 0 1 6 2 】

本実施の形態においては、遮光層 1 5 4 として、黒色顔料の含んだ有機樹脂膜を所望の領域に形成する。

10

【 0 1 6 3 】

次に、基板 1 5 2 及び遮光層 1 5 4 上に光学素子（第 1 の光学素子 1 5 6 B、第 2 の光学素子 1 5 6 G、第 3 の光学素子 1 5 6 R、及び第 4 の光学素子 1 5 6 Y）を形成する（図 1 6 (B) 参照）。

【 0 1 6 4 】

本実施の形態においては、第 1 の光学素子 1 5 6 B として、青色の顔料を含む有機樹脂膜を所望の領域に形成する。また、第 2 の光学素子 1 5 6 G として、緑色の顔料を含む有機樹脂膜を所望の領域に形成する。また、第 3 の光学素子 1 5 6 R として、赤色の顔料を含む有機樹脂膜を所望の領域に形成する。また、第 4 の光学素子 1 5 6 Y として、黄色の顔料を含む有機樹脂膜を所望の領域に形成する。

20

【 0 1 6 5 】

以上の工程により、基板 1 5 2 上に遮光層 1 5 4 及び光学素子（第 1 の光学素子 1 5 6 B、第 2 の光学素子 1 5 6 G、第 3 の光学素子 1 5 6 R、及び第 4 の光学素子 1 5 6 Y）が形成される。なお、本実施の形態においては、遮光層 1 5 4 を形成した後に、光学素子を形成する場合について例示したが、これに限定されず、例えば、光学素子を形成した後に、遮光層 1 5 4 を形成してもよい。

【 0 1 6 6 】

< 第 6 のステップ >

第 6 のステップは、基板 1 0 2 上に形成された第 1 の発光素子 1 0 1 B、第 2 の発光素子 1 0 1 G、第 3 の発光素子 1 0 1 R、及び第 4 の発光素子 1 0 1 Y と、基板 1 5 2 上に形成された遮光層 1 5 4、第 1 の光学素子 1 5 6 B、第 2 の光学素子 1 5 6 G、第 3 の光学素子 1 5 6 R、及び第 4 の光学素子 1 5 6 Y 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）。

30

【 0 1 6 7 】

以上の工程により、図 7 に示す発光装置 1 6 0 を形成することができる。

【 0 1 6 8 】

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て用いることができる。

【 0 1 6 9 】

(実施の形態 3)

40

本実施の形態では、本発明の一態様の発光装置を有する表示装置について、図 1 7 を用いて説明を行う。

【 0 1 7 0 】

なお、図 1 7 (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 7 (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 1 7 1 】

図 1 7 (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

50

てもよい。

【0172】

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出来る。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。

【0173】

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、ゲートドライバ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、ソースドライバ804b)などの駆動回路を有する。

10

【0174】

ゲートドライバ804aは、シフトレジスタ等を有する。ゲートドライバ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、ゲートドライバ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。ゲートドライバ804aは、走査信号が与えられる配線(以下、走査線GL__1乃至GL__Xという)の電位を制御する機能を有する。なお、ゲートドライバ804aを複数設け、複数のゲートドライバ804aにより、走査線GL__1乃至GL__Xを分割して制御してもよい。または、ゲートドライバ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、ゲートドライバ804aは、別の信号を供給することも可能である。

20

【0175】

ソースドライバ804bは、シフトレジスタ等を有する。ソースドライバ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。ソースドライバ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、ソースドライバ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、ソースドライバ804bは、データ信号が与えられる配線(以下、データ線DL__1乃至DL__Yという)の電位を制御する機能を有する。または、ソースドライバ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、ソースドライバ804bは、別の信号を供給することも可能である。

30

【0176】

ソースドライバ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。ソースドライバ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ソースドライバ804bを構成してもよい。

【0177】

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、ゲートドライバ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)を介してゲートドライバ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)を介してソースドライバ804bからデータ信号が入力される。

40

【0178】

図17(A)に示す保護回路806は、例えば、ゲートドライバ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、ソースドラ

50

イバ 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、ゲートドライバ 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、ソースドライバ 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。

【0179】

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。

【0180】

図 17 (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、ゲートドライバ 804a に保護回路 806 を接続した構成、またはソースドライバ 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。

【0181】

また、図 17 (A) においては、ゲートドライバ 804a とソースドライバ 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、ゲートドライバ 804a のみを形成し、別途用意されたソースドライバ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。

【0182】

また、図 17 (A) に示す複数の画素回路 801 は、例えば、図 17 (B) に示す構成とすることができる。

【0183】

図 17 (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。

【0184】

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 (以下、データ線 DL_n という) 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 (以下、走査線 GL_m という) に電氣的に接続される。

【0185】

トランジスタ 852 は、オン状態またはオフ状態になることにより、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。

【0186】

容量素子 862 の一對の電極の一方は、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。

【0187】

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。

【0188】

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。

【0189】

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。

10

20

30

40

50

【0190】

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。

【0191】

なお、電位供給線VL__a及び電位供給線VL__bの一方には、高電源電位VDDが与えられ、他方には、低電源電位VSSが与えられる。

【0192】

図17(B)の画素回路801を有する表示装置では、例えば、図17(A)に示すゲートドライバ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。

【0193】

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。

【0194】

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18(A)(B)及び図19(A)(B)に画素回路の一例を示す。

【0195】

図18(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18(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型の極性のトランジスタを用いることができる。

【0196】

図18(B)に示す画素回路は、図18(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18(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型の極性のトランジスタを用いることができる。

【0197】

図19(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19(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型の極性のトランジスタを用いることができる。

【0198】

図19(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19(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19(B)に示す画素回路の構成とすることで、発光素子305を定電圧定電流(Constant Voltage Constant Current: CVCC)駆動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型の極性のトランジスタを用いることができる。

【0199】

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。

【0200】

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）を用いることができる。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できる。

【0201】

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できる。

【0202】

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用いることができる。

【0203】

（実施の形態４）

本実施の形態においては、本発明の一態様の発光装置を有する表示パネル、及び該表示パネルに入力装置を取り付けた電子機器について、図20乃至図24を用いて説明を行う。

【0204】

<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、表示パネルと、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。なお、本発明の一態様の発光装置を表示パネルの画素に用いることができる。

【0205】

図20（A）（B）は、タッチパネル2000の斜視図である。なお、図20（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。

【0206】

タッチパネル2000は、表示パネル2501とタッチセンサ2595とを有する（図20（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。

【0207】

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

【0208】

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20（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。

【0209】

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。

【0210】

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。

【0211】

なお、図 20 (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。

【0212】

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。

【0213】

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。

【0214】

電極 2592 は、図 20 (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。

【0215】

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。

【0216】

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。

【0217】

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 2 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。

【0218】

なお、電極 2591、電極 2592、配線 2598 などの導電膜、つまり、タッチパネルを構成する配線や電極に用いることのできる材料として、酸化インジウム、酸化錫、酸化亜鉛等を有する透明導電膜（例えば、ITO など）が挙げられる。また、タッチパネルを構成する配線や電極に用いることのできる材料として、例えば、抵抗値が低い方が好ましい。一例として、銀、銅、アルミニウム、カーボンナノチューブ、グラフェン、ハロゲン化金属（ハロゲン化銀など）などを用いてもよい。さらに、非常に細くした（例えば、直径が数ナノメートル）複数の導電体を用いて構成されるような金属ナノワイヤを用いてもよい。または、導電体を網目状にした金属メッシュを用いてもよい。一例としては、Ag ナノワイヤ、Cu ナノワイヤ、Al ナノワイヤ、Ag メッシュ、Cu メッシュ、Al メッシュなどを用いてもよい。例えば、タッチパネルを構成する配線や電極に Ag ナノワイヤを用いる場合、可視光において透過率を 89% 以上、シート抵抗値を 40 / 以上 100 / 以下とすることができる。また、上述したタッチパネルを構成する配線や電極に用いることのできる材料の一例である、金属ナノワイヤ、金属メッシュ、カーボンナノチューブ、グラフェンなどは、可視光において透過率が高いため、表示素子に用いる電極（例えば、画素電極または共通電極など）として用いてもよい。

10

20

30

40

50

【0219】

<表示パネルに関する説明>

次に、図21(A)を用いて、表示パネル2501の詳細について説明する。図21(A)は、図20(B)に示す一点鎖線X1-X2間の断面図に相当する。

【0220】

表示パネル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。

【0221】

基板2510及び基板2570としては、例えば、水蒸気の透過率が $10^{-5} \text{ g / (m}^2 \cdot \text{day)}$ 以下、好ましくは $10^{-6} \text{ g / (m}^2 \cdot \text{day)}$ 以下である可撓性を有する材料を好適に用いることができる。または、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。

【0222】

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。

【0223】

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、ポリウレタン、アクリル樹脂、エポキシ樹脂、もしくは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。

【0224】

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21(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は光学素子を兼ねることができる。

【0225】

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2550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、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。

【0226】

また、表示パネル2501は、画素2502を有する。また、画素2502は発光モジュール2580を有する。

【0227】

画素2502は、発光素子2550と、発光素子2550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2580は、発光素子2550と、着色層2567Rとを有する。

【0228】

発光素子2550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2550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。

【0229】

また、封止層 2 5 6 0 が光を取り出す側に設けられている場合、封止層 2 5 6 0 は、発光素子 2 5 5 0 と着色層 2 5 6 7 R に接する。

【 0 2 3 0 】

着色層 2 5 6 7 R は、発光素子 2 5 5 0 と重なる位置にある。これにより、発光素子 2 5 5 0 が発する光の一部は着色層 2 5 6 7 R を透過して、図中に示す矢印の方向の発光モジュール 2 5 8 0 の外部に射出される。

【 0 2 3 1 】

また、表示パネル 2 5 0 1 には、光を射出する方向に遮光層 2 5 6 7 B M が設けられる。遮光層 2 5 6 7 B M は、着色層 2 5 6 7 R を囲むように設けられている。

【 0 2 3 2 】

着色層 2 5 6 7 R としては、特定の波長帯域の光を透過する機能を有していればよく、例えば、赤色の波長帯域の光を透過するカラーフィルタ、緑色の波長帯域の光を透過するカラーフィルタ、青色の波長帯域の光を透過するカラーフィルタ、黄色の波長帯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。

【 0 2 3 3 】

また、表示パネル 2 5 0 1 には、絶縁層 2 5 2 1 が設けられる。絶縁層 2 5 2 1 はトランジスタ 2 5 0 2 t を覆う。なお、絶縁層 2 5 2 1 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 2 5 2 1 に不純物の拡散を抑制できる機能を付与してもよい。これにより、不純物の拡散によるトランジスタ 2 5 0 2 t 等の信頼性の低下を抑制できる。

【 0 2 3 4 】

また、発光素子 2 5 5 0 は、絶縁層 2 5 2 1 の上方に形成される。また、発光素子 2 5 5 0 が有する下部電極には、該下部電極の端部に重なる隔壁 2 5 2 8 が設けられる。なお、基板 2 5 1 0 と、基板 2 5 7 0 との間隔を制御するスペーサを、隔壁 2 5 2 8 上に形成してもよい。

【 0 2 3 5 】

走査線駆動回路 2 5 0 3 g は、トランジスタ 2 5 0 3 t と、容量素子 2 5 0 3 c とを有する。なお、駆動回路を画素回路と同一の工程で同一基板上に形成することができる。

【 0 2 3 6 】

また、基板 2 5 1 0 上には、信号を供給することができる配線 2 5 1 1 が設けられる。また、配線 2 5 1 1 上には、端子 2 5 1 9 が設けられる。また、端子 2 5 1 9 には、F P C 2 5 0 9 (1) が電氣的に接続される。また、F P C 2 5 0 9 (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、F P C 2 5 0 9 (1) にはプリント配線基板 (P W B) が取り付けられていても良い。

【 0 2 3 7 】

また、表示パネル 2 5 0 1 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 2 1 (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 2 1 (B) に示す、トップゲート型のトランジスタを表示パネル 2 5 0 1 に適用する構成としてもよい。

【 0 2 3 8 】

また、トランジスタ 2 5 0 2 t 及びトランジスタ 2 5 0 3 t の極性については、特に限定はなく、N 型および P 型のトランジスタを有する構造、N 型のトランジスタまたは P 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 2 5 0 2 t 及び 2 5 0 3 t 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、1 3 族の半導体 (例えば、ガリウムを有する半導体) 、1 4 族の半導体 (例えば、シリコンを有する半導体) 、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 2 5 0 2 t 及びトランジスタ 2 5 0 3 t のいずれか一方または

10

20

30

40

50

双方に、エネルギーギャップが 2 e V 以上、好ましくは 2 . 5 e V 以上、さらに好ましくは 3 e V 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、または Nd を表す) 等が挙げられる。

【0239】

< タッチセンサに関する説明 >

次に、図 2 1 (C) を用いて、タッチセンサ 2 5 9 5 の詳細について説明する。図 2 1 (C) は、図 2 0 (B) に示す一点鎖線 X 3 - X 4 間の断面図に相当する。

【0240】

タッチセンサ 2 5 9 5 は、基板 2 5 9 0 上に千鳥状に配置された電極 2 5 9 1 及び電極 2 5 9 2 と、電極 2 5 9 1 及び電極 2 5 9 2 を覆う絶縁層 2 5 9 3 と、隣り合う電極 2 5 9 1 を電氣的に接続する配線 2 5 9 4 とを有する。

【0241】

電極 2 5 9 1 及び電極 2 5 9 2 は、透光性を有する導電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。

【0242】

例えば、透光性を有する導電性材料を基板 2 5 9 0 上にスパッタリング法により成膜した後、フォトリソグラフィ法等の様々なパターンニング技術により、不要な部分を除去して、電極 2 5 9 1 及び電極 2 5 9 2 を形成することができる。

【0243】

また、絶縁層 2 5 9 3 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。

【0244】

また、電極 2 5 9 1 に達する開口が絶縁層 2 5 9 3 に設けられ、配線 2 5 9 4 が隣接する電極 2 5 9 1 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 2 5 9 4 に好適に用いることができる。また、電極 2 5 9 1 及び電極 2 5 9 2 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 2 5 9 4 に好適に用いることができる。

【0245】

電極 2 5 9 2 は、一方向に延在し、複数の電極 2 5 9 2 がストライプ状に設けられている。また、配線 2 5 9 4 は電極 2 5 9 2 と交差して設けられている。

【0246】

一对の電極 2 5 9 1 が 1 つの電極 2 5 9 2 を挟んで設けられる。また、配線 2 5 9 4 は一对の電極 2 5 9 1 を電氣的に接続している。

【0247】

なお、複数の電極 2 5 9 1 は、1 つの電極 2 5 9 2 と必ずしも直交する方向に配置される必要はなく、0 度を超えて 9 0 度未満の角度をなすように配置されてもよい。

【0248】

また、配線 2 5 9 8 は、電極 2 5 9 1 または電極 2 5 9 2 と電氣的に接続される。また、配線 2 5 9 8 の一部は、端子として機能する。配線 2 5 9 8 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。

【0249】

10

20

30

40

50

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。

【0250】

また、接続層 2599 は、配線 2598 と FPC 2509 (2) を電氣的に接続させる。

【0251】

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。

【0252】

< タッチパネルに関する説明 2 >

次に、図 22 (A) を用いて、タッチパネル 2000 の詳細について説明する。図 22 (A) は、図 20 (A) に示す一点鎖線 X5 - X6 間の断面図に相当する。

【0253】

図 22 (A) に示すタッチパネル 2000 は、図 21 (A) で説明した表示パネル 2501 と、図 21 (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。

【0254】

また、図 22 (A) に示すタッチパネル 2000 は、図 21 (A) 及び図 21 (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。

【0255】

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 が表示パネル 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。

【0256】

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。

【0257】

次に、図 22 (A) に示す構成と異なる構成のタッチパネルについて、図 22 (B) を用いて説明する。

【0258】

図 22 (B) は、タッチパネル 2001 の断面図である。図 22 (B) に示すタッチパネル 2001 は、図 22 (A) に示すタッチパネル 2000 と、表示パネル 2501 に対するタッチセンサ 2595 の位置が異なる。ここでは異なる構成について詳細に説明し、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。

【0259】

着色層 2567R は、発光素子 2550 と重なる位置にある。また、図 22 (B) に示す発光素子 2550 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 2550 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 2580 の外部に射出される。

【0260】

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

【0261】

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

【0262】

図 22 (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

10

20

30

40

50

のいずれか一方または双方に射出されればよい。

【0263】

<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23を用いて説明を行う。

【0264】

図23(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23(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23(A)では、パルス電圧が与えられる電極2621をX1-X6として、電流の変化を検知する電極2622をY1-Y6として、それぞれ6本の配線で例示している。また、図23(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。

10

【0265】

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

【0266】

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。

20

【0267】

次に、図23(B)には、図23(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23(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23(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。

30

【0268】

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。

【0269】

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。

40

【0270】

<センサ回路に関する説明>

また、図23(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型のタッチセンサとしてもよい。アクティブ型のタッチセンサに含まれるセンサ回路の一例を図24に示す。

【0271】

図24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。

【0272】

50

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。

【0273】

次に、図 24 に示すセンサ回路の動作について説明する。まず、信号 G2 としてトランジスタ 2613 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 2611 のゲートが接続されるノード n に電圧 VRES に対応した電位が与えられる。次に、信号 G2 としてトランジスタ 2613 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。

【0274】

続いて、指等の被検知体の近接または接触により、容量 2603 の相互容量が変化することに伴い、ノード n の電位が VRES から変化する。

【0275】

読み出し動作は、信号 G1 にトランジスタ 2612 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 2611 に流れる電流、すなわち配線 ML 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。

【0276】

トランジスタ 2611、トランジスタ 2612、及びトランジスタ 2613 としては、酸化物半導体層をチャネル領域が形成される半導体層に用いることが好ましい。とくにトランジスタ 2613 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 VRES 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。

【0277】

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用いることができる。

【0278】

（実施の形態 5）

本実施の形態では、本発明の一態様の発光装置を有する表示モジュール及び電子機器について、図 25 及び図 26 を用いて説明を行う。

【0279】

図 25 に示す表示モジュール 8000 は、上部カバー 8001 と下部カバー 8002 との間に、FPC 8003 に接続されたタッチセンサ 8004、FPC 8005 に接続された表示パネル 8006、フレーム 8009、プリント基板 8010、バッテリー 8011 を有する。

【0280】

本発明の一態様の発光装置は、例えば、表示パネル 8006 に用いることができる。

【0281】

上部カバー 8001 及び下部カバー 8002 は、タッチセンサ 8004 及び表示パネル 8006 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。

【0282】

タッチセンサ 8004 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パネル 8006 に重畳して用いることができる。また、表示パネル 8006 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、表示パネル 8006 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。

【0283】

フレーム 8009 は、表示パネル 8006 の保護機能の他、プリント基板 8010 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 8009 は、放熱板としての機能を有していてもよい。

【0284】

プリント基板 8010 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 8011 による電源であってもよい。バッテリー 8011 は、商用電源を用いる場合には、省略可能である。

【0285】

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。

【0286】

図 26 (A) 乃至図 26 (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、接続端子 9006、センサ 9007、マイクロフォン 9008、等を有することができる。

【0287】

図 26 (A) 乃至図 26 (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 26 (A) 乃至図 26 (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 26 (A) 乃至図 26 (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。

【0288】

図 26 (A) 乃至図 26 (G) に示す電子機器の詳細について、以下説明を行う。

【0289】

図 26 (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。

【0290】

図 26 (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 26 (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

10

20

30

40

50

位置に、情報 9 0 5 1 の代わりに、操作ボタン 9 0 5 0 などを表示してもよい。

【0 2 9 1】

図 2 6 (C) は、携帯情報端末 9 1 0 2 を示す斜視図である。携帯情報端末 9 1 0 2 は、表示部 9 0 0 1 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 9 0 5 2、情報 9 0 5 3、情報 9 0 5 4 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 9 1 0 2 の使用者は、洋服の胸ポケットに携帯情報端末 9 1 0 2 を収納した状態で、その表示（ここでは情報 9 0 5 3）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 9 1 0 2 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 9 1 0 2 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。

10

【0 2 9 2】

図 2 6 (D) は、腕時計型の携帯情報端末 9 2 0 0 を示す斜視図である。携帯情報端末 9 2 0 0 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 9 0 0 1 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 9 2 0 0 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 9 2 0 0 は、接続端子 9 0 0 6 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 9 0 0 6 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 9 0 0 6 を介さずに無線給電により行ってもよい。

20

【0 2 9 3】

図 2 6 (E) (F) (G) は、折り畳み可能な携帯情報端末 9 2 0 1 を示す斜視図である。また、図 2 6 (E) が携帯情報端末 9 2 0 1 を展開した状態の斜視図であり、図 2 6 (F) が携帯情報端末 9 2 0 1 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 2 6 (G) が携帯情報端末 9 2 0 1 を折り畳んだ状態の斜視図である。携帯情報端末 9 2 0 1 は、折り畳んだ状態では可搬性に優れ、展開した状態では、継ぎ目のない広い表示領域により表示の一覧性に優れる。携帯情報端末 9 2 0 1 が有する表示部 9 0 0 1 は、ヒンジ 9 0 5 5 によって連結された 3 つの筐体 9 0 0 0 に支持されている。ヒンジ 9 0 5 5 を介して 2 つの筐体 9 0 0 0 間を屈曲させることにより、携帯情報端末 9 2 0 1 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 9 2 0 1 は、曲率半径 1 mm 以上 1 5 0 mm 以下で曲げることができる。

30

【0 2 9 4】

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装置は、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。

40

【0 2 9 5】

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て用いることができる。

【0 2 9 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装置について、図 2 7 を用いて説明する。

【0 2 9 7】

本実施の形態で示す、発光装置 3 0 0 0 の斜視図を図 2 7 (A) に、図 2 7 (A) に示す一点鎖線 E - F 間に相当する断面図を図 2 7 (B) に、それぞれ示す。なお、図 2 7 (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。

50

【0298】

図27(A)(B)に示す発光装置3000は、基板3001と、基板3001上の発光素子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。

【0299】

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27(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。

【0300】

また、図27(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、外部から不純物(例えば、水、酸素など)が発光素子3005側に入り込むことを、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

【0301】

なお、図27(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

【0302】

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102と、基板152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1に記載の第1の発光素子乃至第3の発光素子のいずれか一つと同様の構成とすればよい。

【0303】

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

【0304】

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、二酸化シリコン、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

【0305】

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

50

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。

【0306】

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、ポリウレタン、アクリル樹脂、エポキシ樹脂、もしくは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。

【0307】

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。

【0308】

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。

【0309】

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。

【0310】

また、図27(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に囲まれた領域は、第1の領域3011となる。また、基板3001、基板3003、発光素子3005、及び第1の封止領域3007に囲まれた領域は、第2の領域3013となる。

【0311】

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。

【0312】

また、図27(B)に示す構成の変形例を図27(C)に示す。図27(C)は、発光装置3000の変形例を示す断面図である。

【0313】

図27(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27(B)に示す構成と同じである。

【0314】

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。

【0315】

次に、図27(B)に示す発光装置3000の変形例について、図28(A)(B)(C)(D)を用いて説明する。なお、図28(A)(B)(C)(D)は、図27(B)に示す発光装置3000の変形例を説明する断面図である。

【0316】

図28(A)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

10

20

30

40

50

３００７とした構成である。また、図２８（Ａ）に示す発光装置は、図２７（Ｂ）に示す第２の領域３０１３の代わりに領域３０１４を有する。

【０３１７】

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、ポリウレタン、アクリル樹脂、エポキシ樹脂、もしくは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。

【０３１８】

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。

【０３１９】

また、図２８（Ｂ）に示す発光装置は、図２８（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。

【０３２０】

基板３０１５は、図２８（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２８（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。

【０３２１】

また、図２８（Ｃ）に示す発光装置は、図２８（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造である。

【０３２２】

図２８（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２８（Ｂ）に示す発光装置と同様である。

【０３２３】

また、図２８（Ｄ）に示す発光装置は、図２８（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。

【０３２４】

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２８（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。

【０３２５】

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。

【０３２６】

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。

【０３２７】

（実施の形態７）

本実施の形態では、本発明の一態様の発光装置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２９を用いて説明する。

【０３２８】

本発明の一態様の発光装置を、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。

【０３２９】

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。

【０３３０】

図２９（Ａ）は、多機能端末３５００の一方の面の斜視図を示し、図２９（Ｂ）は、多

10

20

30

40

50

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 3502 に表示部 3504、カメラ 3506、照明 3508 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 3508 に用いることができる。

【0331】

照明 3508 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 3508 とカメラ 3506 とを組み合わせる用いる場合、照明 3508 を点灯または点滅させて、カメラ 3506 により撮像することができる。照明 3508 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。

10

【0332】

なお、図 29 (A)、(B) に示す多機能端末 3500 は、図 26 (A) 乃至図 26 (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。

【0333】

また、筐体 3502 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 3500 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 3500 の向き(縦か横か)を判断して、表示部 3504 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。

20

【0334】

表示部 3504 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 3504 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 3504 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 3504 に本発明の一態様の発光装置を適用してもよい。

【0335】

図 29 (C) は、防犯用のライト 3600 の斜視図を示している。ライト 3600 は、筐体 3602 の外側に照明 3608 を有し、筐体 3602 には、スピーカ 3610 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 3608 に用いることができる。

30

【0336】

ライト 3600 としては、例えば、照明 3608 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 3602 の内部には、ライト 3600 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、発光が可能な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 3608 の発光と同時に、スピーカ 3610 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もよい。

【0337】

ライト 3600 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 3600 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。

40

【0338】

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。

【0339】

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用いることができる。

50

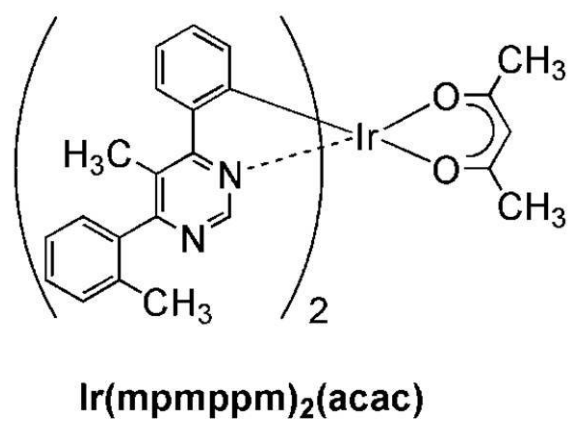
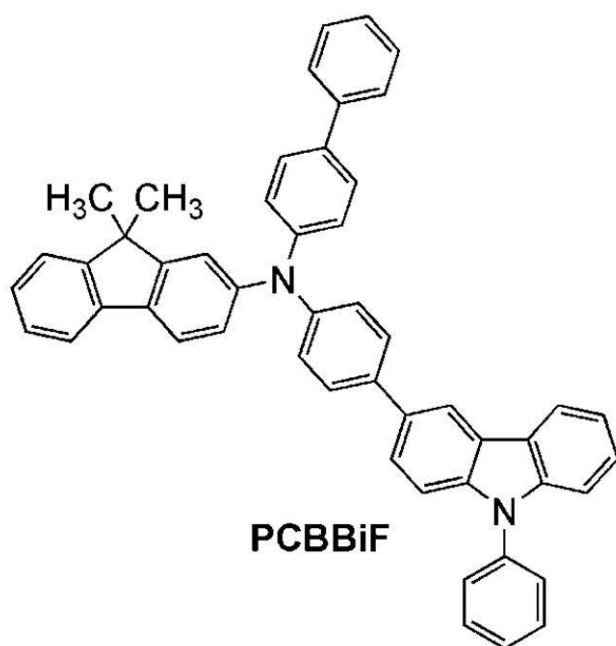
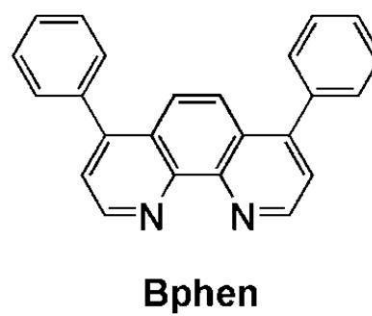
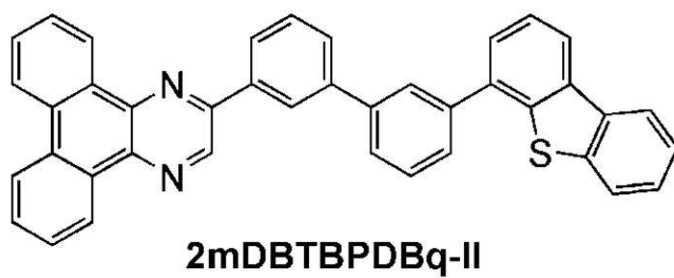
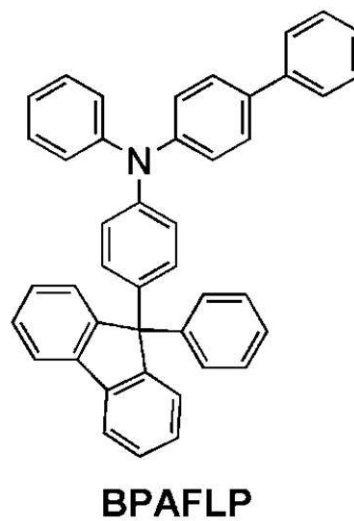
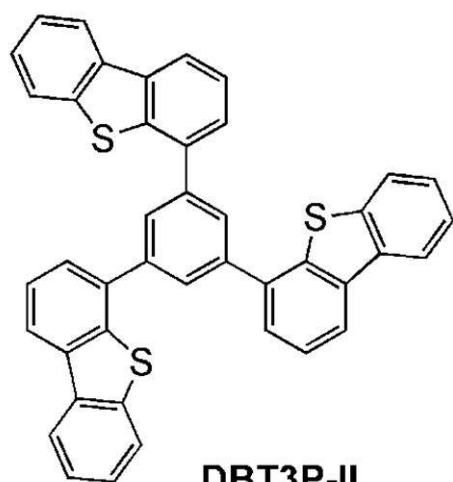
【実施例 1】

【0340】

本実施例では、本発明の一態様である発光素子の作製例を示す。本実施例で作製する発光素子（発光素子 1 乃至発光素子 4）の断面模式図を図 30 に、素子構造の詳細を表 1 及び表 2 に、使用した化合物の構造と略称を以下に示す。

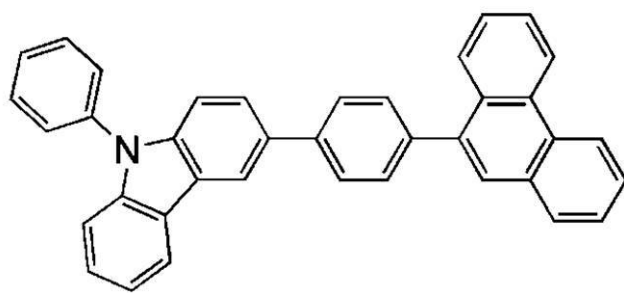
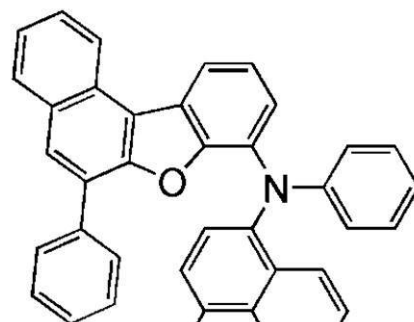
【0341】

【化 1】

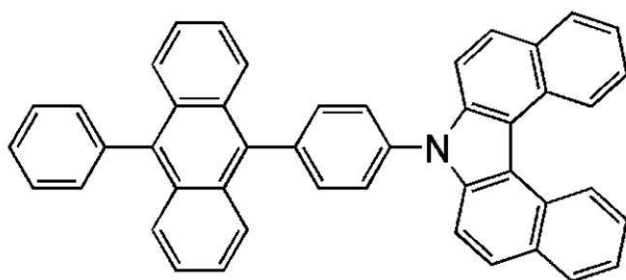
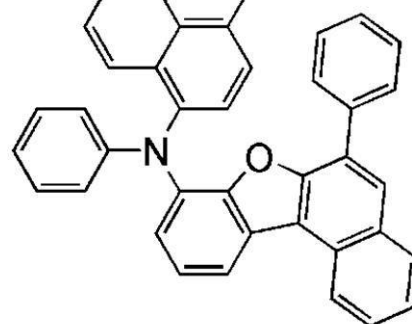


【 0 3 4 2 】

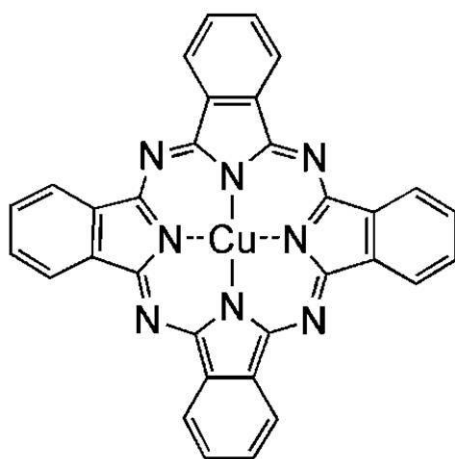
【化 2】

**PCPPn**

10

**cgDBCzPA**

20

**CuPc**

30

40

【 0 3 4 3 】

【表 1】

	層	符号	膜厚 (nm)	材料	重量比
発光素子1	光学素子	556	—	CF(Red)	—
	上部電極	512(2)	70	ITO	—
		512(1)	15	Ag : Mg	0.5:0.05 ^{*1)}
	電子注入層	537(2)	1	LiF	—
		537(1)	10	Bphen	—
	電子輸送層	536	5	cgDBCzPA	—
	第2の発光層	510	25	cgDBCzPA : 1,6BnfAprn-03	1:0.03
	正孔輸送層	535	5	PCPPn	—
	正孔注入層	534	5	PCPPn:MoO ₃	2:1
	電荷発生層	508(2)	2	CuPc	—
		508(1)	0.1	Li ₂ O	—
	電子輸送層	533	10	Bphen	—
	第1の発光層	506	30	2mDBTBPDBq-II : PCBBiF : Ir(mpmpm) 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	2:1
	透明導電層	530	150	ITSO	—
発光素子2	下部電極	504	100	APC	—
	光学素子	556	—	CF(Green)	—
	上部電極	512(2)	70	ITO	—
		512(1)	15	Ag : Mg	0.5:0.05 ^{*1)}
	電子注入層	537(2)	1	LiF	—
		537(1)	10	Bphen	—
	電子輸送層	536	5	cgDBCzPA	—
	第2の発光層	510	25	cgDBCzPA : 1,6BnfAprn-03	1:0.03
	正孔輸送層	535	5	PCPPn	—
	正孔注入層	534	5	PCPPn:MoO ₃	2:1
	電荷発生層	508(2)	2	CuPc	—
		508(1)	0.1	Li ₂ O	—
	電子輸送層	533	10	Bphen	—
	第1の発光層	506	30	2mDBTBPDBq-II : PCBBiF : Ir(mpmpm) ₂ (acac)	0.8:0.2:0.06
	正孔輸送層	532	10	BPAFLP	—
	正孔注入層	531	20	DBT3P-II:MoO ₃	2:1
	透明導電層	530	110	ITSO	—
	下部電極	504	100	APC	—

10

20

30

*1) 上部電極512(1)のみ体積比で記載。

【 0 3 4 4 】

【表 2】

	層	符号	膜厚 (nm)	材料	重量比
発光素子3	光学素子	556	—	CF(Blue)	—
	上部電極	512(2)	70	ITO	—
		512(1)	15	Ag : Mg	0.5:0.05 ^{*1)}
	電子注入層	537(2)	1	LiF	—
		537(1)	10	Bphen	—
	電子輸送層	536	5	cgDBCzPA	—
	第2の発光層	510	25	cgDBCzPA : 1,6BnfAprn-03	1:0.03
	正孔輸送層	535	10	PCPPn	—
	正孔注入層	534	5	PCPPn:MoO ₃	2:1
	電荷発生層	508(2)	2	CuPc	—
		508(1)	0.1	Li ₂ O	—
	電子輸送層	533	10	Bphen	—
	第1の発光層	506	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	50	DBT3P-II:MoO ₃	2:1
	透明導電層	530	30	ITSO	—
発光素子4	下部電極	504	100	APC	—
	光学素子	556	—	CF(Yellow)	—
	上部電極	512(2)	70	ITO	—
		512(1)	15	Ag : Mg	0.5:0.05 ^{*1)}
	電子注入層	537(2)	1	LiF	—
		537(1)	10	Bphen	—
	電子輸送層	536	5	cgDBCzPA	—
	第2の発光層	510	25	cgDBCzPA : 1,6BnfAprn-03	1:0.03
	正孔輸送層	535	5	PCPPn	—
	正孔注入層	534	5	PCPPn:MoO ₃	2:1
	電荷発生層	508(2)	2	CuPc	—
		508(1)	0.1	Li ₂ O	—
	電子輸送層	533	10	Bphen	—
	第1の発光層	506	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	35	DBT3P-II:MoO ₃	2:1
	透明導電層	530	110	ITSO	—
	下部電極	504	100	APC	—

10

20

30

*1) 上部電極512(1)のみ体積比で記載。

【0345】

< 1 - 1 . 発光素子 1 乃至発光素子 4 の作製方法 >

まず、基板 502 上に下部電極 504 として、銀 (Ag) とパラジウム (Pd) と銅 (Cu) の合金膜 (略称: APC) をスパッタリング法により成膜した。なお、下部電極 504 の膜厚を 100 nm とし、下部電極 504 の面積を 4 mm² (2 mm × 2 mm) とした。

40

【0346】

次に、下部電極 504 上に、透明導電層 530 として、酸化シリコンを含むインジウム錫酸化物 (略称: ITSO) をスパッタリング法により成膜した。なお、発光素子 1 の透明導電層 530 の膜厚を 150 nm とし、発光素子 2 の透明導電層 530 の膜厚を 110 nm とし、発光素子 3 の透明導電層 530 の膜厚を 30 nm とし、発光素子 4 の透明導電層 530 の膜厚を 110 nm とした。

【0347】

50

次に、有機化合物層の蒸着前の前処理として、下部電極 504 及び透明導電層 530 が形成された基板 502 の透明導電層 530 側を水で洗浄し、200 で 1 時間焼成した後、透明導電層 530 の表面に対し、UV オゾン処理を 370 秒行った。

【0348】

その後、 10^{-4} Pa 程度まで内部が減圧された真空蒸着装置に基板 502 を導入し、真空蒸着装置内の加熱室において、170 で 60 分間の真空焼成を行った後、基板 502 を 30 分程度放冷した。

【0349】

次に、透明導電層 530 が形成された面が下方となるように、基板 502 を真空蒸着装置内に設けられたホルダーに固定した。本実施例では、真空蒸着法により、正孔注入層 531、正孔輸送層 532、第 1 の発光層 506、電子輸送層 533、電荷発生層 508 (1)、508 (2)、正孔注入層 534、正孔輸送層 535、第 2 の発光層 510、電子輸送層 536、電子注入層 537 (1)、537 (2)、上部電極 512 (1)、512 (2) を順次形成した。詳細な作製方法を以下に記す。

【0350】

まず、真空蒸着装置内を 10^{-4} Pa に減圧した後、透明導電層 530 上に、正孔注入層 531 として、1, 3, 5 - トリ (ジベンゾチオフェン - 4 - イル) ベンゼン (略称: DBT3P - II) と酸化モリブデンとを、DBT3P - II : 酸化モリブデン = 2 : 1 (重量比) となるように共蒸着した。なお、発光素子 1 の第 1 の正孔注入層 531 の膜厚を 15 nm とし、発光素子 2 の正孔注入層 531 の膜厚を 20 nm とし、発光素子 3 の正孔注入層 531 の膜厚を 50 nm とし、発光素子 4 の正孔注入層 531 の膜厚を 35 nm とした。

【0351】

次に、正孔注入層 531 上に正孔輸送層 532 を形成した。正孔輸送層 532 としては、4 - フェニル - 4' - (9 - フェニルフルオレン - 9 - イル) トリフェニルアミン (略称: BPAFLP) を蒸着した。なお、正孔輸送層 532 の膜厚を 10 nm とした。

【0352】

次に、正孔輸送層 532 上に第 1 の発光層 506 を形成した。第 1 の発光層 506 として、2 - [3' - (ジベンゾチオフェン - 4 - イル) ビフェニル - 3 - イル] ジベンゾ [f, h] キノキサリン (略称: 2mDBTBPD Bq - II) と、N - (1, 1' - ビフェニル - 4 - イル) - 9, 9 - ジメチル - N - [4 - (9 - フェニル - 9H - カルバゾール - 3 - イル) フェニル] - 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) (別名: ビス {2 - [5 - メチル - 6 - (2 - メチルフェニル) - 4 - ピリミジニル - N3] フェニル - C} (2, 4 - ペンタンジオナト - ^{2}O , O') イリジウム (III) (略称: Ir (mpmp pm)₂ (acac)) とを、2mDBTBPD Bq - II : PCBBiF : Ir (mpmp pm)₂ (acac) = 0.8 : 0.2 : 0.06 (重量比) となるよう共蒸着した。なお、第 1 の発光層 506 の膜厚を 30 nm とした。なお、第 1 の発光層 506 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、Ir (mpmp pm)₂ (acac) が燐光材料 (ゲスト材料) である。

【0353】

次に、第 1 の発光層 506 上に電子輸送層 533 として、バソフェナントロリン (略称: Bphen) を蒸着した。なお、電子輸送層 533 の膜厚を 10 nm とした。

【0354】

次に、電子輸送層 533 上に電荷発生層 508 (1) として、酸化リチウム (Li_2O) を蒸着した。なお、電荷発生層 508 (1) の膜厚を 0.1 nm とした。次に、電荷発生層 508 (1) 上に電荷発生層 508 (2) として、銅 (II) フタロシアニン (略称: CuPc) を蒸着した。なお、電荷発生層 508 (2) の膜厚を 2 nm とした。

【0355】

10

20

30

40

50

次に、電荷発生層 508 (2) 上に正孔注入層 534 として、3 - [4 - (9 - フェントリル) - フェニル] - 9 - フェニル - 9H - カルバゾール (略称 : PCPPn) と酸化モリブデンとを、PCPPn : 酸化モリブデン = 2 : 1 (重量比) となるように共蒸着した。なお、正孔注入層 534 の膜厚を 5 nm とした。

【0356】

次に、正孔注入層 534 上に正孔輸送層 535 として、PCPPn を蒸着した。なお、発光素子 1、発光素子 3、及び発光素子 4 の正孔輸送層 535 の膜厚を 5 nm とし、発光素子 2 の正孔輸送層 535 の膜厚を 10 nm とした。

【0357】

次に、正孔輸送層 535 上に第 2 の発光層 510 として、7 - [4 - (10 - フェニル - 9 - アントリル) フェニル] - 7H - ジベンゾ [c , g] カルバゾール (略称 : cgDBCzPA) と、N , N' - (ピレン - 1 , 6 - ジイル) ビス [(6 , N - ジフェニルベンゾ [b] ナフト [1 , 2 - d] フラン) - 8 - アミン] (略称 : 1 , 6BnfAPrn - 03) とを、cgDBCzPA : 1 , 6BnfAPrn - 03 = 1 : 0.03 (重量比) となるように共蒸着した。また、第 2 の発光層 510 の膜厚を 25 nm とした。なお、第 2 の発光層 510 において、cgDBCzPA がホスト材料であり、1 , 6BnfAPrn - 03 が蛍光材料 (ゲスト材料) である。

10

【0358】

次に、第 2 の発光層 510 上に電子輸送層 536 として、cgDBCzPA を蒸着した。なお、電子輸送層 536 の膜厚を 5 nm とした。

20

【0359】

次に、電子輸送層 536 上に電子注入層 537 (1) として、Bphen を蒸着した。なお、電子注入層 537 (1) の膜厚を 10 nm とした。次に、電子注入層 537 (1) 上に電子注入層 537 (2) として、フッ化リチウム (LiF) を蒸着した。なお、電子注入層 537 (2) の膜厚を 1 nm とした。

【0360】

次に、電子注入層 537 (2) 上に上部電極 512 (1) として、銀 (Ag) とマグネシウム (Mg) とを 1 : 0.1 (体積比) で共蒸着した。なお、上部電極 512 (1) の膜厚を 15 nm とした。次に、上部電極 512 (1) 上に上部電極 512 (2) として、インジウム錫酸化物 (ITO) をスパッタリング法により形成した。なお、上部電極 512 (2) の膜厚を 70 nm とした。

30

【0361】

次に、封止基板 552 を準備した。なお、図 30、表 1、及び表 2 に示すように、発光素子 1 の封止基板 552 には、着色層 556 として、赤色 (R) のカラーフィルタを形成し、発光素子 2 の封止基板 552 には、着色層 556 として、緑色 (G) のカラーフィルタを形成し、発光素子 3 の封止基板 552 には、着色層 556 として、青色 (B) のカラーフィルタを形成し、発光素子 4 の封止基板 552 には、着色層 556 として、黄色 (Y) のカラーフィルタを形成した。

【0362】

上記により作製した基板 502 上の発光素子と、封止基板 552 とを大気に曝されないように窒素雰囲気グローブボックス内において貼り合わせるにより封止した (シール材を素子の周囲に塗布し、シール材に 365 nm の紫外光を $6 \text{ J} / \text{cm}^2$ 照射し、その後 80 °C にて 1 時間熱処理した) 。

40

【0363】

以上の工程により、発光素子 1 乃至発光素子 4 を作製した。

【0364】

なお、上述の発光素子 1 乃至発光素子 4 の蒸着過程において、蒸着方法としては抵抗加熱法を用いた。

【0365】

< 1 - 2 . 発光素子 1 乃至発光素子 4 の特性 >

50

発光素子 1 乃至発光素子 4 の輝度 - 電流密度特性を図 3 1 (A) に示す。また、発光素子 1 乃至発光素子 4 の輝度 - 電圧特性を図 3 1 (B) に示す。また、発光素子 1 乃至発光素子 4 の電流効率 - 輝度特性を図 3 2 (A) に示す。なお、各発光素子の測定を室温 (25) に保たれた雰囲気) で行った。

【 0 3 6 6 】

また、1000 cd / m² 付近における、発光素子 1 乃至発光素子 4 の素子特性を表 3 に示す。

【 0 3 6 7 】

【表 3】

	電圧 (V)	電流 (mA)	電流密度 (mA/cm ²)	色度 (x, y)	輝度 (cd/m ²)	電流効率 (cd/A)
発光素子 1	6.0	0.24	6.1	(0.66, 0.34)	1020	16.7
発光素子 2	5.6	0.10	2.5	(0.33, 0.66)	1197	48.7
発光素子 3	6.6	1.19	29.7	(0.14, 0.05)	909	3.1
発光素子 4	5.4	0.04	1.1	(0.44, 0.56)	1122	106.7

【 0 3 6 8 】

また、発光素子 1 乃至発光素子 4 に 2 . 5 mA / cm² の電流密度で電流を流した際の発光スペクトルを図 3 2 (B) に示す。図 3 2 (B) に示す通り、発光素子 1 は、赤色の波長帯域に発光スペクトルピークを有し、発光素子 2 は、緑色の波長帯域に発光スペクトルピークを有し、発光素子 3 は、青色の波長帯域に発光スペクトルピークを有し、発光素子 4 は、黄色の波長帯域に発光スペクトルのピークを有する。したがって、発光素子 1 乃至発光素子 4 を組み合わせて用いることで、フルカラー化の発光装置を実現できることが分かる。

【 0 3 6 9 】

また、発光素子 1、発光素子 2、及び発光素子 4 においては、上部電極 5 1 2 の下面と第 1 の発光層 5 0 6 の下面との間の距離は、93 . 1 nm であり、発光素子 3 においては、上部電極 5 1 2 の下面と第 1 の発光層 5 0 6 の下面との間の距離は 98 . 1 nm であった。また、発光素子 3 においては、上部電極 5 1 2 の下面と第 2 の発光層 5 1 0 の下面との間の距離は 41 nm であった。

【 0 3 7 0 】

また、発光素子 1、発光素子 2、及び発光素子 4 においては、第 1 の発光層 5 0 6 の上面と第 2 の発光層 5 1 0 の下面との間の距離、すなわち電子輸送層 5 3 3、電荷発生層 5 0 8 (1)、5 0 8 (2)、正孔注入層 5 3 4、及び正孔輸送層 5 3 5 の合計の膜厚は 22 . 1 nm であった。また、発光素子 3 においては、第 1 の発光層 5 0 6 の上面と第 2 の発光層 5 1 0 の下面との間の距離、すなわち電子輸送層 5 3 3、電荷発生層 5 0 8 (1)、5 0 8 (2)、正孔注入層 5 3 4、及び正孔輸送層 5 3 5 の合計の膜厚は 27 . 1 nm であった。したがって、本発明の一態様の発光素子 1 乃至発光素子 4 は、第 1 の発光層 5 0 6 の上面と第 2 の発光層 5 1 0 の下面との間の距離は、40 nm 以下であった。

【 0 3 7 1 】

以上のように、発光素子 1 乃至発光素子 4 の上部電極 5 1 2 の下面と第 1 の発光層 5 0 6 の下面との間の距離が 130 nm 以下とすることで、表 3、図 3 1 (A) (B)、及び

図32(A)(B)に示す通り、発光素子1乃至発光素子4から高効率の素子特性が得られ、且つ所望の波長帯域の発光が得られた。

【0372】

以上、本実施例に示す構成は、他の実施例または実施の形態に示す構成と適宜組み合わせて用いる事ができる。

【実施例2】

【0373】

本実施例では、本発明の一態様である発光素子の作製例を示す。本実施例で作製する発光素子(発光素子5乃至発光素子9)の断面模式図を図30に、素子構造の詳細を表4乃至表6に、それぞれ示す。なお、使用した化合物としては、実施例1と同じとした。

10

【0374】

【表4】

	層	符号	膜厚 (nm)	材料	重量比
発光素子5	光学素子	556	—	CF(Red)	—
	上部電極	512(2)	70	ITO	—
		512(1)	15	Ag:Mg	1:0.1 ^{*1)}
	電子注入層	537(2)	1	LiF	—
		537(1)	9	Bphen	—
	電子輸送層	536	5	cgDBCzPA	—
	第2の発光層	510	25	cgDBCzPA:1,6BnfAprn-03	1:0.03
	正孔輸送層	535	7.5	PCPPn	—
	正孔注入層	534	5	PCPPn:MoO ₃	2:1
	電荷発生層	508(2)	2	CuPc	—
		508(1)	0.1	Li ₂ O	—
	電子輸送層	533	9	Bphen	—
	第1の発光層	506	30	2mDBTBPDq-II:PCBBiF:Ir(mpmpm) ₂ (acac)	0.9:0.1:0.06
	正孔輸送層	532	10	BPAFLP	—
	正孔注入層	531	15	DBT3P-II:MoO ₃	2:1
発光素子6	透明導電層	530	150	ITSO	—
	下部電極	504	100	APC	—
	光学素子	556	—	CF(Green)	—
	上部電極	512(2)	70	ITO	—
		512(1)	15	Ag:Mg	1:0.1 ^{*1)}
	電子注入層	537(2)	1	LiF	—
		537(1)	9	Bphen	—
	電子輸送層	536	5	cgDBCzPA	—
	第2の発光層	510	25	cgDBCzPA:1,6BnfAprn-03	1:0.03
	正孔輸送層	535	7.5	PCPPn	—
	正孔注入層	534	5	PCPPn:MoO ₃	2:1
	電荷発生層	508(2)	2	CuPc	—
		508(1)	0.1	Li ₂ O	—
	電子輸送層	533	9	Bphen	—
	第1の発光層	506	30	2mDBTBPDq-II:PCBBiF:Ir(mpmpm) ₂ (acac)	0.9:0.1:0.06
	正孔輸送層	532	10	BPAFLP	—
	正孔注入層	531	20	DBT3P-II:MoO ₃	2:1
	透明導電層	530	110	ITSO	—
	下部電極	504	100	APC	—

20

30

40

*1) 上部電極512(1)のみ体積比で記載。

【0375】

【表 5】

	層	符号	膜厚 (nm)	材料	重量比 *1)
発光素子7	光学素子	556	—	CF(Blue)	—
	上部電極	512(2)	70	ITO	—
		512(1)	15	Ag : Mg	1:0.1 ^{*1)}
	電子注入層	537(2)	1	LiF	—
		537(1)	9	Bphen	—
	電子輸送層	536	5	cgDBCzPA	—
	第2の発光層	510	25	cgDBCzPA : 1,6BnfAprn-03	1:0.03
	正孔輸送層	535	7.5	PCPPn	—
	正孔注入層	534	5	PCPPn:MoO ₃	2:1
	電荷発生層	508(2)	2	CuPc	—
		508(1)	0.1	Li ₂ O	—
	電子輸送層	533	9	Bphen	—
	第1の発光層	506	30	2mDBTBPDBq-II : PCBBiF : Ir(mpmpm) ₂ (acac)	0.9:0.1:0.06
	正孔輸送層	532	10	BPAFLP	—
	正孔注入層	531	30	DBT3P-II:MoO ₃	2:1
発光素子8	透明導電層	530	45	ITSO	—
	下部電極	504	100	APC	—
	光学素子	556	—	CF(Yellow)	—
	上部電極	512(2)	70	ITO	—
		512(1)	15	Ag : Mg	1:0.1 ^{*1)}
	電子注入層	537(2)	1	LiF	—
		537(1)	9	Bphen	—
	電子輸送層	536	5	cgDBCzPA	—
	第2の発光層	510	25	cgDBCzPA : 1,6BnfAprn-03	1:0.03
	正孔輸送層	535	7.5	PCPPn	—
	正孔注入層	534	5	PCPPn:MoO ₃	2:1
	電荷発生層	508(2)	2	CuPc	—
		508(1)	0.1	Li ₂ O	—
	電子輸送層	533	9	Bphen	—
	第1の発光層	506	30	2mDBTBPDBq-II : PCBBiF : Ir(mpmpm) ₂ (acac)	0.9:0.1:0.06
	正孔輸送層	532	10	BPAFLP	—
	正孔注入層	531	35	DBT3P-II:MoO ₃	2:1
	透明導電層	530	110	ITSO	—
	下部電極	504	100	APC	—

10

20

30

*1) 上部電極512(1)のみ体積比で記載。

【 0 3 7 6 】

【表 6】

	層	符号	膜厚 (nm)	材料	重量比 *1)
発光素子9	光学素子	556	—	—	—
	上部電極	512(2)	70	ITO	—
		512(1)	15	Ag : Mg	1:0.1*1)
	電子注入層	537(2)	1	LiF	—
		537(1)	9	Bphen	—
	電子輸送層	536	5	cgDBCzPA	—
	第2の発光層	510	25	cgDBCzPA : 1,6BnfAprn-03	1:0.03
	正孔輸送層	535	7.5	PCPPn	—
	正孔注入層	534	5	PCPPn:MoO ₃	2:1
	電荷発生層	508(2)	2	CuPc	—
		508(1)	0.1	Li ₂ O	—
	電子輸送層	533	9	Bphen	—
	第1の発光層	506	30	2mDBTBPDq-II : PCBBIF : Ir(mpmpm) ₂ (acac)	0.9:0.1:0.06
	正孔輸送層	532	10	BPAFLP	—
	正孔注入層	531	35	DBT3P-II:MoO ₃	2:1
	透明導電層	530	110	ITSO	—
	下部電極	504	100	APC	—

10

20

*1) 上部電極512(1)のみ体積比で記載。

【0377】

< 2 - 1 . 発光素子 5 乃至発光素子 9 の作製方法 >

まず、基板 502 上に下部電極 504 として、APC をスパッタリング法により成膜した。なお、下部電極 504 の膜厚を 100 nm とし、下部電極 504 の面積を 4 mm² (2 mm × 2 mm) とした。

【0378】

次に、下部電極 504 上に、透明導電層 530 として、ITSO をスパッタリング法により成膜した。なお、発光素子 5 の透明導電層 530 の膜厚を 150 nm とし、発光素子 6、発光素子 8、及び発光素子 9 の透明導電層 530 の膜厚を 110 nm とし、発光素子 7 の透明導電層 530 の膜厚を 45 nm とした。

30

【0379】

次に、有機化合物層の蒸着前の前処理として、下部電極 504 及び透明導電層 530 が形成された基板 502 の透明導電層 530 側を水で洗浄し、200℃で1時間焼成した後、透明導電層 530 の表面に対し、UV オゾン処理を 370 秒行った。

【0380】

その後、10⁻⁴ Pa 程度まで内部が減圧された真空蒸着装置に基板 502 を導入し、真空蒸着装置内の加熱室において、170℃で60分間の真空焼成を行った後、基板 502 を 30 分程度放冷した。

40

【0381】

次に、透明導電層 530 が形成された面が下方となるように、基板 502 を真空蒸着装置内に設けられたホルダーに固定した。本実施例では、真空蒸着法により、正孔注入層 531、正孔輸送層 532、第1の発光層 506、電子輸送層 533、電荷発生層 508 (1)、508 (2)、正孔注入層 534、正孔輸送層 535、第2の発光層 510、電子輸送層 536、電子注入層 537 (1)、537 (2)、上部電極 512 (1)、512 (2) を順次形成した。詳細な作製方法を以下に記す。

【0382】

まず、真空装置内を 10⁻⁴ Pa に減圧した後、透明導電層 530 上に、正孔注入層 531 として、DBT3P - II と酸化モリブデンとを、DBT3P - II : 酸化モリブデン = 2 : 1 (重量比) となるように共蒸着した。なお、発光素子 5 の第1の正孔注入層 5

50

3 1 の膜厚を 1 5 n m とし、発光素子 6 の正孔注入層 5 3 1 の膜厚を 2 0 n m とし、発光素子 7 の正孔注入層 5 3 1 の膜厚を 3 0 n m とし、発光素子 8 及び発光素子 9 の正孔注入層 5 3 1 の膜厚を 3 5 n m とした。

【 0 3 8 3 】

次に、正孔注入層 5 3 1 上に正孔輸送層 5 3 2 を形成した。正孔輸送層 5 3 2 としては、B P A F L P を蒸着した。なお、正孔輸送層 5 3 2 の膜厚を 1 0 n m とした。

【 0 3 8 4 】

次に、正孔輸送層 5 3 2 上に第 1 の発光層 5 0 6 を形成した。第 1 の発光層 5 0 6 としては、2 m D B T B P D B q - I I と、P C B B i F と、 $I r (m p m p p m) _2 (a c a c)$ とを、2 m D B T B P D B q - I I : P C B B i F : $I r (m p m p p m) _2 (a c a c) = 0 . 9 : 0 . 1 : 0 . 0 6$ (重量比) となるよう共蒸着した。なお、第 1 の発光層 5 0 6 の膜厚を 3 0 n m とした。なお、第 1 の発光層 5 0 6 において、2 m D B T B P D B q - I I がホスト材料であり、P C B B i F がアシスト材料であり、 $I r (m p m p p m) _2 (a c a c)$ が燐光材料 (ゲスト材料) である。

10

【 0 3 8 5 】

次に、第 1 の発光層 5 0 6 上に電子輸送層 5 3 3 として、B p h e n を蒸着した。なお、電子輸送層 5 3 3 の膜厚を 9 n m とした。

【 0 3 8 6 】

次に、電子輸送層 5 3 3 上に電荷発生層 5 0 8 (1) として、 $L i _2 O$ を蒸着した。なお、電荷発生層 5 0 8 (1) の膜厚を 0 . 1 n m とした。次に、電荷発生層 5 0 8 (1) 上に電荷発生層 5 0 8 (2) として、C u P c を蒸着した。なお、電荷発生層 5 0 8 (2) の膜厚を 2 n m とした。

20

【 0 3 8 7 】

次に、電荷発生層 5 0 8 (2) 上に正孔注入層 5 3 4 として、P C P P n と酸化モリブデンとを、P C P P n : 酸化モリブデン = 2 : 1 (重量比) となるように共蒸着した。なお、正孔注入層 5 3 4 の膜厚を 5 n m とした。

【 0 3 8 8 】

次に、正孔注入層 5 3 4 上に正孔輸送層 5 3 5 として、P C P P n を蒸着した。なお、正孔輸送層 5 3 5 の膜厚を 7 . 5 n m とした。

【 0 3 8 9 】

次に、正孔輸送層 5 3 5 上に第 2 の発光層 5 1 0 として、c g D B C z P A と、1 , 6 B n f A P r n - 0 3 とを、c g D B C z P A : 1 , 6 B n f A P r n - 0 3 = 1 : 0 . 0 3 (重量比) となるように共蒸着した。また、第 2 の発光層 5 1 0 の膜厚を 2 5 n m とした。なお、第 2 の発光層 5 1 0 において、c g D B C z P A がホスト材料であり、1 , 6 B n f A P r n - 0 3 が蛍光材料 (ゲスト材料) である。

30

【 0 3 9 0 】

次に、第 2 の発光層 5 1 0 上に電子輸送層 5 3 6 として、c g D B C z P A を蒸着した。なお、電子輸送層 5 3 6 の膜厚を 5 n m とした。

【 0 3 9 1 】

次に、電子輸送層 5 3 6 上に電子注入層 5 3 7 (1) として、B p h e n を蒸着した。なお、電子注入層 5 3 7 (1) の膜厚を 9 n m とした。次に、電子注入層 5 3 7 (1) 上に電子注入層 5 3 7 (2) として、L i F を蒸着した。なお、電子注入層 5 3 7 (2) の膜厚を 1 n m とした。

40

【 0 3 9 2 】

次に、電子注入層 5 3 7 (2) 上に上部電極 5 1 2 (1) として、A g と M g とを 1 : 0 . 1 (体積比) で共蒸着した。なお、上部電極 5 1 2 (1) の膜厚を 1 5 n m とした。次に、上部電極 5 1 2 (1) 上に上部電極 5 1 2 (2) として、I T O をスパッタリング法により形成した。なお、上部電極 5 1 2 (2) の膜厚を 7 0 n m とした。

【 0 3 9 3 】

次に、封止基板 5 5 2 を準備した。また、発光素子 5 の封止基板 5 5 2 には、着色層 5

50

56として、赤色（R）のカラーフィルタを形成し、発光素子6の封止基板552には、着色層556として、緑色（G）のカラーフィルタを形成し、発光素子7の封止基板552には、着色層556として、青色（B）のカラーフィルタを形成し、発光素子8の封止基板552には、着色層556として、黄色（Y）のカラーフィルタを形成した。なお、発光素子9の封止基板552には、着色層556を設けない構成とした。

【0394】

上記により作製した基板502上の発光素子と、封止基板552とを大気に曝されないように窒素雰囲気グローブボックス内において貼り合わせることで封止した。なお、封止方法としては、実施例1と同じとした。

【0395】

以上の工程により、発光素子5乃至発光素子9を作製した。

【0396】

なお、上述の発光素子5乃至発光素子9の蒸着過程において、蒸着方法としては抵抗加熱法を用いた。

【0397】

< 2 - 2 . 発光素子5乃至発光素子9の特性 >

発光素子5乃至発光素子9の輝度 - 電流密度特性を図33（A）に示す。また、発光素子5乃至発光素子9の輝度 - 電圧特性を図33（B）に示す。また、発光素子5乃至発光素子9の電流効率 - 輝度特性を図34（A）に示す。なお、各発光素子の測定を室温（25℃に保たれた雰囲気）で行った。

【0398】

また、1000 cd/m²付近における、発光素子5乃至発光素子9の素子特性を表7に示す。

【0399】

【表7】

	電圧 (V)	電流 (mA)	電流密度 (mA/cm ²)	色度 (x, y)	輝度 (cd/m ²)	電流効率 (cd/A)
発光素子 5	6.1	0.28	6.9	(0.66, 0.34)	1113	16.2
発光素子 6	5.7	0.10	2.5	(0.33, 0.66)	1140	44.8
発光素子 7	6.8	1.36	34.0	(0.14, 0.05)	960	2.8
発光素子 8	5.5	0.04	1.1	(0.45, 0.55)	1022	94.7
発光素子 9	5.5	0.04	1.1	(0.45, 0.54)	1180	110.6

【0400】

また、発光素子5乃至発光素子9に2.5 mA/cm²の電流密度で電流を流した際の発光スペクトルを図34（B）に示す。図34（B）に示す通り、発光素子5は、赤色の波長帯域に発光スペクトルピークを有し、発光素子6は、緑色の波長帯域に発光スペクトルピークを有し、発光素子7は、青色の波長帯域に発光スペクトルピークを有し、発光素子8及び発光素子9は、黄色の波長帯域に発光スペクトルのピークを有する。したがって、発光素子5乃至発光素子9を組み合わせて用いることで、フルカラー化の発光装置を実

現できる。

【0401】

また、発光素子5乃至発光素子9において、上部電極512の下面と第1の発光層506の下面との間の距離は、93.6nmであった。また、発光素子7においては、上部電極512の下面と第2の発光層510の下面との間の距離は40nmであった。

【0402】

また、発光素子5乃至発光素子9においては、第1の発光層506の上面と第2の発光層510の下面との間の距離、すなわち電子輸送層533、電荷発生層508(1)、508(2)、正孔注入層534、及び正孔輸送層535の合計の膜厚は23.6nmであった。したがって、本発明の一態様の発光素子5乃至発光素子9は、第1の発光層506の上面と第2の発光層510の下面との間の距離は、40nm以下であった。

10

【0403】

以上のように、発光素子5乃至発光素子9の上部電極512の下面と第1の発光層506の下面との間の距離が130nm以下とすることで、表7、図33(A)(B)、及び図34(A)(B)に示す通り、発光素子5乃至発光素子9から高効率の素子特性が得られ、且つ所望の波長帯域の発光が得られた。

【0404】

以上、本実施例に示す構成は、他の実施例または実施の形態に示す構成と適宜組み合わせて用いる事ができる。

20

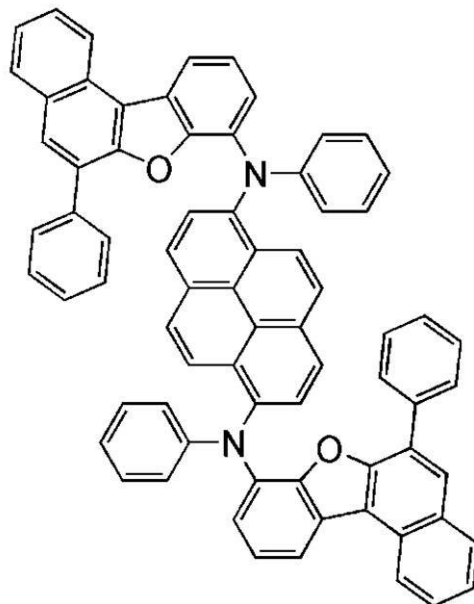
【0405】

(参考例)

以下では、先の実施例で用いた有機化合物、1,6BnfAPrn-03の合成方法について説明する。なお、1,6BnfAPrn-03の構造を以下に示す。

【0406】

【化3】



30

1,6BnfAPrn-03

40

【0407】

<ステップ1：6-ヨードベンゾ[b]ナフト[1,2-d]フランの合成>

500mL三口フラスコに、8.5g(39mmol)のベンゾ[b]ナフト[1,2-d]フランを加え、フラスコ内を窒素置換した後、195mLのテトラヒドロフラン(THF)を加えた。この溶液を-75℃に冷却してから、この溶液に25mL(40mmol)のn-ブチルリチウム(1.59mol/L n-ヘキサン溶液)を滴下して加えた。滴下後、得られた溶液を室温で1時間攪拌した。

50

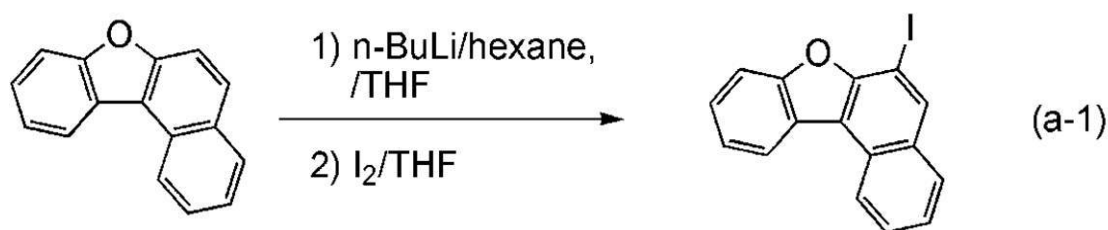
【 0 4 0 8 】

所定時間経過後、この溶液を - 7 5 に冷却してから、ヨウ素 1 0 g (4 0 m m o l) を T H F 4 0 m L に溶かした溶液を滴下して加えた。滴下後、得られた溶液を室温に戻しながら 1 7 時間攪拌した。所定時間経過後、この混合物にチオ硫酸ナトリウム水溶液を加え、1 時間攪拌した後、この混合物の有機層を水で洗浄し、有機層を硫酸マグネシウムにより乾燥した。乾燥後、この混合物を自然濾過し、得られた溶液をセライト (和光純薬工業株式会社、カタログ番号 : 5 3 1 - 1 6 8 5 5) 、フロリジル (和光純薬工業株式会社、カタログ番号 : 5 4 0 - 0 0 1 3 5) を通して吸引濾過した。得られた濾液を濃縮して得た固体を、トルエンにて再結晶を行ったところ、目的の白色粉末を収量 6 . 0 g (1 8 m m o l) 、収率 4 5 % で得た。ステップ 1 の合成スキームを下記 (a - 1) に示す。

10

【 0 4 0 9 】

【 化 4 】



20

【 0 4 1 0 】

< ステップ 2 : . 6 - フェニルベンゾ [b] ナフト [1 , 2 - d] フランの合成 >

2 0 0 m L 三口フラスコに、6 . 0 g (1 8 m m o l) の 6 - ヨードベンゾ [b] ナフト [1 , 2 - d] フランと、2 . 4 g (1 9 m m o l) のフェニルボロン酸と、7 0 m L のトルエンと、2 0 m L のエタノールと、2 2 m L の炭酸カリウム水溶液 (2 . 0 m o l / L) を入れた。この混合物を減圧しながら攪拌することで脱気をした。脱気後フラスコ内を窒素下としてから、4 8 0 m g (0 . 4 2 m m o l) のテトラキス (トリフェニルホスフィン) パラジウム (0) を加えた。この混合物を窒素気流下、9 0 で 1 2 時間攪拌した。

30

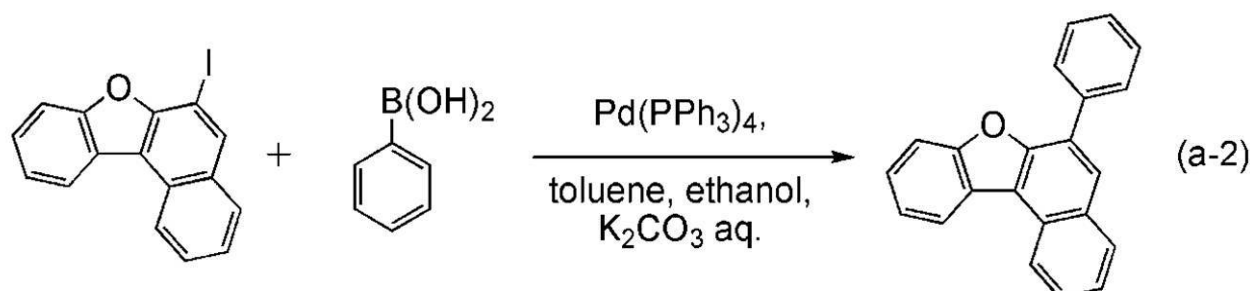
【 0 4 1 1 】

所定時間経過後、この混合物に水を加え、水層をトルエンにより抽出した。得られた抽出液と有機層を合わせて、水で洗浄後、硫酸マグネシウムにより乾燥した。この混合物を自然濾過し、得られた濾液を濃縮して得た固体を、トルエンに溶かした。得られた溶液をセライト (和光純薬工業株式会社、カタログ番号 : 5 3 1 - 1 6 8 5 5) 、フロリジル (和光純薬工業株式会社、カタログ番号 : 5 4 0 - 0 0 1 3 5) 、アルミナを通して吸引濾過した。得られたる液を濃縮して得た固体を、トルエンにより再結晶を行ったところ、目的の白色固体を収量 4 . 9 g (1 7 m m o l) 、収率 9 3 % で得た。ステップ 2 の合成スキームを下記 (a - 2) に示す。

【 0 4 1 2 】

【 化 5 】

40



【 0 4 1 3 】

50

<ステップ3：8-ヨード-6-フェニルベンゾ[*b*]ナフト[1,2-*d*]フランの合成>

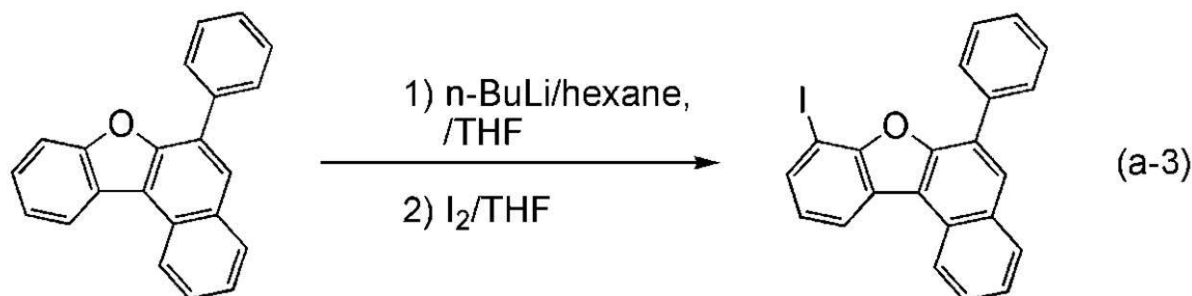
300 mL三口フラスコに、4.9 g (17 mmol) の6-フェニルベンゾ[*b*]ナフト[1,2-*d*]フランを加え、フラスコ内を窒素置換した後、87 mLのテトラヒドロフラン (THF) を加えた。この溶液を -75 °C に冷却してから、この溶液に11 mL (18 mmol) の*n*-ブチルリチウム (1.59 mol/L *n*-ヘキサン溶液) を滴下して加えた。滴下後、得られた溶液を室温で1時間攪拌した。所定時間経過後、この溶液を -75 °C に冷却してから、ヨウ素 4.6 g (18 mmol) をTHF 18 mLに溶かした溶液を滴下して加えた。

【0414】

得られた溶液を室温に戻しながら17時間攪拌した。所定時間経過後、この混合物にチオ硫酸ナトリウム水溶液を加え、1時間攪拌した後、この混合物の有機層を水で洗浄し、有機層を硫酸マグネシウムにより乾燥した。この混合物を自然濾過して得られたろ液をセライト (和光純薬工業株式会社、カタログ番号：531-16855)、フロリジル (和光純薬工業株式会社、カタログ番号：540-00135)、アルミナを通して吸引濾過した。得られたろ液を濃縮して得た固体を、トルエンにより再結晶を行ったところ、目的の白色固体を収量3.7 g (8.8 mmol)、収率53%で得た。ステップ3の合成スキームを下記 (a-3) に示す。

【0415】

【化6】



【0416】

<ステップ4：1,6-BnfAPrn-03の合成>

100 mL三口フラスコに、0.71 g (2.0 mmol) の1,6-ジブロモピレンと、1.0 g (10.4 mmol) のナトリウム *tert*-ブトキシドと、トルエン10 mLと、0.36 mL (4.0 mmol) のアニリンと、0.3 mLのトリ (*tert*-ブチル) ホスフィンの10 wt %ヘキサン溶液を加え、フラスコ内を窒素置換した。この混合物に50 mg (85 μmol) のビス (ジベンジリデンアセトン) パラジウム (0) を加え、80 °C で2時間攪拌した。

【0417】

所定時間経過後、得られた混合物に、1.7 g (4.0 mmol) の8-ヨード-6-フェニルベンゾ[*b*]ナフト[1,2-*d*]フランと、180 mg (0.44 mmol) の2-ジシクロヘキシルホスフィノ-2',6'-ジメトキシビフェニル (略称S-Phos) と、50 mg (85 μmol) のビス (ジベンジリデンアセトン) パラジウム (0) を加え、この混合物を100 °C で15時間攪拌した。所定時間経過後、得られた混合物をセライト (和光純薬工業株式会社、カタログ番号：531-16855) を通してろ過した。得られたろ液を濃縮して得た固体を、エタノールで洗浄し、トルエンにて再結晶を行ったところ、目的の黄色固体を1.38 g (1.4 mmol)、収率71%で得た。

【0418】

得られた黄色固体1.37 g (1.4 mmol) をトレインサブレーション法により昇華精製した。昇華精製は、アルゴン流量10 mL/min、圧力2.3 Paの条件で黄

10

20

30

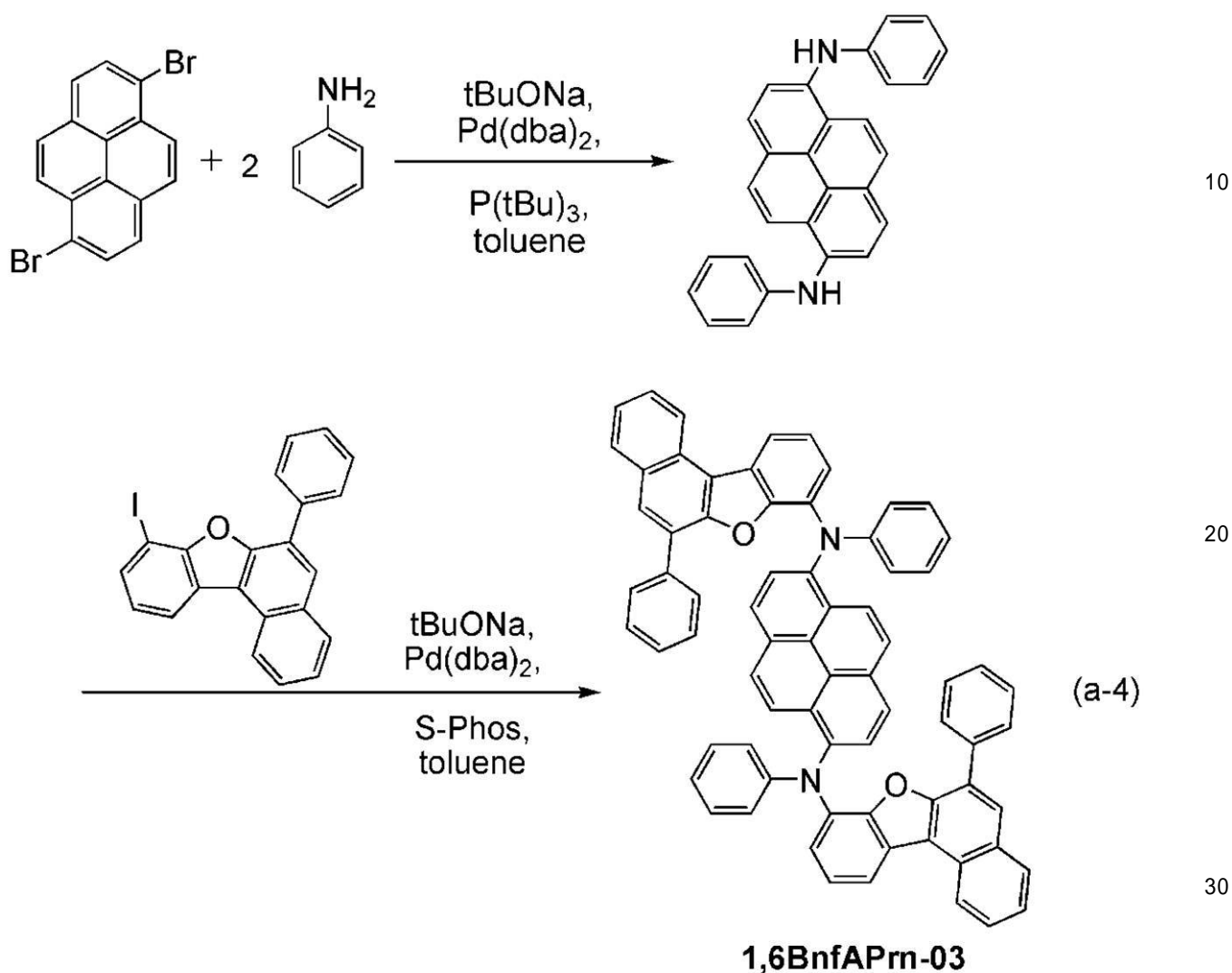
40

50

色固体を 370 で加熱して行った。昇華精製後、黄色固体を 0.68 g (0.70 mmol)、50%の回収率で得た。ステップ4の合成スキームを下記(a-4)に示す。

【0419】

【化7】



【0420】

なお、上記ステップ4で得られた黄色固体の核磁気共鳴分光法(^1H NMR)による分析結果を下記に示す。

【0421】

^1H NMR (ジクロロメタン- d_2 , 500 MHz): δ = 6.88 (t, J = 7.7 Hz, 4H), 7.03 - 7.06 (m, 6H), 7.11 (t, J = 7.5 Hz, 2H), 7.13 (d, J = 8.0 Hz, 2H), 7.28 - 7.32 (m, 8H), 7.37 (t, J = 8.0 Hz, 2H), 7.59 (t, J = 7.2 Hz, 2H), 7.75 (t, J = 7.7 Hz, 2H), 7.84 (d, J = 9.0 Hz, 2H), 7.88 (d, J = 8.0 Hz, 2H), 8.01 (s, 2H), 8.07 (d, J = 8.0 Hz, 4H), 8.14 (d, J = 9.0 Hz, 2H), 8.21 (d, J = 8.0 Hz, 2H), 8.69 (d, J = 8.5 Hz, 2H).

40

【符号の説明】

【0422】

100 発光素子
101B 発光素子
101G 発光素子

50

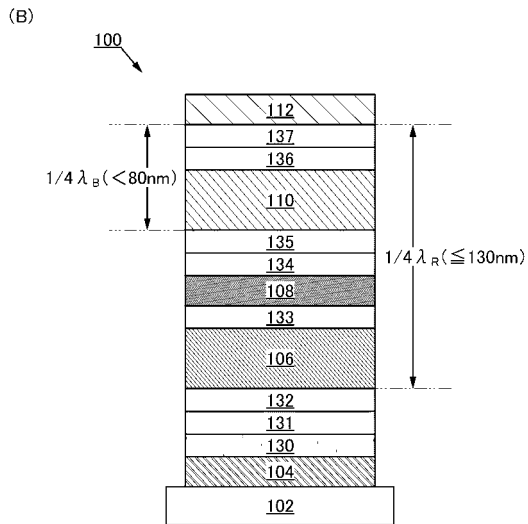
1 0 1 R	発光素子	
1 0 1 Y	発光素子	
1 0 2	基板	
1 0 4	下部電極	
1 0 4 B	下部電極	
1 0 4 G	下部電極	
1 0 4 R	下部電極	
1 0 4 Y	下部電極	
1 0 6	発光層	
1 0 6 - 1	発光層	10
1 0 6 - 2	発光層	
1 0 6 B	透明導電層	
1 0 6 G	透明導電層	
1 0 6 R	透明導電層	
1 0 6 Y	透明導電層	
1 0 8	電荷発生層	
1 1 0	発光層	
1 1 2	上部電極	
1 1 4	上部電極	
1 3 0	透明導電層	20
1 3 0 B	透明導電層	
1 3 0 G	透明導電層	
1 3 0 R	透明導電層	
1 3 0 Y	透明導電層	
1 3 1	正孔注入層	
1 3 2	正孔輸送層	
1 3 3	電子輸送層	
1 3 4	正孔注入層	
1 3 5	正孔輸送層	
1 3 6	電子輸送層	30
1 3 7	電子注入層	
1 4 1	隔壁	
1 5 0	発光装置	
1 5 2	基板	
1 5 4	遮光層	
1 5 6 B	光学素子	
1 5 6 G	光学素子	
1 5 6 R	光学素子	
1 5 6 Y	光学素子	
1 6 0	発光装置	40
1 7 0	トランジスタ	
1 7 2	ゲート電極	
1 7 4	ゲート絶縁層	
1 7 6	半導体層	
1 7 8	ソース電極	
1 8 0	ドレイン電極	
1 8 2	絶縁層	
1 8 4	絶縁層	
1 8 6	絶縁層	
3 0 1 _ 1	配線	50

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	
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	10
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	
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	20
3 1 1 _ 1	配線	
3 1 1 _ 3	配線	
3 1 2 _ 1	配線	
3 1 2 _ 2	配線	
5 0 2	基板	
5 0 4	下部電極	
5 0 6	発光層	
5 0 8	電荷発生層	
5 1 0	発光層	
5 1 2	上部電極	30
5 3 0	透明導電層	
5 3 1	正孔注入層	
5 3 2	正孔輸送層	
5 3 3	電子輸送層	
5 3 4	正孔注入層	
5 3 5	正孔輸送層	
5 3 6	電子輸送層	
5 3 7	電子注入層	
5 5 2	封止基板	
5 5 6	着色層	40
8 0 1	画素回路	
8 0 2	画素部	
8 0 4	駆動回路部	
8 0 4 a	ゲートドライバ	
8 0 4 b	ソースドライバ	
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	50

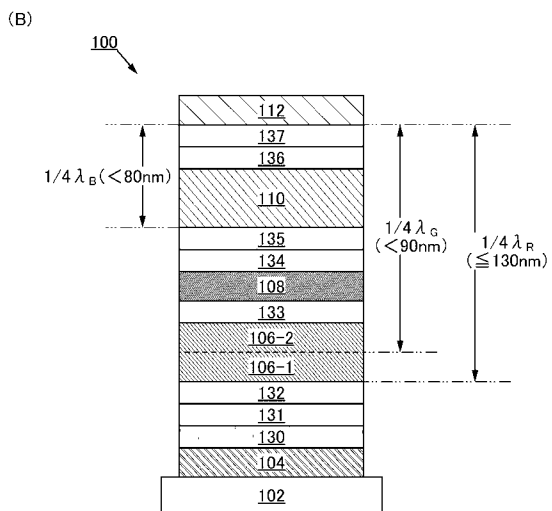
8 7 2	発光素子	
2 0 0 0	タッチパネル	
2 0 0 1	タッチパネル	
2 5 0 1	表示パネル	
2 5 0 2	画素	
2 5 0 2 t	トランジスタ	
2 5 0 3 c	容量素子	
2 5 0 3 g	走査線駆動回路	
2 5 0 3 t	トランジスタ	
2 5 0 9	F P C	10
2 5 1 0	基板	
2 5 1 0 a	絶縁層	
2 5 1 0 b	可撓性基板	
2 5 1 0 c	接着層	
2 5 1 1	配線	
2 5 1 9	端子	
2 5 2 1	絶縁層	
2 5 2 8	隔壁	
2 5 5 0	発光素子	
2 5 6 0	封止層	20
2 5 6 7 B M	遮光層	
2 5 6 7 p	反射防止層	
2 5 6 7 R	着色層	
2 5 7 0	基板	
2 5 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	発光モジュール	
2 5 9 0	基板	
2 5 9 1	電極	30
2 5 9 2	電極	
2 5 9 3	絶縁層	
2 5 9 4	配線	
2 5 9 5	タッチセンサ	
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	40
2 6 1 1	トランジスタ	
2 6 1 2	トランジスタ	
2 6 1 3	トランジスタ	
2 6 2 1	電極	
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	50

3 0 0 9	封止領域	
3 0 1 1	領域	
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	10
3 5 0 6	カメラ	
3 5 0 8	照明	
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	20
8 0 0 4	タッチセンサ	
8 0 0 5	F P C	
8 0 0 6	表示パネル	
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	
9 0 0 0	筐体	
9 0 0 1	表示部	
9 0 0 3	スピーカ	
9 0 0 5	操作キー	30
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	
9 0 5 5	ヒンジ	
9 1 0 0	携帯情報端末	40
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	

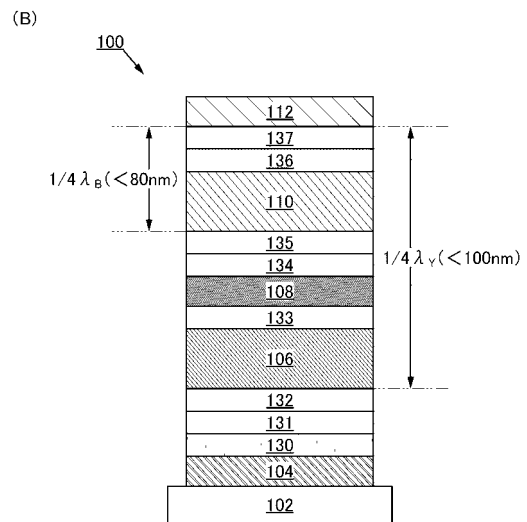
(A)



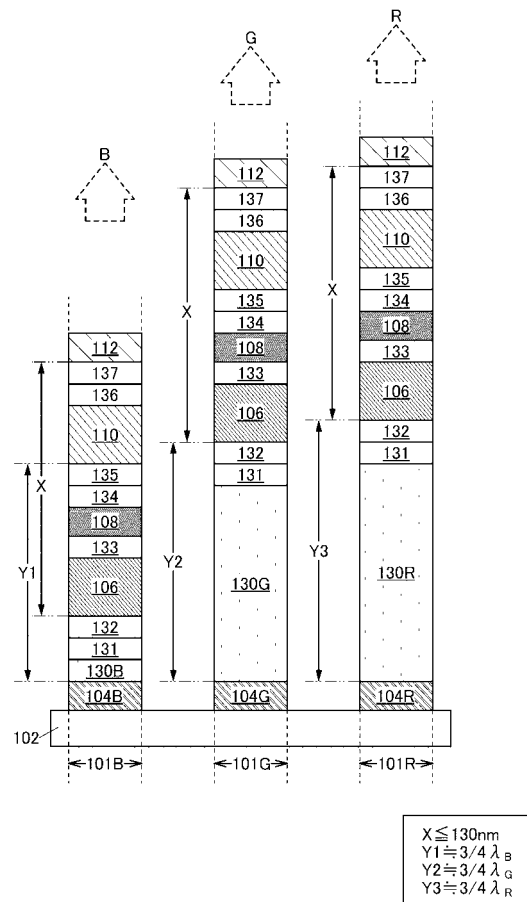
(A)



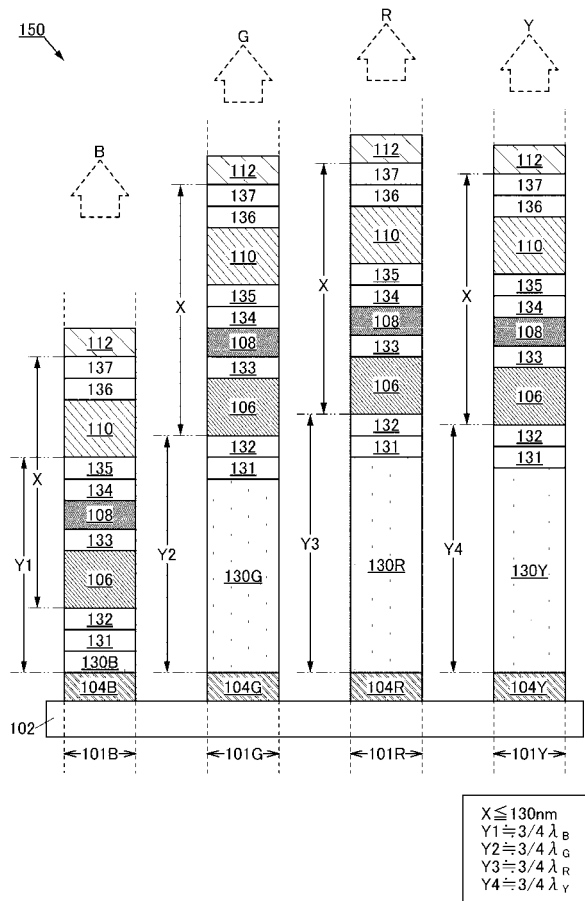
(A)



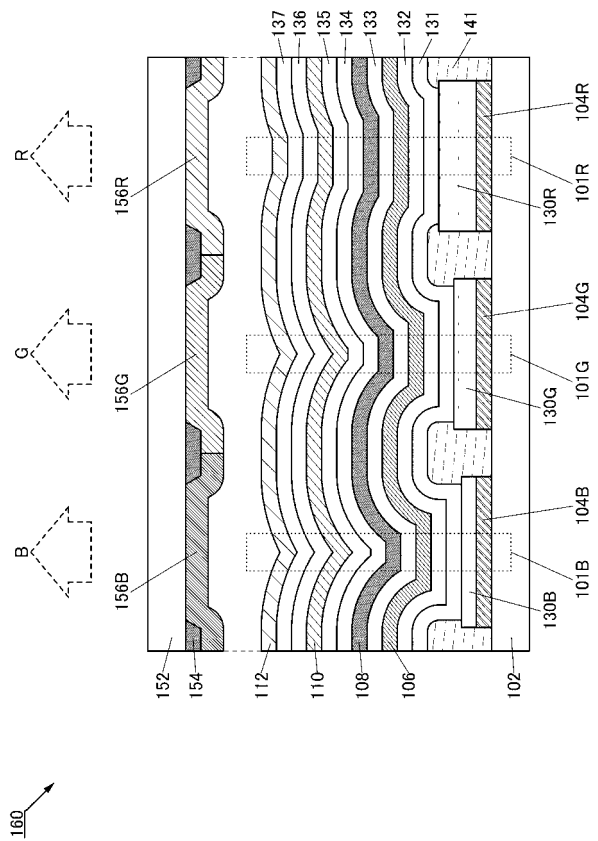
150



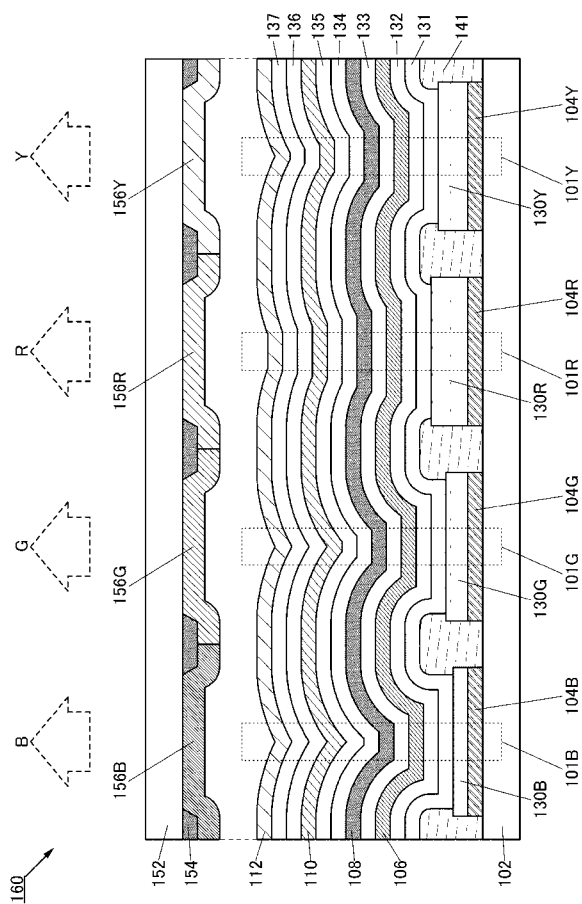
【 図 5 】



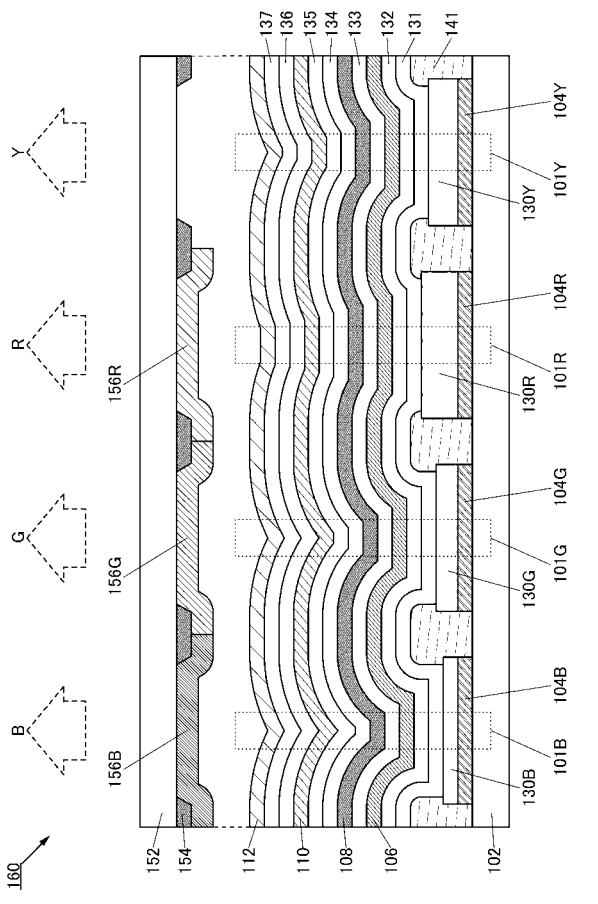
【 図 6 】



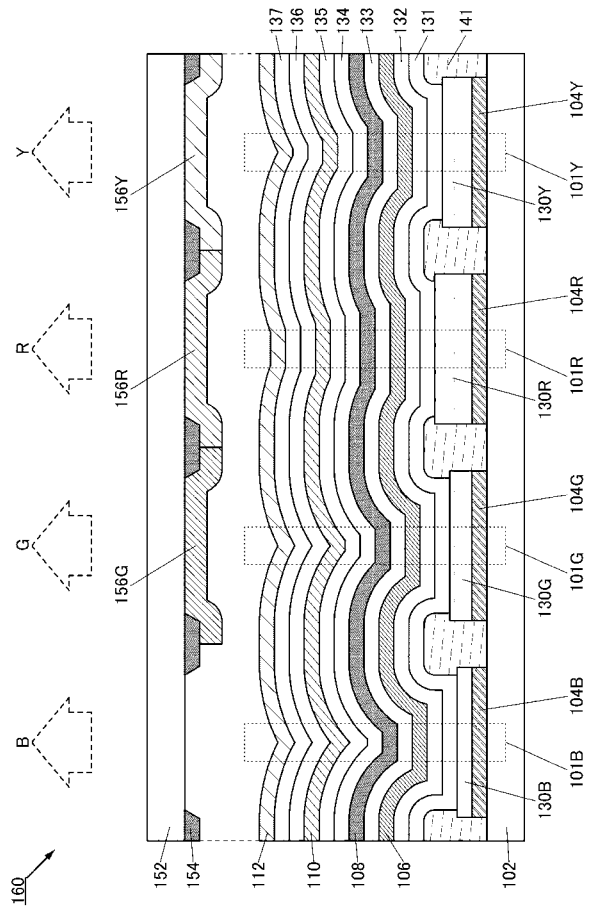
【 図 7 】



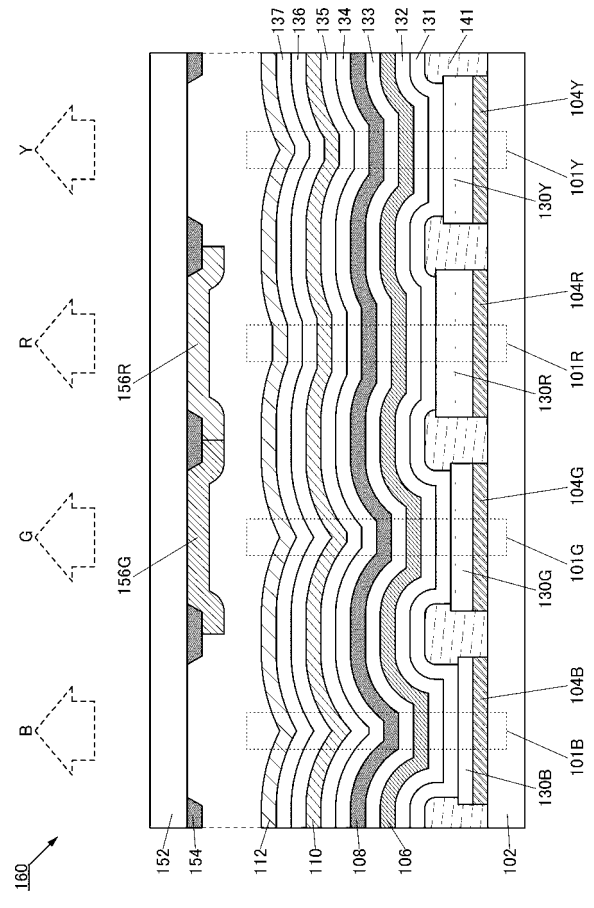
【 図 8 】



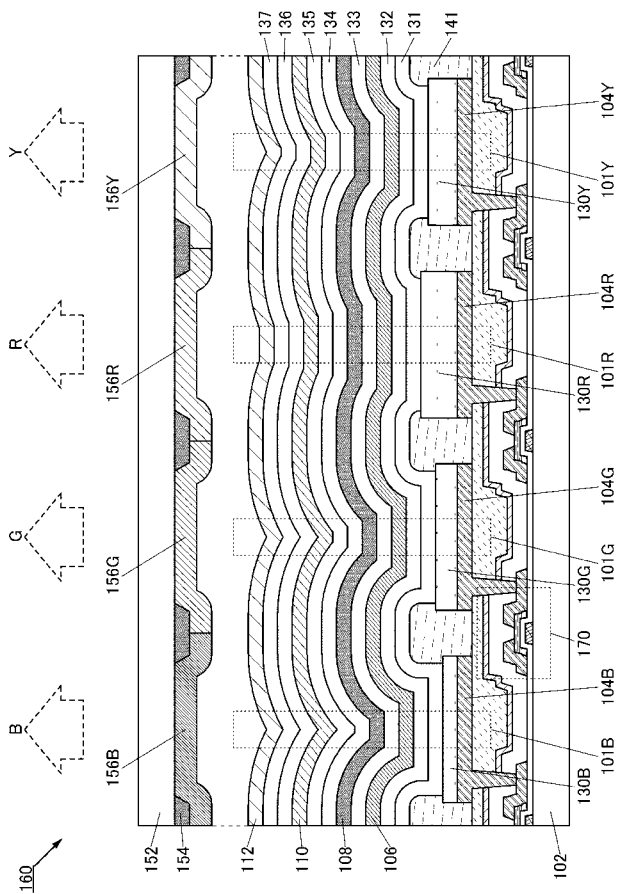
【 図 9 】



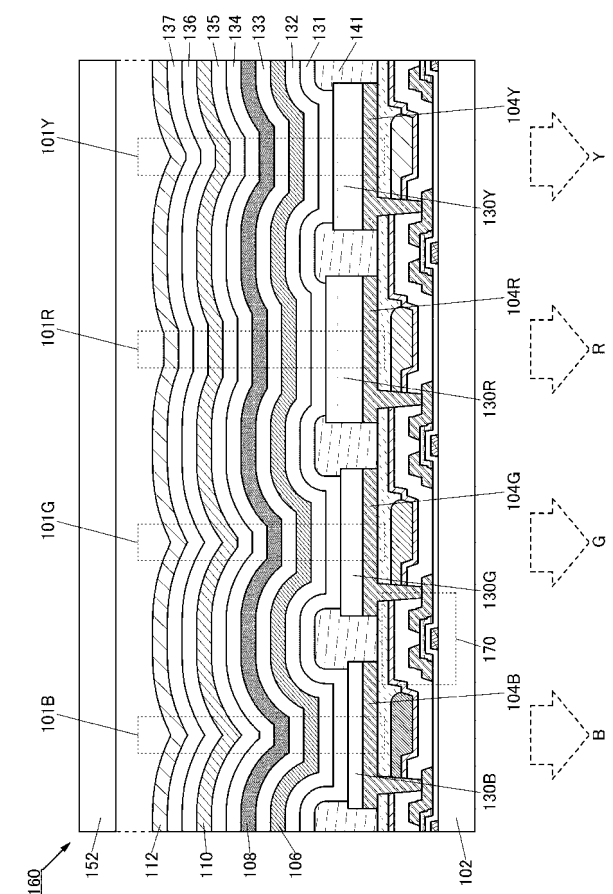
【 図 1 0 】



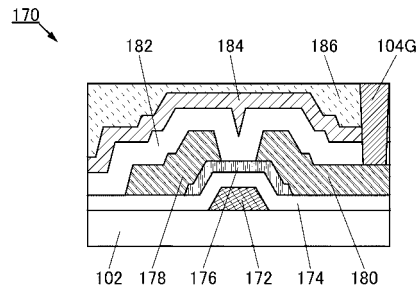
【 図 1 1 】



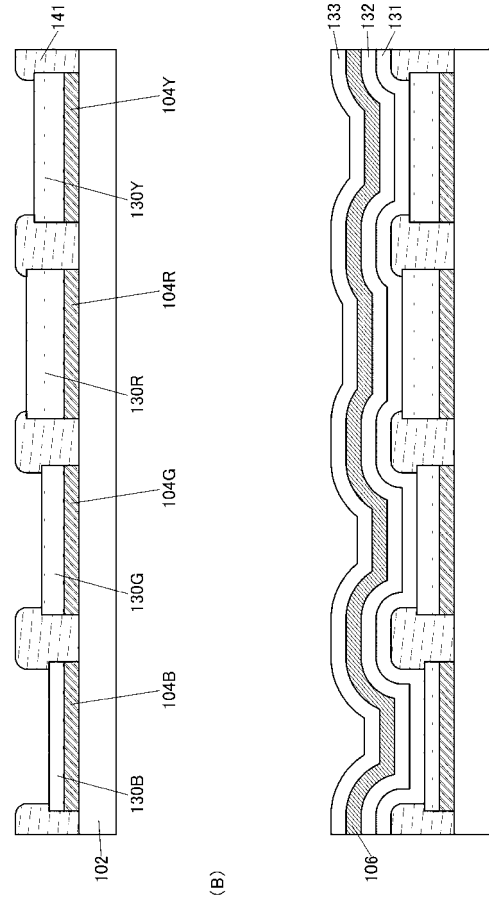
【 図 1 2 】



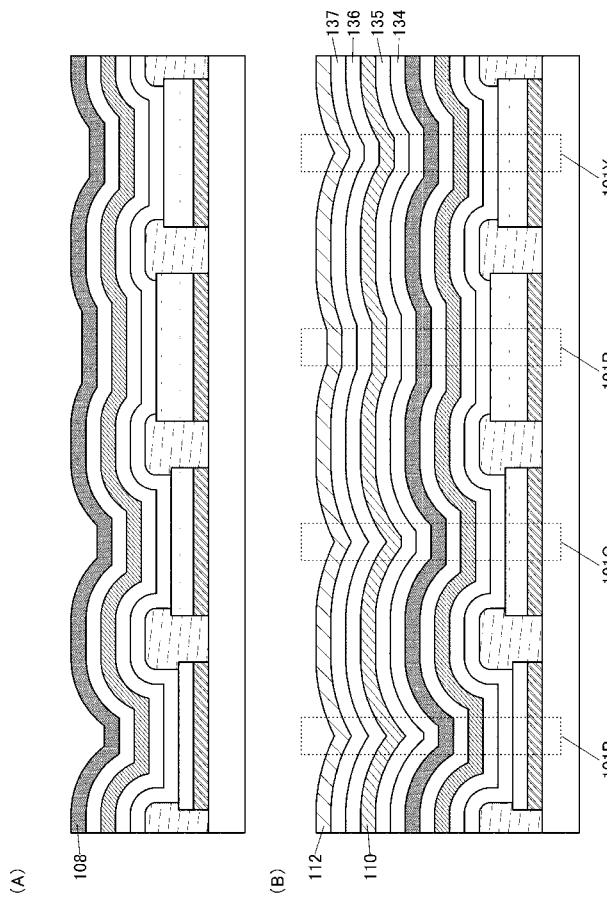
【図 13】



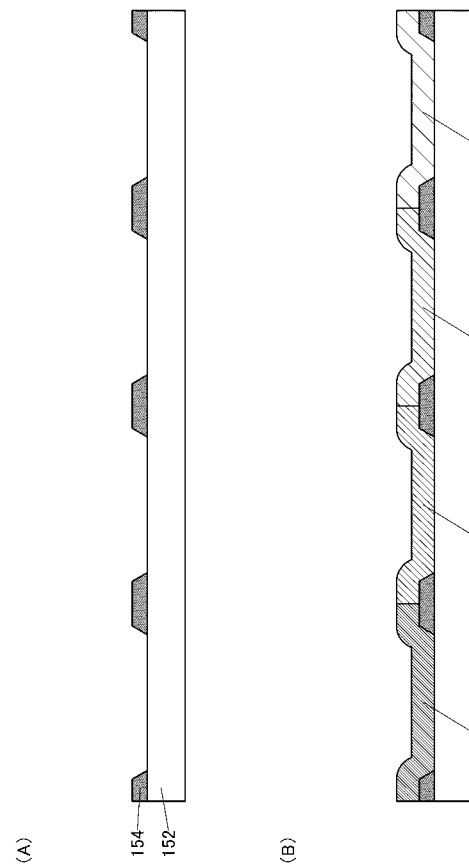
【図 14】



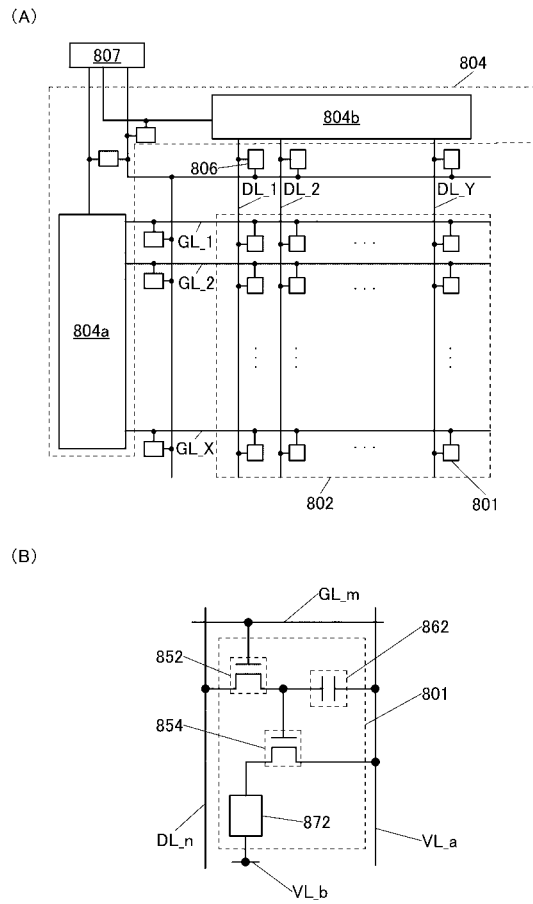
【図 15】



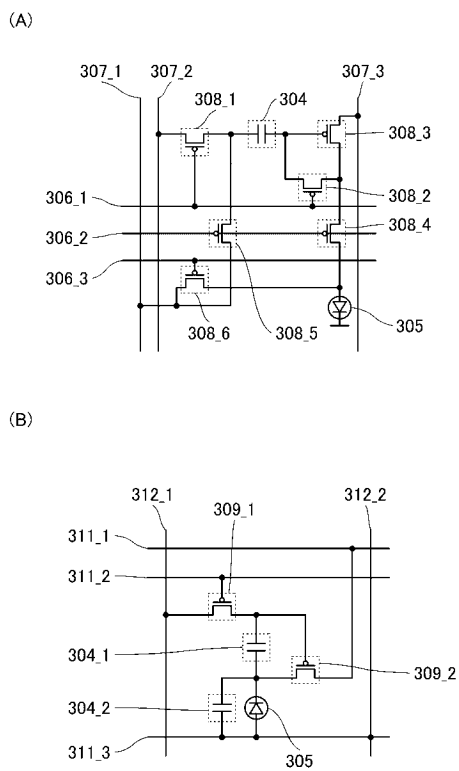
【図 16】



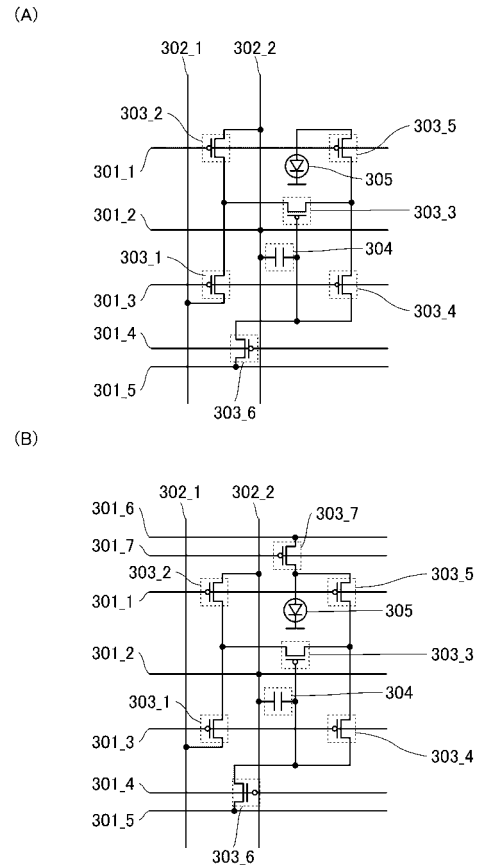
【図 17】



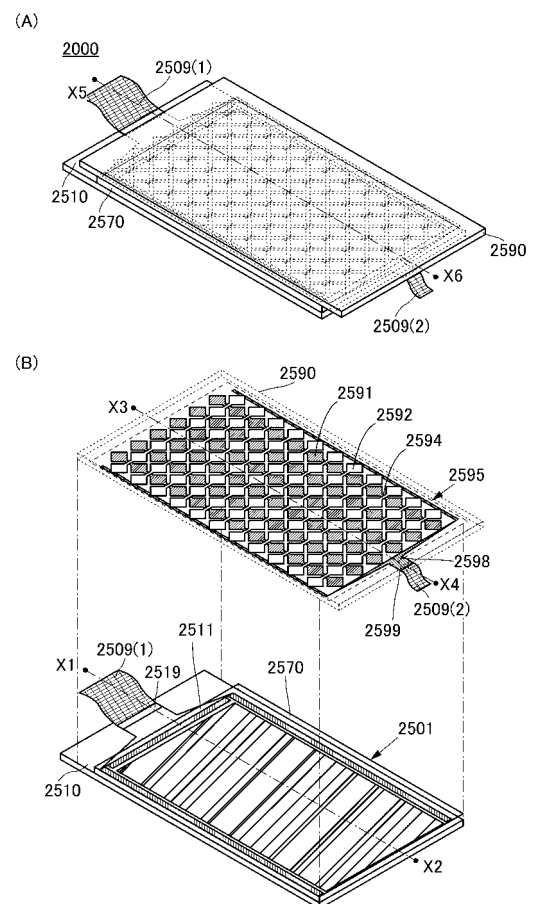
【図 19】



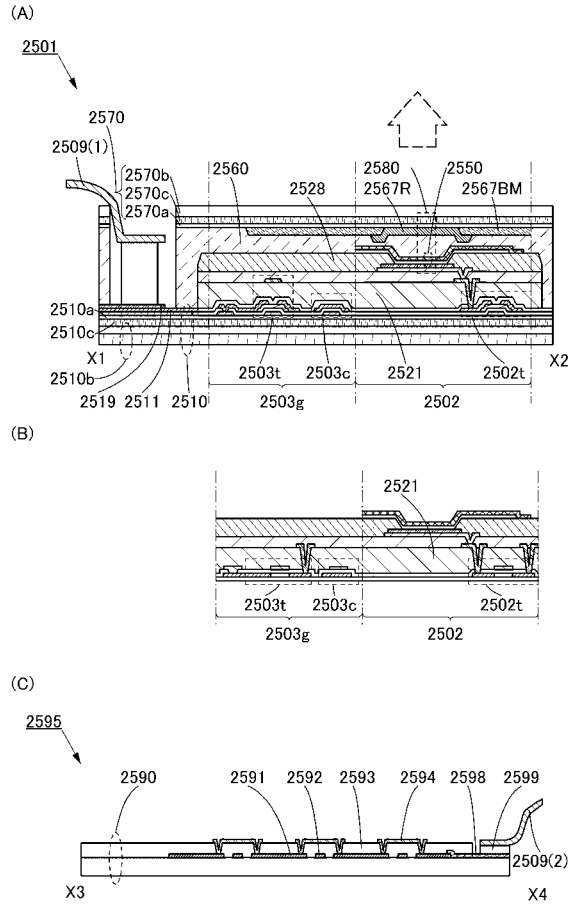
【図 18】



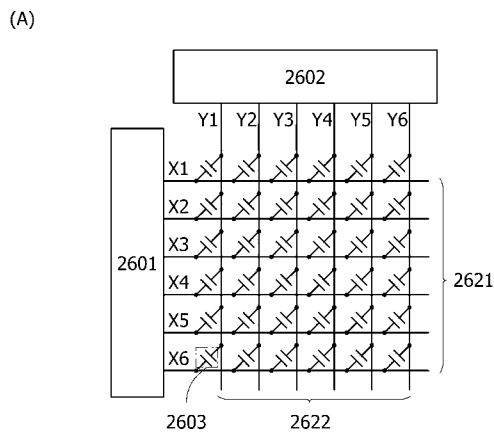
【図 20】



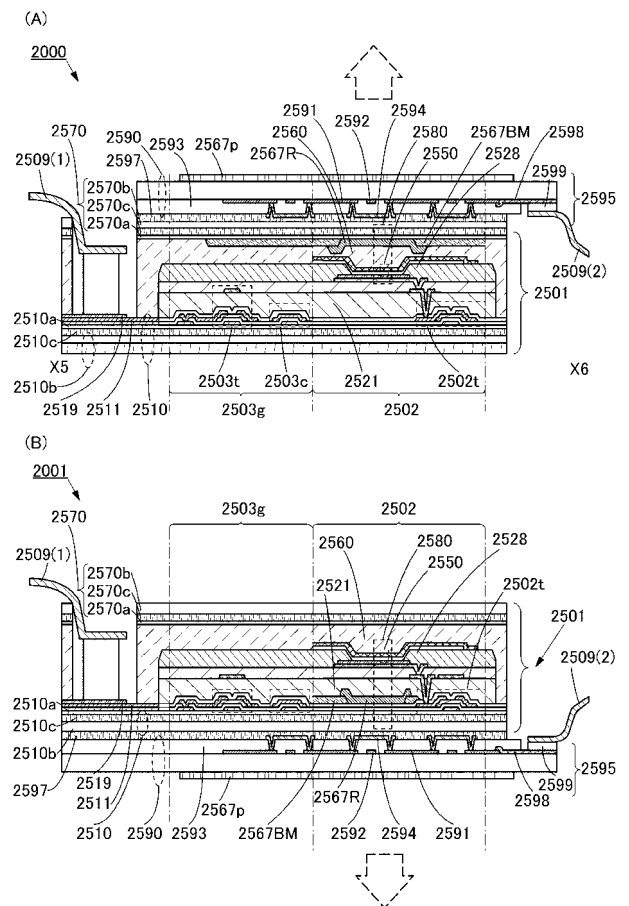
【図 2 1】



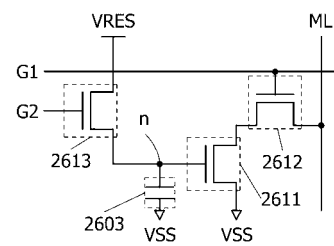
【図 2 3】



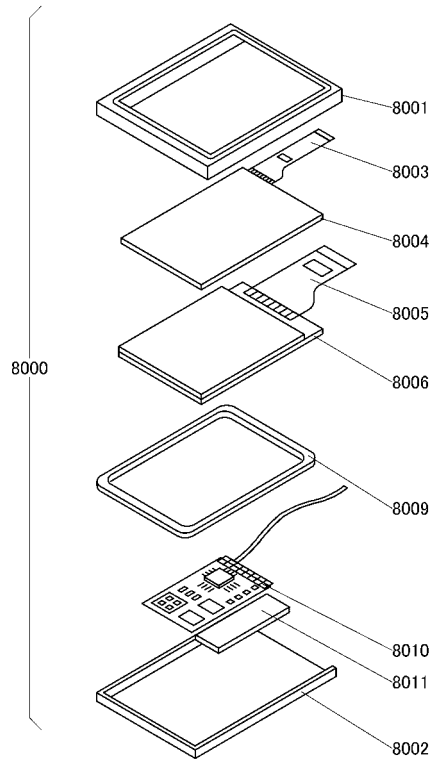
【図 2 2】



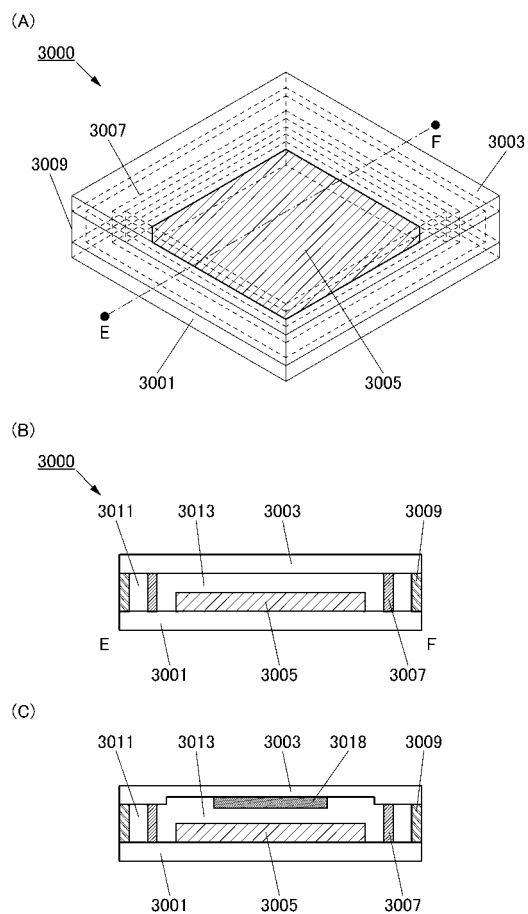
【図 2 4】



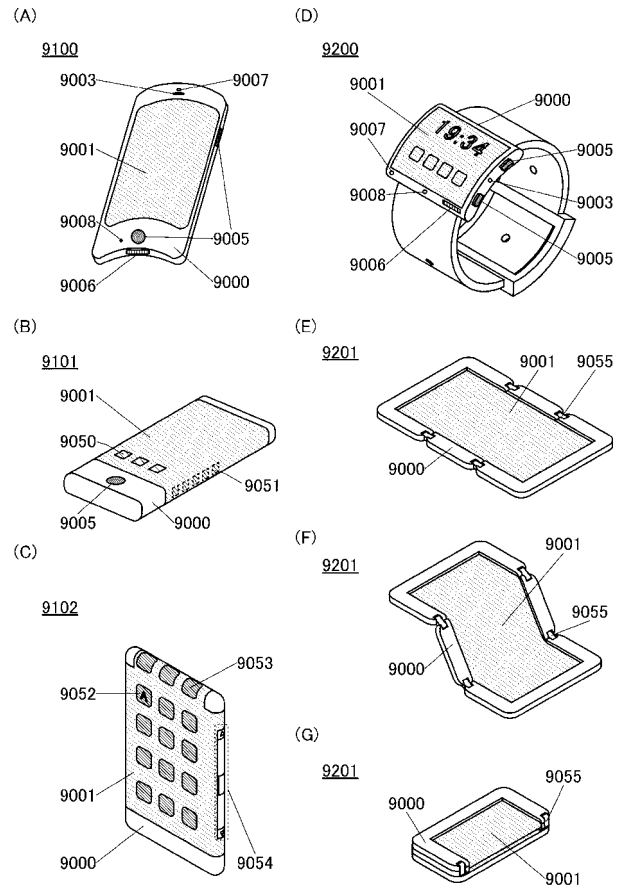
【図 25】



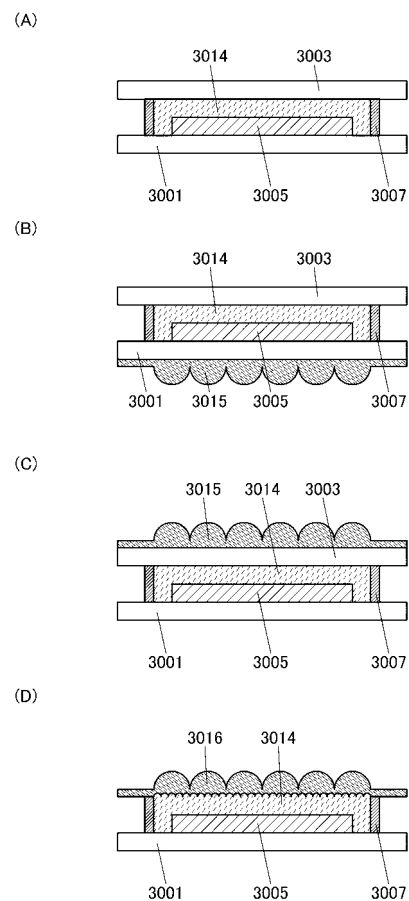
【図 27】



【図 26】

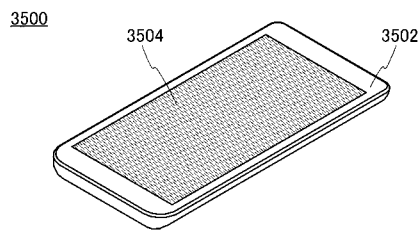


【図 28】

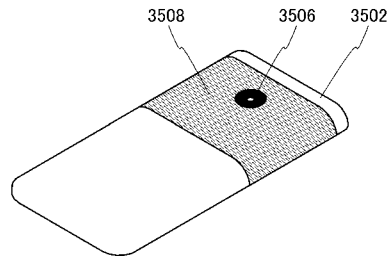


【図 29】

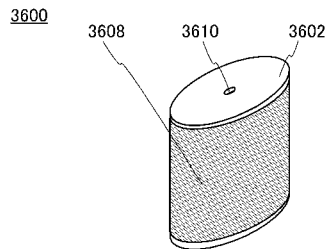
(A)



(B)

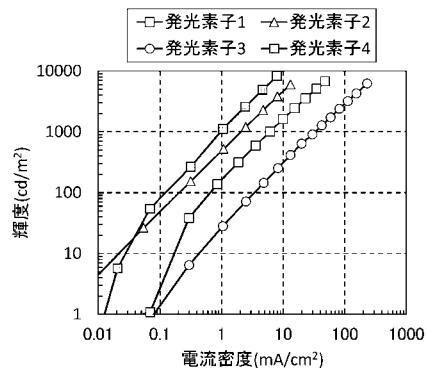


(C)

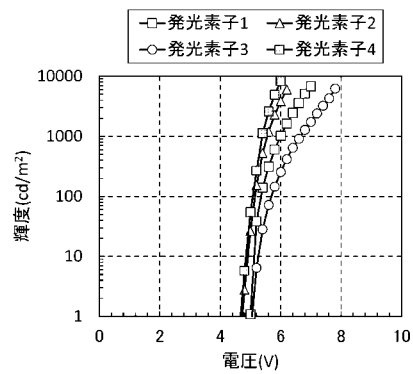


【図 31】

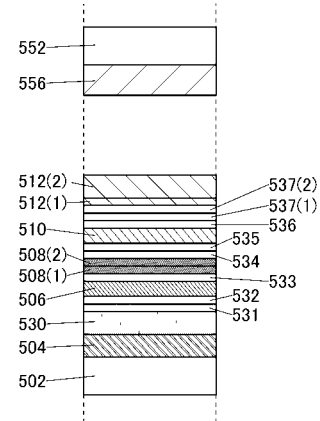
(A)



(B)

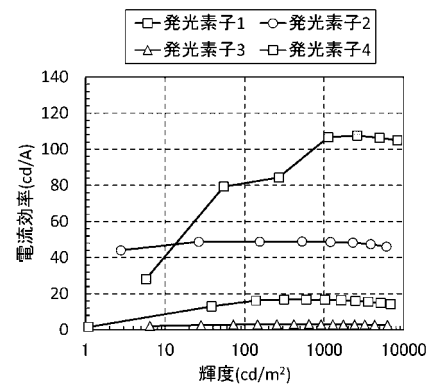


【図 30】

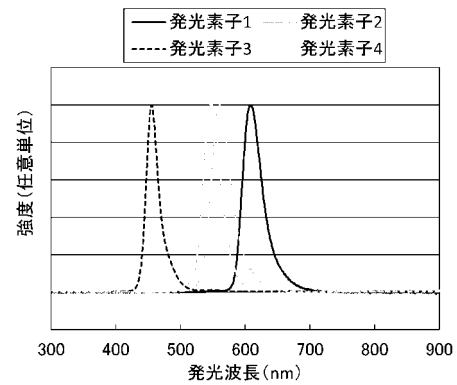


【図 32】

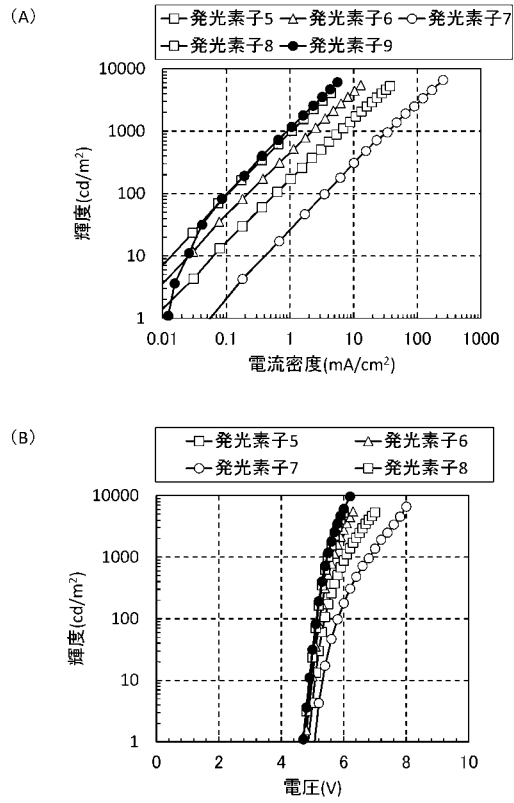
(A)



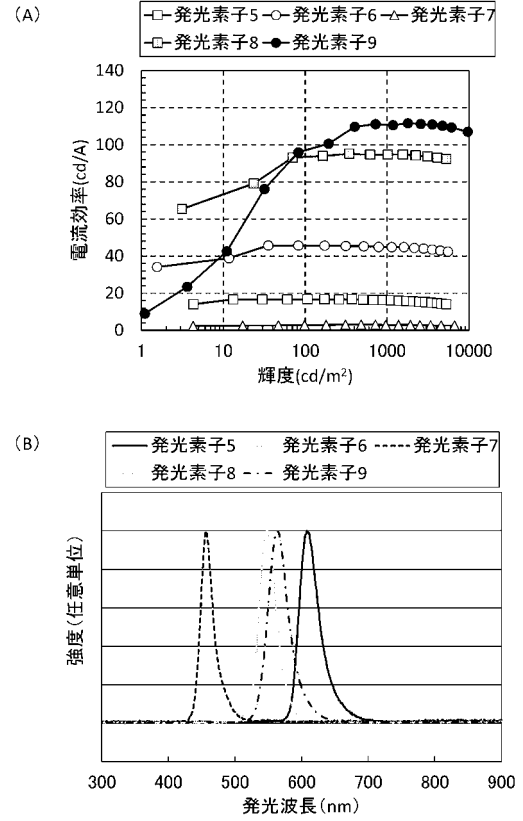
(B)



【図 3 3】



【図 3 4】



フロントページの続き

F ターム(参考) 3K107 AA01 BB01 BB02 CC04 CC05 CC14 DD10 DD23 DD27 DD28
DD52 DD53 DD66 DD67 DD69 DD71 DD74 EE63 EE66 FF06
FF13 FF15