

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6636269号
(P6636269)

(45) 発行日 令和2年1月29日(2020.1.29)

(24) 登録日 令和1年12月27日(2019.12.27)

(51) Int.Cl.

F I

H05B 33/12 (2006.01)

H05B 33/12 C

H01L 51/50 (2006.01)

H05B 33/12 B

H01L 27/32 (2006.01)

H05B 33/14 B

G02B 5/20 (2006.01)

H05B 33/12 E

G09F 9/30 (2006.01)

H01L 27/32

請求項の数 12 (全 47 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2015-106102 (P2015-106102)

(22) 出願日 平成27年5月26日(2015.5.26)

(65) 公開番号 特開2016-6768 (P2016-6768A)

(43) 公開日 平成28年1月14日(2016.1.14)

審査請求日 平成30年5月11日(2018.5.11)

(31) 優先権主張番号 特願2014-112796 (P2014-112796)

(32) 優先日 平成26年5月30日(2014.5.30)

(33) 優先権主張国・地域又は機関

日本国(JP)

(31) 優先権主張番号 特願2014-112849 (P2014-112849)

(32) 優先日 平成26年5月30日(2014.5.30)

(33) 優先権主張国・地域又は機関

日本国(JP)

(73) 特許権者 000153878

株式会社半導体エネルギー研究所

神奈川県厚木市長谷398番地

(72) 発明者 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

(72) 発明者 大澤 信晴

神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社

半導体エネルギー研究所内

審査官 中山 佳美

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 発光装置、表示装置及び電子機器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1の発光素子と、第2の発光素子と、第3の発光素子とを有し、

前記第1の発光素子、前記第2の発光素子及び前記第3の発光素子は、それぞれ有機化合物を有し、

前記第1の発光素子、前記第2の発光素子及び前記第3の発光素子は、共通の緑色のりん光を呈する発光材料が含まれる層を有し、

前記第1の発光素子は、青色の蛍光を呈する発光材料が含まれる層を有し、

前記第2の発光素子及び前記第3の発光素子は、前記青色の蛍光を呈する発光材料が含まれる層を有さず、

前記第1の発光素子が発する光は、色変換層及びカラーフィルタを介さずに射出され、

前記第2の発光素子が発する光は、色変換層及びカラーフィルタを介さずに射出され、

前記第3の発光素子が発する光は、第1の色変換層に入射され、且つカラーフィルタに入射されないことを特徴とする発光装置。

【請求項2】

請求項1において、

前記青色の蛍光を呈する発光材料が含まれる層は、前記緑色のりん光を呈する発光材料が含まれる層よりも陽極側に位置し、

前記青色の蛍光を呈する発光材料が含まれる層と、前記緑色のりん光を呈する発光材料が含まれる層は、共に正孔輸送性よりも電子輸送性が高い層であることを特徴とする発

光装置。

【請求項 3】

請求項 1 において、

前記青色の蛍光を呈する発光材料が含まれる層は、前記緑色のりん光を呈する発光材料が含まれる層よりも陰極側に位置し、

前記青色の蛍光を呈する発光材料が含まれる層と、前記緑色のりん光を呈する発光材料が含まれる層は共に電子輸送性よりも正孔輸送性が大きい層であることを特徴とする発光装置。

【請求項 4】

第 1 の発光素子と、第 2 の発光素子と、第 3 の発光素子とを有し、

前記第 1 の発光素子、前記第 2 の発光素子及び前記第 3 の発光素子は、それぞれ有機化合物を有し、

前記第 1 の発光素子、前記第 2 の発光素子及び前記第 3 の発光素子は、共通の青色の蛍光を呈する発光材料が含まれる層を有し、

前記第 2 の発光素子及び前記第 3 の発光素子は、共通の緑色のりん光を呈する発光材料が含まれる層を有し、

前記第 1 の発光素子は、前記緑色のりん光を呈する発光材料が含まれる層を有さず、

前記第 1 の発光素子が発する光は、色変換層及びカラーフィルタを介さずに射出され、

前記第 2 の発光素子が発する光は、色変換層及びカラーフィルタを介さずに射出され、

前記第 3 の発光素子が発する光は、第 1 の色変換層に入射され、且つカラーフィルタに入射されないことを特徴とする発光装置。

【請求項 5】

請求項 4 において、

前記青色の蛍光を呈する発光材料が含まれる層は、前記緑色のりん光を呈する発光材料が含まれる層よりも陽極側に位置し、

前記青色の蛍光を呈する発光材料が含まれる層と、前記緑色のりん光を呈する発光材料が含まれる層は共に電子輸送性よりも正孔輸送性が大きい層であることを特徴とする発光装置。

【請求項 6】

請求項 4 において、

前記青色の蛍光を呈する発光材料が含まれる層は、前記緑色のりん光を呈する発光材料が含まれる層よりも陰極側に位置し、

前記青色の蛍光を呈する発光材料が含まれる層と、前記緑色のりん光を呈する発光材料が含まれる層は共に正孔輸送性よりも電子輸送性が大きい層であることを特徴とする発光装置。

【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 の色変換層の PL 量子収率が 50 % より高い発光装置。

【請求項 8】

請求項 1 乃至請求項 7 のいずれか一項において、

前記緑色のりん光を呈する発光材料が含まれる層には、第 1 の有機化合物と、第 2 の有機化合物と、緑色のりん光を呈する発光材料とが含まれ、

前記第 1 の有機化合物と前記第 2 の有機化合物は励起錯体を形成する発光装置。

【請求項 9】

請求項 8 において、

前記励起錯体の発光スペクトルが前記緑色のりん光を呈する発光材料の最も長波長側の吸収帯と重なる発光装置。

【請求項 10】

請求項 1 乃至請求項 9 のいずれか一項において、

前記第 1 の色変換層が量子ドットを用いた色変換層である発光装置。

【請求項 1 1】

請求項 1 乃至請求項 1 0 のいずれかーに記載の発光装置と、
センサ、操作ボタン、スピーカ、または、マイクと、を有する電子機器。

【請求項 1 2】

請求項 1 乃至請求項 1 0 のいずれかーに記載の発光装置と、筐体と、を有する表示装置
。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明の一態様は、発光装置、表示装置、ディスプレイモジュール、照明モジュール、
電子機器及び照明装置に関する。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。

10

【背景技術】

【0 0 0 2】

薄型軽量、入力信号に対する高速な応答性、低消費電力などのポテンシャルから、次世
代の照明装置や表示装置として有機化合物を発光物質とする発光素子（有機 E L 素子）を
用いた表示装置が開発、製品化されている。

20

【0 0 0 3】

有機 E L 素子は電極間に発光層を挟んで電圧を印加することにより、電極から注入され
た電子およびホールが再結合して有機化合物である発光物質が励起状態となり、その励起
状態が基底状態に戻る際に発光する。発光物質が発する光のスペクトルはその発光物質特
有のものであり、異なる種類の有機化合物を発光物質として用いることによって、様々な
色の発光を呈する発光素子を得ることができる。

【0 0 0 4】

ディスプレイなど、画像を表示することを念頭においた表示装置の場合、フルカラーの
映像を再現するためには、少なくとも赤、緑、青の 3 色の光を得ることが必要になる。さ
らに、色の再現性を良好なものとし画質を高めるために、マイクロキャビティ構造や、カ
ラーフィルタを用いることで発光の色純度を高める工夫もなされる。

30

【0 0 0 5】

また、消費電力を低減するために、用いる発光材料の分子構造を変更する、発光素子の
材料やその組成、構造を制御するなど様々な対策が取られている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0 0 0 6】

【特許文献 1】特開 2 0 0 9 - 1 2 9 5 8 6 号公報

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0 0 0 7】

本発明の一態様では、新しい発光装置を提供することを課題とする。または、本発明の
一態様では、消費電力の小さい発光装置を提供することを課題とする。または、本発明の
他の態様では、消費電力の小さい電子機器、及び表示装置を各々提供することを目的とす
る。

【0 0 0 8】

本発明の一態様は上述の課題のうちいずれかーを解決すればよいものとする。

【課題を解決するための手段】

50

【 0 0 0 9 】

本発明の一態様では、有機化合物を発光材料として用いた発光装置において、色変換層を用いて所望の発光色を得ることによって課題を達成することができる。

【 0 0 1 0 】

本発明の一態様は、有機化合物を用いた発光素子を有する発光装置であって、前記発光装置は、少なくとも第1の発光素子と、第2の発光素子と、第3の発光素子とを有し、前記第1の発光素子、前記第2の発光素子及び前記第3の発光素子は共通のEL層を有し、前記EL層は、青色の蛍光を呈する発光材料が含まれる層と緑色のりん光を呈する発光材料が含まれる層を有し、前記第3の発光素子が発する光は第1の色変換層に入射することを特徴とする発光装置である。

10

【 0 0 1 1 】

または、本発明の一態様は、上記構成において、前記第1の発光素子から発する光は、青色の光を透過するカラーフィルタを介して発光装置から射出することを特徴とする発光装置である。

【 0 0 1 2 】

または、本発明の一態様は、上記構成において、前記第2の発光素子から発する光は、緑色の発光を透過するカラーフィルタを介して発光装置から射出することを特徴とする発光装置である。

【 0 0 1 3 】

または、本発明の一態様は、上記構成において、前記第2の発光素子から発する光が、緑色の発光を呈する第2の色変換層に入射する発光装置である。

20

【 0 0 1 4 】

または、本発明の一態様は、上記構成において、前記第1の発光素子乃至前記第3の発光素子はタンデム型の発光素子であることを特徴とする発光装置である。

【 0 0 1 5 】

または、本発明の一態様は、上記構成において、前記第1の発光素子乃至前記第3の発光素子は、青色の蛍光を呈する発光材料が含まれる層と、緑色のりん光を呈する発光材料が含まれる層が近接して形成されていることを特徴とする発光装置である。

【 0 0 1 6 】

または、本発明の一態様は、上記構成において、前記第1の色変換層と前記第2の色変換層の一方又は両方のPL量子収率が40%より高い発光装置である。

30

【 0 0 1 7 】

または、本発明の一態様は、上記構成において、前記第1の色変換層と前記第2の色変換層の一方又は両方のPL量子収率が53.3%より高い発光装置である。

【 0 0 1 8 】

または、本発明の一態様は、上記構成において、前記第1の色変換層と前記第2の色変換層の一方又は両方のPL量子収率が66%より高い発光装置である。

【 0 0 1 9 】

または、本発明の一態様は、有機化合物を用いた発光素子を有する発光装置において、前記発光装置は、少なくとも第1の発光素子と、第2の発光素子と、第3の発光素子とを有し、前記第1の発光素子は第1の構成のEL層を有し、前記第2の発光素子と前記第3の発光素子は第2の構成のEL層を有し、前記第1の構成のEL層は、青色の蛍光を呈する発光材料が含まれる層と、緑色のりん光を呈する発光材料が含まれる層とを有し、前記第2の構成のEL層は、緑色のりん光を呈する発光材料が含まれる層を有し、前記第1の構成のEL層と前記第2の構成のEL層が有する前記緑色のりん光を呈する発光材料が含まれる層は同一の層であり、前記第3の発光素子が発する光は、第1の色変換層に入射することを特徴とする発光装置である。

40

【 0 0 2 0 】

または、本発明の一態様は、上記構成において、前記青色の蛍光を呈する発光材料が含まれる層は、前記緑色のりん光を呈する発光材料が含まれる層よりも陽極側に位置し、前

50

記青色の蛍光を呈する発光材料が含まれる層と、前記緑色のりん光を呈する発光材料が含まれる層は共に正孔輸送性よりも電子輸送性が大きい層であることを特徴とする発光装置である。

【 0 0 2 1 】

または、本発明の一態様は、上記構成において、前記青色の蛍光を呈する発光材料が含まれる層は、前記緑色のりん光を呈する発光材料が含まれる層よりも陰極側に位置し、前記青色の蛍光を呈する発光材料が含まれる層と、前記緑色のりん光を呈する発光材料が含まれる層は共に電子輸送性よりも正孔輸送性が大きい層であることを特徴とする発光装置である。

【 0 0 2 2 】

または、本発明の一態様は、有機化合物を用いた発光素子を有する発光装置において、前記発光装置は、少なくとも第 1 の発光素子と、第 2 の発光素子と、第 3 の発光素子とを有し、前記第 1 の発光素子は第 3 の構成の E L 層を有し、前記第 2 の発光素子と前記第 3 の発光素子は第 4 の構成の E L 層を有し、前記第 4 の構成の E L 層は、青色の蛍光を呈する発光材料が含まれる層と、緑色のりん光を呈する発光材料が含まれる層とを有し、前記第 3 の構成の E L 層は、青色の蛍光を呈する発光材料が含まれる層を有し、前記第 4 の構成の E L 層と前記第 3 の構成の E L 層が有する前記青色の蛍光を呈する発光材料が含まれる層は同一の層であり、前記第 3 の発光素子が発する光は、第 1 の色変換層に入射することを特徴とする発光装置である。

【 0 0 2 3 】

または、本発明の一態様は、上記構成において、前記青色の蛍光を呈する発光材料が含まれる層は、前記緑色のりん光を呈する発光材料が含まれる層よりも陽極側に位置し、前記青色の蛍光を呈する発光材料が含まれる層と、前記緑色のりん光を呈する発光材料が含まれる層は共に電子輸送性よりも正孔輸送性が大きい層であることを特徴とする発光装置である。

【 0 0 2 4 】

または、本発明の一態様は、上記構成において、前記青色の蛍光を呈する発光材料が含まれる層は、前記緑色のりん光を呈する発光材料が含まれる層よりも陰極側に位置し、前記青色の蛍光を呈する発光材料が含まれる層と、前記緑色のりん光を呈する発光材料が含まれる層は共に正孔輸送性よりも電子輸送性が大きい層であることを特徴とする発光装置である。

【 0 0 2 5 】

または、本発明の一態様は、上記構成において、前記第 1 の色変換層の P L 量子収率が 5 0 % より高い発光装置である。

【 0 0 2 6 】

または、本発明の一態様は、上記構成において、前記緑色のりん光を呈する発光材料が含まれる層には、第 1 の有機化合物と、第 2 の有機化合物と、緑色のりん光を呈する発光材料とが含まれ、前記第 1 の有機化合物と前記第 2 の有機化合物は励起錯体を形成する発光装置である。

【 0 0 2 7 】

または、本発明の一態様は、上記構成において、前記励起錯体の発光スペクトルが前記緑色のりん光を呈する発光材料の最も長波長側の吸収帯と重なる発光装置である。

【 0 0 2 8 】

または、本発明の一態様は、有機化合物を用いた発光素子を有する発光装置であって、前記発光装置は、少なくとも第 1 の発光素子と、第 2 の発光素子と、第 3 の発光素子とを有し、前記第 1 の発光素子、前記第 2 の発光素子及び前記第 3 の発光素子は共通の E L 層を有し、前記 E L 層には、青色の蛍光を呈する発光材料と黄色のりん光を呈する発光材料が含まれ、前記第 2 の発光素子が発する光は第 2 の色変換層に入射し、前記第 3 の発光素子が発する光は第 1 の色変換層に入射する発光装置である。

【 0 0 2 9 】

または、本発明の一態様は、上記構成において、前記第1の発光素子から発する光は、青色の光を透過するカラーフィルタを介して発光装置から射出することを特徴とする発光装置である。

【0030】

または、本発明の一態様は、上記構成において、前記第2の発光素子が、青色の光を増幅するマイクロキャビティ構造を備える発光装置である。

【0031】

または、本発明の一態様は、上記構成において、前記第1の発光素子乃至前記第3の発光素子はタンデム型の発光素子であることを特徴とする発光装置である。

【0032】

または、本発明の一態様は、上記構成において、前記第1の発光素子乃至前記第3の発光素子は、青色の蛍光を呈する発光材料が含まれる層と、黄色のりん光を呈する発光材料が含まれる層が近接して形成されていることを特徴とする発光装置である。

【0033】

または、本発明の一態様は、上記構成において、前記第1の色変換層のPL量子収率が40%より大きい発光装置である。

【0034】

または、本発明の一態様は、上記構成において、前記第1の色変換層のPL量子収率が50%より大きい発光装置である。

【0035】

または、本発明の一態様は、上記構成において、前記第1の色変換層のPL量子収率が53.3%より大きい発光装置である。

【0036】

または、本発明の一態様は、上記構成において、前記第1の色変換層のPL量子収率が66%より大きい発光装置である。

【0037】

本発明の一態様は、有機化合物を用いた発光素子を有する発光装置において、前記発光装置は、少なくとも第1の発光素子と、第2の発光素子と、第3の発光素子とを有し、前記第1の発光素子と第2の発光素子は第5の構成のEL層を有し、前記第3の発光素子は第6の構成のEL層を有し、前記第5の構成のEL層は、青色の蛍光を呈する発光材料が含まれる層と、黄色のりん光を呈する発光材料が含まれる層とを有し、前記第6の構成のEL層は、黄色のりん光を呈する発光材料が含まれる層を有し、前記第5の構成のEL層と前記第6の構成のEL層が有する前記黄色のりん光を呈する発光材料が含まれる層は同一の層であり、前記第2の発光素子が発する光は第2の色変換層に入射し、第3の発光素子が発する光は、第1の色変換層に入射することを特徴とする発光装置である。

【0038】

または、本発明の一態様は、上記構成において、前記青色の蛍光を呈する発光材料が含まれる層は、前記黄色のりん光を呈する発光材料が含まれる層よりも陽極側に位置し、前記青色の蛍光を呈する発光材料が含まれる層と、前記黄色のりん光を呈する発光材料が含まれる層は共に正孔輸送性よりも電子輸送性が大きい層であることを特徴とする発光装置である。

【0039】

または、本発明の一態様は、上記構成において、前記青色の蛍光を呈する発光材料が含まれる層は、前記黄色のりん光を呈する発光材料が含まれる層よりも陰極側に位置し、前記青色の蛍光を呈する発光材料が含まれる層と、前記黄色のりん光を呈する発光材料が含まれる層は共に電子輸送性よりも正孔輸送性が大きい層であることを特徴とする発光装置である。

【0040】

または、本発明の一態様は、上記構成において、前記発光装置がさらに第4の発光素子を有し、前記第4の発光素子が発する光は黄色の光を透過するカラーフィルタを介して発

10

20

30

40

50

光装置から射出する発光装置である。

【0041】

または、本発明の一態様は、有機化合物を用いた発光素子を有する発光装置において、前記発光装置は、少なくとも第1の発光素子と、第2の発光素子と、第3の発光素子とを有し、前記第1の発光素子及び第2の発光素子は第7の構成のEL層を有し、前記第3の発光素子は第8の構成のEL層を有し、前記第8の構成のEL層は、青色の蛍光を呈する発光材料が含まれる層と、黄色のりん光を呈する発光材料が含まれる層とを有し、前記第7の構成のEL層は、青色の蛍光を呈する発光材料が含まれる層を有し、前記第7の構成のEL層と前記第8の構成のEL層が有する前記青色の蛍光を呈する発光材料が含まれる層は同一の層であり、前記第2の発光素子が発する光は第2の色変換層に入射し、前記第3の発光素子が発する光は、第1の色変換層に入射する発光装置である。

10

【0042】

または、本発明の一態様は、上記構成において、前記青色の蛍光を呈する発光材料が含まれる層は、前記黄色のりん光を呈する発光材料が含まれる層よりも陽極側に位置し、前記青色の蛍光を呈する発光材料が含まれる層と、前記黄色のりん光を呈する発光材料が含まれる層は共に電子輸送性よりも正孔輸送性が大きい層であることを特徴とする発光装置である。

【0043】

または、本発明の一態様は、上記構成において、前記青色の蛍光を呈する発光材料が含まれる層は、前記黄色のりん光を呈する発光材料が含まれる層よりも陰極側に位置し、前記青色の蛍光を呈する発光材料が含まれる層と、前記黄色のりん光を呈する発光材料が含まれる層は共に正孔輸送性よりも電子輸送性が大きい層であることを特徴とする発光装置である。

20

【0044】

または、本発明の一態様は、上記構成において、前記発光装置がさらに第4の構成のEL層を有する第4の発光素子を有し、前記第4の発光素子が発する光は黄色の発光を透過するカラーフィルタを介して発光装置から射出する発光装置である。

【0045】

または、本発明の一態様は、上記構成において、前記第1の色変換層のPL量子収率が50%以上である発光装置である。

30

【0046】

または、本発明の一態様は、上記構成において、前記第2の色変換層が発する光は、緑色の光であることを特徴とする発光装置である。

【0047】

または、本発明の一態様は、上記構成において、前記黄色のりん光を呈する発光材料が含まれる層には、第1の有機化合物と、第2の有機化合物と、黄色のりん光を呈する発光材料とが含まれ、前記第1の有機化合物と前記第2の有機化合物は励起錯体を形成する発光装置である。

【0048】

または、本発明の一態様は、上記構成において、前記励起錯体の発光スペクトルが前記黄色のりん光を呈する発光材料の最も長波長側の吸収帯と重なる発光装置である。

40

【0049】

または、本発明の一態様は、上記構成において、前記第1の色変換層が発する光は赤色の光であることを特徴とする発光装置である。

【0050】

または、本発明の一態様は、上記構成において、前記発光装置がさらに第4の発光素子を有し、前記第4の発光素子が発する光は第3の色変換層に入射し、前記第3の色変換層が発する光は、黄色の光である発光装置である。

【0051】

または、本発明の一態様は、上記構成において、前記第1の色変換層が量子ドットを用

50

いた色変換層である発光装置である。

【 0 0 5 2 】

または本発明の一態様は、上記構成を有する発光装置と、センサ、操作ボタン、スピーカ、または、マイクと、を有する電子機器である。

【発明の効果】

【 0 0 5 3 】

本発明の一態様では、新しい発光装置を提供することができる。または、本発明の一態様では、消費電力の小さい発光装置を提供することができる。または、本発明の他の態様では、消費電力の小さい表示装置、電子機器を各々提供することができる。

【 0 0 5 4 】

本発明の一態様は上述の課題のうちいずれかの効果を奏すればよいものとする。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 5 5 】

【図 1】発光装置の概念図。

【図 2】発光装置の概念図。

【図 3】発光装置の概念図。

【図 4】発光装置の概念図。

【図 5】発光素子の概念図。

【図 6】アクティブマトリクス型発光装置の概念図。

【図 7】アクティブマトリクス型発光装置の概念図。

【図 8】アクティブマトリクス型発光装置の概念図。

【図 9】パッシブマトリクス型発光装置の概念図。

【図 10】電子機器を表す図。

【図 11】車載表示装置及び照明装置を表す図。

【図 12】電子機器を表す図。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 5 6 】

以下、本発明の実施の態様について図面を用いて詳細に説明する。但し、本発明は以下の説明に限定されず、本発明の趣旨及びその範囲から逸脱することなくその形態及び詳細を様々に変更し得ることは当業者であれば容易に理解される。従って、本発明は以下に示す実施の形態の記載内容に限定して解釈されるものではない。本発明の態様を説明する図を図 1 (A) 乃至 (D)、図 2 (A) 乃至 (D)、図 3 (A) 乃至 (D) 及び図 4 (A) 乃至 (D) に示した。

【 0 0 5 7 】

< 青蛍光と緑りん光を利用したタンデム素子からの変換 >

図 1 (A) は青蛍光と緑りん光を利用したタンデム素子を用いた本発明の一態様の発光装置について示した。当該発光装置には少なくとも基板 100 上に第 1 の発光素子と第 2 の発光素子と、第 3 の発光素子とが設けられている。第 1 の発光素子乃至第 3 の発光素子は、EL 層 103 及び第 2 の電極 104 が共通しており、第 1 の電極が異なる。第 1 の発光素子は第 1 の電極 102 B を、第 2 の発光素子は第 1 の電極 102 G を、第 3 の発光素子は第 1 の電極 102 R をそれぞれ有している。また、封止基板 101 にはブラックマトリクス 105 とカラーフィルタ 107 B、カラーフィルタ 107 G 及び色変換層 106 R が設けられている。カラーフィルタ 107 B は青色の光を透過するカラーフィルタであり、カラーフィルタ 107 G は緑色の光を透過するカラーフィルタである。また、色変換層 106 R には赤色の発光を呈する色変換物質が含まれている。

【 0 0 5 8 】

図 1 (A) では、EL 層 103 が図 5 (A) で示したような構造に代表されるタンデム構造を有する EL 層となっている。タンデム構造とは、第 1 の発光ユニット 103 b と第 2 の発光ユニット 103 c とが電荷発生層である中間層 109 を介して積層される構成である。各発光ユニットは、各々第 1 の電極 102 を陽極、第 2 の電極 104 を陰極とする

10

20

30

40

50

と、第1の電極102（ここでは陽極）側から順に正孔注入層114、正孔輸送層115、発光層116、電子輸送層117、電子注入層118などが設けられた構造が代表的である。このような構成では発光材料は発光層116に含ませればよい。また、第1の電極102を陰極、第2の電極104を陽極とする場合のEL層の積層順は上記と逆にすればよい。なお、EL層103は第1の発光素子乃至第3の発光素子において共通している。

【0059】

第1の発光ユニット103bと第2の発光ユニット103cはそのいずれか一方が青色の蛍光を発し、他方が緑色のりん光を発するものであるとする。EL層103からは青色の蛍光と緑色のりん光とが合成された光が得られる。各々の発光ユニットが有する発光層は発光材料の他にホスト材料として第1の有機化合物を有する。また、第2の有機化合物をさらに含み、当該第1の有機化合物と第2の有機化合物とが励起錯体を形成し、当該励起錯体から発光材料へのエネルギー移動が起きることが好ましい。また、当該励起錯体の発光スペクトルと発光材料の最も長波長側の吸収帯が重なると良好な効率でエネルギー移動が可能となるため好ましい構成である。

【0060】

第1の発光素子から発した光はカラーフィルタ107Bを介して発光装置外に射出される。また、第2の発光素子から発した光はカラーフィルタ107Gを介して発光装置外に射出される。第3の発光素子から発した光は色変換層106Rに入射し、色変換層106Rは当該入射された光によって励起され、赤色の光を発する。

【0061】

ここで、上記構成を有する発光装置における各画素（発光素子に、カラーフィルタや色変換層、基板など取出し効率に関係する要素を加えたものを本明細書では画素とする。）の外部量子効率と、上記構成と異なる構成を有する発光装置における各画素の外部量子効率について考察する。なお、各発光装置に用いられる発光素子のキャリアバランスや、励起子の生成確率などは同様であるものとする。

【0062】

まず、上記構成と異なる構成を有する発光装置における各画素の外部量子効率について計算を行う。通常タンデム素子を用いた発光装置で赤、緑、青の三色を効率良く得るためには、それぞれの発光波長を呈する発光材料を用いることが有効であり、実用性と効率との兼ね合いから、青色蛍光材料と、赤色りん光材料及び緑色りん光材料が良く用いられる。図5(A)と同じ二つの発光ユニットを有する2段タンデム構造とし、一方の発光ユニットの発光層は青色蛍光材料を用いた蛍光発光層とし、他方の発光ユニットの発光層は赤色りん光材料と緑色りん光材料を用いたりん光発光層とする。

【0063】

このような構成を有する発光素子において、各々の発光層における内部量子効率を蛍光発光層が25%、りん光発光層が100%と仮定すると、青色画素の外部量子効率は $25 \times C_F$ （但し、 C_F はカラーフィルタを用いた場合の光取出し効率であり、 $C_F =$ 用いたカラーフィルタの透過率の最大値 $\times A$ であるものとする。また、 A は光取出し効率から、カラーフィルタの透過率又は色変換層のPL量子効率を除いた効率であり、全発光装置において共通であるものとする。）%、緑色画素及び赤色画素の外部量子効率は各 $50 \times C_F$ %（緑色と赤色で励起子を分け合うため。簡単の為に半分ずつ分け合うものとする。）となる。

【0064】

次に、図1(A)の構成を有する発光装置について考えると、青色画素の外部量子効率が $25 \times C_F$ %、緑色画素の外部量子効率が $100 \times C_F$ %（りん光発光層は緑単層。カラーフィルタを設けない場合は $100 \times A$ %）、赤色画素の外部量子効率が $125 \times C_C$ %（但し、 C_C は色変換層を用いた場合の光取出し効率であり、 $C_C =$ 用いた色変換層のPL量子収率 $\times A$ であるものとする。また、 $125 \times C_C$ %となるのは内部量子効率100%の緑りん光と25%の青蛍光を色変換して得られるためである。）となる。

【0065】

ここで、緑色画素における従来の構成と当該構成の外部量子効率を比較すると、従来の構成では $50 \times C_F \%$ であるのに対し、本構成では $100 \times C_F \%$ となり、2倍の効率向上が見込める。また、赤色画素における従来の構成と当該構成の外部量子効率を比較すると、従来の構成では $50 \times C_F \%$ であるのに対し、本構成では $125 \times C_C \%$ となり、カラーフィルタの透過率と色変換層のPL量子収率が同じである場合、2.5倍の効率向上が見込める。このことから、色変換層のPL量子収率がカラーフィルタの透過率の40%以上であれば従来の赤色画素よりも良好な外部量子効率の赤色画素とすることが可能となり、消費電力の小さい発光装置とすることができる。なお、緑色の光を透過するカラーフィルタ107Gは、色変換層106Gに替えることもできる。この場合、緑色画素の外部量子効率は赤色画素と同じ $125 \times C_C \%$ となり、色変換層のPL量子収率 C_C がカラーフィルタの透過率 C_F の40%以上であれば従来の緑色画素よりも良好な外部量子効率の緑色画素とすることができ、消費電力の小さい発光装置とすることが可能となる。

10

【0066】

なお、図2(A)のように、図1(A)の構成に黄色画素を構成する第4の発光素子をさらに加えても良い。第4の発光素子は、第1の電極102Yと第2の電極104との間に第1の発光ユニット103b、第2の発光ユニット103cを含むEL層を有している。また、第4の発光素子からの発光は色変換層106Yに入射し、色変換層106Yは黄色の発光を呈する。この黄色画素の外部量子効率は内部量子効率25%の青蛍光と100%の緑りん光を色変換して得られるため、 $125 \times C_C \%$ となる。

20

【0067】

このような構成の発光装置では、赤、緑、青、黄の4色で画像を表現することができ、色再現性に優れる。また、黄色は視感度が高い為、消費電力を低減させることが可能となる。

【0068】

<青蛍光と緑りん光を利用したシングル素子からの変換>

図1(B)は青蛍光と緑りん光を利用したシングル素子を用いた本発明の一態様の発光装置について示した。当該発光装置は図1(A)で示した発光装置と同様に少なくとも第1の発光素子乃至第3の発光素子を有しており、また、基板100、封止基板101、第1の電極102B、102G、102R、第2の電極104、ブラックマトリクス105、色変換層106R、カラーフィルタ107G、カラーフィルタ107Bについても図1(A)で示した発光装置と同様であるため説明を省略する。

30

【0069】

図1(B)では、EL層103dが図5(B)で示した構造に代表されるような、一つの発光ユニットの中に2つの発光層(第1の発光層116d-1、第2の発光層116d-2)が近接して設けられたシングル構造のEL層となっている。第1の発光層116d-1と第2の発光層116d-2は接して形成されていても良いし、間に0nmより厚く、20nm以下の分離層が設けられていても良い。分離層は1nm以上10nm以下であることが好ましい。なお、EL層103dは第1の発光素子乃至第3の発光素子において共通している。

40

【0070】

本構成では、図5(B)における第1の発光層116d-1と第2の発光層116d-2はそのいずれか一方が青色の蛍光を発し、他方が緑色のりん光を発するものであるとする。EL層103dからは青色の蛍光と緑色のりん光とが合成された光が得られる。第1の発光層116d-1と第2の発光層116d-2は発光材料の他にホスト材料として第1の有機化合物を含む。また、第2の有機化合物をさらに含み、当該第1の有機化合物と第2の有機化合物とが励起錯体を形成し、当該励起錯体から発光材料へのエネルギー移動が起きることが好ましい。また、励起錯体の発光スペクトルと発光材料の最も長波長側の吸収帯が重なると良好な効率でエネルギー移動が可能となるためより好ましい構成となる

50

。

【 0 0 7 1 】

第 1 の発光素子から発した光は青色のカラーフィルタ 1 0 7 B を介して発光装置外に射出される。また、第 2 の発光素子から発した光は緑色のカラーフィルタ 1 0 7 G を介して発光装置外に射出される。第 3 の発光素子から発した光は色変換層 1 0 6 R に入射し、色変換層 1 0 6 R は当該入射された光によって励起され、赤色の光を発する。

【 0 0 7 2 】

ここで、上記構成を有する発光装置における各画素の外部量子効率と、上記構成と異なる構成を有する発光装置における各画素の外部量子効率について考察する。なお、各発光装置に用いられる発光素子のキャリアバランスや、励起子の生成確率などは同様であるものとする。

10

【 0 0 7 3 】

まず、上記構成と異なる構成を有する発光装置における各画素の外部量子効率について試算を行う。一つの発光ユニットの中に二つの発光層が近接して設けられたシングル構造の E L 層を有する発光素子を用いた発光装置において色変換層を用いずに赤、緑、青の三色を得るためには、それぞれの色に対応する波長に強度を有する光を呈する発光材料が必要となる。実用性と効率との兼ね合いから、青色蛍光材料と、赤色りん光材料及び緑色りん光材料を用いるとすると、第 1 の発光層 1 1 6 d - 1 と第 2 の発光層 1 1 6 d - 2 のいずれか一方に青色蛍光材料、他方に赤色りん光材料及び緑色りん光材料を用いることが好ましい。当該発光素子における内部量子効率を蛍光発光層が 2 5 %、りん光発光層が 1 0 0 % であり、励起子の分配が青、緑、赤で均等であると仮定すると、青色画素の外部量子効率は $8.3 \times C_F$ %、緑色画素及び赤色画素の外部量子効率は $33.3 \times C_F$ % となる。

20

【 0 0 7 4 】

次に、図 1 (B) の構成を有する発光装置について考える。同様の仮定に加えて、励起子の分配が青、緑で均等であると仮定すると、青色画素の外部量子効率が $12.5 \times C_F$ %、緑色画素の外部量子効率が $50 \times C_F$ %、赤色画素の外部量子効率が $62.5 \times C_C$ % となる。このように、本発明の一態様の構成を用いることによって、従来の素子と比較して非常に効率の良好な発光素子を得ることができるようになる。なお、緑色の光を透過するカラーフィルタ 1 0 7 G は、色変換層 1 0 6 G に替えることもできる。この場合、緑色画素の外部量子効率は赤色画素と同じ $62.5 \times C_C$ % となる。

30

【 0 0 7 5 】

ここで、各画素における従来の構成と本構成の外部量子効率を比較する。青色画素では従来の構成が $8.3 \times C_F$ % であるのに対し、本構成が $12.5 \times C_F$ % であり、約 1.5 倍の効率向上が見込める。また、緑色画素では従来の構成が $33 \times C_F$ % であるのに対し、本構成が $50 \times C_F$ % であり緑色画素でも約 1.5 倍の効率向上が見込める。赤色画素では、従来の構成が $33 \times C_F$ % であるのに対し、本構成が $62.5 \times C_C$ % となり、カラーフィルタの透過率と色変換層の P L 量子収率が同じである場合、約 1.88 倍の効率向上が見込める。このことから、色変換層の P L 量子収率がカラーフィルタの透過率の 53.3 % 以上であれば従来の赤色画素よりも良好な外部量子効率の赤色画素とすることが可能となり、消費電力の小さい発光装置とすることができる。

40

【 0 0 7 6 】

また、図 2 (B) のように、図 1 (B) の構成に黄色画素を構成する第 4 の発光素子をさらに加えても良い。第 4 の発光素子は、第 1 の電極 1 0 2 Y と第 2 の電極 1 0 4 との間に 2 つの発光層 (第 1 の発光層 1 1 6 d - 1、第 2 の発光層 1 1 6 d - 2) が近接して設けられたシングル構造の E L 層を有している。また、第 4 の発光素子からの発光は色変換層 1 0 6 Y に入射し、色変換層 1 0 6 Y は黄色の発光を呈する。この黄色画素の外部量子効率は青蛍光と緑りん光を色変換して得られるため、 $62.5 \times C_C$ % となる。

【 0 0 7 7 】

このような構成の発光装置では、赤、緑、青、黄の 4 色で画像を表現することができ、

50

色再現性に優れる。また、黄色は視感度が高い為、消費電力を低減させることが可能となる。

【0078】

<青蛍光シングル素子及び緑りん光のシングル素子からの変換（1回塗り分け）1>

図1（C）は青蛍光のシングル素子と緑りん光のシングル素子を用いた本発明の一態様の発光装置について示した。当該発光装置は図1（A）で示した発光装置と同様に少なくとも第1の発光素子乃至第3の発光素子を有しており、また、基板100、封止基板101、第1の電極102B、102G、102R、第2の電極104、ブラックマトリクス105、色変換層106Rについても図1（A）で示した発光装置と同様であるため説明を省略する。

10

【0079】

図1（C）に示された発光装置では、第1の発光素子は第1の構成のEL層を有し、第2の発光素子及び第3の発光素子は第2の構成のEL層を有する。

【0080】

第1の構成のEL層は第1のEL層103e、第2のEL層103f、第3のEL層103g及び第4のEL層103hが積層された構成である。また、第2の構成のEL層は第1のEL層103e、第3のEL層103g及び第4のEL層103hが積層された構成である。

【0081】

第1の電極が陽極、第2の電極が陰極である場合には、第1のEL層103eは、図5（B）における正孔注入層114及び正孔輸送層115に相当する層である。また、第2のEL層103fは図5（B）の第1の発光層116d-1に相当する層である。また、第3のEL層103gは図5（B）の第2の発光層116d-2に相当する層である。また、第4のEL層103hは図5（B）の電子輸送層117及び電子注入層118に相当する層である。すなわち、第1の構成のEL層は、図5（B）におけるEL層103dと同様の構成となり、第2の構成のEL層は図5（C）におけるEL層103aと同様の構成となる。

20

【0082】

第1の構成のEL層と第2の構成のEL層は、一度の塗り分けで形成することが可能である。一度塗り分けを行うだけで、通常の蛍光発光層とりん光発光層を積層したシングル構造の発光素子と比較して、非常に良好な効率で発光を得ることができるようになる。

30

【0083】

また、第2のEL層103fは青色の蛍光を発する有機化合物を発光材料として含み、第3のEL層103gは緑色のりん光を発する有機化合物を発光材料として含む。第2のEL層103f及び第3のEL層103gは発光材料の他にホスト材料として第1の有機化合物を含む。また、第2の有機化合物をさらに含み、当該第1の有機化合物と第2の有機化合物とが励起錯体を形成し、当該励起錯体から発光材料へのエネルギー移動が起きることが好ましい。また、励起錯体の発光スペクトルと発光材料の最も長波長側の吸収帯が重なると良好な効率でのエネルギー移動が可能となるためより好ましい構成となる。

【0084】

また、本構成の発光装置においては、第2のEL層103f及び第3のEL層103gは共に正孔輸送性よりも電子輸送性の高い層とすることが好ましい。このような構成とすることで、第1の発光素子からは青色の蛍光のみが得られ、第2の発光素子及び第3の発光素子からは緑色のりん光のみを各々得ることができる。なお、第1の電極が陰極、第2の電極が陽極である場合には、第1のEL層103eは、図5（B）における電子輸送層117及び電子注入層118、第4のEL層103hは図5（B）の正孔注入層114及び正孔輸送層115に相当し、第2のEL層103f及び第3のEL層103gは共に電子輸送性よりも正孔輸送性の高い層とすることが好ましい。

40

【0085】

また、図1（C）では第2のEL層103fは、第3のEL層103gよりも先に形成

50

される構造となっているが、第3のEL層103gが第2のEL層103fよりも前に形成される構造であっても良い。この場合、第2のEL層103f及び第3のEL層103gは共に電子輸送性よりも正孔輸送性の高い層とすることが好ましい。第1の電極が陰極、第2の電極が陽極である場合には第2のEL層103f及び第3のEL層103gは共に正孔輸送性よりも電子輸送性の高い層とすることが好ましい。

【0086】

第3の発光素子から発した光を色変換層106Rに入射させることで色変換層106Rより赤色の発光を得ることができる。なお、第1の発光素子から発した光と第2の発光素子から発した光は、各々カラーフィルタを介してから発光装置外に射出するようにしてもよい。カラーフィルタを介さない場合は良好な効率で光を得ることができ、介した場合は色純度の良好な発光を得ることができる。

10

【0087】

ここで、上記構成を有する発光装置における各画素の外部量子効率と、上記構成と異なる構成を有する発光装置における各画素の外部量子効率について考察する。また、各発光装置に用いられる発光素子のキャリアバランスや、励起子の生成確率などは同様であるものとする。

【0088】

まず、色変換層を用いない上記構成と異なる構成を有する発光装置における各画素の外部量子効率について試算を行う。当該発光装置における発光素子の構造は図1(C)の発光装置における各発光素子の素子構造と同様であるとする。当該発光装置で赤、緑、青の三色を効率良く得るためには、通常赤、緑、青それぞれに対応する波長に強度を有する光を呈する発光材料が必要となる。実用性と効率との兼ね合いから、青色蛍光材料と、赤色りん光材料及び緑色りん光材料を用いるとすると、第2のEL層103fに青色蛍光材料、第3のEL層103gに赤色りん光材料及び緑色りん光材料を用いればよい。第2の発光素子と第3の発光素子からは赤色と緑色の光が合成された光が得られるため、第2の発光素子は緑色のカラーフィルタを介して発光装置外部に光が射出されることで緑色の光が得られ、第3の発光素子は赤色のカラーフィルタを介して発光装置外部に光が射出されることで赤色の光が得られる。

20

【0089】

このような構成を有する発光素子において、各々の発光層の内部量子効率を蛍光発光層が25%、りん光発光層が100%と仮定すると、青色画素の外部量子効率が $25 \times A$ % (カラーフィルタ不使用の場合、カラーフィルタ使用の場合は $25 \times C_F$ %)、緑色画素及び赤色画素の外部量子効率が各 $50 \times C_F$ %となる。

30

【0090】

次に、図1(C)の構成を有する本発光装置について考えると、青色画素の外部量子効率は $25 \times A$ % (カラーフィルタ不使用の場合、カラーフィルタ使用の場合は $25 \times C_F$ %)、緑色画素の外部量子効率は $100 \times A$ % (カラーフィルタ不使用の場合、カラーフィルタ使用の場合は $100 \times C_F$ %)、赤色画素の外部量子効率は $100 \times C_C$ %となる。このように、本発明の一態様の構成を用いることによって、非常に発光効率の良好な発光装置を得ることができるようになる。

40

【0091】

ここで、緑色画素における従来の構成と本構成の外部量子効率を比較すると、従来の構成では $50 \times C_F$ %であるのに対し、本構成では $100 \times A$ %となり、2倍以上の効率向上が見込める。また、赤色画素における従来の構成と本構成の外部量子効率を比較すると、従来の構成では $50 \times C_F$ %であるのに対し、本構成では $100 \times C_C$ %となり、カラーフィルタの透過率と色変換層のPL量子収率が同じである場合、2倍の効率向上が見込める。このことから、色変換層のPL量子収率がカラーフィルタの透過率の50%以上であれば従来の赤色画素よりも良好な外部量子効率の赤色画素とすることが可能となり、消費電力の小さい発光装置とすることができる。

【0092】

50

また、図 2 (C) のように、図 1 (C) の構成に黄色画素を構成する第 4 の発光素子をさらに加えても良い。第 4 の発光素子は、第 1 の電極 1 0 2 Y と第 2 の電極 1 0 4 との間に第 2 の構成の E L 層を有している。また、第 4 の発光素子からの発光は色変換層 1 0 6 Y に入射し、色変換層 1 0 6 Y は黄色の発光を呈する。この黄色画素の外部量子効率、緑りん光を色変換して得られるため、 $100 \times \eta_{cc} \%$ となる。

【 0 0 9 3 】

このような構成の発光装置では、赤、緑、青、黄の 4 色で画像を表現することができ、色再現性に優れる。また、黄色は視感度が高い為、消費電力を低減させることが可能となる。

【 0 0 9 4 】

< 青蛍光のシングル素子及び緑りん光のシングル素子からの変換 (1 回塗り分け) 2 >

図 1 (D) は青蛍光のシングル素子と緑りん光のシングル素子を用いた本発明の一態様の発光装置について示した。当該発光装置は図 1 (A) で示した発光装置と同様に少なくとも第 1 の発光素子乃至第 3 の発光素子を有しており、また、基板 1 0 0、封止基板 1 0 1、第 1 の電極 1 0 2 B、1 0 2 G、1 0 2 R、第 2 の電極 1 0 4、ブラックマトリクス 1 0 5、色変換層 1 0 6 R についても図 1 (A) で示した発光装置と同様であるため説明を省略する。

【 0 0 9 5 】

図 1 (D) に示された発光装置では、第 1 の発光素子は第 3 の構成の E L 層を有し、第 2 の発光素子及び第 3 の発光素子は第 4 の構成の E L 層を有する。

【 0 0 9 6 】

第 3 の構成の E L 層は第 1 の E L 層 1 0 3 i、第 2 の E L 層 1 0 3 j 及び第 4 の E L 層 1 0 3 m が積層された構成である。また、第 4 の構成の E L 層は第 1 の E L 層 1 0 3 i、第 2 の E L 層 1 0 3 j、第 3 の E L 層 1 0 3 k 及び第 4 の E L 層 1 0 3 m が積層された構成である。

【 0 0 9 7 】

第 1 の電極が陽極、第 2 の電極が陰極である場合には、第 1 の E L 層 1 0 3 i は、図 5 (B) における正孔注入層 1 1 4 及び正孔輸送層 1 1 5 に相当する層である。また、第 2 の E L 層 1 0 3 j は図 5 (B) の第 1 の発光層 1 1 6 d - 1 に相当する層である。また、第 3 の E L 層 1 0 3 k は図 5 (B) の第 2 の発光層 1 1 6 d - 2 に相当する層である。また、第 4 の E L 層 1 0 3 m は図 5 (B) の電子輸送層 1 1 7 及び電子注入層 1 1 8 に相当する層である。すなわち、第 4 の構成の E L 層は、図 5 (B) における E L 層 1 0 3 d と同様の構成となり、第 3 の構成の E L 層は図 5 (C) における E L 層 1 0 3 a と同様の構成となる。

【 0 0 9 8 】

第 3 の構成の E L 層と第 4 の構成の E L 層は、一度の塗り分けで形成することが可能である。一度塗り分けを行うだけで、通常の蛍光発光層とりん光発光層を積層したシングル構造の発光素子と比較して、非常に良好な効率で発光を得ることができるようになる。

【 0 0 9 9 】

また、第 2 の E L 層 1 0 3 j は青色の蛍光を発する有機化合物を発光材料として含み、第 3 の E L 層 1 0 3 k は緑色のりん光を発する有機化合物を発光材料として含む。第 2 の E L 層 1 0 3 j、第 3 の E L 層 1 0 3 k には発光材料の他にホスト材料として第 1 の有機化合物が含まれる。また、第 2 の有機化合物をさらに含み、当該第 1 の有機化合物と第 2 の有機化合物とが励起錯体を形成し、当該励起錯体から発光材料へのエネルギー移動が起きることが好ましい。また、当該励起錯体の発光スペクトルと発光材料の最も長波長側の吸収帯が重なると、良好な効率でエネルギー移動が可能となるためより好ましい構成である。

【 0 1 0 0 】

また、当該発光装置においては、第 2 の E L 層 1 0 3 j 及び第 3 の E L 層 1 0 3 k は共に電子輸送性よりも正孔輸送性の高い層とすることが好ましい。このような構成とするこ

10

20

30

40

50

とで、第1の発光素子からは青色の蛍光のみが得られ、第2の発光素子及び第3の発光素子からは緑色のりん光のみを各々得ることができる。なお、第1の電極が陰極、第2の電極が陽極である場合には、第1のEL層103iは、図5(B)における電子輸送層117及び電子注入層118、第4のEL層103mは図5(B)の正孔注入層114及び正孔輸送層115に相当し、第2のEL層103j及び第3のEL層103kは共に正孔輸送性よりも電子輸送性の高い層とすることが好ましい。

【0101】

また、図1(D)では第2のEL層103jは、第3のEL層103kよりも先に形成される構造となっているが、第3のEL層103kが第2のEL層103jよりも前に形成される構造であっても良い。この場合、第2のEL層103j及び第3のEL層103kは共に電子輸送性よりも正孔輸送性の高い層とすることが好ましい。第1の電極が陰極、第2の電極が陽極である場合には第2のEL層103j及び第3のEL層103kは共に正孔輸送性よりも電子輸送性の高い層とすることが好ましい。

【0102】

第3の発光素子から発した光を色変換層106Rに入射させることで色変換層106Rより赤色の発光を得ることができる。なお、第1の発光素子から発した光と第2の発光素子から発した光は、各々カラーフィルタを介してから発光装置外に射出するようにしてもよい。カラーフィルタを介さない場合は良好な効率で光を得ることができ、介した場合は色純度の良好な発光を得ることができる。

【0103】

ここで、上記構成を有する発光装置における各画素の外部量子効率と、当該構成と異なる構成を有する発光装置における各画素の外部量子効率について考察する。また、各発光装置に用いられる発光素子のキャリアバランスや、励起子の生成確率などは同様であるものとする。

【0104】

まず、色変換層を用いない上記構成と異なる構成を有する発光装置における各画素の外部量子効率について試算を行う。当該発光装置における発光素子の構造は図1(D)の発光装置における各発光素子の素子構造と同様であるとする。当該発光装置で赤、緑、青の三色を効率良く得るためには、通常赤、緑、青それぞれに対応する波長に強度を有する光を呈する発光材料が必要となる。実用性と効率との兼ね合いから、青色蛍光材料と、赤色りん光材料及び緑色りん光材料を用いるとすると、第2のEL層103jに青色蛍光材料、第3のEL層103kに赤色りん光材料及び緑色りん光材料を用いることが好ましい。第2の発光素子と第3の発光素子からは赤色と緑色の光が合成された光が得られるため、第2の発光素子は緑色のカラーフィルタを介して発光装置外部に光が射出されることで緑色の光が得られ、第3の発光素子は赤色のカラーフィルタを介して発光装置外部に光が射出されることで赤色の光が得られる。

【0105】

このような構成を有する発光素子において、各々の発光層の内部量子効率を蛍光発光層が25%、りん光発光層が100%と仮定すると、青色画素の外部量子効率が $25 \times A$ % (カラーフィルタ不使用の場合、カラーフィルタ使用の場合は $25 \times C_F$ %)、緑色画素及び赤色画素の外部量子効率が $50 \times C_F$ % となる。

【0106】

次に、図1(D)の構成を有する本発光装置について考えると、青色画素の外部量子効率が $25 \times A$ % (カラーフィルタ不使用の場合、カラーフィルタ使用の場合は $25 \times C_F$ %)、緑色画素の外部量子効率が $100 \times A$ % (カラーフィルタ不使用の場合、カラーフィルタを使用する場合は $100 \times C_F$ %)、赤色画素の外部量子効率が $100 \times C_C$ % となる。このように、本発明の一態様の構成を用いることによって、非常に発光効率の良好な発光装置を得ることができるようになる。

【0107】

ここで、緑色画素における従来の構成と本構成の外部量子効率を比較すると、従来の構

10

20

30

40

50

成では $50 \times C_F \%$ であるのに対し、本構成では $100 \times A \%$ となり、2倍以上の効率向上が見込める。また、赤色画素における従来の構成と本構成の外部量子効率を比較すると、従来の構成では $50 \times C_F \%$ であるのに対し、本構成では $100 \times C_C \%$ となり、カラーフィルタの透過率と色変換層の PL 量子収率が同じである場合、2倍の効率向上が見込める。このことから、色変換層の PL 量子収率がカラーフィルタの透過率の 50% 以上であれば従来の赤色画素よりも良好な外部量子効率の赤色画素とすることが可能となり、消費電力の小さい発光装置とすることができる。

【0108】

なお、図2(D)のように、図1(D)の構成に黄色画素を構成する第4の発光素子をさらに加えても良い。第4の発光素子は、第1の電極102Yと第2の電極104との間に第4の構成のEL層を有している。また、第4の発光素子からの発光は色変換層106Yに入射し、色変換層106Yは黄色の発光を呈する。この黄色画素の外部量子効率は、緑りん光を色変換して得られるため、 $100 \times C_C \%$ となる。

【0109】

このような構成の発光装置では、赤、緑、青、黄の4色で画像を表現することができ、色再現性に優れる。また、黄色は視感度が高い為、消費電力を低減させることが可能となる。

【0110】

<青蛍光と黄りん光のタンデム素子からの変換>

図3(A)は青蛍光と黄りん光のタンデム素子を用いた本発明の一態様の発光装置について示した。当該発光装置には少なくとも基板100上に第1の発光素子と第2の発光素子と、第3の発光素子とが設けられている。第1の発光素子乃至第3の発光素子は、第2の電極104が共通しており、第1の電極が異なる。第1の発光素子は第1の電極102Bを、第2の発光素子は第1の電極102Gを、第3の発光素子は第1の電極102Rをそれぞれ有している。また、封止基板101にはブラックマトリクス105とカラーフィルタ107B、色変換層106G及び色変換層106Rが設けられている。カラーフィルタ107Bは青色の光を透過するカラーフィルタである。また、色変換層106Gは緑色の発光を呈する色変換物質が含まれており、色変換層106Rには同様に赤色の発光を呈する色変換物質が含まれている。

【0111】

図3(A)では、EL層103が図5(A)で示したような構造に代表されるタンデム構造を有するEL層となっている。タンデム構造とは、第1の発光ユニット103bと第2の発光ユニット103cとが電荷発生層である中間層109を介して積層される構成である。各発光ユニットは、各々第1の電極102を陽極、第2の電極104を陰極とすると、第1の電極102(ここでは陽極)側から順に正孔注入層114、正孔輸送層115、発光層116、電子輸送層117、電子注入層118などが設けられた構造が代表的である。このような構成では発光材料は発光層116に含ませればよい。また、第1の電極102を陰極、第2の電極104を陽極とする場合のEL層の積層順は上記と逆にすればよい。なお、EL層103は第1の発光素子乃至第3の発光素子において共通している。

【0112】

第1の発光ユニット103bと第2の発光ユニット103cはそのいずれか一方が青色の蛍光を発し、他方が黄色のりん光を発するものであるとする。EL層103からは青色の蛍光と黄色のりん光とが合成された光が得られる。各々の発光ユニットが有する発光層は発光材料の他にホスト材料として第1の有機化合物を有する。また、第2の有機化合物をさらに含み、当該第1の有機化合物と第2の有機化合物とが励起錯体を形成し、当該励起錯体から発光材料へのエネルギー移動が起こることが好ましい。また、当該励起錯体の発光スペクトルと発光材料の最も長波長側の吸収帯が重なると良好な効率でエネルギー移動が可能となるため好ましい構成である。

【0113】

第1の発光素子から発した光はカラーフィルタ107Bを介して発光装置外に射出され

10

20

30

40

50

る。また、第2の発光素子から発した光は色変換層106Gに入射し、色変換層106Gは当該入射された光によって励起され緑色の光を発する。また、同様に第3の発光素子から発した光は色変換層106Rに入射し、色変換層106Rは赤色の光を発する。

【0114】

なお、本発光装置においては、EL層103からは青色の蛍光と黄色のりん光とが合成された発光が得られるが、色変換層106Gでは黄色の光を吸収できないため、共振構造やカラーフィルタを用いて色変換層106Gに入射する黄色の光を除去することが好ましい。共振構造を形成するときは、青色の光を増幅するように形成すればよい。共振構造は図3(A)に示したように第1の電極上に所望の厚さの透明導電膜(透明導電膜102Bt、透明導電膜102Gt、透明導電膜102Rt)を形成することにより設けることができる。なお、第1の発光素子及び第3の発光素子では吸収できない光を除去する目的で共振構造を形成する必要はないが、その他の目的で共振構造を形成する場合は、第1の発光素子では青色の光を増幅するように、第3の発光素子では黄色の光を増幅するように透明導電膜102Bt、透明導電膜102Rtをそれぞれ形成すればよい。

10

【0115】

ここで、上記構成を有する発光装置における各画素の外部量子効率と、上記構成と異なる構成を有する発光装置における各画素の外部量子効率について考察する。また、各発光装置に用いられる発光素子のキャリアバランスや、励起子の生成確率などは同様であるものとする。

【0116】

20

まず、上記構成と異なる構成を有する発光装置における各色画素の外部量子効率について試算を行う。通常のタンデム素子を用いた発光装置で赤、緑、青の三色を効率良く得るためには、それぞれの発光波長を呈する発光材料を用いることが有効であり、実用性と効率との兼ね合いから、青色蛍光材料と、赤色りん光材料及び緑色りん光材料が良く用いられる。図5(A)と同じ2段タンデム構造とし、一方の発光ユニットの発光層は青色蛍光材料を用いた蛍光発光層とし、他方の発光ユニットの発光層には赤色りん光材料と緑色りん光材料を用いたりん光発光層とする。

【0117】

このような構成を有する発光素子において、各々の発光層における内部量子効率を蛍光発光層が25%、りん光発光層が100%と仮定すると、青色画素の外部量子効率は $25 \times C_F$ %、緑色画素及び赤色画素の外部量子効率は $50 \times C_F$ %(りん光発光層では赤色りん光材料と緑色りん光材料とで励起子を分け合うため。簡単のためにその分配は同等であるとする)となる。

30

【0118】

次に、上記構成(図3(A)の構成)を有する発光装置について考える。各々の画素の外部量子効率は青色画素が $25 \times C_F$ %、緑色画素が $25 \times C_C$ %、赤色画素が $125 \times C_C$ % (共振構造を形成しない場合。共振構造を形成した場合は青色の光が減衰するので $100 \times C_C$ %)となる。このように、本発光素子を用いることによって、赤色発光の効率が非常に良好な発光素子を得ることができるようになる。

【0119】

40

ここで、赤色画素における従来の構成と本構成の外部量子効率を比較すると、従来の構成では $50 \times C_F$ %であるのに対し、本構成では $125 \times C_C$ %となり、カラーフィルタの透過率と色変換層のPL量子収率が同じである場合、2.5倍の効率向上が見込める。このことから色変換層のPL量子収率がカラーフィルタの透過率の40%以上であれば、従来の赤色画素よりも良好な外部量子効率の赤色画素とすることが可能となる。

【0120】

また、図4(A)のように、図3(A)の構成に黄色画素として第4の発光素子をさらに加えた構成としても良い。第4の発光素子は、第1の電極102Yと第2の電極104との間に第1の発光ユニット103b、第2の発光ユニット103cを含むEL層を有している。なお、黄色発光に対応した共振構造を構成していても良く、この場合、透明導電

50

膜 1 0 2 Y t が形成されていても良い。また、第 4 の発光素子からの発光はカラーフィルタ 1 0 7 Y を介して発光装置外部に射出するため、当該黄色画素の外部量子効率 η_{ext} は $100 \times \eta_{\text{ext}}$ % となる。なお、カラーフィルタ 1 0 7 Y を黄色の色変換層 1 0 6 Y としても良く、この場合、当該黄色画素の外部量子効率は $125 \times \eta_{\text{ext}}$ % となる。

【0121】

このような構成の発光装置では、赤、緑、青、黄の 4 色で画像を表現することができ、色再現性に優れる。また、黄色は視感度が高い為、消費電力を低減させることが可能となる。

【0122】

なお、図 4 (A) の構成の場合は、白色光を赤と青と黄の光のみで表現することができるため、緑の光の効率は消費電力に殆ど影響しない。このため、黄色画素の効率が 100 % であることも鑑みると、赤色画素に設けられた第 1 の色変換層である色変換層 1 0 6 R の PL 量子収率は 40 % より大きければ、従来の発光装置と比較して効率の良好な発光装置を得ることができる。また、共振構造を形成した場合には色変換層 1 0 6 R の PL 量子収率は 50 % より大きいことで従来の発光装置と比較して効率の良好な発光装置を得ることができる。

【0123】

< 青蛍光と黄りん光のシングル素子からの変換 >

図 3 (B) は青蛍光と黄りん光を利用したシングル素子を用いた本発明の一態様の発光装置について示した。当該発光装置は図 3 (A) で示した発光装置と同様に少なくとも第 1 の発光素子乃至第 3 の発光素子を有しており、また、基板 1 0 0、封止基板 1 0 1、第 1 の電極 1 0 2 B、1 0 2 G、1 0 2 R、第 2 の電極 1 0 4、ブラックマトリクス 1 0 5、色変換層 1 0 6 R、色変換層 1 0 6 G、カラーフィルタ 1 0 7 B についても図 3 (A) で示した発光装置と同様であるため説明を省略する。

【0124】

図 3 (B) では、EL 層 1 0 3 d が図 5 (B) で示した構造に代表されるような、シングル構造の EL 層となっている。第 1 の発光層 1 1 6 d - 1 と第 2 の発光層 1 1 6 d - 2 は接して形成されていても良いし、間に 0 nm より厚く、20 nm 以下の分離層が設けられていても良い。分離層は 1 nm 以上 10 nm 以下であることが好ましい。なお、EL 層 1 0 3 d は第 1 の発光素子乃至第 3 の発光素子において共通している。

【0125】

本構成では図 5 (B) における第 1 の発光層 1 1 6 d - 1 と第 2 の発光層 1 1 6 d - 2 は、そのいずれか一方が青色の蛍光を発生し、他方が黄色のりん光を発生するものであるとする。EL 層 1 0 3 d からは青色の蛍光と黄色のりん光とが合成された光が得られる。第 1 の発光層 1 1 6 d - 1 及び第 2 の発光層 1 1 6 d - 2 は当該発光材料の他にホスト材料として第 1 の有機化合物を有する。また、第 1 の発光層 1 1 6 d - 1 及び第 2 の発光層 1 1 6 d - 2 は、第 2 の有機化合物をさらに含み、当該第 1 の有機化合物と第 2 の有機化合物とが励起錯体を形成することが好ましく、この際、発光材料へ当該励起錯体からエネルギー移動が起きることが好ましい。また、当該励起錯体の発光スペクトルと発光材料の最も長波長側の吸収帯が重なると良好な効率でエネルギー移動が可能となるためより好ましい構成となる。

【0126】

第 1 の発光素子から発生した光は青色のカラーフィルタ 1 0 7 B を介して発光装置外に射出される。また、第 2 の発光素子から発生した光は色変換層 1 0 6 G に入射し、色変換層 1 0 6 G は当該入射された光によって励起され、緑色の光を発生する。また同様に、第 3 の発光素子から発生した光は色変換層 1 0 6 R に入射し、赤色の光を発生する。

【0127】

なお、本発光装置においては、図 3 (A) と同様に EL 層 1 0 3 からは青色の蛍光と黄色のりん光とが合成された発光が得られるが、色変換層 1 0 6 G では黄色の光を吸収できないため、共振構造やカラーフィルタを用いて色変換層 1 0 6 G に入射する黄色の光を除

10

20

30

40

50

去することが好ましい。共振構造を形成するときは、青色の光を増幅するように形成すればよい。共振構造は図3(B)に示したように第1の電極上に所望の厚さの透明導電膜(透明導電膜102Bt、透明導電膜102Gt、透明導電膜102Rt)を形成することにより設けることができる。なお、第1の発光素子及び第3の発光素子では吸収できない光を除去する目的で共振構造を形成する必要はないが、その他の目的で共振構造を形成する場合は、第1の発光素子では青色の光を増幅するように、第3の発光素子では黄色の光を増幅するように透明導電膜102Bt、透明導電膜102Rtをそれぞれ形成すればよい。

【0128】

ここで、上記構成を有する発光装置における各画素の外部量子効率と、上記構成と異なる構成を有する発光装置における各画素の外部量子効率について考察する。なお、各発光装置に用いられる発光素子のキャリアバランスや、励起子の生成確率などは同様であるものとする。

【0129】

まず、上記構成と異なる構成を有する発光装置における各画素の外部量子効率について試算を行う。発光素子の構造は、図5(B)の一つの発光ユニットの中に二つの発光層が近接して設けられたシングル構造のEL層を有する素子構造であるとする。当該構成を有する発光素子において、色変換層を用いずに赤、緑、青の三色を効率良く得るためには、通常はそれぞれの発光波長を呈する発光材料を用いることが有効であり、実用性と効率の兼ね合いから青色蛍光材料と、赤色りん光材料及び緑色りん光材料が良く用いられる。第1の発光層116d-1と第2の発光層116d-2のいずれか一方を蛍光発光層、他方をりん光発光層とすると、一方の発光層に青色蛍光材料を、他方の発光層に赤色りん光材料及び緑色りん光材料を含ませれば良い。各発光層における内部量子効率を蛍光発光層が25%、りん光発光層が100%であると仮定し、励起子の分配が青、緑、赤のそれぞれで1:1:1であるとする、青色画素の外部量子効率 $8.3 \times C_F$ %、緑色画素及び赤色画素の外部量子効率は $33 \times C_F$ %となる。

【0130】

次に、図3(B)の構成を有する発光装置について考える。同様の仮定に加えて、励起子の分配が青、黄で1:1の割合であるとし、さらに色変換層のPL量子収率を100%とすると、各々の画素の外部量子効率は青色画素が $12.5 \times C_F$ %、緑色画素は $12.5 \times C_C$ %、赤色画素は $62.5 \times C_C$ % (共振構造を利用しない場合。共振構造を形成した場合は青色の光が減衰するので $50 \times C_C$ %)となる。このように、本発明の一態様の構成を用いることによって、赤色画素の外部量子効率が良好な発光素子を得ることができるようになる。

【0131】

ここで、青色画素では従来の構成における外部量子効率が $8.3 \times C_F$ %であるのに対し、本構成では $12.5 \times C_F$ %であり、約1.5倍の効率向上が見込める。赤色画素では、従来の構成が $33 \times C_F$ %であるのに対し、本構成が $62.5 \times C_C$ %であり、カラーフィルタの透過率と色変換層のPL量子収率が同じである場合、約1.88倍の効率向上が見込める。このことから、赤色画素における色変換層のPL量子収率がカラーフィルタの透過率の53.3%以上であれば従来の赤色画素よりも良好な外部量子効率の赤色画素とすることが可能となる。

【0132】

なお、図4(B)のように、図3(B)の構成に黄色画素を構成する第4の発光素子をさらに加えても良い。第4の発光素子は、第1の電極102Yと第2の電極104との間にEL層103dを有している。また、第4の発光素子からの発光はカラーフィルタ107Yを介して発光装置外部に射出するため、当該黄色画素の外部量子効率は $50 \times C_F$ %となる。共振構造を形成するときは、黄色の光を増幅するように形成すればよい。共振構造は図4(B)に示したように第1の電極上に所望の厚さの透明導電膜102Ytを形成することにより設けることができる。また、カラーフィルタ107Yを黄色の色変換層

10

20

30

40

50

106Yとしても良く、この場合、当該黄色画素の外部量子効率 η_{ext} は $62.5 \times \eta_{\text{int}}$ %となる

【0133】

このような構成の発光装置は、赤、緑、青、黄の4色で画像を表現することができ、色再現性に優れる。また、黄色発光は視感度が高い為、消費電力を低減させることが可能となる。

【0134】

なお、図4(B)の構成の場合、白色光を赤と青と黄の光のみで表現することができるため、緑の光の効率は消費電力に殆ど影響しない。このため、黄色画素の外部量子効率 η_{ext} が $50 \times \eta_{\text{int}}$ %であることも鑑みると、赤色画素に設けられた第1の色変換層である色変換層106RのPL量子収率が赤色のカラーフィルタの透過率(%)の53.3%より大きければ、従来の発光装置と比較して効率の良好な発光装置を得ることができる。また、共振構造を形成した場合には色変換層106RのPL量子収率が赤色のカラーフィルタの透過率(%)の66%より大きいことで従来の発光装置と比較して効率の良好な発光装置を得ることができる。

【0135】

<青蛍光のシングル素子及び黄りん光のシングル素子からの変換(1回塗り分け)1>

図3(C)は青蛍光のシングル素子と黄りん光のシングル素子を用いた本発明の一態様の発光装置について示した。当該発光装置は図3(A)で示した発光装置と同様に少なくとも第1の発光素子乃至第3の発光素子を有しており、また、基板100、封止基板101、第1の電極102B、102G、102R、第2の電極104、ブラックマトリクス105、色変換層106G、色変換層106Rについても図3(A)で示した発光装置と同様であるため説明を省略する。

【0136】

図3(C)に示された発光装置では、第1の発光素子及び第2の発光素子は第5の構成のEL層を有し、第3の発光素子は第6の構成のEL層を有する。

【0137】

第5の構成のEL層は第1のEL層103e、第2のEL層103f、第3のEL層103g及び第4のEL層103hが積層された構成である。また、第6の構成のEL層は第1のEL層103e、第3のEL層103g及び第4のEL層103hが積層された構成である。

【0138】

第1の電極が陽極、第2の電極が陰極である場合には、第1のEL層103eは、図5(B)における正孔注入層114及び正孔輸送層115に相当する層である。また、第2のEL層103fは図5(B)の第1の発光層116d-1に相当する層である。また、第3のEL層103gは図5(B)の第2の発光層116d-2に相当する層である。また、第4のEL層103hは図5(B)の電子輸送層117及び電子注入層118に相当する層である。すなわち、第5の構成のEL層は、図5(B)におけるEL層103dと同様の構成となり、第6の構成のEL層は図5(C)におけるEL層103aと同様の構成となる。

【0139】

また、第2のEL層103fは青色の蛍光を発する有機化合物を発光材料として含み、第3のEL層103gは黄色のりん光を発する有機化合物を発光材料として含む。第2のEL層103f及び第3のEL層103gには発光材料の他にホスト材料として第1の有機化合物を有する。また、第2の有機化合物をさらに含み、第1の有機化合物と第2の有機化合物とが励起錯体を形成し、当該励起錯体から発光材料へのエネルギー移動が起きることが好ましい。また、当該励起錯体の発光スペクトルと発光材料の最も長波長側の吸収帯が重なると、良好な効率でエネルギー移動が可能となるためより好ましい構成である。

【0140】

また、本構成の発光装置においては、第2のEL層103f及び第3のEL層103g

10

20

30

40

50

は共に正孔輸送性よりも電子輸送性の高い層とすることが好ましい。このような構成とすることで、第1の発光素子及び第2の発光素子からは青色の蛍光のみが得られ、第3の発光素子からは黄色のりん光のみを各々得ることができる。なお、第1の電極が陰極、第2の電極が陽極である場合には、第1のEL層103eは、図5(B)における電子輸送層117及び電子注入層118、第4のEL層103hは図5(B)の正孔注入層114及び正孔輸送層115に相当し、第2のEL層103f及び第3のEL層103gは共に電子輸送性よりも正孔輸送性の高い層とすることが、上記と同様の理由により好ましい。

【0141】

また、図3(C)では第2のEL層103fは、第3のEL層103gよりも先に形成される構造となっているが、第3のEL層103gが第2のEL層103fよりも前に形成される構造であっても良い。この場合、第2のEL層103f及び第3のEL層103gは共に電子輸送性よりも正孔輸送性の高い層とすることが好ましい。第1の電極が陰極、第2の電極が陽極である場合には第2のEL層103f及び第3のEL層103gは共に正孔輸送性よりも電子輸送性の高い層とすることが好ましい。

【0142】

第1の発光素子からは青色の光を得ることができる。また、第2の発光素子から発した光を色変換層106Gに入射させることで色変換層106Gより緑色の発光を得ることができ、第3の発光素子から発した光を色変換層106Rに入射させることで赤色の光を得ることができる。なお、第1の発光素子から発した光は、カラーフィルタを介してから発光装置外に射出するようにしてもよい。カラーフィルタを介さない場合は良好な効率で光を得ることができ、介した場合は色純度の良好な発光を得ることができる。

【0143】

ここで、上記構成を有する発光装置における各画素の外部量子効率と、上記構成と異なる構成を有する発光装置における各画素の外部量子効率について考察する。なお、各発光装置に用いられる発光素子のキャリアバランスや、励起子の生成確率などは同様であるものとする。

【0144】

まず、上記構成と異なる構成を有する発光装置における各画素の外部量子効率について試算を行う。当該発光装置における発光素子の構造は、第1の発光素子及び第3の発光素子においては図3(C)の発光装置における発光素子の素子構造と同様であるとする。第2の発光素子に関しては、図3(C)では第5の構成のEL層を有していたが、本発光装置においては第6の構成のEL層であるとする。

【0145】

当該構造を有する発光素子において、赤、緑、青の三色を効率良く得るためには、通常は赤、緑、青それぞれに対応する波長に強度を有する光を呈する発光材料を用いることが有効であり、実用性と効率との兼ね合いから青色蛍光材料と、赤色りん光材料及び緑色りん光材料が良く用いられる。第2のEL層103fに青色蛍光材料を用い、第3のEL層103gに赤色りん光材料及び緑色りん光材料を用いると良い。このような構成を有することで、第2の発光素子と第3の発光素子からは赤色と緑色の光が合成された光が得られ、第2の画素では緑色のカラーフィルタを介して発光装置外部に光が射出されることで緑色の光が得られ、第3の画素では赤色のカラーフィルタを介して発光装置外部に光が射出されることで赤色の光が得られる。

【0146】

ここで、第3のEL層における赤色りん光材料と緑色りん光材料における励起子の分配を1:1であると仮定すると青色画素の外部量子効率が $25 \times A\%$ (カラーフィルタ不使用の場合、カラーフィルタ使用の場合は $25 \times C_F\%$)、緑色画素及び赤色画素の外部量子効率は $50 \times C_F\%$ (カラーフィルタ使用)となる。

【0147】

次に、図3(C)の構成を有する本発光装置について考える。青色画素の外部量子効率は $25 \times A\%$ (カラーフィルタ不使用の場合、カラーフィルタ使用の場合は $25 \times C_F$

10

20

30

40

50

%)、緑色画素の外部量子効率 η_{ext} は $25 \times \eta_{\text{ext}}$ %、赤色画素の外部量子効率は $100 \times \eta_{\text{ext}}$ %となる。このように、本発明の一態様の構成を用いることによって、先に述べた構成を有する発光装置と比較して赤色画素の外部量子効率が良好な発光装置を得ることができるようになる。

【0148】

ここで、赤色画素における先に述べた構成と本構成の外部量子効率を比較すると、従来の構成では $50 \times \eta_{\text{ext}}$ %であるのに対し、本構成では $100 \times \eta_{\text{ext}}$ %となり、カラーフィルタの透過率と色変換層のPL量子収率が同じである場合、2倍の効率向上が見込める。このことから、色変換層のPL量子収率がカラーフィルタの透過率の50%以上であれば先に述べた発光装置における赤色画素よりも良好な外部量子効率の赤色画素とすることが可能となり、消費電力の小さい発光装置とすることができる。

10

【0149】

また、図4(C)のように、図3(C)の構成に黄色画素を構成する第4の発光素子をさらに加えても良い。第4の発光素子は、第1の電極102Yと第2の電極104との間に第6の構成のEL層を有している。また、当該黄色画素の外部量子効率は、第4の発光素子からの発光がカラーフィルタ107Yを介して発光装置外部に射出する場合は $100 \times \eta_{\text{ext}}$ %、カラーフィルタを設けない場合は $100 \times \eta_{\text{ext}}$ %となる。

【0150】

このような構成の発光装置では、赤、緑、青、黄の4色で画像を表現することができ、色再現性に優れる。また、黄色は視感度が高い為、消費電力を低減させることが可能となる。

20

【0151】

なお、図4(C)の構成の場合、白色光を赤と青と黄の光のみで表現することができるため、緑の光の効率は消費電力に殆ど影響しない。このため、緑画素の効率が低下していても、赤色画素に設けられた第1の色変換層である色変換層106RのPL量子収率が赤色のカラーフィルタの透過率の50%以上であれば、赤色発光は従来の素子と同等であり、効率の良好な発光装置を得ることができる。

【0152】

本構成を有する発光装置は、一度の塗り分けでこれらの効果を得ることができる。

【0153】

<青蛍光のシングル素子及び黄りん光のシングル素子からの変換(1回塗り分け)2>

30

図3(D)は青蛍光のシングル素子と黄りん光のシングル素子を用いた本発明の一態様の発光装置について示した。当該発光装置は図3(A)で示した発光装置と同様に少なくとも第1の発光素子乃至第3の発光素子を有しており、また、基板100、封止基板101、第1の電極102B、102G、102R、第2の電極104、ブラックマトリクス105、色変換層106G、色変換層106Rについても図3(A)で示した発光装置と同様であるため説明を省略する。

【0154】

図3(D)に示された発光装置では第1の発光素子及び第2の発光素子は第7の構成のEL層を有し、第3の発光素子は第8の構成のEL層を有する。

40

【0155】

第7の構成のEL層は第1のEL層103i、第2のEL層103j及び第4のEL層103mが積層された構成である。また、第8の構成のEL層は第1のEL層103i、第2のEL層103j、第3のEL層103k及び第4のEL層103mが積層された構成である。

【0156】

第1の電極が陽極、第2の電極が陰極である場合には、第1のEL層103iは、図5(B)における正孔注入層114及び正孔輸送層115に相当する層である。また、第2のEL層103jは図5(B)の第1の発光層116d-1に相当する層である。また、第3のEL層103kは図5(B)の第2の発光層116d-2に相当する層である。ま

50

た、第4のEL層103mは図5(B)の電子輸送層117及び電子注入層118に相当する層である。すなわち、第7の構成のEL層は、図5(C)におけるEL層103aと同様の構成となり、第8の構成のEL層は図5(B)におけるEL層103dと同様の構成となる。

【0157】

また、第2のEL層103jは青色の蛍光を発する有機化合物を発光材料として含み、第3のEL層103kは黄色のりん光を発する有機化合物を発光材料として含む。第2のEL層103j、第3のEL層103kには、これら発光材料の他にホスト材料として第1の有機化合物を有する。また、第2の有機化合物をさらに含み、第1の有機化合物と第2の有機化合物とが励起錯体を形成し、当該励起錯体から発光材料へのエネルギー移動が起きることが好ましい。また、当該励起錯体の発光スペクトルと発光材料の最も長波長側の吸収帯が重なると、良好な効率でエネルギー移動が可能となるため好ましい構成である。

10

【0158】

また、本構成の発光装置においては、第2のEL層103j及び第3のEL層103kは共に電子輸送性よりも正孔輸送性の高い層とすることが好ましい。このような構成とすることで、第1の発光素子及び第2の発光素子からは青色の蛍光のみが得られ、第3の発光素子からは黄色のりん光のみを各々得ることができる。なお、第1の電極が陰極、第2の電極が陽極である場合には、第1のEL層103iは、図5(B)における電子輸送層117及び電子注入層118、第4のEL層103mは図5(B)の正孔注入層114及び正孔輸送層115に相当し、第2のEL層103j及び第3のEL層103kは共に正孔輸送性よりも電子輸送性の高い層とすることが、上記と同様の理由により好ましい。

20

【0159】

また、図3(D)では第2のEL層103jは、第3のEL層103kよりも先に形成される構造となっているが、第3のEL層103kが第2のEL層103jよりも前に形成される構造であっても良い。この場合、第2のEL層103j及び第3のEL層103kは共に電子輸送性よりも正孔輸送性の高い層とすることが好ましい。第1の電極が陰極、第2の電極が陽極である場合には第2のEL層103j及び第3のEL層103kは共に正孔輸送性よりも電子輸送性の高い層とすることが好ましい。

【0160】

第1の発光素子からは青色の光を得ることができる。第2の発光素子から発した光を色変換層106Gに入射させることで色変換層106Gより緑色の光を得ることができ、第3の発光素子から発した光を色変換層106Rに入射させることで赤色の光を得ることができる。なお、第1の発光素子から発した光は、カラーフィルタを介してから発光装置外に射出するようにしてもよい。カラーフィルタを介さない場合は良好な効率で光を得ることができ、介した場合は色純度の良好な光を得ることができる。

30

【0161】

ここで、上記構成を有する発光装置における各画素の外部量子効率と、上記構成と異なる構成を有する発光装置における各画素の外部量子効率について考察する。なお、各発光装置に用いられる発光素子のキャリアバランスや、励起子の生成確率などは同様であるものとする。

40

【0162】

まず、上記構成と異なる構成を有する発光装置における各画素の外部量子効率について試算を行う。本構成の発光装置における発光素子の構造は、第1の発光素子及び第3の発光素子においては図3(D)の発光装置における発光素子の素子構造と同様であるとする。第2の発光素子に関しては図3(D)では第7の構成のEL層を有していたが、本発光装置においては第8の構成のEL層であるとする。

【0163】

当該構造を有する発光装置において、赤、緑、青の三色を効率良く得るためには通常はそれぞれの発光波長を呈する発光材料を用いることが有効であり、実用性と効率との兼ね

50

合いから青色蛍光材料と、赤色りん光材料及び緑色りん光材料が良く用いられる。本発光装置においては第2のEL層103jに青色蛍光材料を用い、第3のEL層103kに赤色りん光材料及び緑色りん光材料を用いればよい。

【0164】

第8の構成のEL層の第3のEL層103kには赤色と緑色のりん光発光材料が含まれるため、第2の発光素子と第3の発光素子からは赤色と緑色の光が合成された光が得られる。このため、第2の発光素子は緑色のカラーフィルタを介して発光装置外部に光が射出されることで緑色の光が得られ、第3の発光素子は赤色のカラーフィルタを介して発光装置外部に光が射出されることで赤色の光が得られる。

【0165】

以上の構成を有する発光装置において、第3のEL層103kにおける励起子の分配が赤色りん光材料と緑色りん光材料で1:1であると仮定すると、青色画素の外部量子効率が $25 \times A\%$ (カラーフィルタ不使用時、カラーフィルタ使用の場合は $25 \times CF\%$)、緑色画素及び赤色画素の外部量子効率が $50 \times CF\%$ 以下となる。

【0166】

次に、図3(D)の構成を有する発光装置について考える。青色画素の外部量子効率が $25 \times A\%$ (カラーフィルタ不使用の場合、カラーフィルタ使用の場合は $25 \times CF\%$)、緑色画素の外部量子効率が $25 \times CC\%$ 、赤色画素の外部量子効率が $100 \times CC\%$ となる。このように、本発明の一態様の構成を用いることによって、赤色画素の外部量子効率が良好な発光装置を得ることができるようになる。

【0167】

ここで、赤色画素における従来の構成と本構成の外部量子効率を比較すると、従来の構成では $50 \times CF\%$ であるのに対し、本構成では $100 \times CC\%$ となり、カラーフィルタの透過率と色変換層のPL量子収率が同じである場合、2倍の効率向上が見込める。このことから、色変換層のPL量子収率がカラーフィルタの透過率の50%以上であれば従来の赤色画素よりも良好な外部量子効率の赤色画素とすることが可能となり、消費電力の小さい発光装置とすることができる。

【0168】

なお、図4(D)のように、図3(D)の構成に黄色画素を構成する第4の発光素子をさらに加えても良い。第4の発光素子は、第1の電極102Yと第2の電極104との間に第8の構成のEL層を有している。また、当該黄色画素の外部量子効率は、第4の発光素子からの発光がカラーフィルタ107Yを介して発光装置外部に射出する場合は $100 \times CF\%$ 、カラーフィルタを設けない場合は $100 \times A\%$ となる。

【0169】

このような構成の発光装置では、赤、緑、青、黄の4色で画像を表現することができ、色再現性に優れる。また、黄色は視感度が高い為、消費電力を低減させることが可能となる。

【0170】

なお、図4(D)の構成の場合、白色光を赤と青と黄の光のみで表現することができるため、緑の光の効率は消費電力に殆ど影響しない。このため、緑画素の効率が低下していても、赤色画素に設けられた第1の色変換層である色変換層106RのPL量子収率が赤色のカラーフィルタの透過率の50%以上であれば、青色発光及び赤色発光は従来の素子と同等であり、効率の良好な発光装置を得ることができる。

【0171】

本構成を有する発光装置は、一度の塗り分けでこれらの効果を得ることができる。

【0172】

上述の発光装置に用いられる色変換層106R、106G及び106Yは、所望の波長の光を、所望の効率で、所望の波長の光に変換できるものであればどのようなものを用いても構わない。代表的には蛍光色素を用いた色変換層や、量子ドットを用いた色変換層が挙げられる。量子ドットを用いた色変換層は、変換できる光の波長範囲が広いため使いや

10

20

30

40

50

すい。また、変換された光のスペクトルがシャープであることから、色純度が良好な光を得ることができ、色再現性の良好な発光装置とすることができるため好ましい構成である。

【0173】

発光素子

続いて、本発明の一態様である発光素子の例について図5(A)乃至(C)を用いて以下、詳細に説明する。

【0174】

本実施の形態で用いる発光素子は、第1の電極102と、第2の電極104とからなる一对の電極と、第1の電極102と第2の電極104との間に設けられたEL層103(又はEL層103d、EL層103a)とから構成されている。なお、第1の電極102は陽極として機能し、第2の電極104は陰極として機能するものとして、以下説明をする。

【0175】

第1の電極102は陽極として機能するため、仕事関数の大きい(具体的には4.0eV以上)金属、合金、導電性化合物、およびこれらの混合物などを用いて形成することが好ましい。具体的には、例えば、酸化インジウム-酸化スズ(ITO: Indium Tin Oxide)、ケイ素若しくは酸化ケイ素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、酸化タングステン及び酸化亜鉛を含有した酸化インジウム(IWZO)等が挙げられる。これらの導電性金属酸化物膜は、通常スパッタリング法により成膜されるが、ゾル-ゲル法などを応用して作製しても構わない。作製方法の例としては、酸化インジウム-酸化亜鉛は、酸化インジウムに対し1乃至20wt%の酸化亜鉛を加えたターゲットを用いてスパッタリング法により形成する方法などがある。また、酸化タングステン及び酸化亜鉛を含有した酸化インジウム(IWZO)は、酸化インジウムに対し酸化タングステンを0.5乃至5wt%、酸化亜鉛を0.1乃至1wt%含有したターゲットを用いてスパッタリング法により形成することもできる。この他、金(Au)、白金(Pt)、ニッケル(Ni)、タングステン(W)、クロム(Cr)、モリブデン(Mo)、鉄(Fe)、コバルト(Co)、銅(Cu)、パラジウム(Pd)、または金属材料の窒化物(例えば、窒化チタン)等が挙げられる。グラフェンも用いることができる。なお、後述する複合材料をEL層103における第1の電極102と接する層に用いることで、仕事関数に関わらず、電極材料を選択することができるようになる。

【0176】

EL層103(又はEL層103d、EL層103a)は積層構造を有し正孔注入層、正孔輸送層、発光層、電子輸送層、電子注入層、キャリアブロック層、中間層等を適宜組み合わせる構成とすることができる。本実施の形態では、EL層103(又はEL層103d、EL層103a)の基本的な構成は、第1の電極102の上に順に積層した正孔注入層114、正孔輸送層115、発光層116、電子輸送層117、電子注入層118を有する構成について説明する。各層を構成する材料の例について以下に具体的に示す。

【0177】

正孔注入層114は、正孔注入性の高い物質を含む層である。モリブデン酸化物やバナジウム酸化物、ルテニウム酸化物、タングステン酸化物、マンガン酸化物等を用いることができる。この他、フタロシアニン(略称: H_2Pc)や銅フタロシアニン(略称: $CuPc$)等のフタロシアニン系の化合物、4,4'-ビス[N-(4-ジフェニルアミノフェニル)-N-フェニルアミノ]ビフェニル(略称: DPAB)、N,N'-ビス{4-[ビス(3-メチルフェニル)アミノ]フェニル}-N,N'-ジフェニル-(1,1'-ビフェニル)-4,4'-ジアミン(略称: DNTPD)等の芳香族アミン化合物、或いはポリ(3,4-エチレンジオキシチオフエン)/ポリ(スチレンスルホン酸)(略称: PEDOT/PSS)等の高分子等によっても正孔注入層114を形成することができる。

【0178】

また、正孔注入層 114 として、正孔輸送性の物質にアクセプター性物質を含有させた複合材料を用いることができる。なお、正孔輸送性の物質にアクセプター性物質を含有させたものを用いることにより、電極の仕事関数に依らず電極を形成する材料を選ぶことができる。つまり、第 1 の電極 102 として仕事関数の大きい材料だけでなく、仕事関数の小さい材料も用いることができるようになる。アクセプター性物質としては、7, 7, 8, 8 - テトラシアノ - 2, 3, 5, 6 - テトラフルオロキノジメタン (略称: F₄ - TCNQ)、クロラニル等を挙げることができる。また、遷移金属酸化物を挙げることができる。また元素周期表における第 4 族乃至第 8 族に属する金属の酸化物を挙げることができる。具体的には、酸化バナジウム、酸化ニオブ、酸化タンタル、酸化クロム、酸化モリブデン、酸化タングステン、酸化マンガン、酸化レニウムは電子受容性が高いため好ましい。中でも特に、酸化モリブデンは大気中でも安定であり、吸湿性が低く、扱いやすいため好ましい。

【0179】

複合材料に用いる正孔輸送性の物質としては、芳香族アミン化合物、カルバゾール誘導体、芳香族炭化水素、高分子化合物 (オリゴマー、 dendrimer、ポリマー等) など、種々の有機化合物を用いることができる。なお、複合材料に用いる有機化合物としては、正孔輸送性の高い有機化合物であることが好ましい。具体的には、 $10^{-6} \text{ cm}^2 / \text{Vs}$ 以上の正孔移動度を有する物質であることが好ましい。以下では、複合材料における正孔輸送性の物質として用いることのできる有機化合物を具体的に列挙する。

【0180】

例えば、芳香族アミン化合物としては、N, N' - ジ (p - トリル) - N, N' - ジフェニル - p - フェニレンジアミン (略称: DTDPPA)、4, 4' - ビス [N - (4 - ジフェニルアミノフェニル) - N - フェニルアミノ] ビフェニル (略称: DPAB)、N, N' - ビス {4 - [ビス (3 - メチルフェニル) アミノ] フェニル} - N, N' - ジフェニル - (1, 1' - ビフェニル) - 4, 4' - ジアミン (略称: DNTPD)、1, 3, 5 - トリス [N - (4 - ジフェニルアミノフェニル) - N - フェニルアミノ] ベンゼン (略称: DPAB3) 等を挙げることができる。

【0181】

複合材料に用いることのできるカルバゾール誘導体としては、具体的には、3 - [N - (9 - フェニルカルバゾール - 3 - イル) - N - フェニルアミノ] - 9 - フェニルカルバゾール (略称: PCzPCA1)、3, 6 - ビス [N - (9 - フェニルカルバゾール - 3 - イル) - N - フェニルアミノ] - 9 - フェニルカルバゾール (略称: PCzPCA2)、3 - [N - (1 - ナフチル) - N - (9 - フェニルカルバゾール - 3 - イル) アミノ] - 9 - フェニルカルバゾール (略称: PCzPCN1) 等を挙げることができる。

【0182】

また、複合材料に用いることのできるカルバゾール誘導体としては、他に、4, 4' - ジ (N - カルバゾリル) ビフェニル (略称: CBP)、1, 3, 5 - トリス [4 - (N - カルバゾリル) フェニル] ベンゼン (略称: TCPB)、9 - [4 - (10 - フェニル - 9 - アントリル) フェニル] - 9H - カルバゾール (略称: CzPA)、1, 4 - ビス [4 - (N - カルバゾリル) フェニル] - 2, 3, 5, 6 - テトラフェニルベンゼン等を用いることができる。

【0183】

また、複合材料に用いることのできる芳香族炭化水素としては、例えば、2 - tert - ブチル - 9, 10 - ジ (2 - ナフチル) アントラセン (略称: t - BuDNA)、2 - tert - ブチル - 9, 10 - ジ (1 - ナフチル) アントラセン、9, 10 - ビス (3, 5 - ジフェニルフェニル) アントラセン (略称: DPPA)、2 - tert - ブチル - 9, 10 - ビス (4 - フェニルフェニル) アントラセン (略称: t - BuDBA)、9, 10 - ジ (2 - ナフチル) アントラセン (略称: DNA)、9, 10 - ジフェニルアントラセン (略称: DPAnth)、2 - tert - ブチルアントラセン (略称: t - BuAnth)、9, 10 - ビス (4 - メチル - 1 - ナフチル) アントラセン (略称: DMNA)

、2 - tert - ブチル - 9 , 10 - ビス [2 - (1 - ナフチル) フェニル] アントラセン、9 , 10 - ビス [2 - (1 - ナフチル) フェニル] アントラセン、2 , 3 , 6 , 7 - テトラメチル - 9 , 10 - ジ (1 - ナフチル) アントラセン、2 , 3 , 6 , 7 - テトラメチル - 9 , 10 - ジ (2 - ナフチル) アントラセン、9 , 9 ' - ビアントリル、10 , 10 ' - ジフェニル - 9 , 9 ' - ビアントリル、10 , 10 ' - ビス (2 - フェニルフェニル) - 9 , 9 ' - ビアントリル、10 , 10 ' - ビス [(2 , 3 , 4 , 5 , 6 - ペンタフェニル) フェニル] - 9 , 9 ' - ビアントリル、アントラセン、テトラセン、ルブレン、ペリレン、2 , 5 , 8 , 11 - テトラ (tert - ブチル) ペリレン等が挙げられる。また、この他、ペンタセン、コロネン等も用いることができる。このように、 $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2 / \text{Vs}$ 以上の正孔移動度を有し、炭素数 14 から 42 である芳香族炭化水素を用いることがより好ましい。

10

【 0 1 8 4 】

なお、複合材料に用いることのできる芳香族炭化水素は、ビニル骨格を有していてもよい。ビニル基を有している芳香族炭化水素としては、例えば、4 , 4 ' - ビス (2 , 2 - ジフェニルビニル) ビフェニル (略称 : DPVB i) 、9 , 10 - ビス [4 - (2 , 2 - ジフェニルビニル) フェニル] アントラセン (略称 : DPVPA) 等が挙げられる。

【 0 1 8 5 】

また、ポリ (N - ビニルカルバゾール) (略称 : PVK) やポリ (4 - ビニルトリフェニルアミン) (略称 : PVTPA) 、ポリ [N - (4 - { N ' - [4 - (4 - ジフェニルアミノ) フェニル] フェニル - N ' - フェニルアミノ } フェニル) メタクリルアミド] (略称 : PTPDMA) 、ポリ [N , N ' - ビス (4 - ブチルフェニル) - N , N ' - ビス (フェニル) ベンジジン] (略称 : Poly - TPD) 等の高分子化合物を用いることもできる。

20

【 0 1 8 6 】

正孔注入層を形成することによって、正孔の注入性が良好となり、駆動電圧の小さい発光素子を得ることが可能となる。

【 0 1 8 7 】

正孔輸送層 115 は、正孔輸送性の物質を含む層である。正孔輸送性の物質としては、例えば、4 , 4 ' - ビス [N - (1 - ナフチル) - N - フェニルアミノ] ビフェニル (略称 : NPB) や 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 ' , 4 ' ' - トリス (N , N - ジフェニルアミノ) トリフェニルアミン (略称 : TDATA) 、4 , 4 ' , 4 ' ' - トリス [N - (3 - メチルフェニル) - N - フェニルアミノ] トリフェニルアミン (略称 : MTDATA) 、4 , 4 ' - ビス [N - (スピロ - 9 , 9 ' - 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 : BPAFLP) などの芳香族アミン化合物等を用いることができる。ここに述べた物質は、正孔輸送性が高く、主に $10^{-6} \text{ cm}^2 / \text{Vs}$ 以上の正孔移動度を有する物質である。また、上述の複合材料における正孔輸送性の物質として挙げた有機化合物も正孔輸送層 115 に用いることができる。また、ポリ (N - ビニルカルバゾール) (略称 : PVK) やポリ (4 - ビニルトリフェニルアミン) (略称 : PVTPA) 等の高分子化合物を用いることもできる。なお、正孔輸送性の物質を含む層は、単層のものだけでなく、上記物質からなる層が二層以上積層したものとしてもよい。

30

40

【 0 1 8 8 】

電子輸送層 117 は、電子輸送性を有する物質を含む層である。電子輸送性を有する物質としては、上記ホスト材料に用いることが可能な電子輸送性を有する材料として挙げた材料や、アントラセン骨格を有する材料を用いることができる。

【 0 1 8 9 】

また、電子輸送層と発光層との間に電子キャリアの移動を制御する層を設けても良い。これは上述したような電子輸送性の高い材料に、電子トラップ性の高い物質を少量添加し

50

た層であって、電子キャリアの移動を抑制することによって、キャリアバランスを調節することが可能となる。このような構成は、発光層を電子が突き抜けてしまうことにより発生する問題（例えば素子寿命の低下）の抑制に大きな効果を発揮する。

【0190】

また、電子輸送層117と第2の電極104との間に、第2の電極104に接して電子注入層118を設けてもよい。電子注入層118としては、フッ化リチウム（LiF）、フッ化セシウム（CsF）、フッ化カルシウム（CaF₂）等のようなアルカリ金属又はアルカリ土類金属又はそれらの化合物を用いることができる。例えば、電子輸送性を有する物質からなる層中にアルカリ金属又はアルカリ土類金属又はそれらの化合物を含有させたものを用いることができる。また、電子注入層118にエレクトライドを用いてもよい。エレクトライドとしては、例えば、カルシウムとアルミニウムの混合酸化物に電子を高濃度添加した物質等が挙げられる。なお、電子注入層118として、電子輸送性を有する物質からなる層中にアルカリ金属又はアルカリ土類金属を含有させたものを用いることにより、第2の電極104からの電子注入が効率良く行われるためより好ましい。

10

【0191】

第2の電極104を形成する物質としては、仕事関数の小さい（具体的には3.8 eV以下）金属、合金、電気伝導性化合物、およびこれらの混合物などを用いることができる。このような陰極材料の具体例としては、リチウム（Li）やセシウム（Cs）等のアルカリ金属、およびマグネシウム（Mg）、カルシウム（Ca）、ストロンチウム（Sr）等の元素周期表の第1族または第2族に属する元素、およびこれらを含む合金（MgAg、AlLi）、ユウロピウム（Eu）、イッテルビウム（Yb）等の希土類金属およびこれらを含む合金等が挙げられる。しかしながら、第2の電極104と電子輸送層との間に、電子注入層を設けることにより、仕事関数の大小に関わらず、Al、Ag、ITO、ケイ素若しくは酸化ケイ素を含有した酸化インジウム-酸化スズ等様々な導電性材料を第2の電極104として用いることができる。これら導電性材料は、スパッタリング法やインクジェット法、スピンコート法等を用いて成膜することが可能である。

20

【0192】

また、EL層103（又はEL層103d、103a）の形成方法としては、乾式法、湿式法を問わず、種々の方法を用いることができる。例えば、真空蒸着法、インクジェット法またはスピンコート法など用いても構わない。また各電極または各層ごとに異なる成膜方法を用いて形成しても構わない。

30

【0193】

電極についても、ゾル-ゲル法を用いて湿式法で形成しても良いし、金属材料のペーストを用いて湿式法で形成してもよい。また、スパッタリング法や真空蒸着法などの乾式法を用いて形成しても良い。

【0194】

当該発光素子の発光は、第1の電極102または第2の電極104のいずれか一方または両方を通して外部に取り出される。従って、第1の電極102または第2の電極104のいずれか一方または両方を透光性を有する電極で形成する。

【0195】

< タンデム型素子について >

続いて、複数の発光ユニットを積層した構成の発光素子（以下、タンデム型発光素子ともいう）の態様について、図5（A）を参照して説明する。この発光素子は、第1の電極102と第2の電極104とで構成される一対の電極の間に、複数の発光ユニットを有する発光素子である。一つの発光ユニットは、図5（C）で示したEL層103aと同様な構成を有する。つまり、図5（C）で示した発光素子は、1つの発光ユニットを有する発光素子であり、図5（A）で示した発光素子は、複数の発光ユニットを有する発光素子とすることができる。

40

【0196】

図5（A）においては、第1の電極102と第2の電極104との間には、第1の発光

50

ユニット 103b と、電荷発生層である中間層 109 と、第 2 の発光ユニット 103c との積層を含む EL 層 103 が形成されている。また、第 1 の発光ユニット 103b と第 2 の発光ユニット 103c はその一方が青色の蛍光を発するユニットであり、他方が緑又は黄のりん光を発するユニットである。EL 層 103 からは青色の蛍光と緑色のりん光又は青色の蛍光と黄色のりん光とが合成された発光が得られる。

【0197】

タンデム型素子は、EL 層 103a に相当する発光ユニットが中間層 109 を挟んで直列に接続されたような構成を有している。そのため、蛍光発光層とりん光発光層とを隔絶することができ、一つの発光素子内において容易に蛍光発光とりん光発光を両立させることができる。

10

【0198】

中間層 109 には、有機化合物と金属酸化物の複合材料が含まれている。この有機化合物と金属酸化物の複合材料は、正孔注入層 114 に用いることができる複合材料を用いることができる。有機化合物と金属酸化物の複合材料は、キャリア注入性、キャリア輸送性に優れているため、低電圧駆動、低電流駆動を実現することができる。なお、発光ユニットの陽極側の面が中間層に接している場合は、中間層が発光ユニットの正孔注入層の役割も担うため、当該発光ユニットは正孔注入層を設けなくとも良い。

【0199】

なお、中間層 109 は、上記複合材料を含む層と他の材料により構成される層とを組み合わせた積層構造として形成してもよい。例えば、複合材料を含む層と、電子供与性物質の中から選ばれた一の化合物と電子輸送性の高い化合物とを含む層とを積層することにより形成してもよい。また、有機化合物と金属酸化物の複合材料を含む層と、透明導電膜とを積層することにより形成してもよい。

20

【0200】

また、中間層 109 と当該中間層の陽極側の発光ユニットとの間には、電子注入バッファ層を設けても良い。電子注入バッファ層は、アルカリ金属の極薄い膜と、電子輸送性の物質を含む電子リレー層との積層からなっている。アルカリ金属の極薄い膜は、電子注入層 118 に相当し、電子の注入障壁を低減させる機能を有する。電子リレー層はアルカリ金属の膜と中間層との相互作用を防ぎ、電子をスムーズに受け渡す機能を有する。電子リレー層に含まれる電子輸送性の物質の LUMO 準位は、中間層 109 の複合材料に含まれるアクセプター性物質の LUMO 準位と、上記陽極側の発光ユニットにおける電子注入バッファ層と接する層に含まれる物質の LUMO 準位との間となるように形成する。具体的なエネルギー準位の数値としては、電子リレー層に含まれる電子輸送性の物質の LUMO 準位は -5.0 eV 以上、好ましくは -5.0 eV 以上 -3.0 eV 以下とするとよい。なお、電子リレー層に含まれる電子輸送性の物質としてはフタロシアニン系の材料又は金属-酸素結合と芳香族配位子を有する金属錯体を用いることが好ましい。この場合、電子注入バッファ層のアルカリ金属の膜が陽極側の発光ユニットにおける電子注入層の役割を担うため、当該発光ユニットには重ねて電子注入層を形成する必要はない。

30

【0201】

いずれにしても、第 1 の発光ユニット 103b と第 2 の発光ユニット 103c に挟まれる中間層 109 は、第 1 の電極 102 と第 2 の電極 104 に電圧を印加したときに、一方の発光ユニットに電子を注入し、他方の発光ユニットに正孔を注入するものであれば良い。

40

【0202】

< 蛍光・りん光シングル素子について >

続いて、一つの発光ユニットの中に蛍光発光層とりん光発光層を同時に有する蛍光・りん光シングル素子について図 5 (B) を用いて説明する。図 5 (B) に示した発光素子は EL 層 103d の中に 2 つの発光層 (第 1 の発光層 116d-1、第 2 の発光層 116d-2) が近接して設けられた構成を有している。

【0203】

50

第1の発光層116d-1と第2の発光層116d-2はそのいずれか一方が青色の蛍光を発生し、他方が緑色又は黄色のりん光を発生するものであるとする。EL層103dからは青色の蛍光と緑色のりん光とが合成された発光又は青色の蛍光と黄色のりん光とが合成された発光が得られる。

【0204】

第1の発光層116d-1と第2の発光層116d-2のうち、りん光発光層である方の層には、第1の有機化合物と、第2の有機化合物及びりん光発光物質が含まれており、第1の有機化合物と、第2の有機化合物とが励起錯体を形成し、当該励起錯体からりん光発光物質へエネルギー移動が行われる構成であることが好ましい。このような構成であることによって、蛍光発光層とりん光発光層が近接して形成されていてもりん光が消光されることなく、蛍光とりん光とを同時に効率良く得ることができる。

10

【0205】

通常、蛍光発光層とりん光発光層とを同じEL層に導入して発光させると、りん光発光層の三重項励起エネルギーが蛍光発光層の大部分を占めるホスト材料に移動してしまい、大幅な発光効率の低下を引き起こす。これは、蛍光発光層には、通常、ホスト材料として三重項準位が低いアントラセンなどに代表される縮合芳香環（特に縮合芳香族炭化水素環）骨格を有する物質が用いられているため、りん光発光層で生じた三重項励起エネルギーが蛍光発光層のホスト材料へと移動し、無放射失活してしまうためである。現状、蛍光発光層において、縮合芳香環骨格を有する物質を用いずに所望の発光波長や良好な素子特性・信頼性を得ることは困難であるため、蛍光発光層とりん光発光層とを同じEL層に導入した構成とすると、良好な特性を有する発光素子を得ることが難しい。

20

【0206】

また、三重項励起状態は、緩和時間が長いために励起子の拡散距離が長く、りん光発光層内部で生成した励起子も、その多くが拡散により蛍光発光層に移動してしまい、無放射失活することが事態を深刻にしている。

【0207】

ここで、りん光発光層においては第1の有機化合物と第2の有機化合物が励起錯体を形成し、この励起錯体から、りん光発光物質へ三重項励起エネルギーが移動して発光が得られる構成であることによって、上記問題を解決することができる。

【0208】

励起錯体は、2種類の物質からなる励起状態である。そして、光を発生することによって基底状態となると、励起錯体を形成していた2種類の物質はまた元の別々の物質として振舞う。すなわち、励起錯体には基底状態は存在せず、このことから、励起錯体同士のエネルギー移動や、他の物質から励起錯体へのエネルギー移動は原理的に起こりにくい。

30

【0209】

りん光発光層における励起子はそのほとんどが励起錯体として存在する。また、励起錯体の一重項励起エネルギーは第1の有機化合物及び第2の有機化合物のどちらの一重項励起エネルギーよりも小さい値となる。さらに、励起錯体の三重項励起エネルギーが第1の有機化合物又は第2の有機化合物よりも小さくなるように第1の有機化合物及び第2の有機化合物を選択することによって励起錯体から第1の有機化合物及び第2の有機化合物へのエネルギー移動はほとんど起こらなくすることができる。また、前述のように、励起錯体同士のエネルギー移動もほとんどないため、励起錯体の励起エネルギーはその殆ど全部がりん光発光物質へ移動し、発光に変換される。そのため、りん光発光層内における励起子の拡散はほとんど起こらない。結果として、蛍光発光とりん光発光とを両立することができる。

40

【0210】

ここで、蛍光発光層とりん光発光層とが接して形成されていると、その界面においては、励起錯体から蛍光発光層のホスト材料へのエネルギー移動（特に三重項のエネルギー移動）が起こりうる。しかし、上述のようにりん光発光層において励起子の拡散がほとんど起こらないため、励起錯体から蛍光発光層のホスト材料へのエネルギー移動が起こる範囲

50

は極めて局所的な範囲（すなわち蛍光発光層とりん光発光層との界面）に留まり、励起エネルギーの大きな損失にはならない。したがって、蛍光発光層とりん光発光層とは必ずしも接している必要はないが、これらが接していたとしても、高い効率で蛍光発光とりん光発光の両方を得られる。なお、蛍光発光層とりん光発光層との間に0 nmより厚く、20 nm以下の分離層が設けられていても良い。分離層が設けられることで、蛍光発光層とりん光発光層との界面における励起エネルギーの移動も抑制することができ、より高い効率で発光を得ることができる。分離層は1 nm以上10 nm以下であることが好ましい。また、分離層は、りん光発光層における第1の有機化合物と第2の有機化合物とで構成されているとより励起エネルギーの移動抑制効果が高いため好ましい構成である。

【0211】

発光層116、第1の発光層116d-1、第2の発光層116d-2を構成する材料について以下に説明する。

【0212】

蛍光発光物質としては、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 A）、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：PCBAP A）、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, 6FLP Aprn）、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, 6mMemFLP Aprn）などの青色の発光（発光波長400 nm～480 nm）を呈する物質が挙げられる。特に、1, 6FLP Aprnや1, 6mMemFLP Aprnのようなピレンジアミン化合物に代表される縮合芳香族ジアミン化合物は、ホールトラップ性が高く、発光効率や信頼性に優れているため好ましい。

【0213】

りん光発光物質として用いることが可能な材料としては、例えば以下のようなものが挙げられる。

【0214】

主に緑色のりん光発光を示す化合物としては、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(mppm)₃]）、トリス(4-tert-ブチル-6-フェニルピリミジナト)イリジウム(III)（略称：[Ir(tBuppm)₃]）、(アセチルアセトナト)ビス(6-メチル-4-フェニルピリミジナト)イリジウム(III)（略称：[Ir(mppm)₂(acac)]）、(アセチルアセトナト)ビス(6-tert-ブチル-4-フェニルピリミジナト)イリジウム(III)（略称：[Ir(tBuppm)₂(acac)]）、(アセチルアセトナト)ビス[6-(2-ノルボルニル)-4-フェニルピリミジナト]イリジウム(III)（略称：[Ir(nbppm)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、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(pppy)₃]）、ビス(2-フェニルピリジナト-N, C^{2'})イリジウム(III)アセチルアセトナト（略称：[Ir(pppy)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)]

10

20

30

40

50

」)のような希土類金属錯体が挙げられる。なお、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。

【0215】

主に黄色のりん光発光を示す化合物としては、(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))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)アセチルアセトナト(略称: Ir(bzq)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)アセチルアセトナト(略称: Ir(p-PF-ph)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、ビス(2-フェニルベンゾチアゾラト-N, C^{2'})イリジウム(III)アセチルアセトナト(略称: Ir(bt)₂(acac))などが挙げられる。なお、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。

【0216】

ホスト材料は、電子輸送性を有する材料や正孔輸送性を有する材料など様々なキャリア輸送材料を用いることができる。りん光発光層のホスト材料は、第1の有機化合物と第2の有機化合物の2種類の物質構成することが好ましい。また、第1の有機化合物と第2の有機化合物は励起錯体を形成する組み合わせであることが好ましい。さらに、第1の有機化合物と第2の有機化合物は、その一方が電子輸送性を有する材料であり、他方が正孔輸送性を有する材料であることが、励起錯体を形成する際に有利であるため好ましい構成である。

【0217】

また、当該励起錯体は、蛍光発光物質、りん光発光物質の最も低エネルギー側の吸収帯の波長と重なるような発光を呈する励起錯体を形成するような組み合わせを選択することで、エネルギー移動がスムーズとなり、効率よく発光が得られるようになる。また、駆動電圧も低下するため好ましい構成である。

【0218】

電子輸送性を有する材料としては、例えば、ビス(10-ヒドロキシベンゾ[h]キノリナト)ベリリウム(II)(略称: BeBq₂)、ビス(2-メチル-8-キノリノラト)(4-フェニルフェノラト)アルミニウム(III)(略称: BA1q)、ビス(8-キノリノラト)亜鉛(II)(略称: Znq)、ビス[2-(2-ベンゾオキサゾリル)フェノラト]亜鉛(II)(略称: ZnPBO)、ビス[2-(2-ベンゾチアゾリル)フェノラト]亜鉛(II)(略称: ZnBTZ)などの金属錯体や、2-(4-ビフェニリル)-5-(4-tert-ブチルフェニル)-1,3,4-オキサジアゾール(略称: PBD)、3-(4-ビフェニリル)-4-フェニル-5-(4-tert-ブチルフェニル)-1,2,4-トリアゾール(略称: TAZ)、1,3-ビス[5-(p-tert-ブチルフェニル)-1,3,4-オキサジアゾール-2-イル]ベンゼン(略称: OXD-7)、9-[4-(5-フェニル-1,3,4-オキサジアゾール-2-イル

フェニル] - 9 H - カルバゾール (略称: CO11)、2, 2', 2'' - (1, 3, 5 - ベンゼントリイル) トリス (1 - フェニル - 1 H - ベンゾイミダゾール) (略称: TPBI)、2 - [3 - (ジベンゾチオフェン - 4 - イル) フェニル] - 1 - フェニル - 1 H - ベンゾイミダゾール (略称: mDBTBIm - II) 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: 2mDBTPDBq - II)、2 - [3' - (ジベンゾチオフェン - 4 - イル) ビフェニル - 3 - イル] ジベンゾ [f, h] キノキサリン (略称: 2mDBTPDBq - II)、2 - [3' - (9 H - カルバゾール - 9 - イル) ビフェニル - 3 - イル] ジベンゾ [f, h] キノキサリン (略称: 2mCzBPDBq)、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, 6mPnPP2Pm)、4, 6 - ビス [3 - (4 - ジベンゾチエニル) フェニル] ピリミジン (略称: 4, 6mDBTP2Pm - II) などのジアジン骨格を有する複素環化合物や、3, 5 - ビス [3 - (9 H - カルバゾール - 9 - イル) フェニル] ピリジン (略称: 35DCzPPy)、1, 3, 5 - トリ [3 - (3 - ピリジル) - フェニル] ベンゼン (略称: TmPyPB) などのピリジン骨格を有する複素環化合物が挙げられる。上述した中でも、ジアジン骨格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。

【0219】

正孔輸送性を有する材料としては、4, 4' - ビス [N - (1 - ナフチル) - N - フェニルアミノ] 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: BPAFLP)、4 - フェニル - 3' - (9 - フェニルフルオレン - 9 - イル) トリフェニルアミン (略称: mBPAFLP)、4 - フェニル - 4' - (9 - フェニル - 9 H - 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 - 9 - H - 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 - 9 H - 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 - 9 H - 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 - 9 H - 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 - 9 H - 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) 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)、3, 3' - ビス (9 - フェニル - 9 H - カルバゾール) (略称: PCCP) などのカルバゾール骨格を有する化合物や、4, 4', 4'' - (ベンゼン - 1, 3, 5 - トリイル) トリ (ジベンゾチオフェン) (略称: DBT3P - II)、2, 8 - ジフェニル - 4 - [4 - (9 - フェニル - 9 H - フルオレン - 9 - イル) フェニル] ジベンゾチオフェン (略称: DBTFLP - III)、4 - [4 - (9 - フェニル - 9 H - フルオレン - 9 - イル) フェニル] - 6 - フェニルジベンゾチオフェン (略称: DBTFLP - IV) などのチオフェン骨格を有する化合物や、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 - 9 H - フルオレン - 9 - イル) フェニル] フェニル} ジベンゾフラン (略称: 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、

10

20

30

40

50

駆動電圧低減にも寄与するため好ましい。また、以上で述べた正孔輸送材料の他、様々な物質の中から正孔輸送材料を用いても良い。

【0220】

なお、ホスト材料は複数種の物質を混合した材料であっても良く、混合したホスト材料を用いる場合は、電子輸送性を有する材料と、正孔輸送性を有する材料とを混合することが好ましい。電子輸送性を有する材料と、正孔輸送性を有する材料を混合することによって、発光層116、第1の発光層116d-1、第2の発光層116d-2の輸送性を容易に調整することができ、再結合領域の制御も簡便に行うことができる。正孔輸送性を有する材料と電子輸送性を有する材料の含有量の比は、正孔輸送性を有する材料：電子輸送性を有する材料 = 1 : 9乃至9 : 1とすればよい。

10

【0221】

蛍光発光層のホスト材料としては、9-フェニル-3-[4-(10-フェニル-9-アントリル)フェニル]-9H-カルバゾール(略称: PCzPA)、3-[4-(1-ナフチル)-フェニル]-9-フェニル-9H-カルバゾール(略称: PCPN)、9-[4-(10-フェニル-9-アントラセニル)フェニル]-9H-カルバゾール(略称: CzPA)、7-[4-(10-フェニル-9-アントリル)フェニル]-7H-ジベンゾ[c,g]カルバゾール(略称: cgDBCzPA)、6-[3-(9,10-ジフェニル-2-アントリル)フェニル]-ベンゾ[b]ナフト[1,2-d]フラン(略称: 2mBnfPPA)、9-フェニル-10-{4-(9-フェニル-9H-フルオレン-9-イル)-ビフェニル-4'-イル}-アントラセン(略称: FLPPA)等のアントラセン骨格を有する材料が特に好適である。アントラセン骨格を有する物質をホスト材料として用いると、発光効率、耐久性共に良好な発光層を実現することが可能である。特に、CzPA、cgDBCzPA、2mBnfPPA、PCzPAは非常に良好な特性を示すため、好ましい選択である。

20

【0222】

以上のような構成を有する発光層116、第1の発光層116d-1、第2の発光層116d-2は、真空蒸着法での共蒸着や、混合溶液としてインクジェット法やスピンコート法やディップコート法などを用いて作製することができる。

【0223】

微小光共振器(マイクロキャビティ)構造

30

マイクロキャビティ構造を有する発光素子は、上記一対の電極を、反射電極と半透過・半反射電極とから構成することにより得られる。反射電極と半透過・半反射電極は上述の第1の電極と第2の電極に相当する。反射電極と半透過・半反射電極との間には少なくともEL層を有し、少なくとも発光領域となる発光層を有している。

【0224】

なお、本構成は青色蛍光と黄色りん光を用いた発光装置において、緑の発光を得る際に特に有効に用いることができる。

【0225】

本発明の一態様である青色蛍光と黄色りん光を用いた発光装置では、緑色の発光を得るために、青色蛍光を色変換層で緑色の発光に変換する必要がある。その際、黄色発光が混じっていると緑色の色純度が低下してしまう場合がある。カラーフィルタを用いて黄色発光をカットしても良いが、共振構造を用いて青色発光を増幅し、黄色発光を減衰させることがエネルギーのロスも比較的少なく好ましい構成である。

40

【0226】

EL層に含まれる発光層から全方向に射出される発光は、反射電極と半透過・半反射電極とによって反射され、共振する。なお、反射電極は、反射性を有する導電性材料により形成し、その膜に対する可視光の反射率が40%乃至100%、好ましくは70%乃至100%であり、かつその抵抗率が $1 \times 10^{-2} \text{ cm}$ 以下の膜であるとする。また、半透過・半反射電極は、反射性および光透過性を有する導電性材料により形成され、その膜に対する可視光の反射率が20%乃至80%、好ましくは40%乃至70%であり、かつそ

50

の抵抗率が $1 \times 10^{-2} \text{ cm}$ 以下の膜であるとする。

【0227】

また、当該発光素子は、透明導電膜や上述の複合材料、キャリア輸送材料などの厚みを変え反射電極と半透過・半反射電極の間の光学的距離を変えることができる。これにより、反射電極と半透過・半反射電極との間において、共振する波長の光を強め、共振しない波長の光を減衰させることができる。

【0228】

なお、発光のうち、反射電極によって反射されて戻ってきた光（第1の反射光）は、発光層から半透過・半反射電極に直接入射する光（第1の入射光）と大きな干渉を起こすため、反射電極と発光層の光学的距離を $(2n - 1) / 4$ （ただし、 n は1以上の自然数、 λ は増幅したい発光の波長）に調節することが好ましい。当該光学的距離を調節することにより、第1の反射光と第1の入射光との位相を合わせ発光層からの発光をより増幅させることができる。

【0229】

なお、上記構成においては、EL層に複数の発光層を有する構造であっても、単一の発光層を有する構造であっても良く、例えば、上述のタンデム型発光素子の構成と組み合わせ、一つの発光素子に電荷発生層を挟んで複数のEL層を設け、それぞれのEL層に単数もしくは複数の発光層を形成する構成に適用してもよい。

【0230】

マイクロキャビティ構造を有することで、特定波長の正面方向の発光強度を強めることが可能となるため、低消費電力化を図ることができる。特に、上述の1,6-ピス（ジフェニルアミノ）ピレン誘導体を発光中心物質として用いた発光素子は、当該誘導体からの発光スペクトルの半値幅が狭く、シャープなスペクトル形状をしていることから、マイクロキャビティ構造を利用することによる発光の増幅効果が大きく、発光効率の非常に良好な発光素子を得ることができる。

【0231】

発光装置

本発明の一態様の発光装置について図6を用いて説明する。なお、図6(A)は、発光装置を示す上面図、図6(B)は図6(A)をA-BおよびC-Dで切断した断面図である。この発光装置は、発光素子の発光を制御するものとして、点線で示された駆動回路部（ソース線駆動回路）601、画素部602、駆動回路部（ゲート線駆動回路）603を含んでいる。また、604は封止基板、605はシール材であり、シール材605で囲まれた内側は、空間607になっている。

【0232】

なお、引き回し配線608はソース線駆動回路601及びゲート線駆動回路603に入力される信号を伝送するための配線であり、外部入力端子となるFPC（フレキシブルプリントサーキット）609からビデオ信号、クロック信号、スタート信号、リセット信号等を受け取る。なお、ここではFPCしか図示されていないが、このFPCにはプリント配線基板（PWB）が取り付けられていても良い。本明細書における発光装置には、発光装置本体だけでなく、それにFPCもしくはPWBが取り付けられた状態をも含むものとする。

【0233】

次に、断面構造について図6(B)を用いて説明する。素子基板610上には駆動回路部及び画素部が形成されているが、ここでは、駆動回路部であるソース線駆動回路601と、画素部602中の一つの画素が示されている。

【0234】

なお、ソース線駆動回路601はnチャネル型FET623とpチャネル型FET624とを組み合わせたCMOS回路が形成される。また、駆動回路は、種々のCMOS回路、PMOS回路もしくはNMOS回路で形成しても良い。また、本実施の形態では、基板上に駆動回路を形成したドライバー体型を示すが、必ずしもその必要はなく、駆動回路を

基板上ではなく外部に形成することもできる。

【0235】

また、画素部602はスイッチング用FET611と、電流制御用FET612とそのドレインに電気的に接続された第1の電極613を含む複数の画素により形成されているが、これに限定されず、3つ以上のFETと、容量素子とを組み合わせた画素部としてもよい。

【0236】

FETに用いる半導体の種類及び結晶性については特に限定されず、非晶質半導体を用いてもよいし、結晶性半導体を用いてもよい。FETに用いる半導体の例としては、第13族(ガリウム等)半導体、第14族(ケイ素等)半導体、化合物半導体、酸化物半導体、有機半導体材料を用いることができるが、特に、酸化物半導体を用いると好ましい。該酸化物半導体としては、例えば、In-Ga酸化物、In-M-Zn酸化物(Mは、Al、Ga、Y、Zr、La、Ce、またはNd)等が挙げられる。なお、エネルギーギャップが2eV以上、好ましくは2.5eV以上、さらに好ましくは3eV以上の酸化物半導体材料を用いることで、トランジスタのオフ電流を低減することができるため、好ましい構成である。

【0237】

なお、第1の電極613の端部を覆って絶縁物614が形成されている。ここでは、ポジ型の感光性アクリル樹脂膜を用いることにより形成することができる。

【0238】

また、被覆性を良好なものとするため、絶縁物614の上端部または下端部に曲率を有する曲面が形成されるようにする。例えば、絶縁物614の材料としてポジ型の感光性アクリルを用いた場合、絶縁物614の上端部のみに曲率半径(0.2μm乃至3μm)を有する曲面を持たせることが好ましい。また、絶縁物614として、ネガ型の感光性樹脂、或いはポジ型の感光性樹脂のいずれも使用することができる。

【0239】

第1の電極613上には、EL層616及び第2の電極617がそれぞれ形成されている。これらはそれぞれ図5(A)乃至(C)で説明した第1の電極102、EL層103(又はEL層103d若しくはEL層103a)及び第2の電極104に相当する。

【0240】

さらにシール材605で封止基板604を素子基板610と貼り合わせることにより、素子基板610、封止基板604、およびシール材605で囲まれた空間607に発光素子618が備えられた構造になっている。なお、空間607には、充填材が充填されており、不活性気体(窒素やアルゴン等)が充填される場合の他、シール材605で充填される場合もある。封止基板には凹部を形成し、そこに乾燥材625を設けると水分の影響による劣化を抑制することができ、好ましい構成である。

【0241】

シール材605にはエポキシ系樹脂やガラスフリットを用いるのが好ましい。また、これらの材料はできるだけ水分や酸素を透過しない材料であることが望ましい。また、素子基板610及び封止基板604に用いる材料としてガラス基板や石英基板の他、FRP(Fiber Reinforced Plastics)、PVF(ポリビニルフロライド)、ポリエステルまたはアクリル等からなるプラスチック基板を用いることができる。

【0242】

例えば、本明細書等において、様々な基板を用いて、トランジスタや発光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

10

20

30

40

50

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）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、ポリアミド、ポリイミド、アラミド、エポキシ、無機蒸着フィルム、又は紙類などがある。特に、半導体基板、単結晶基板、又はSOI基板などを用いてトランジスタを製造することによって、特性、サイズ、又は形状などのばらつきが少なく、電流能力が高く、サイズの小さいトランジスタを製造することができる。このようなトランジスタによって回路を構成すると、回路の低消費電力化、又は回路の高集積化を図ることができる。

10

【0243】

また、基板として、可撓性基板を用い、可撓性基板上に直接、トランジスタや発光素子を形成してもよい。または、基板とトランジスタの間や、基板と発光素子の間に剥離層を設けてもよい。剥離層は、その上に半導体装置を一部あるいは全部完成させた後、基板より分離し、他の基板に転載するために用いることができる。その際、トランジスタは耐熱性の劣る基板や可撓性の基板にも転載できる。なお、上述の剥離層には、例えば、タンゲ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。

【0244】

20

つまり、ある基板を用いてトランジスタや発光素子を形成し、その後、別の基板にトランジスタや発光素子を転置し、別の基板上にトランジスタや発光素子を配置してもよい。トランジスタや発光素子が転置される基板の一例としては、上述したトランジスタを形成することが可能な基板に加え、紙基板、セロファン基板、アラミドフィルム基板、ポリイミドフィルム基板、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、特性のよいトランジスタの形成、消費電力の小さいトランジスタの形成、壊れにくい装置の製造、耐熱性の付与、軽量化、又は薄型化を図ることができる。

30

【0245】

図7には本実施の形態の発光装置の例を示す。図7（A）には基板1001、下地絶縁膜1002、ゲート絶縁膜1003、ゲート電極1006、1007、1008、第1の層間絶縁膜1020、第2の層間絶縁膜1021、周辺部1042、画素部1040、駆動回路部1041、発光素子の第1の電極1024Y、1024R、1024G、1024B、隔壁1025、EL層1028、発光素子の第2の電極1029、封止基板1031、シール材1032などが図示されている。なお、EL層は青蛍光と緑色りん光が合成された光又は青色蛍光と黄色りん光が合成された光が出る構成を仮定しているが、これに限られない。

【0246】

40

また、図7（A）では赤色の色変換層1034R、緑色の色変換層1034G、青色のカラーフィルタ層1034B、黄色の色変換層（青蛍光と緑りん光の場合）又は黄色のカラーフィルタ層（青蛍光と黄色りん光の場合）1034Yは透明な基材1033に設けている。また、黒色層（ブラックマトリックス）1035をさらに設けても良い。カラーフィルタ層、色変換層及び黒色層が設けられた透明な基材1033は、位置合わせし、基板1001に固定する。なお、カラーフィルタ層、色変換層及び黒色層は、オーバーコート層1036で覆われていても良い。

【0247】

図7（B）ではカラーフィルタ層及び色変換層をゲート絶縁膜1003と第1の層間絶縁膜1020との間に形成する例を示した。このように、カラーフィルタ層及び色変換層

50

は基板 1 0 0 1 と封止基板 1 0 3 1 の間に設けられていても良い。

【 0 2 4 8 】

また、以上に説明した発光装置では、F E T が形成されている基板 1 0 0 1 側に光を取り出す構造（ボトムエミッション型）の発光装置としたが、封止基板 1 0 3 1 側に発光を取り出す構造（トップエミッション型）の発光装置としても良い。トップエミッション型の発光装置の断面図を図 8 に示す。この場合、基板 1 0 0 1 は光を通さない基板を用いることができる。F E T と発光素子の陽極とを接続する接続電極を作製するまでは、ボトムエミッション型の発光装置と同様に形成する。その後、第 3 の層間絶縁膜 1 0 3 7 を電極 1 0 2 2 を覆って形成する。この絶縁膜は平坦化の役割を担っていても良い。第 3 の層間絶縁膜 1 0 3 7 は第 2 の層間絶縁膜と同様の材料の他、他の様々な材料を用いて形成する

10

【 0 2 4 9 】

発光素子の第 1 の電極 1 0 2 4 Y、1 0 2 4 R、1 0 2 4 G、1 0 2 4 B はここでは陽極とするが、陰極であっても構わない。また、図 8 のようなトップエミッション型の発光装置である場合、第 1 の電極を反射電極とすることが好ましい。E L 層 1 0 2 8 の構成は、図 5 (A) 乃至 (C) の E L 層 1 0 3、E L 層 1 0 3 d 及び E L 層 1 0 3 a として説明したような構成とし、且つ、白色の発光が得られるような素子構造とする。

【 0 2 5 0 】

図 8 のようなトップエミッションの構造では色変換層やカラーフィルタ層を設けた封止基板 1 0 3 1 で封止を行うことができる。封止基板 1 0 3 1 には画素と画素との間に位置するように黑色層（ブラックマトリックス）1 0 3 5 を設けても良い。カラーフィルタ層、色変換層及び黑色層（ブラックマトリックス）はオーバーコート層 1 0 3 6 によって覆われていても良い。なお封止基板 1 0 3 1 は透光性を有する基板を用いることとする。

20

【 0 2 5 1 】

また、ここでは赤、緑、青、黄の 4 色でフルカラー表示を行う例を示したが特に限定されず、赤、緑、青の 3 色や赤、緑、青、白の 4 色でフルカラー表示を行ってもよい。

【 0 2 5 2 】

図 9 には本発明の一態様であるパッシブマトリクス型の発光装置を示す。なお、図 9 (A) は、発光装置を示す図、図 9 (B) は図 9 (A) を X - Y で切断した断面図である。図 9 において、基板 9 5 1 上には、電極 9 5 2 と電極 9 5 6 との間には E L 層 9 5 5 が設けられている。電極 9 5 2 の端部は絶縁層 9 5 3 で覆われている。そして、絶縁層 9 5 3 上には隔壁層 9 5 4 が設けられている。隔壁層 9 5 4 の側壁は、基板面に近くなるに伴って、一方の側壁と他方の側壁との間隔が狭くなっていくような傾斜を有する。つまり、隔壁層 9 5 4 の短辺方向の断面は、台形状であり、底辺（絶縁層 9 5 3 の面方向と同様の方向を向き、絶縁層 9 5 3 と接する辺）の方が上辺（絶縁層 9 5 3 の面方向と同様の方向を向き、絶縁層 9 5 3 と接しない辺）よりも短い。このように、隔壁層 9 5 4 を設けることで、静電気等に起因した発光素子の不良を防ぐことが出来る。

30

【 0 2 5 3 】

以上、説明した発光装置は、マトリクス状に配置された多数の微小な発光素子を、画素部に形成された F E T でそれぞれ制御することが可能であるため、画像の表現を行う表示装置として好適に利用できる発光装置である。

40

【 0 2 5 4 】

電子機器

本発明の一態様である電子機器の例について説明する。電子機器として、例えば、テレビジョン装置（テレビ、またはテレビジョン受信機ともいう）、コンピュータ用などのモニタ、デジタルカメラ、デジタルビデオカメラ、デジタルフォトフレーム、携帯電話機（携帯電話、携帯電話装置ともいう）、携帯型ゲーム機、携帯情報端末、音響再生装置、パチンコ機などの大型ゲーム機などが挙げられる。これらの電子機器の具体例を以下に示す。

【 0 2 5 5 】

50

図10(A)は、テレビジョン装置の一例を示している。テレビジョン装置は、筐体7101に表示部7103が組み込まれている。また、ここでは、スタンド7105により筐体7101を支持した構成を示している。表示部7103により、映像を表示することが可能であり、表示部7103は、発光素子をマトリクス状に配列して構成されている。

【0256】

テレビジョン装置の操作は、筐体7101が備える操作スイッチや、別体のリモコン操作機7110により行うことができる。リモコン操作機7110が備える操作キー7109により、チャンネルや音量の操作を行うことができ、表示部7103に表示される映像を操作することができる。また、リモコン操作機7110に、当該リモコン操作機7110から出力する情報を表示する表示部7107を設ける構成としてもよい。

10

【0257】

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

【0258】

図10(B1)はコンピュータであり、本体7201、筐体7202、表示部7203、キーボード7204、外部接続ポート7205、ポインティングデバイス7206等を含む。なお、このコンピュータは、発光素子をマトリクス状に配列して表示部7203に用いることにより作製される。図10(B1)のコンピュータは、図10(B2)のような形態であっても良い。図10(B2)のコンピュータは、キーボード7204、ポインティングデバイス7206の代わりに第2の表示部7210が設けられている。第2の表示部7210はタッチパネル式となっており、第2の表示部7210に表示された入力用の表示を指や専用のペンで操作することによって入力を行うことができる。また、第2の表示部7210は入力用表示だけでなく、その他の画像を表示することも可能である。また表示部7203もタッチパネルであっても良い。二つの画面がヒンジで接続されていることによって、収納や運搬をする際に画面を傷つける、破損するなどのトラブルの発生も防止することができる。

20

【0259】

図10(C)(D)は、携帯情報端末の一例を示している。携帯情報端末は、筐体7401に組み込まれた表示部7402の他、操作ボタン7403、外部接続ポート7404、スピーカ7405、マイク7406などを備えている。なお、携帯情報端末は、発光素子をマトリクス状に配列して作製された表示部7402を有している。

30

【0260】

図10(C)(D)に示す携帯情報端末は、表示部7402を指などで触れることで、情報を入力することができる構成とすることもできる。この場合、電話を掛ける、或いはメールを作成するなどの操作は、表示部7402を指などで触れることにより行うことができる。

【0261】

表示部7402の画面は主として3つのモードがある。第1は、画像の表示を主とする表示モードであり、第2は、文字等の情報の入力を主とする入力モードである。第3は表示モードと入力モードの2つのモードが混合した表示+入力モードである。

40

【0262】

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

【0263】

また、携帯情報端末内部に、ジャイロ、加速度センサ等の傾きを検出するセンサを有する検出装置を設けることで、携帯情報端末の向き(縦か横か)を判断して、表示部740

50

2の画面表示を自動的に切り替えるようにすることができる。

【0264】

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

【0265】

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

10

【0266】

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

【0267】

なお、上記電子機器は、本明細書中に示した構成を適宜組み合わせる用いることができる。

【0268】

また、表示部に本発明の一態様の有機化合物を含む発光素子を用いることが好ましい。当該発光素子は発光効率が良好な発光素子とすることが可能であるため、消費電力の小さい電子機器を得ることができる。また、耐熱性の高い発光素子とすることが容易である。

20

【0269】

本発明の一態様である自動車を図11に示す。当該自動車はフロントガラスやダッシュボードに発光素子が搭載されている。表示領域5000乃至表示領域5005は発光素子を用いて設けられた表示領域である。本発明の一態様の有機化合物を用いることが好ましく、当該有機化合物を用いることによって消費電力の小さい発光素子とすることができる。また、これにより表示領域5000乃至表示領域5005は消費電力を抑えられるため、車載に好適である。

【0270】

30

表示領域5000と表示領域5001は、自動車のフロントガラスに設けられた、発光素子を用いる表示装置である。この発光素子を、第1の電極と第2の電極を透光性を有する電極で作製することによって、反対側が透けて見える、いわゆるシースルー状態の表示装置とすることができる。シースルー状態の表示であれば、自動車のフロントガラスに設置したとしても、視界の妨げになることなく設置することができる。なお、駆動のためのトランジスタなどを設ける場合には、有機半導体材料による有機トランジスタや、酸化物半導体を用いたトランジスタなど、透光性を有するトランジスタを用いると良い。

【0271】

表示領域5002はピラー部分に設けられた発光素子を用いる表示装置である。表示領域5002には、車体に設けられた撮像手段からの映像を映し出すことによって、ピラーで遮られた視界を補完することができる。また、同様に、ダッシュボード部分に設けられた表示領域5003は車体によって遮られた視界を、自動車の外側に設けられた撮像手段からの映像を映し出すことによって、死角を補い、安全性を高めることができる。見えない部分を補完するように映像を映すことによって、より自然に違和感なく安全確認を行うことができる。

40

【0272】

表示領域5004や表示領域5005はナビゲーション情報、速度計や回転数、走行距離、給油量、ギア状態、空調の設定など、その他様々な情報を提供することができる。表示は使用者の好みに合わせて適宜その表示項目やレイアウトを変更することができる。なお、これら情報は表示領域5000乃至表示領域5003にも設けることができる。また

50

、表示領域 5 0 0 0 乃至表示領域 5 0 0 5 は照明装置として用いることも可能である。

【 0 2 7 3 】

また、図 1 2 (A) ~ (C) に、折りたたみ可能な携帯情報端末 9 3 1 0 を示す。図 1 2 (A) に展開した状態の携帯情報端末 9 3 1 0 を示す。図 1 2 (B) に展開した状態又は折りたたんだ状態の一方から他方に変化する途中の状態の携帯情報端末 9 3 1 0 を示す。図 1 2 (C) に折りたたんだ状態の携帯情報端末 9 3 1 0 を示す。携帯情報端末 9 3 1 0 は、折りたたんだ状態では可搬性に優れ、展開した状態では、継ぎ目のない広い表示領域により表示の一覧性に優れる。

【 0 2 7 4 】

表示パネル 9 3 1 1 はヒンジ 9 3 1 3 によって連結された 3 つの筐体 9 3 1 5 に支持されている。ヒンジ 9 3 1 3 を介して 2 つの筐体 9 3 1 5 間を屈曲させることにより、携帯情報端末 9 3 1 0 を展開した状態から折りたたんだ状態に可逆的に変形させることができる。本発明の一態様の発光装置を表示パネル 9 3 1 1 に用いることができる。表示パネル 9 3 1 1 における表示領域 9 3 1 2 は折りたたんだ状態の携帯情報端末 9 3 1 0 の側面に位置する表示領域である。表示領域 9 3 1 2 には、情報アイコンや使用頻度の高いアプリやプログラムのショートカットなどを表示させることができ、情報の確認やアプリなどの起動をスムーズに行うことができる。

【 0 2 7 5 】

以上のようにして、本発明の一態様である発光装置を適用して電子機器を得ることができる。なお、適用できる電子機器は、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。

【 0 2 7 6 】

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

【 符号の説明 】

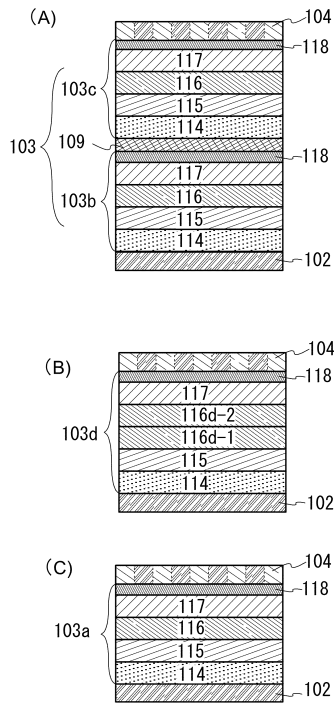
【 0 2 7 7 】

1 0 0	基板	
1 0 1	封止基板	
1 0 2	第 1 の電極	
1 0 2 R	第 1 の電極	30
1 0 2 G	第 1 の電極	
1 0 2 B	第 1 の電極	
1 0 2 Y	第 1 の電極	
1 0 2 R t	透明導電膜	
1 0 2 G t	透明導電膜	
1 0 2 B t	透明導電膜	
1 0 2 Y t	透明導電膜	
1 0 3	E L 層	
1 0 3 a	E L 層	
1 0 3 b	第 1 の発光ユニット	40
1 0 3 c	第 2 の発光ユニット	
1 0 3 d	E L 層	
1 0 3 e	第 1 の E L 層	
1 0 3 f	第 2 の E L 層	
1 0 3 g	第 3 の E L 層	
1 0 3 h	第 4 の E L 層	
1 0 3 i	第 1 の E L 層	
1 0 3 j	第 2 の E L 層	
1 0 3 k	第 3 の E L 層	
1 0 3 m	第 4 の E L 層	50

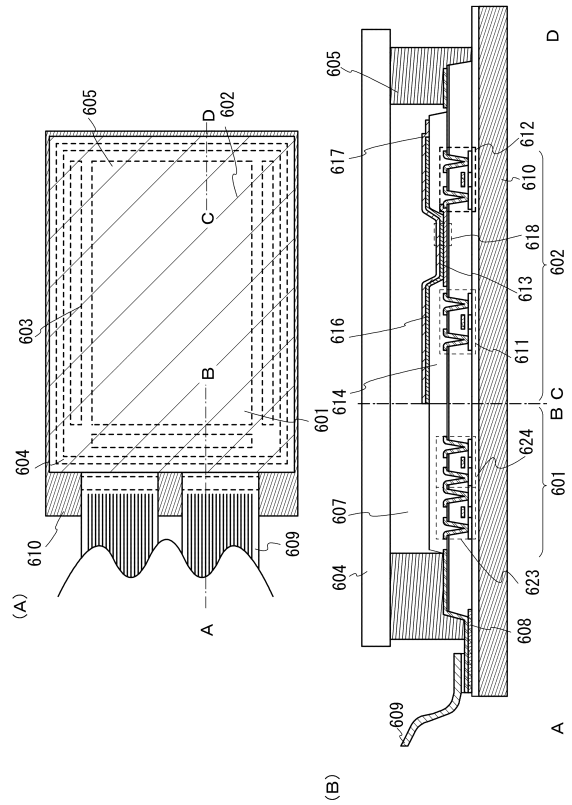
1 0 4	第 2 の電極	
1 0 5	ブラックマトリクス	
1 0 6 R	色変換層	
1 0 6 G	色変換層	
1 0 6 Y	色変換層	
1 0 7 G	カラーフィルタ	
1 0 7 B	カラーフィルタ	
1 0 7 Y	カラーフィルタ	
1 0 9	中間層	
1 1 4	正孔注入層	10
1 1 5	正孔輸送層	
1 1 6	発光層	
1 1 6 d - 1	第 1 の発光層	
1 1 6 d - 2	第 2 の発光層	
1 1 7	電子輸送層	
1 1 8	電子注入層	
6 0 1	駆動回路部 (ソース線駆動回路)	
6 0 2	画素部	
6 0 3	駆動回路部 (ゲート線駆動回路)	
6 0 4	封止基板	20
6 0 5	シール材	
6 0 7	空間	
6 0 8	配線	
6 0 9	F P C (フレキシブルプリントサーキット)	
6 1 0	素子基板	
6 1 1	スイッチング用 F E T	
6 1 2	電流制御用 F E T	
6 1 3	第 1 の電極	
6 1 4	絶縁物	
6 1 6	E L 層	30
6 1 7	第 2 の電極	
6 1 8	発光素子	
6 2 3	n チャネル型 F E T	
6 2 4	p チャネル型 F E T	
6 2 5	乾燥材	
9 5 1	基板	
9 5 2	電極	
9 5 3	絶縁層	
9 5 4	隔壁層	
9 5 5	E L 層	40
9 5 6	電極	
1 0 0 1	基板	
1 0 0 2	下地絶縁膜	
1 0 0 3	ゲート絶縁膜	
1 0 0 6	ゲート電極	
1 0 0 7	ゲート電極	
1 0 0 8	ゲート電極	
1 0 2 0	第 1 の層間絶縁膜	
1 0 2 1	第 2 の層間絶縁膜	
1 0 2 2	電極	50

1 0 2 4 Y	発光素子の第 1 の電極	
1 0 2 4 R	発光素子の第 1 の電極	
1 0 2 4 G	発光素子の第 1 の電極	
1 0 2 4 B	発光素子の第 1 の電極	
1 0 2 5	隔壁	
1 0 2 8	E L 層	
1 0 2 9	発光素子の第 2 の電極	
1 0 3 1	封止基板	
1 0 3 2	シール材	
1 0 3 3	透明な基材	10
1 0 3 4 R	赤色の色変換層	
1 0 3 4 G	緑色の色変換層	
1 0 3 4 B	青色のカラーフィルタ層	
1 0 3 4 Y	黄色の色変換層	
1 0 3 5	黒色層 (ブラックマトリックス)	
1 0 3 7	第 3 の層間絶縁膜	
1 0 4 0	画素部	
1 0 4 1	駆動回路部	
1 0 4 2	周辺部	
5 0 0 0	表示領域	20
5 0 0 1	表示領域	
5 0 0 2	表示領域	
5 0 0 3	表示領域	
5 0 0 4	表示領域	
5 0 0 5	表示領域	
7 1 0 1	筐体	
7 1 0 3	表示部	
7 1 0 5	スタンド	
7 1 0 7	表示部	
7 1 0 9	操作キー	30
7 1 1 0	リモコン操作機	
7 2 0 1	本体	
7 2 0 2	筐体	
7 2 0 3	表示部	
7 2 0 4	キーボード	
7 2 0 5	外部接続ポート	
7 2 0 6	ポインティングデバイス	
7 2 1 0	第 2 の表示部	
7 4 0 1	筐体	
7 4 0 2	表示部	40
7 4 0 3	操作ボタン	
7 4 0 4	外部接続ポート	
7 4 0 5	スピーカ	
7 4 0 6	マイク	
9 3 1 0	携帯情報端末	
9 3 1 1	表示パネル	
9 3 1 2	表示領域	
9 3 1 3	ヒンジ	
9 3 1 5	筐体	

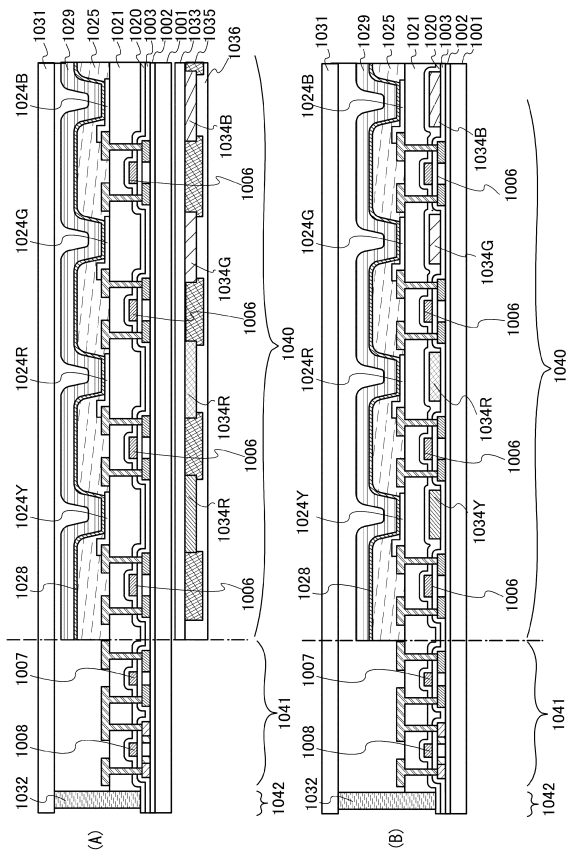
【図 5】



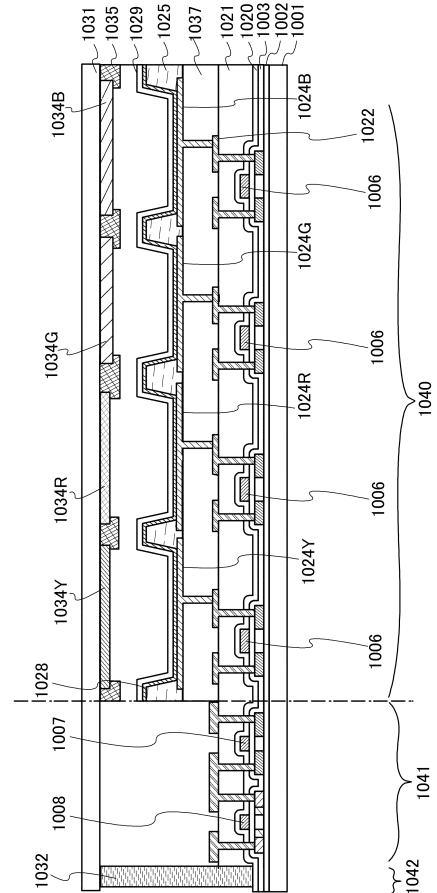
【図 6】



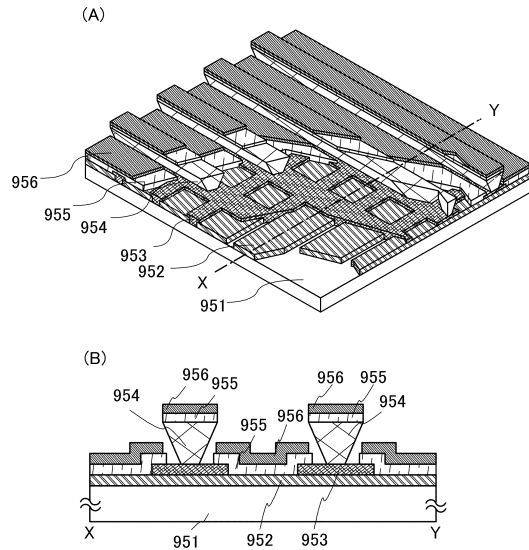
【図 7】



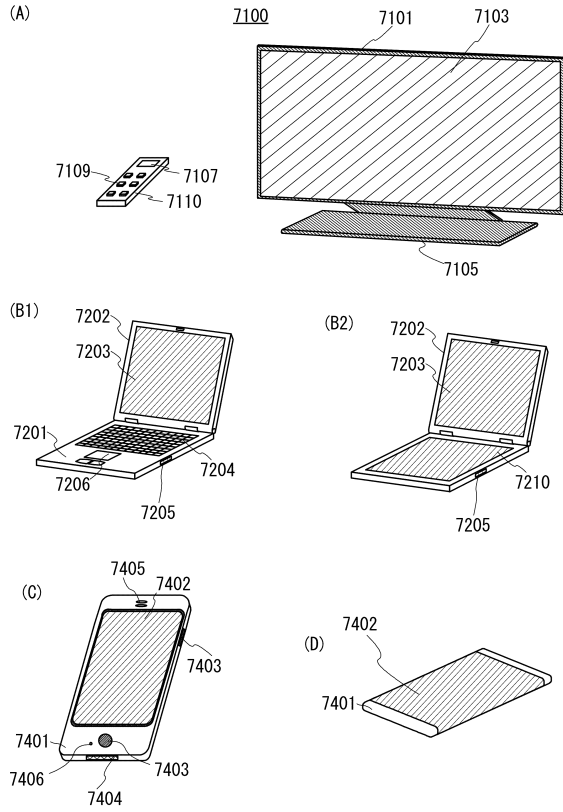
【図 8】



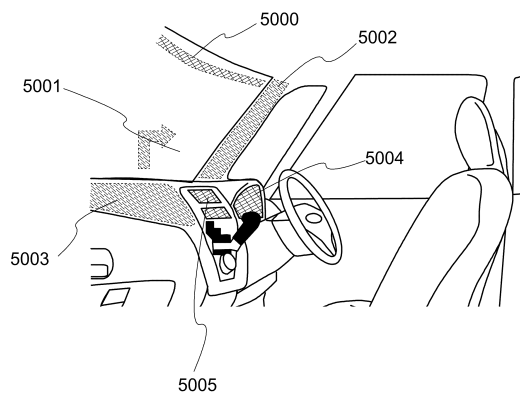
【図 9】



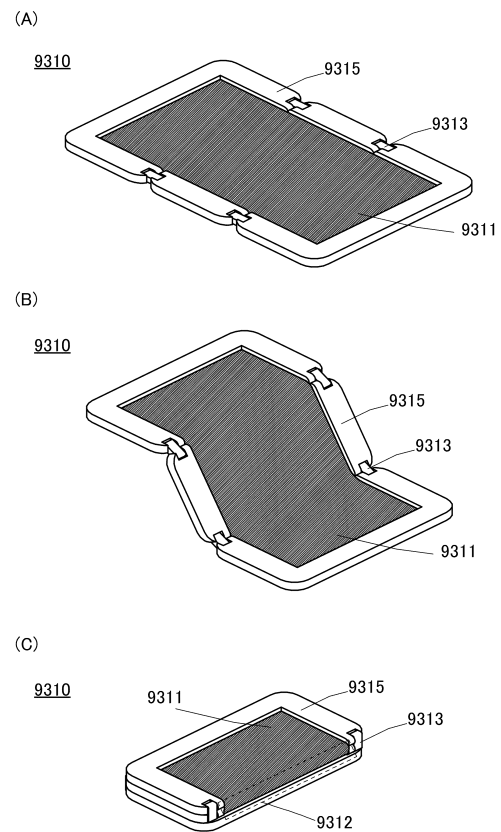
【図 10】



【図 11】



【図 12】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.	F I		
	G 0 2 B	5/20	1 0 1
	G 0 9 F	9/30	3 6 5

(56)参考文献 国際公開第2013/073521(WO,A1)
特開2007-173827(JP,A)
米国特許出願公開第2007/0200492(US,A1)
特開2008-300503(JP,A)
特開2008-218320(JP,A)
特開2013-131743(JP,A)
特開2002-164181(JP,A)
特開2003-264081(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl.,DB名)
H 0 1 L 5 1 / 5 0 - 5 1 / 5 6
H 0 1 L 2 7 / 3 2
H 0 5 B 3 3 / 0 0 - 3 3 / 2 8