

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7007366号

(P7007366)

(45)発行日 令和4年1月24日(2022.1.24)

(24)登録日 令和4年1月11日(2022.1.11)

(51)国際特許分類

F I

H 0 5 B 33/04 (2006.01)

H 0 5 B 33/04

H 0 1 L 27/32 (2006.01)

H 0 1 L 27/32

H 0 1 L 51/50 (2006.01)

H 0 5 B 33/14

A

H 0 5 B 33/12 (2006.01)

H 0 5 B 33/12

B

H 0 5 B 33/22 (2006.01)

H 0 5 B 33/22

Z

請求項の数 8 (全22頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2019-508717(P2019-508717)

(86)(22)出願日 平成30年2月13日(2018.2.13)

(86)国際出願番号 PCT/JP2018/004874

(87)国際公開番号 WO2018/179927

(87)国際公開日 平成30年10月4日(2018.10.4)

審査請求日 令和3年1月27日(2021.1.27)

(31)優先権主張番号 特願2017-71547(P2017-71547)

(32)優先日 平成29年3月31日(2017.3.31)

(33)優先権主張国・地域又は機関

日本国(JP)

(73)特許権者 316005926

ソニーセミコンダクタソリューションズ
株式会社

神奈川県厚木市旭町四丁目1 4 番 1 号

(74)代理人 110002147

特許業務法人酒井国際特許事務所

(72)発明者

石井 義之

神奈川県厚木市旭町四丁目1 4 番 1 号

ソニーセミコンダクタソリューションズ

株式会社内

審査官 辻本 寛司

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 発光素子、表示装置、および電子機器

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1電極と、

前記第1電極の両側に設けられ、前記第1電極を底部とする凹構造を形成する第1部材と、
有機発光材料を含み、前記凹構造に沿って前記第1電極および前記第1部材の上に設けら
れる有機発光層と、

前記有機発光層の上に設けられる第2電極と、

前記第1部材の屈折率よりも高い屈折率を有し、前記凹構造を埋め込むように前記第2電
極の上に設けられる第2部材と、

を備え、

前記第2電極および前記第2部材の間には、異なる屈折率を有する複数の層の積層体とし
て形成され、前記積層体の全体での屈折率が前記第2電極の屈折率と、前記第2部材の屈
折率との間の値であるバリア層が設けられ、

前記積層体は、2種の層を繰り返し交互に積層した積層体であり、前記2種の層からなる繰り返し単位の合計膜厚は、24nm以下である、発光素子。

【請求項2】

前記2種の層のうち少なくともいずれかの膜厚は、10nm以下である、請求項1に記載
の発光素子。

【請求項3】

前記2種の層の互いの屈折率の差は、0.1以上である、請求項1又は2に記載の発光素

子。

【請求項 4】

前記積層体は、異種の元素を含む複数種の無機材料を積層することで形成される、請求項 1 から 3 のいずれか一つに記載の発光素子。

【請求項 5】

前記無機材料のうち少なくとも 1 つ以上は、金属酸化物である、請求項 4 に記載の発光素子。

【請求項 6】

前記金属酸化物は、 TiO_2 、 ZrO_2 、 ZnO 、 Ta_2O_5 、 HfO_2 、または Nb_2O_5 のいずれかである、請求項 5 に記載の発光素子。

【請求項 7】

第 1 電極と、前記第 1 電極の両側に設けられ、前記第 1 電極を底部とする凹構造を形成する第 1 部材と、有機発光材料を含み、前記凹構造に沿って前記第 1 電極および前記第 1 部材の上に設けられる有機発光層と、前記有機発光層の上に設けられる第 2 電極と、前記第 1 部材の屈折率よりも高い屈折率を有し、前記凹構造を埋め込むように前記第 2 電極の上に設けられる第 2 部材と、を備え、前記第 2 電極および前記第 2 部材の間には、異なる屈折率を有する複数の層の積層体として形成され、前記積層体の全体での屈折率が前記第 2 電極の屈折率と、前記第 2 部材の屈折率との間の値であるバリア層が設けられ、前記積層体は、2 種の層を繰り返し交互に積層した積層体であり、前記 2 種の層からなる繰り返し単位の合計膜厚は、24 nm 以下である発光素子を平面上に複数配列した表示部と、前記表示部を制御する表示制御部と、を備える、表示装置。

【請求項 8】

第 1 電極と、前記第 1 電極の両側に設けられ、前記第 1 電極を底部とする凹構造を形成する第 1 部材と、有機発光材料を含み、前記凹構造に沿って前記第 1 電極および前記第 1 部材の上に設けられる有機発光層と、前記有機発光層の上に設けられる第 2 電極と、前記第 1 部材の屈折率よりも高い屈折率を有し、前記凹構造を埋め込むように前記第 2 電極の上に設けられる第 2 部材と、を備え、前記第 2 電極および前記第 2 部材の間には、異なる屈折率を有する複数の層の積層体として形成され、前記積層体の全体での屈折率が前記第 2 電極の屈折率と、前記第 2 部材の屈折率との間の値であるバリア層が設けられ、前記積層体は、2 種の層を繰り返し交互に積層した積層体であり、前記 2 種の層からなる繰り返し単位の合計膜厚は、24 nm 以下である発光素子を平面上に複数配列した表示部と、前記表示部を制御する制御部と、を備える、電子機器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、発光素子、表示装置、および電子機器に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、有機エレクトロルミネッセンス素子（いわゆる、有機 EL 素子）を発光素子として用いる照明装置または表示装置が普及しつつある。このような照明装置または表示装置に用いられる発光素子では、輝度を向上させるために、発光源からより効率的に光を取り出すことが求められている。

【0003】

例えば、下記の特許文献 1 には、有機 EL 素子を凹構造の底部に形成し、屈折率差によって凹構造の内部側面をリフレクタとして機能させることで、有機 EL 素子からの光取出し効率を向上させる表示装置が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

10

20

30

40

50

【０００４】

【文献】特開２０１３－１９１５３３号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００５】

しかし、特許文献１に開示された表示装置では、発光素子を構成する層ごとに屈折率が異なるため、発光素子から発せられた光は、様々な層の界面で複数回反射する可能性があった。したがって、特許文献１に開示された表示装置では、意図しない反射によって、発光素子からの光取出し効率が低下する可能性があった。

【０００６】

そこで、本開示では、光取出し効率をより向上させることが可能な、新規かつ改良された発光素子、表示装置、および電子機器を提案する。

【課題を解決するための手段】

【０００７】

本開示によれば、第１電極と、前記第１電極の両側に設けられ、前記第１電極を底部とする凹構造を形成する第１部材と、有機発光材料を含み、前記凹構造に沿って前記第１電極および前記第１部材の上に設けられる有機発光層と、前記有機発光層の上に設けられる第２電極と、前記第１部材の屈折率よりも高い屈折率を有し、前記凹構造を埋め込むように前記第２電極の上に設けられる第２部材と、を備え、前記第２電極および前記第２部材の間には、異なる屈折率を有する複数の層の積層体として形成され、前記積層体の全体での屈折率が前記第２電極の屈折率と、前記第２部材の屈折率との間の値であるバリア層が設けられる、発光素子が提供される。

【０００８】

また、本開示によれば、第１電極と、前記第１電極の両側に設けられ、前記第１電極を底部とする凹構造を形成する第１部材と、有機発光材料を含み、前記凹構造に沿って前記第１電極および前記第１部材の上に設けられる有機発光層と、前記有機発光層の上に設けられる第２電極と、前記第１部材の屈折率よりも高い屈折率を有し、前記凹構造を埋め込むように前記第２電極の上に設けられる第２部材と、を備え、前記第２電極および前記第２部材の間には、異なる屈折率を有する複数の層の積層体として形成され、前記積層体の全体での屈折率が前記第２電極の屈折率と、前記第２部材の屈折率との間の値であるバリア層が設けられる発光素子を平面上に複数配列した表示部と、前記表示部を制御する表示制御部と、を備える、表示装置が提供される。

【０００９】

さらに、本開示によれば、第１電極と、前記第１電極の両側に設けられ、前記第１電極を底部とする凹構造を形成する第１部材と、有機発光材料を含み、前記凹構造に沿って前記第１電極および前記第１部材の上に設けられる有機発光層と、前記有機発光層の上に設けられる第２電極と、前記第１部材の屈折率よりも高い屈折率を有し、前記凹構造を埋め込むように前記第２電極の上に設けられる第２部材と、を備え、前記第２電極および前記第２部材の間には、異なる屈折率を有する複数の層の積層体として形成され、前記積層体の全体での屈折率が前記第２電極の屈折率と、前記第２部材の屈折率との間の値であるバリア層が設けられる発光素子を平面上に複数配列した表示部と、前記表示部を制御する制御部と、を備える、電子機器が提供される。

【００１０】

本開示によれば、意図しない層の界面で光の反射が生じることを抑制することができるため、発光素子からの光取出し効率を向上させることが可能である。

【発明の効果】

【００１１】

以上説明したように本開示によれば、光取出し効率が向上した発光素子、表示装置、および電子機器を提供することが可能である。

【００１２】

10

20

30

40

50

なお、上記の効果は必ずしも限定的なものではなく、上記の効果とともに、または上記の効果に代えて、本明細書に示されたいずれかの効果、または本明細書から把握され得る他の効果が奏されてもよい。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】本開示の一実施形態に係る表示装置を積層方向に切断した断面を模式的に示す断面図である。

【図2】図1の発光素子が設けられた領域を拡大して示した模式的な断面図である。

【図3】バリア層のより具体的な構成を示す模式的な断面図である。

【図4】試験例に係るバリア層の積層構造を説明する模式的な断面図である。

10

【図5】 TiO_2 からなる屈折率調整層の割合を変化させた場合のバリア層の実効的な屈折率を示すグラフ図である。

【図6】繰り返し単位の膜厚 t_{unit} を変化させた場合の分光エリプソメータの最小二乗誤差を示すグラフ図である。

【図7】同実施形態に係る発光素子の製造方法の一工程を模式的に示す断面図である。

【図8】同実施形態に係る発光素子の製造方法の一工程を模式的に示す断面図である。

【図9】同実施形態に係る発光素子の製造方法の一工程を模式的に示す断面図である。

【図10】同実施形態に係る発光素子の製造方法の一工程を模式的に示す断面図である。

【図11】同実施形態に係る発光素子の製造方法の一工程を模式的に示す断面図である。

【図12】本開示の一実施形態に係る発光素子が適用され得る表示装置または電子機器の一例を示す外観図である。

20

【図13】同実施形態に係る発光素子が適用され得る表示装置または電子機器の他の例を示す外観図である。

【図14】同実施形態に係る発光素子が適用され得る表示装置または電子機器の他の例を示す外観図である。

【図15】同実施形態に係る発光素子が適用され得る表示装置または電子機器の他の例を示す外観図である。

【発明を実施するための形態】

【0014】

以下に添付図面を参照しながら、本開示の好適な実施の形態について詳細に説明する。なお、本明細書及び図面において、実質的に同一の機能構成を有する構成要素については、同一の符号を付することにより重複説明を省略する。

30

【0015】

なお、説明は以下の順序で行うものとする。

1. 表示装置の構成
2. 発光素子の構成
3. バリア層の構成
4. 製造方法
5. 適用例

【0016】

40

< 1. 表示装置の構成 >

まず、図1を参照して、本開示の一実施形態に係る表示装置の構成について説明する。図1は、本開示の一実施形態に係る表示装置を積層方向に切断した断面を模式的に示す断面図である。

【0017】

図1に示すように、表示装置1は、第1基板11の上に設けられた複数のトランジスタTFTと、トランジスタTFTの各々と電氣的に接続された複数の発光素子10と、複数の発光素子10の上に平坦化層32を介して設けられたカラーフィルタ層33と、カラーフィルタ層33の上に設けられた第2基板34とを備える。図1で示す表示装置1は、第2基板34を介して、発光素子10から光を取り出す上面発光型の表示装置であるが、第1

50

基板 11 を介して光を取り出す下面発光型の表示装置であってもよい。

【0018】

なお、以下の説明では、表示装置 1 における各層の積層方向を上下方向と表現する。また、第 1 基板 11 が配置される方向を下方向と表現し、第 2 基板 34 が配置される方向を上方向と表現する。

【0019】

第 1 基板 11 は、例えば、単結晶、多結晶、またはアモルファスのシリコン (Si) 基板にて構成される。シリコン等の半導体からなる基板は、微細加工が容易であるため、トランジスタ TFT、および発光素子 10 をより微細に形成することが容易である。

【0020】

トランジスタ TFT は、発光素子 10 の各々に対応して設けられ、発光素子 10 の各々の駆動を制御する。具体的には、トランジスタ TFT によって任意の発光素子 10 が選択的に駆動されることで、駆動された発光素子 10 から光が射出され、所望の画像または文字等が表示装置 1 に表示される。

【0021】

例えば、トランジスタ TFT は、薄膜トランジスタ (Thin Film Transistor: TFT) であってもよい。このような場合、トランジスタ TFT は、第 1 基板 11 の上に設けられるゲート電極 12 と、第 1 基板 11 およびゲート電極 12 の上に設けられるゲート絶縁膜 13 と、ゲート絶縁膜 13 の上に設けられる半導体層 15 とから構成されてもよい。この構成によれば、半導体層 15 は、ゲート電極 12 の直上に位置する領域がチャネル領域 15A として機能し、チャネル領域 15A を挟むように位置する領域がソース／ドレイン領域 15B として機能する。なお、図 1 では、ボトムゲート型のトランジスタ TFT を示したが、トランジスタ TFT は、トップゲート型であってもよい。これらの層を構成する材料については、公知の材料を用いることが可能である。

【0022】

また、半導体層 15 の上層には、下層絶縁層 16A、および上層絶縁層 16B が設けられる。下層絶縁層 16A には、ソース／ドレイン領域 15B の直上に相当する領域に開口が設けられ、該開口を埋め込むようにコンタクト 17A が設けられる。さらに、コンタクト 17A の上には、配線 17 が設けられ、配線 17 およびトランジスタ TFT を埋め込むように、上層絶縁層 16B が設けられる。

【0023】

上層絶縁層 16B には、配線 17 が設けられた領域に開口が設けられ、該開口を介して配線 17 と電氣的に接続するように接続配線 18 が設けられる。また、接続配線 18 は、上層絶縁層 16B の上にも延伸して設けられ、発光素子 10 の第 1 電極 21 として機能する。これにより、発光素子 10 では、第 1 電極 21 は、接続配線 18 を介して配線 17 と電氣的に接続することで、トランジスタ TFT のソース／ドレイン領域 15B と電氣的に接続する。

【0024】

なお、コンタクト 17A、配線 17、および接続配線 18 等は、銅 (Cu)、アルミニウム (Al)、金 (Au)、白金 (Pt)、チタン (Ti)、クロム (Cr)、もしくはタングステン (W) などの金属または合金で形成することができる。また、下層絶縁層 16A、および上層絶縁層 16B は、酸化シリコン (SiO_x) 系材料 (例えば、SiO₂、BPSG、PSG、BSG、AsSG、PbSG、SiON、SOG、低融点ガラス、又はガラスペースト等)、窒化シリコン (SiN_x) 系材料、酸窒化シリコン (SiON) 系材料、または絶縁性樹脂 (例えば、ポリイミド樹脂、ノボラック系樹脂、アクリル系樹脂、ポリベンゾオキサゾール等) を単独で、または複数種を組み合わせることで形成することができる。なお、これらの構成は、上述した材料以外にも公知の材料であれば適宜用いて形成することができる。

【0025】

発光素子 10 は、トランジスタ TFT などを埋め込んだ上層絶縁層 16B の上に設けられ

10

20

30

40

50

、例えば、第1電極21と、第1電極21の上に設けられた有機発光層23と、有機発光層23の上に設けられた第2電極22とから構成される。発光素子10は、第1電極21および第2電極22に挟持された有機発光層23に電界が印加されることで光を出射する。また、第2電極22の上には、発光素子10（特に、有機発光層23）を大気中の酸素および水分から保護するために、バリア層24が設けられる。

【0026】

発光素子10は、第1部材41を側壁とし、第1電極21を底部とする凹構造の内部に設けられ、該凹構造は、第2部材42によって埋め込まれる。これにより、第2部材42は、発光素子10からの出射される光を上方に向かって伝播する層として機能する。なお、発光素子10、およびバリア層24の具体的な構成については、図2を参照して、後述する。

10

【0027】

ここで、第1部材41および第2部材42は、第1部材41の屈折率 n_1 と、第2部材42の屈折率 n_2 とが $n_2 > n_1$ の関係を満たす材料にて形成される。これにより、第2部材42と対向する第1部材41の表面では、第2部材42を伝播した光が反射されるようになるため、第2部材42と対向する第1部材41の表面は、リフレクタ（光反射部）として機能することになる。

【0028】

また、発光素子10が設けられる凹構造は、第1電極21側の開口面積が減少するように傾斜した逆テーパ形状を有するため、発光素子10から出射された光は、第1部材41と第2部材42との界面にて、上方に向かって反射されることとなる。このような構成によれば、表示装置1は、発光素子10からの光取り出し効率を向上させることができるため、表示装置1全体での輝度を向上させることができる。

20

【0029】

平坦化層32は、第2部材42の上に設けられ、第2部材42より下に設けられた構造によって生じた凹凸を平坦化する。例えば、平坦化層32は、 SiO_x または SiN_x などを成膜した後に、表面をCMP（Chemical Mechanical Polish）等によって研磨し、平坦化することによって形成されてもよい。

【0030】

カラーフィルタ層33は、平坦化層32の上に設けられる。具体的には、カラーフィルタ層33は、発光素子10の各々に対応する各色のカラーフィルタが所定の配置となるように設けられる。例えば、カラーフィルタ層33は、所定の面積を有する赤色カラーフィルタ、緑色カラーフィルタ、および青色カラーフィルタの各々が所定の配置で面内に分布するように設けられてもよい。すなわち、図1で示す表示装置1は、発光素子10が設けられた第1基板11の上にカラーフィルタ層33が設けられる、いわゆるオンチップカラーフィルタ（OCF）方式の表示装置である。また、カラーフィルタ層33は、必要に応じて、発光素子10からの光を遮蔽するブラックマトリクスを含んでもよい。

30

【0031】

第2基板34は、カラーフィルタ層33の上に、エポキシ樹脂等の封止樹脂を介して設けられる。第2基板34は、例えば、石英ガラスで構成されてもよいが、高歪点ガラス、ソーダガラス（ Na_2O 、 CaO および SiO_2 の混合物）、ホウケイ酸ガラス（ Na_2O 、 B_2O_3 および SiO_2 の混合物）、フォスフェイト（ Mg_2SiO_4 ）、鉛ガラス（ Na_2O 、 PbO および SiO_2 の混合物）、石英、または有機樹脂（例えば、ポリメチルメタクリレート（PMMA）、ポリビニルアルコール（PVA）、ポリビニルフェノール（PVP）、ポリエーテルスルホン（PES）、ポリイミド、ポリカーボネート、またはポリエチレンテレフタレート（PET）等）にて形成されてもよく、他の公知の材料で形成されてもよい。ただし、第2基板34は、発光素子10からの光を好適に透過させることが可能な、光透過率の高い材料によって形成されることが好ましい。また、封止樹脂についても、発光素子10からの出射光に対する光透過性が高い材料を用いることが好ましい。

40

50

【0032】

<2. 発光素子の構成>

次に、図2を参照して、本実施形態に係る表示装置1に備えられる発光素子10についてより詳細に説明する。図2は、図1の発光素子10が設けられた領域を拡大して示した模式的な断面図である。

【0033】

図2に示すように、発光素子10は、第1電極21と、第1電極21を底部とする凹構造を形成する第1部材41と、第1電極21および第1部材41が形成する凹構造に沿って設けられた有機発光層23と、有機発光層23の上に設けられた第2電極22と、から構成される。また、第2電極22の上にはバリア層24が設けられ、第1電極21および第1部材41が形成する凹構造は、バリア層24の上から第2部材42によって埋め込まれている。

10

【0034】

上述したように、発光素子10は、発光素子10の各々の間に設けられた第1部材41を側壁とし、第1電極21を底部とする凹構造の内部に形成される。また、該凹構造は、第2部材42によって埋め込まれ、第2部材42の屈折率 n_2 は、第1部材41の屈折率 n_1 よりも大きい。このため、第2部材42と対向する第1部材41の表面は、第2部材42を伝播した光を反射するリフレクタとして機能させることができる。

【0035】

さらに、発光素子10が設けられる凹構造は、第2基板34側に向かって開口が広がった逆テーパ形状を有するため、発光素子10から出射された光は、第1部材41と第2部材42との界面にて、上方に向かって反射されることとなる。このような構成によれば、発光素子10からの光取り出し効率を向上させることができる。

20

【0036】

第1電極21は、発光素子10ごとに設けられ、発光素子10のアノードとして機能する。また、第1電極21は、第1部材41を側壁とする凹構造の底部に設けられる。上述したように表示装置1は、上面発光型であるため、第1電極21は、光反射率が高い材料にて、有機発光層23から出射される光を反射する光反射電極として形成されることが好ましい。

【0037】

例えば、第1電極21は、白金(Pt)、金(Au)、銀(Ag)、クロム(Cr)、タングステン(W)、ニッケル(Ni)、銅(Cu)、鉄(Fe)、コバルト(Co)、もしくはタンタル(Ta)などの仕事関数が高い金属の単体または合金などで形成されてもよい。また、第1電極21は、誘電体多層膜またはアルミニウムなどの光反射性の高い薄膜の上に、酸化インジウム亜鉛(IZO)または酸化インジウムスズ(ITO)などの透明導電性材料を積層した積層電極として形成されてもよい。

30

【0038】

有機発光層23は、有機発光材料を含み、複数の発光素子10に亘る連続膜として、凹構造に沿って第1電極21および第1部材41の上に設けられる。有機発光層23は、第1電極21と、第2電極22との間で電界が印加されることによって発光することができる。

40

【0039】

具体的には、有機発光層23に電界が印加された場合、有機発光層23では、第1電極21から正孔が注入され、第2電極22から電子が注入される。注入された正孔および電子は、有機発光層23中で再結合することで励起子を形成し、形成された励起子のエネルギーが有機発光材料を励起させることで、有機発光材料から蛍光またはりん光が発生する。

【0040】

ここで、有機発光層23は、複数の機能層を積層した多層構造にて形成されてもよい。例えば、有機発光層23は、第1電極21側から順に、正孔注入層、正孔輸送層、発光層、電子輸送層、および電子注入層を積層した多層構造で形成されてもよい。また、有機発光層23は、複数の発光層を電荷発生層または中間電極を介して接続した、いわゆるタンデ

50

ム型構造で形成されてもよい。

【0041】

正孔注入層は、正孔注入材料を含み、第1電極21からの正孔の注入効率を高める層である。正孔注入材料は、公知のものを用いることができ、例えば、トリフェニルアミン含有ポリエーテルケトン（TPAPEK）、4-イソプロピル-4'-メチルジフェニルヨードニウムテトラキス（ペンタフルオロフェニル）ボラート（PPBI）、N,N'-ジフェニル-N,N'-ビス-[4-(フェニル-m-トリル-アミノ)-フェニル]-ビフェニル-4,4'-ジアミン（DNTPD）、銅フタロシアニン、4,4',4''-トリス（3-メチルフェニルフェニルアミノ）トリフェニルアミン（m-MTDATA）、N,N'-ジ（1-ナフチル）-N,N'-ジフェニルベンジジン（NPB）、4,4',4''-トリス（ジフェニルアミノ）トリフェニルアミン（TDATA）、4,4',4''-トリス（N,N-2-ナフチルフェニルアミノ）トリフェニルアミン（2-TNATA）等を挙げることができる。

10

【0042】

正孔輸送層は、正孔輸送材料を含み、第1電極21からの正孔の輸送効率を高める層である。正孔輸送材料は、公知のものを用いることができ、例えば、ベンジン、スチリルアミン、トリフェニルアミン、ポルフィリン、トリフェニレン、アザトリフェニレン、テトラシアノキノジメタン、トリアゾール、イミダゾール、オキサジアゾール、ポリアリーラルカン、フェニレンジアミン、アリーラルアミン、オキサゾール、アントラセン、フルオレノン、ヒドラゾン、もしくはスチルベン、またはこれらの誘導体などを用いることができる。

20

【0043】

より具体的には、正孔輸送材料として、 α -ナフチルフェニルフェニレンジアミン（ α -NPD）、ポルフィリン、金属テトラフェニルポルフィリン、金属ナフタロシアニン、ヘキサシアノアザトリフェニレン（HAT）、7,7,8,8-テトラシアノキノジメタン（TCNQ）、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（F4-TCNQ）、テトラシアノ4,4',4''-トリス（3-メチルフェニルフェニルアミノ）トリフェニルアミン、N,N,N',N'-テトラキス（p-トリル）p-フェニレンジアミン、N,N,N',N'-テトラフェニル-4,4'-ジアミノビフェニル、N-フェニルカルバゾール、または4-ジ-p-トリルアミノスチルベン等を用いることができる。

30

【0044】

発光層は、ホスト材料である正孔輸送材料、電子輸送材料、または両電荷輸送材料の少なくとも1つ以上の電荷輸送材料と、ドーパント材料である蛍光性またはりん光性の有機発光材料とを含み、電気エネルギーを光エネルギーに変換する層である。

【0045】

ホスト材料としては、公知の電荷輸送材料を用いることができ、例えば、スチリル誘導体、アントラセン誘導体、ナフタセン誘導体、カルバゾール誘導体、芳香族アミン誘導体、フェナントロリン誘導体、トリアゾール誘導体、キノリノラト系金属錯体、またはフェナントロリン誘導体等を用いることができる。

40

【0046】

また、ドーパント材料（有機発光材料）として、公知の蛍光材料およびりん光材料を用いることができる。公知の蛍光材料としては、例えば、スチリルベンゼン系色素、オキサゾール系色素、ペリレン系色素、クマリン系色素またはアクリジン系色素などの色素材料、アントラセン誘導体、ナフタセン誘導体、ペンタセン誘導体またはクリセン誘導体等の多芳香族炭化水素系材料、ピロメテン骨格材料、キナクリドン系誘導体、シアノメチレンピラン系誘導体、ベンゾチアゾール系誘導体、ベンゾイミダゾール系誘導体、または金属キレート化オキシノイド化合物等を用いることができる。また、公知のりん光材料としては、例えば、ルテニウム（Ru）、ロジウム（Rh）、パラジウム（Pd）、銀（Ag）、レニウム（Re）、オスミウム（Os）、イリジウム（Ir）、白金（Pt）、および金

50

(Au) からの群より選択された少なくとも一つの金属を含む有機金属錯体を用いることができる。具体的には、りん光材料として、Ir等の貴金属元素を中心金属として有するIr(ppy)₃等の錯体類、Ir(bt)₂・acac₃等の錯体類、PtOEt₃等の錯体類を用いることができる。

【0047】

また、発光層は、白色ではなく、表示装置の各色に対応した光を発してもよい。例えば、赤色の光を発する赤色発光層は、4,4-ビス(2,2-ジフェニルビニル)ビフェニル(DPVBi)に2,6-ビス[(4'-メトキシジフェニルアミノ)スチリル]-1,5-ジシアノナフタレン(BSN)を30質量%混合することで形成することができる。また、緑色の光を発する緑色発光層は、DPVBiにクマリン6を5質量%混合することで形成することができる。さらに、青色の光を発する青色発光層は、DPVBiに4,4'-ビス[2-{4-(N,N-ジフェニルアミノ)フェニル}ビニル]ビフェニル(DPAVBi)を2.5質量%混合することで形成することができる。

【0048】

電子輸送層は、電子輸送材料を含み、第2電極22からの電子の注入効率を高める層である。

【0049】

電子輸送材料としては、公知のものを用いることができ、例えば、トリス(8-キノリノラト)アルミニウム(Alq₃)、および含窒素芳香環を有する化合物等を用いることができる。より具体的には、電子輸送材料として、上述したトリス(8-キノリノラト)アルミニウム(Alq₃)、2,9-ジメチル-4,7-ジフェニル-1,10-フェナントロリン(BCP)、またはバソフェナントロリン(Bphen)を用いることができる。なお、電子輸送層は、複数層にて構成されてもよい。電子輸送層が複数層で形成される場合、電子輸送層は、さらにアルカリ金属元素またはアルカリ土類金属元素がドーピングされた層を含んでもよい。

【0050】

電子注入層は、第2電極22からの電子の注入効率を高める層である。電子注入層は、公知のもので構成されてもよく、例えば、フッ化リチウム(LiF)、塩化ナトリウム(NaCl)、フッ化セシウム(CsF)、酸化リチウム(Li₂O)、または酸化バリウム(BaO)等にて構成されてもよい。

【0051】

第2電極22は、発光素子のカソードとして機能し、複数の発光素子に亘る連続膜として、凹構造に沿って有機発光層23の上に設けられる。上述したように表示装置1は、上面発光型であるため、第2電極22は、光透過率が高い材料にて、有機発光層23から出射される光を透過させる透明電極として形成されることが好ましい。

【0052】

例えば、第2電極22は、アルミニウム(Al)、銀(Ag)、マグネシウム(Mg)、カルシウム(Ca)、ナトリウム(Na)、ストロンチウム(Sr)、アルカリ金属と銀との合金、アルカリ土類金属と銀との合金、マグネシウムとカルシウムとの合金、またはアルミニウムとリチウムとの合金などの仕事関数が低い金属または合金などで形成されてもよい。また、第2電極22は、酸化インジウム亜鉛(IZO)または酸化インジウムスズ(ITO)などの透明導電性材料にて形成されてもよく、上述した仕事関数が低い材料からなる層と、酸化インジウム亜鉛(IZO)または酸化インジウムスズ(ITO)などの透明導電性材料からなる層との積層電極として形成されてもよい。

【0053】

第1部材41は、第1電極21の間に設けられ、発光素子10を互いに離隔する。具体的には、第1部材41は、傾斜部を有する略台形状(すなわち、テーパ形状)にて、第1電極21の周囲に形成される。これにより、第1部材41は、第1電極21を底部として、第2基板34に向かって開口面積が大きくなる(すなわち、逆テーパ形状となる)凹構造を形成することができる。

【0054】

第1部材41は、第2部材42の屈折率よりも屈折率が小さい材料で形成されることが好ましい。第1部材41は、例えば、ポリイミド系樹脂、アクリル系樹脂、もしくはノボラック系樹脂などの有機絶縁材料、または酸化シリコン (SiO_x)、窒化シリコン (SiN_x)、もしくは酸窒化シリコン (SiON) などの無機絶縁材料などで形成されてもよい。

【0055】

第2部材42は、第1部材41によって形成された凹構造を埋め込むように、バリア層24の上に設けられる。第2部材42は、第1部材41の屈折率よりも屈折率が高い材料で形成されることが好ましい。これにより、第2部材42は、第2部材42と対向する第1部材41の表面を、第2部材42を伝播した光の少なくとも一部を反射させるリフレクタとして機能させることができる。

10

【0056】

第2部材42は、例えば、ポリイミド系樹脂、アクリル系樹脂、もしくはノボラック系樹脂などの透明な有機絶縁材料、または酸化シリコン (SiO_x)、窒化シリコン (SiN_x)、もしくは酸窒化シリコン (SiON) などの透明な無機絶縁材料などで形成されてもよい。なお、第2部材42を形成する屈折率が高い材料は、例えば、分子構造中に硫黄含有置換基、りん含有置換基または芳香環などの分子屈折が高い置換基を多く含む有機樹脂、またはITO、IZO、 TiO_2 、もしくは Nb_2O_5 などの高屈折率の無機酸化物などを例示することができる。また、高屈折率な第2部材42は、 TiO_2 または ZrO_2 などの高屈折率の無機フィラーを第2部材42に含有させることでも形成することができる。

20

【0057】

バリア層24は、第2電極22の上に設けられ、有機発光層23への水分および酸素の侵入を防止する層である。本実施形態では、バリア層24の屈折率は、第2電極22の屈折率と、第2部材42の屈折率との間の値となるように制御される。これにより、バリア層24は、バリア層24の上下に設けられた第2電極22および第2部材42との間で屈折率の大きな変動が生じないようにすることができる。これにより、バリア層24は、発光素子10から出射された光が意図しない反射を起こすことを抑制することができる。

【0058】

このような制御された屈折率を有するバリア層24は、具体的には、異なる屈折率を有する複数の層の積層体にて形成することができる。これは、バリア層24を構成する積層体の各層の膜厚が入射する光の波長に対して極めて小さい場合（例えば、入射光の波長の $1/50$ 以下の場合）、入射光は、積層体の各層との間で相互作用をほとんど及ぼさなくなるためである。このような場合、バリア層24は、入射光に対して、全体で単層膜であるかのように振る舞うようになる。なお、この時のバリア層24の全体での屈折率は、おおそバリア層24を構成する積層体の各層の屈折率を膜厚比で平均した値となる。

30

【0059】

したがって、異なる屈折率を有する複数の層の積層体として形成されたバリア層24は、積層体を構成する各層の屈折率および膜厚によって、バリア層24全体での屈折率を任意に制御することが可能である。これによれば、バリア層24は、上下に設けられた第2電極22の屈折率、および第2部材42の屈折率に合わせて、屈折率を制御することで、光の反射が抑制されるようにすることが可能である。したがって、本実施形態に係るバリア層24は、発光素子10から出射した光が意図しない層同士の界面で反射することを抑制することができるため、発光素子10の光取り出し効率を向上させることができる。

40

【0060】

また、バリア層24は、複数の層の積層体として形成することによって、水分および酸素に対するバリア性を向上させることも可能である。これは、詳細な理由は定かではないが、異なる複数の層を積層することによって、それぞれの層の結晶化が抑制されるため、ガス分子等の通り道となる結晶粒界、または結晶欠陥の生成が抑制されるためであると考え

50

られる。また、異なる複数の層を積層することによって、各層の界面で、各層を構成する材料同士が複合した緻密な複合化合物が生成されるため、バリア層 2 4 の緻密性が向上するためであると考えられる。

【0061】

なお、バリア層 2 4 は、異なる屈折率を有する 2 種の層の積層体として形成されてもよく、異なる屈折率を有する 3 種以上の層の積層体として形成されてもよい。

【0062】

< 3 . バリア層の構成 >

続いて、上述したバリア層 2 4 の構成について、図 3 を参照して、より詳細に説明する。

図 3 は、バリア層 2 4 のより具体的な構成を示す模式的な断面図である。

【0063】

図 3 に示すように、例えば、バリア層 2 4 は、異なる屈折率を有する 2 種の層を繰り返し交互に積層することで形成することが可能である。具体的には、バリア層 2 4 は、水分および酸素に対するバリア性が高い材料からなる保護層 2 4 1 A、2 4 1 B、2 4 1 C、2 4 1 D（以下、まとめて保護層 2 4 1 と称する）と、屈折率が高い材料からなる屈折率調整層 2 4 2 A、2 4 2 B、2 4 2 C、2 4 2 D（以下、まとめて屈折率調整層 2 4 2 と称する）とを交互に積層した積層体として形成されてもよい。なお、図 3 では、バリア層 2 4 として、2 種の層が交互に繰り返し 4 回積層された構造を示したが、本実施形態はこれに限定されない。バリア層 2 4 の積層の繰り返し回数は、少なくとも 1 回以上であればよい。また、積層の繰り返し回数の上限は特に限定されない。

【0064】

保護層 2 4 1、および屈折率調整層 2 4 2 は、互いに異種の元素を含む無機材料にて形成され、保護層 2 4 1 の屈折率、および屈折率調整層 2 4 2 の屈折率の互いの差は、0 . 1 以上であってもよい。互いに性質が異なる材料で保護層 2 4 1 および屈折率調整層 2 4 2 を形成することによって、バリア層 2 4 は、水分および酸素に対するバリア性と、屈折率とをバリア層 2 4 全体にて最適化することが容易になる。

【0065】

保護層 2 4 1 を形成する水分および酸素に対するバリア性が高い材料としては、具体的には、 Al_2O_3 、 SiN_x 、 SiO_2 、 $SiON$ 、 SiC 、および $SiCO$ などを例示することができる。また、屈折率調整層 2 4 2 を形成する屈折率が高い材料としては、具体的には、金属酸化物を例示することができ、例えば、 TiO_2 、 ZrO_2 、 ZnO 、 Ta_2O_5 、 HfO_2 、および Nb_2O_5 を例示することができる。このような材料を用いることによって、バリア層 2 4 は、保護層 2 4 1 によって水分および酸素に対するバリア性を確保しつつ、屈折率調整層 2 4 2 によって屈折率を任意の値に制御することが可能である。

【0066】

ここで、保護層 2 4 1 の膜厚、および屈折率調整層 2 4 2 の膜厚のいずれかは、10 nm 以下であることが好ましい。上述したように、バリア層 2 4 が入射光に対して、全体で 1 つの層であるかのように振る舞うためには、保護層 2 4 1、または屈折率調整層 2 4 2 の膜厚は、入射光の波長（およそ 360 nm ~ 830 nm）に対して、無視可能な程度に小さいことが好ましい。したがって、保護層 2 4 1 の膜厚、および屈折率調整層 2 4 2 の膜厚のいずれかは、10 nm 以下であることが好ましい。

【0067】

なお、繰り返し単位における保護層 2 4 1 の膜厚と、屈折率調整層 2 4 2 の膜厚との割合は、各層の膜厚が上述した範囲となるのであれば、いかなる割合であってもよい。また、繰り返し単位における保護層 2 4 1 の膜厚と、屈折率調整層 2 4 2 の膜厚との割合は、繰り返し単位ごとに異なってもよい。

【0068】

また、保護層 2 4 1、および屈折率調整層 2 4 2 からなる繰り返し単位の合計膜厚は、24 nm 以下であることが好ましい。バリア層 2 4 は、保護層 2 4 1、および屈折率調整層

10

20

30

40

50

242からなる繰り返し単位をさらに積層した積層体として形成される。したがって、保護層241、および屈折率調整層242からなる繰り返し単位の合計膜厚についても、入射光の波長（およそ360nm～830nm）に対して、小さいことが好ましく、後述する図6で示す結果から24nm以下であることが好ましい。保護層241、および屈折率調整層242からなる繰り返し単位の合計膜厚が24nm超となる場合、入射光に対して、バリア層24が複数層の積層体として振る舞うようになることで、かえって光の反射が増加するため好ましくない。

【0069】

例えば、第2電極22が酸化インジウム亜鉛（IZO）で形成され、第2部材42が窒化シリコン（SiN_x）で形成される場合、バリア層24は、Al₂O₃にて膜厚7nm以上15nm以下で形成された保護層241と、TiO₂にて膜厚0.5nm以上5nm以下で形成された屈折率調整層242とを交互に積層した積層体にて構成されてもよい。

【0070】

ここで、図4～図6を参照して、バリア層24における屈折率の制御について、試験例を用いて説明する。図4は、試験例に係るバリア層24の積層構造を説明する模式的な断面図である。

【0071】

図4に示すように、試験例に係るバリア層24は、Al₂O₃からなる保護層241A、241Bと、TiO₂からなる屈折率調整層242A、242Bとを2回繰り返し交互に積層した積層体にて構成される。なお、保護層241A、241B、および屈折率調整層242A、242Bの成膜には、ALD（Atomic Layer Deposition）を用いた。

【0072】

また、保護層241A、241Bの膜厚を t_1 とし、屈折率調整層242A、242Bの膜厚を t_2 とし、保護層241Aおよび屈折率調整層242Aからなる繰り返し単位の膜厚（すなわち、 $t_1 + t_2$ ）を t_{unit} とし、バリア層24全体の膜厚を t_{total} とした。

【0073】

まず、繰り返し単位の膜厚 t_{unit} を10nmとし、バリア層24全体の膜厚 t_{total} を20nmとして、 t_1 および t_2 の割合を変動させることで、バリア層24の全体での屈折率を制御可能であることを確認した。その結果を図5に示す。図5は、TiO₂からなる屈折率調整層242の割合を変化させた場合のバリア層24の実効的な屈折率（なお、入射光の波長は、550nm）を示すグラフ図である。

【0074】

ここで、バリア層24の実効的な屈折率は、分光エリプソメトリーを用いて算出した。分光エリプソメトリーは、試料の膜構成モデルを与えることで、試料に照射した入射光の偏光に対する反射光の偏光の変化から、試料の光学定数を算出することができる測定方法である。図5では、バリア層24の膜構成モデルとして、積層体の実際の膜構成を用いずに、バリア層24が単層膜であると仮定した場合の膜構成モデルを用いることで、バリア層24全体での屈折率を実効的な屈折率として算出した。

【0075】

なお、分光エリプソメトリーでは、測定値と、与えた試料の膜構成モデルから算出される値とのフィッティング誤差を示す最小二乗誤差も算出される。最小二乗誤差が大きい場合、試料の実際の膜構成と、与えた試料の膜構成モデルとの整合性が低いことを示す。すなわち、積層体で構成されるバリア層24の最小二乗誤差が大きい場合、バリア層24を構成する積層体の各層と、入射した光との間で相互作用が生じており、入射光に対してバリア層24が単層膜として振る舞っていないことがわかる。

【0076】

図5では、TiO₂からなる屈折率調整層242の割合を膜厚で変化させた場合を四角点のプロットで示し、TiO₂からなる屈折率調整層242の割合をALDによる成膜サイ

10

20

30

40

50

クル数で変化させた場合を菱形点のプロットで示す。ALDは、一層ずつ原子を成膜することができるため、ALDによる成膜サイクル数は、成膜した層の結晶格子数に対応すると考えられる。図5で示す結果では、いずれも分光エリプソメトリーの最小二乗誤差は小さく、入射光に対して、バリア層24は、単層膜として振る舞っていることが確認された。
【0077】

図5を参照すると、 Al_2O_3 よりも高屈折率である TiO_2 の割合が増加するに伴って、バリア層24全体での屈折率も増加することがわかる。なお、 TiO_2 比率が0である場合は、バリア層24が Al_2O_3 の単層膜で構成される場合であり、 TiO_2 比率が1である場合は、バリア層24が TiO_2 の単層膜で構成される場合である。したがって、バリア層24の全体での屈折率は、積層する各層の屈折率の中間の値となることがわかる。また、屈折率調整層242の膜厚から算出した TiO_2 の割合ではなく、ALDの成膜サイクルから算出した TiO_2 の割合のほうがバリア層24の全体の屈折率に対する線形性が高いことから、極薄膜では、膜厚よりも結晶格子数のほうが屈折率の制御に重要であることがわかる。

【0078】

次に、 $t_2 / (t_1 + t_2)$ をおおよそ0.1に固定して、繰り返し単位の膜厚 t_{unit} を変動させることで、バリア層24が単層膜とみなすことができる積層体の各層の膜厚について検討した。その結果を図6に示す。図6は、繰り返し単位の膜厚 t_{unit} を変化させた場合の分光エリプソメータの最小二乗誤差を示すグラフ図である。なお、繰り返し単位の膜厚 t_{unit} が0nmである場合は、バリア層24が Al_2O_3 の単層膜である場合を示す。

【0079】

図6に示すように、繰り返し単位の膜厚 t_{unit} が24nmである場合に、分光エリプソメトリーによる最小二乗誤差が急激に増加していることがわかる。一方、繰り返し単位の膜厚 t_{unit} が12nm程度までは、バリア層24が単層膜である場合と最小二乗誤差がほぼ同様の値であるため、複数層の積層体として構成したバリア層24を単層膜とみなすことができることがわかる。したがって、バリア層24の繰り返し単位の合計膜厚は、24nm以下が好ましいことがわかる。

【0080】

以上の結果からわかるように、本実施形態に係る発光素子10では、異なる屈折率を有する複数の層の積層体にてバリア層を形成することで、発光素子10の内部での意図しない光の反射を抑制することが可能である。これによれば、発光素子10から上方へ向かう光を増加させることができるため、発光素子10からの光取り出し効率を向上させることができる。

【0081】

<4. 製造方法>

次に、図7～図11を参照して、本実施形態に係る発光素子10の製造方法について説明する。図7～図11は、本実施形態に係る発光素子10の製造方法の各工程を模式的に示す断面図である。

【0082】

まず、図7に示すように、第1電極21が形成された後、第1電極21の上に第1部材層41Aが形成される。

【0083】

具体的には、まず、スパッタ等を用いて、トランジスタTFTを含む各種回路と電氣的に接続する第1電極21が形成される。第1電極21は、アルミニウム銅合金(AlCu)で形成されてもよく、アルミニウム銅合金(AlCu)と、酸化インジウムスズとを下から順に積層した多層膜で形成されてもよい。その後、CVD(Chemical Vapor Deposition)等を用いて、第1電極21の上に第1部材層41Aが形成される。第1部材層41Aは、後段のエッチングによってパターンングされることで、第1部材41を形成する層であり、例えば、酸化シリコン(SiO_x)等で形成されてもよ

い。

【0084】

次に、図8に示すように、エッチング等を用いて、第1電極21が露出するように第1部材層41Aをパターニングする。これにより、第1電極21を底部とし、第1部材41を側壁とする凹構造が形成される。ここで、凹構造は、エッチング条件を制御することによって、第1電極21が設けられた面の開口面積のほうが、対向する面の開口面積よりも小さくなる逆テーパ形状にて形成されることが好ましい。

【0085】

続いて、図9に示すように、第1電極21および第1部材41の上に、凹構造に沿って有機発光層23が形成され、有機発光層23の上に凹構造に沿って第2電極22が形成される。

10

【0086】

具体的には、まず、真空蒸着法を用いて、第1電極21および第1部材41の上に、第1電極21側から、正孔注入層、正孔輸送層、発光層、電子輸送層、および電子注入層を順に成膜されることで、有機発光層23が形成される。なお、各層の材料は、上述したような材料を用いることが可能である。その後、スパッタ等を用いて、有機発光層23の上に第2電極22が形成される。第2電極22は、酸化インジウム亜鉛、または酸化インジウムスズなどの透明導電性材料にて形成されてもよい。

【0087】

次に、図10に示すように、第2電極22の上にバリア層24が形成される。

20

【0088】

具体的には、バリア層24は、CVD、スパッタ、ALD (Atomic Layer Deposition)、またはイオンプレーティングを用いて、異なる屈折率を有する複数の層の積層体として形成される。例えば、バリア層24は、ALDを用いて、 Al_2O_3 と、 TiO_2 とをナノメートルオーダーで交互に繰り返し積層した積層体として形成されてもよい。ただし、バリア層24は、バリア層24全体での屈折率の値が第2電極22の屈折率、および第2部材42の屈折率の中間の値になるように形成される。

【0089】

続いて、図11に示すように、第1部材41によって形成された凹構造を埋め込むように、バリア層24の上に第2部材42が形成される。

30

【0090】

具体的には、スピコート法等を用いることで、バリア層24の上に凹構造を埋め込むように、第2部材42を成膜することができる。または、バリア層24の上に全面に亘って第2部材42を形成した後、CMPまたはエッチバックを用いて、凹構造の内部以外に成膜された第2部材42を除去することで、第2部材42を形成することができる。例えば、第2部材42は、 TiO_2 または ZrO_2 からなるフィラーを分散含有させたアクリル樹脂にて形成されてもよい。

【0091】

さらに、第2部材42の上にカラーフィルタ層33が設けられた後、発光素子10が形成された第1基板11と、第2基板34とが貼り合わされることによって、表示装置1が形成される。このような工程によって、本実施形態に係る発光素子10、および表示装置1を製造することができる。なお、上記の製造方法は、あくまでも一例であって、本実施形態に係る発光素子10、および表示装置1の製造方法が上記に限定されるものではない。

40

【0092】

<5. 適用例>

続いて、図12～図15を参照して、本開示の一実施形態に係る発光素子10の適用例について説明する。図12～図15は、本開示の一実施形態に係る発光素子10が適用される表示装置または電子機器の一例を示す外観図である。

【0093】

例えば、本実施形態に係る発光素子10は、スマートフォンなどの電子機器が備える表示

50

部の画素素子に適用することができる。具体的には、図12に示すように、スマートフォン100は、各種情報を表示する表示部101と、ユーザによる操作入力を受け付けるボタン等から構成される操作部103と、を備える。ここで、表示部101は、本実施形態に係る発光素子10を備えていてもよく、本実施形態に係る表示装置1にて構成されてもよい。

【0094】

また、例えば、本実施形態に係る発光素子10は、デジタルカメラなどの電子機器の表示部の画素素子に適用することができる。具体的には、図13および図14に示すように、デジタルカメラ110は、本体部（カメラボディ）111と、交換式のレンズユニット113と、撮影時にユーザによって把持されるグリップ部115と、各種情報を表示するモニタ部117と、撮影時にユーザによって観察されるスルー画を表示するEVF（Electronic View Finder）119と、を備える。なお、図13は、デジタルカメラ110を前方（すなわち、被写体側）から眺めた外観を示し、図14は、デジタルカメラ110を後方（すなわち、撮影者側）から眺めた外観を示す。ここで、モニタ部117およびEVF119は、本実施形態に係る発光素子10を備えていてもよく、本実施形態に係る表示装置1にて構成されてもよい。

【0095】

また、例えば、本実施形態に係る発光素子10は、HMD（Head Mounted Display）などの電子機器の表示部に適用することができる。具体的には、図15に示すように、HMD120は、各種情報を表示する眼鏡型の表示部121と、装着時にユーザの耳に掛止される耳掛け部123と、を備える。ここで、表示部121は、本実施形態に係る発光素子10を備えていてもよく、本実施形態に係る表示装置1にて構成されてもよい。

【0096】

なお、本実施形態に係る発光素子10が適用され得る電子機器は、上記例示に限定されない。本実施形態に係る発光素子10は、外部から入力された画像信号、または内部で生成された画像信号に基づいて表示を行うあらゆる分野の電子機器の表示部に適用することが可能である。このような電子機器としては、例えば、テレビジョン装置、電子ブック、PDA（Personal Digital Assistant）、ノート型パーソナルコンピュータ、ビデオカメラ、またはゲーム機器等を例示することができる。

【0097】

以上、添付図面を参照しながら本開示の好適な実施形態について詳細に説明したが、本開示の技術的範囲はかかる例に限定されない。本開示の技術分野における通常の知識を有する者であれば、特許請求の範囲に記載された技術的思想の範疇内において、各種の変更例または修正例に想到し得ることは明らかであり、これらについても、当然に本開示の技術的範囲に属するものと了解される。

【0098】

以上では、本開示の一実施形態として、有機EL素子を発光素子に用いた表示装置、および電子機器について説明したが、本開示はかかる例に限定されない。本開示の対象となる表示装置は、液晶ディスプレイ、プラズマディスプレイ、および電子ペーパー等、カラー表示を実現し得る表示装置であれば、いかなる表示装置であってよい。これらの他の表示装置においても、意図しない光の反射が生じないように、バリア層を積層体として形成し、バリア層の屈折率を制御することで、上述した実施形態と同様に発光素子からの光取り出し効率を向上させる効果を得ることが可能である。

【0099】

ここで、発光素子とは、表示装置の各画素において、外部に向かって発光する部位のことである。例えば、上記実施形態で説明した表示装置であれば、発光素子は、下部電極および上部電極で挟持された有機発光層（すなわち、有機EL素子）に対応する。また、液晶ディスプレイであれば、発光素子は、バックライトを備えた液晶パネルのうちの1つの画素に対応する。さらに、プラズマディスプレイであれば、発光素子は、プラズマディス

10

20

30

40

50

レイパネルのうち1つの放電セルに対応する。

【0100】

また、本明細書に記載された効果は、あくまで説明的または例示的なものであって限定的ではない。つまり、本開示に係る技術は、上記の効果とともに、または上記の効果に代えて、本明細書の記載から当業者には明らかな他の効果を奏しうる。

【0101】

なお、以下のような構成も本開示の技術的範囲に属する。

(1)

第1電極と、

前記第1電極の両側に設けられ、前記第1電極を底部とする凹構造を形成する第1部材と、
有機発光材料を含み、前記凹構造に沿って前記第1電極および前記第1部材の上に設けられる有機発光層と、

前記有機発光層の上に設けられる第2電極と、

前記第1部材の屈折率よりも高い屈折率を有し、前記凹構造を埋め込むように前記第2電極の上に設けられる第2部材と、

を備え、

前記第2電極および前記第2部材の間には、異なる屈折率を有する複数の層の積層体として形成され、前記積層体の全体での屈折率が前記第2電極の屈折率と、前記第2部材の屈折率との間の値であるバリア層が設けられる、発光素子。

(2)

前記積層体は、2種の層を繰り返し交互に積層した積層体である、前記(1)に記載の発光素子。

(3)

前記2種の層のうち少なくともいずれかの膜厚は、10nm以下である、前記(2)に記載の発光素子。

(4)

前記2種の層からなる繰り返し単位の合計膜厚は、24nm以下である、前記(2)または(3)に記載の発光素子。

(5)

前記2種の層の互いの屈折率の差は、0.1以上である、前記(2)～(4)のいずれか一項に記載の発光素子。

(6)

前記積層体は、3種以上の層を積層した積層体である、前記(1)に記載の発光素子。

(7)

前記積層体は、異種の元素を含む複数種の無機材料を積層することで形成される、前記(1)～(6)のいずれか一項に記載の発光素子。

(8)

前記無機材料のうち少なくとも1つ以上は、金属酸化物である、前記(7)に記載の発光素子。

(9)

前記金属酸化物は、 TiO_2 、 ZrO_2 、 ZnO 、 Ta_2O_5 、 HfO_2 、または Nb_2O_5 のいずれかである、前記(8)に記載の発光素子。

(10)

第1電極と、前記第1電極の両側に設けられ、前記第1電極を底部とする凹構造を形成する第1部材と、有機発光材料を含み、前記凹構造に沿って前記第1電極および前記第1部材の上に設けられる有機発光層と、前記有機発光層の上に設けられる第2電極と、前記第1部材の屈折率よりも高い屈折率を有し、前記凹構造を埋め込むように前記第2電極の上に設けられる第2部材と、を備え、前記第2電極および前記第2部材の間には、異なる屈折率を有する複数の層の積層体として形成され、前記積層体の全体での屈折率が前記第2電極の屈折率と、前記第2部材の屈折率との間の値であるバリア層が設けられる発光素子

10

20

30

40

50

を平面上に複数配列した表示部と、
前記表示部を制御する表示制御部と、
を備える、表示装置。

(1 1)

第 1 電極と、前記第 1 電極の両側に設けられ、前記第 1 電極を底部とする凹構造を形成する第 1 部材と、有機発光材料を含み、前記凹構造に沿って前記第 1 電極および前記第 1 部材の上に設けられる有機発光層と、前記有機発光層の上に設けられる第 2 電極と、前記第 1 部材の屈折率よりも高い屈折率を有し、前記凹構造を埋め込むように前記第 2 電極の上に設けられる第 2 部材と、を備え、前記第 2 電極および前記第 2 部材の間には、異なる屈折率を有する複数の層の積層体として形成され、前記積層体の全体での屈折率が前記第 2 電極の屈折率と、前記第 2 部材の屈折率との間の値であるバリア層が設けられる発光素子を平面上に複数配列した表示部と、前記表示部を制御する制御部と、を備える、電子機器。

【符号の説明】

【 0 1 0 2 】

- 1 表示装置
- 1 0 発光素子
- 2 1 第 1 電極
- 2 2 第 2 電極
- 2 3 有機発光層
- 2 4 バリア層
- 4 1 第 1 部材
- 4 2 第 2 部材
- 2 4 1 保護層
- 2 4 2 屈折率調整層

10

20

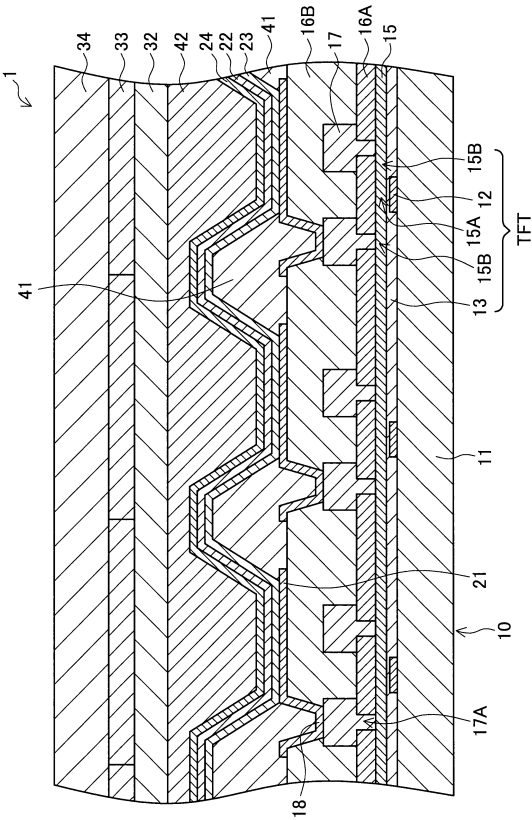
30

40

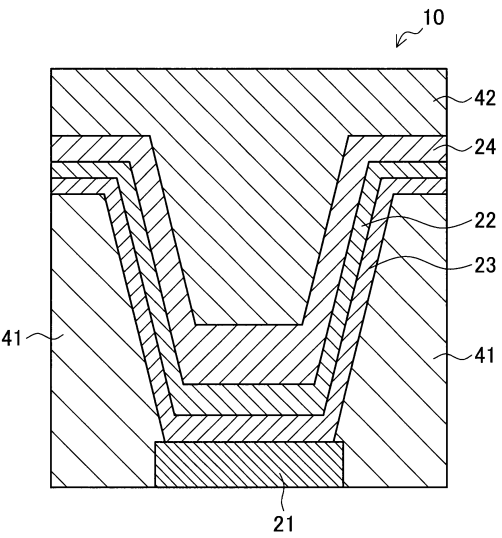
50

【図面】

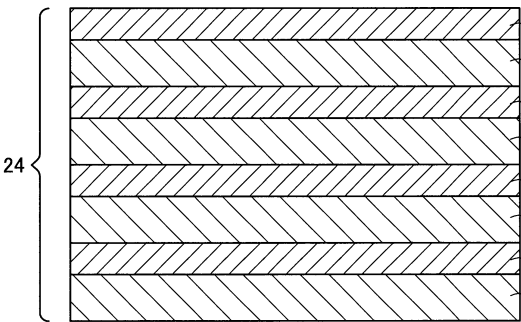
【図 1】



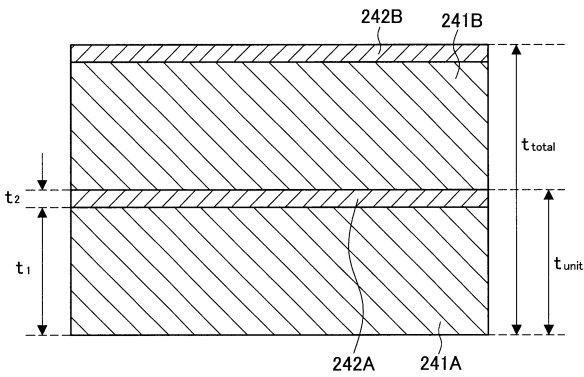
【図 2】



【図 3】



【図 4】



10

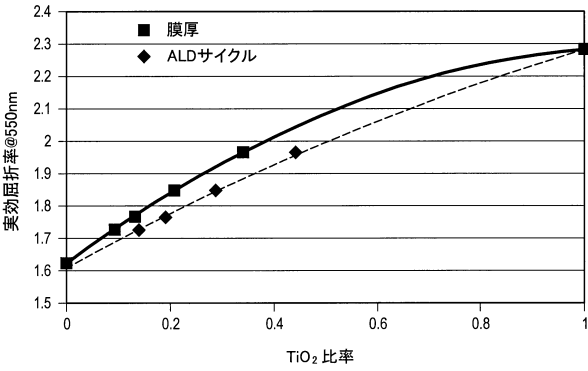
20

30

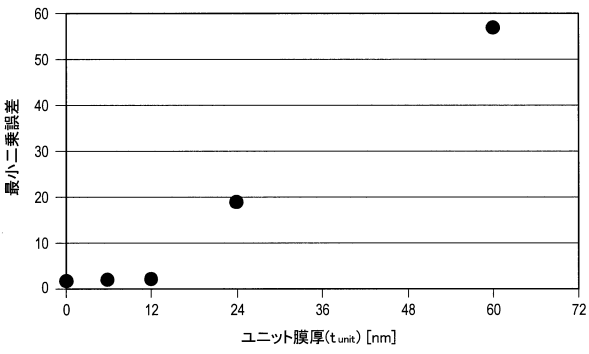
40

50

【図 5】

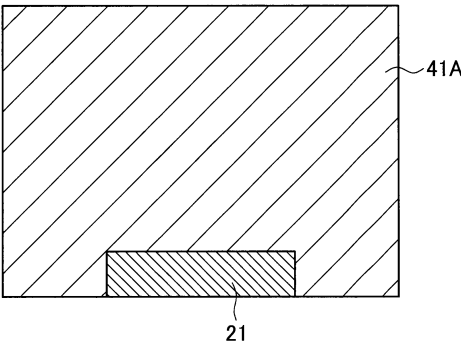


【図 6】

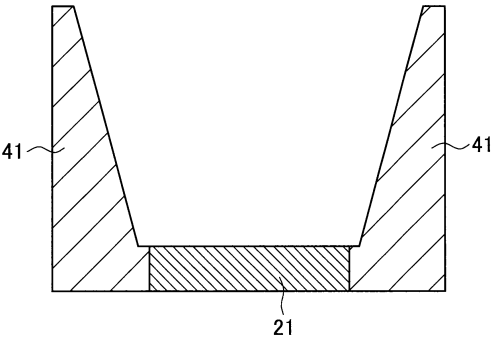


10

【図 7】

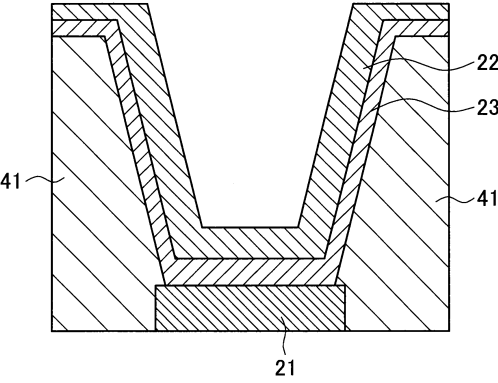


【図 8】

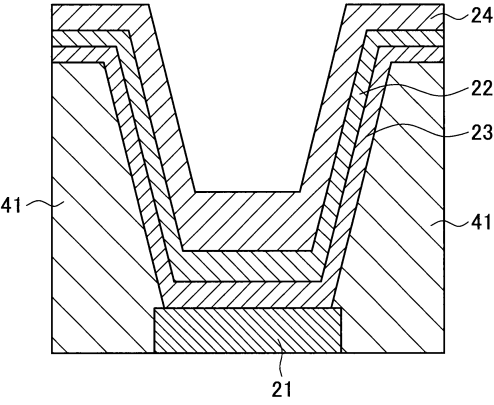


20

【図 9】



【図 10】

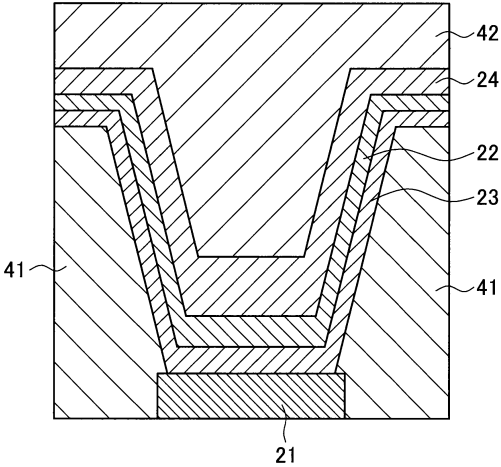


30

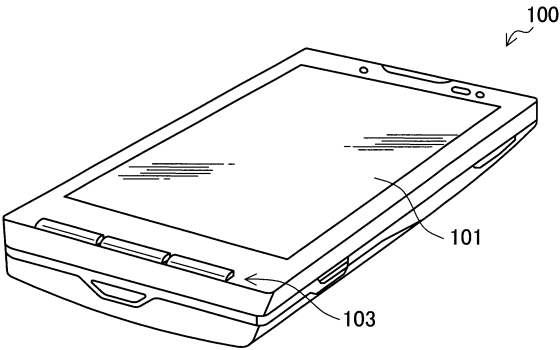
40

50

【図 1 1】

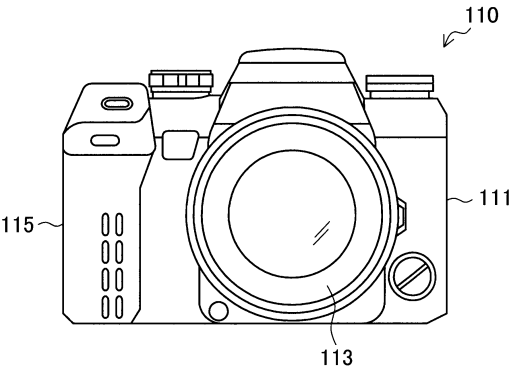


【図 1 2】

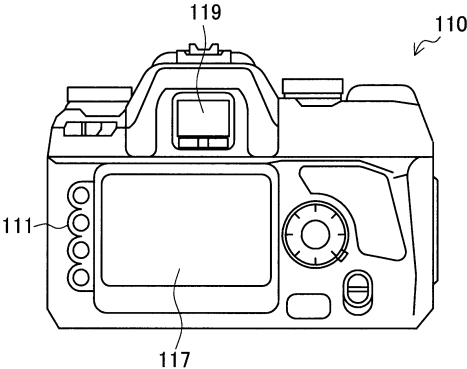


10

【図 1 3】



【図 1 4】



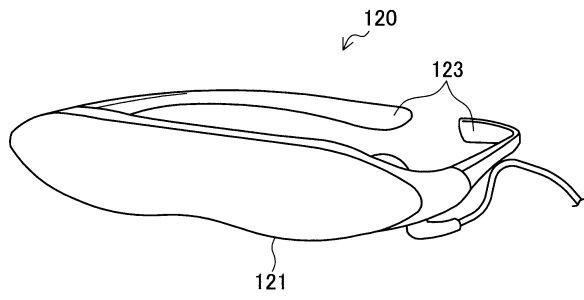
20

30

40

50

【図 15】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

(51)国際特許分類

G 0 9 F 9/30 (2006.01)

F I

G 0 9 F

9/30

3 6 5

(56)参考文献

特開 2 0 1 3 - 1 9 1 5 3 3 (J P, A)

米国特許出願公開第 2 0 1 6 / 0 3 8 0 2 3 5 (U S, A 1)

米国特許出願公開第 2 0 1 5 / 0 1 2 3 0 8 6 (U S, A 1)

特開 2 0 1 1 - 1 1 3 9 6 8 (J P, A)

国際公開第 2 0 1 6 / 0 9 3 0 0 9 (W O, A 1)

米国特許出願公開第 2 0 1 6 / 0 1 4 9 1 5 7 (U S, A 1)

韓国登録特許第 1 0 - 1 6 9 5 6 5 2 (K R, B 1)

(58)調査した分野 (Int.Cl., D B名)

H 0 5 B 3 3 / 0 4

H 0 1 L 2 7 / 3 2

H 0 1 L 5 1 / 5 0

H 0 5 B 3 3 / 1 2

H 0 5 B 3 3 / 2 2

G 0 9 F 9 / 3 0