

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局

(43) 国際公開日  
2018年10月4日(04.10.2018)



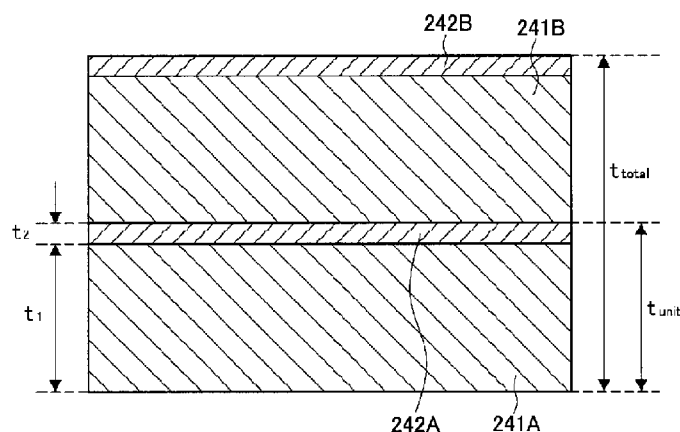
(10) 国際公開番号

WO 2018/179927 A1

- (51) 国際特許分類:  
*H05B 33/04* (2006.01) *H01L 51/50* (2006.01)  
*G09F 9/30* (2006.01) *H05B 33/12* (2006.01)  
*H01L 27/32* (2006.01) *H05B 33/22* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2018/004874
- (22) 国際出願日: 2018年2月13日(13.02.2018)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願 2017-071547 2017年3月31日(31.03.2017) JP
- (71) 出願人: ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社(SONY SEMICONDUCTOR SOLUTIONS CORPORATION) [JP/JP]; 〒2430014
- 神奈川県厚木市旭町四丁目14番1号 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者: 石井 義之(ISHII, Yoshiyuki); 〒2430014  
神奈川県厚木市旭町四丁目14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 Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 亀谷 美明, 外 (KAMEYA, Yoshiaki et al.); 〒1600004 東京都新宿区四谷3-1-3 第一富澤ビル はづき国際特許事務所 四谷オフィス Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,

(54) Title: LIGHT-EMITTING ELEMENT, DISPLAY DEVICE, AND ELECTRONIC APPARATUS

(54) 発明の名称: 発光素子、表示装置、および電子機器



(57) Abstract: [Problem] To provide a light-emitting element, a display device, and an electronic apparatus which have improved light-extracting efficiency. [Solution] This light-emitting element is provided with: a first electrode; a first member which is provided on both sides of the first electrode and forms a recess structure having the first electrode as a bottom section; an organic light-emitting layer which includes an organic light-emitting material and is provided, along the recess structure, on the first electrode and the first member; a second electrode provided on the organic light-emitting layer; and a second member which has a higher refractive index than the first member and is provided on the second electrode so as to embed the recess structure, wherein a barrier layer is provided, between the second electrode and the second member, as a laminate of a plurality of layers having different refractive indexes, and the refractive index of the entire laminate is a value between the refractive index of the second electrode and the refractive index of the second member.

HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH,  
KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,  
MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,  
NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,  
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,  
SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,  
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第21条(3))

---

(57) 要約: 【課題】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。【解決手段】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。

## 明 細 書

**発明の名称：**発光素子、表示装置、および電子機器

### 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

[0004] 特許文献１：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] 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。

[図5] $\text{TiO}_2$ 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  $t_{\text{unit}}$  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。

[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。

[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] <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TF Tと、トランジスタTF T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 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 17 A が設けられる。さらに、コンタクト 17 A の上には、配線 17 が設けられ、配線 17 およびトランジスタ T F T を埋め込むように、上層絶縁層 16 B が設けられる。

[0023] 上層絶縁層 16 B 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 16 B 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 T F T のソース／ドレイン領域 15 B と電氣的に接続する。

[0024] なお、コンタクト 17 A、配線 17、および接続配線 18 等は、銅 (C u)、アルミニウム (A l)、金 (A u)、白金 (P t)、チタン (T i)、クロム (C r)、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 16 A、および上層絶縁層 16 B は、酸化シリコン (S i O<sub>x</sub>) 系材料 (例えば、S i O<sub>2</sub>、B P S G、P S G、B S G、A s S G、P b S G、S i O N、S O G、低融点ガラス、又はガラスペースト等)、窒化シリコン (S i N<sub>x</sub>) 系材料、酸窒化シリコン (S i O N) 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 T F T などを埋め込んだ上層絶縁層 16 B の上に設けられ、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 2 4 が設けられる。

- [0026] 発光素子 1 0 は、第 1 部材 4 1 を側壁とし、第 1 電極 2 1 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 4 2 によって埋め込まれる。これにより、第 2 部材 4 2 は、発光素子 1 0 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 1 0、およびバリア層 2 4 の具体的な構成については、図 2 を参照して、後述する。
- [0027] ここで、第 1 部材 4 1 および第 2 部材 4 2 は、第 1 部材 4 1 の屈折率  $n_1$  と、第 2 部材 4 2 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 4 2 と対向する第 1 部材 4 1 の表面では、第 2 部材 4 2 を伝播した光が反射されるようになるため、第 2 部材 4 2 と対向する第 1 部材 4 1 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 1 0 が設けられる凹構造は、第 1 電極 2 1 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 1 0 から出射された光は、第 1 部材 4 1 と第 2 部材 4 2 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 1 0 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。
- [0029] 平坦化層 3 2 は、第 2 部材 4 2 の上に設けられ、第 2 部材 4 2 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 3 2 は、 $\text{SiO}_x$  または  $\text{SiN}_x$  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 3 3 は、平坦化層 3 2 の上に設けられる。具体的には、カラーフィルタ層 3 3 は、発光素子 1 0 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 3 3 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 1 0 が設けられた第

1 基板 1 1 の上にカラーフィルタ層 3 3 が設けられる、いわゆるオンチップカラーフィルタ（OCCF）方式の表示装置である。また、カラーフィルタ層 3 3 は、必要に応じて、発光素子 1 0 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。

[0031] 第2基板 3 4 は、カラーフィルタ層 3 3 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 3 4 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（ $\text{Na}_2\text{O}$ 、 $\text{CaO}$ および $\text{SiO}_2$ の混合物）、ホウケイ酸ガラス（ $\text{Na}_2\text{O}$ 、 $\text{B}_2\text{O}_3$ および $\text{SiO}_2$ の混合物）、フォスフェイト（ $\text{Mg}_2\text{SiO}_4$ ）、鉛ガラス（ $\text{Na}_2\text{O}$ 、 $\text{PbO}$ および $\text{SiO}_2$ 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 3 4 は、発光素子 1 0 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 1 0 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。

[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 1 0 についてより詳細に説明する。図 2 は、図 1 の発光素子 1 0 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 1 0 は、第 1 電極 2 1 と、第 1 電極 2 1 を底部とする凹構造を形成する第 1 部材 4 1 と、第 1 電極 2 1 および第 1 部材 4 1 が形成する凹構造に沿って設けられた有機発光層 2 3 と、有機発光層 2 3 の上に設けられた第 2 電極 2 2 と、から構成される。また、第 2 電極 2 2 の上にはバリア層 2 4 が設けられ、第 1 電極 2 1 および第 1 部材 4 1 が形成する凹構造は、バリア層 2 4 の上から第 2 部材 4 2 によって埋め込まれている。

- [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。
- [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。
- [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。
- [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。

[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、ポリアリーールアルカン、フェニレン

ジアミン、アリールアミン、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。

[0043] より具体的には、正孔輸送材料として、 $\alpha$ -ナフチルフェニルフェニレンジアミン ( $\alpha$ -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-テトラシアノー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'-テトラフェニルー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。

[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。

[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 (Au) からなる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  $\text{Ir}(\text{ppy})_3$  等の錯体類、 $\text{Ir}(\text{bt})_2 \cdot \text{acac}_3$  等の錯体類、 $\text{PtOEt}_3$  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-ジフェニルビニン)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( $\text{Alq}_3$ )、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( $\text{Alq}_3$ )、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 ( $\text{LiF}$ )、塩化ナトリウム ( $\text{NaCl}$ )、フッ化セシウム ( $\text{CsF}$ )、酸化リチウム ( $\text{Li}_2\text{O}$ )、または酸化バリウム ( $\text{BaO}$ ) 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 ( $\text{Al}$ )、銀 ( $\text{Ag}$ )、マグネシウム ( $\text{Mg}$ )、カルシウム ( $\text{Ca}$ )、ナトリウム ( $\text{Na}$ )、ストロンチウム ( $\text{Sr}$ )、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 ( $\text{IZO}$ ) または酸化インジウムスズ ( $\text{ITO}$ ) 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 ( $\text{IZO}$ ) または酸化インジウムスズ ( $\text{ITO}$ ) 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を互いに隔離する。具体的には、第1部材41は、傾斜部を有する略台形形状（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 ( $\text{SiO}_x$ )、窒化シリコン ( $\text{SiN}_x$ )、もしくは酸窒化シリコン ( $\text{SiON}$ ) 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大き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。
- [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 ( $\text{SiO}_x$ )、窒化シリコン ( $\text{SiN}_x$ )、もしくは酸窒化シリコン ( $\text{SiON}$ ) 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  $\text{ITO}$ 、 $\text{IZO}$ 、 $\text{TiO}_2$ 、もしくは  $\text{Nb}_2\text{O}_5$  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、 $\text{TiO}_2$  または  $\text{ZrO}_2$  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形成することができる。
- [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、およそバリア層 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。

[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 の光取出し効率を向上させることができる。

[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 24 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 24 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24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24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24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24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241A、241B、241C、241D（以下、まとめて保護層241とも称する）と、屈折率が高い材料からなる屈折率調整層242A、242B、242C、242D（以下、まとめて屈折率調整層242とも称する）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24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24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241、および屈折率調整層242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241の屈折率、および屈折率調整層242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241および屈折率調整層242を形成することによって、バリア層24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24全体にて最適化することが容易になる。

[0065] 保護層241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、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{SiN}_x$ 、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{SiON}$ 、 $\text{SiC}$ 、および $\text{SiCO}$ などを例示することができる。また、屈折率調整層242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、 $\text{TiO}_2$ 、 $\text{ZrO}_2$ 、 $\text{ZnO}$ 、 $\text{Ta}_2\text{O}_5$ 、 $\text{HfO}_2$ 、およびNb

$\text{ZrO}_2$ 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24は、保護層241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242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241の膜厚、および屈折率調整層242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24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241、または屈折率調整層242の膜厚は、入射光の波長（おおよそ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241の膜厚、および屈折率調整層242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241の膜厚と、屈折率調整層242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241の膜厚と、屈折率調整層242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は、24 nm以下であることが好ましい。バリア層24は、保護層241、および屈折率調整層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（おおよそ360 nm～830 nm）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24 nm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24 nm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<sub>x</sub>）で形成される場合、バリア層24は、A

$\text{Al}_2\text{O}_3$ にて膜厚7 nm以上15 nm以下で形成された保護層241と、 $\text{TiO}_2$ にて膜厚0.5 nm以上5 nm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、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ からなる保護層241A、241Bと、 $\text{TiO}_2$ 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 $t_{\text{unit}}$ とし、バリア層24全体の膜厚を $t_{\text{total}}$ とした。

[0073] まず、繰り返し単位の膜厚 $t_{\text{unit}}$ を10 nmとし、バリア層24全体の膜厚 $t_{\text{total}}$ を20 nm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、 $\text{TiO}_2$ 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、550 nm）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、 $\text{TiO}_2$ 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、 $\text{TiO}_2$ からなる屈折率調整層242の割合をALDによる成膜サイ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、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ よりも高屈折率である $\text{TiO}_2$ 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、 $\text{TiO}_2$ 比率が0である場合は、バリア層24が $\text{Al}_2\text{O}_3$ の単層膜で構成される場合であり、 $\text{TiO}_2$ 比率が1である場合は、バリア層24が $\text{TiO}_2$ 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 $\text{TiO}_2$ の割合ではなく、ALDの成膜サイクルから算出した $\text{TiO}_2$ 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 $t_{\text{unit}}$ 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  $0\text{ nm}$  である場合は、バリア層 24 が  $\text{Al}_2\text{O}_3$  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  $24\text{ nm}$  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  $12\text{ nm}$  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、 $24\text{ nm}$  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 ( $\text{AlCu}$ ) で形成されてもよく、アルミニウム銅合金 ( $\text{AlCu}$ ) 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ニングされること

で、第1部材41を形成する層であり、例えば、酸化シリコン ( $\text{SiO}_x$ ) 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。

[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。

[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、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ と、 $\text{TiO}_2$ 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。

[0090] 具体的には、スピン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、 $\text{TiO}_2$  または  $\text{ZrO}_2$  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。

[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。

[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EVF 119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、HMD 120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、プラズマディスプレイパネルのうち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、10 nm 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、24 nm 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、 $\text{TiO}_2$ 、 $\text{ZrO}_2$ 、 $\text{ZnO}$ 、 $\text{Ta}_2\text{O}_5$ 、 $\text{HfO}_2$ 、または $\text{Nb}_2\text{O}_5$ 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。

(11)

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

|        |       |        |
|--------|-------|--------|
| [0102] | 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 |

## 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る、発光素子。
- [請求項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、請求項1に記載の発光素子。
- [請求項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、請求項2に記載の発光素子。
- [請求項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、請求項2に記載の発光素子。
- [請求項5]           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2に記載の発光素子。
- [請求項6]           前記積層体は、3種以上の層を積層した積層体である、請求項1に記載の発光素子。
- [請求項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、請求項1に記載の発光素子。
- [請求項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、請求項7に記載の発光素子。

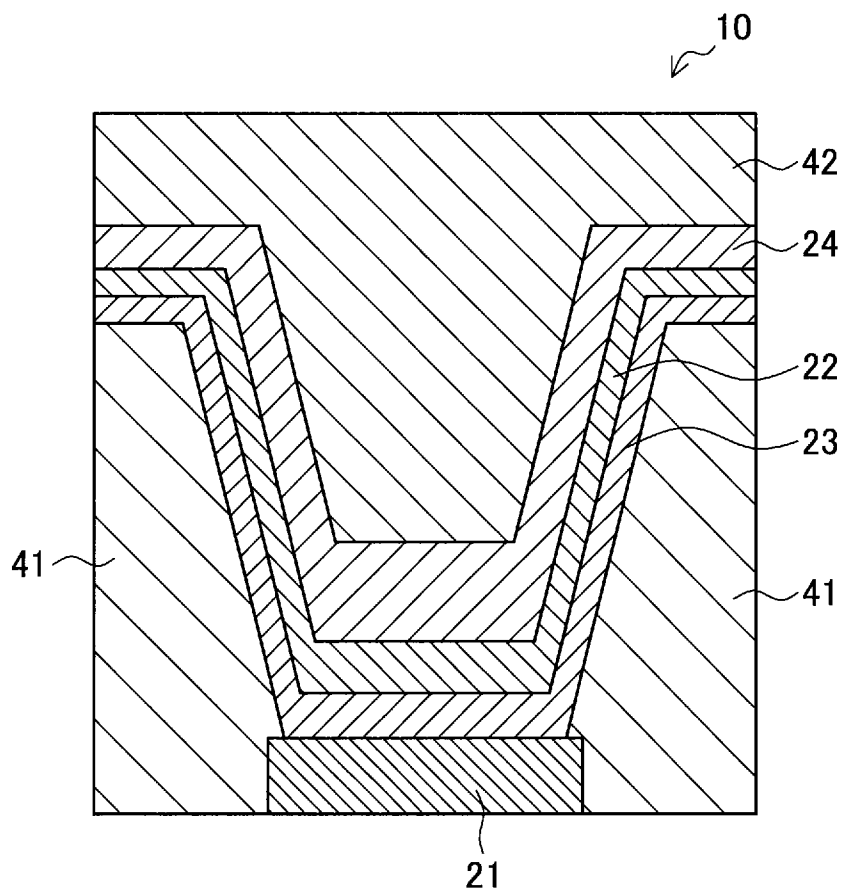
[請求項9] 前記金属酸化物は、 $\text{TiO}_2$ 、 $\text{ZrO}_2$ 、 $\text{ZnO}$ 、 $\text{Ta}_2\text{O}_5$ 、 $\text{HfO}_2$ 、または $\text{Nb}_2\text{O}_5$ のいずれかである、請求項8に記載の発光素子。

[請求項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。

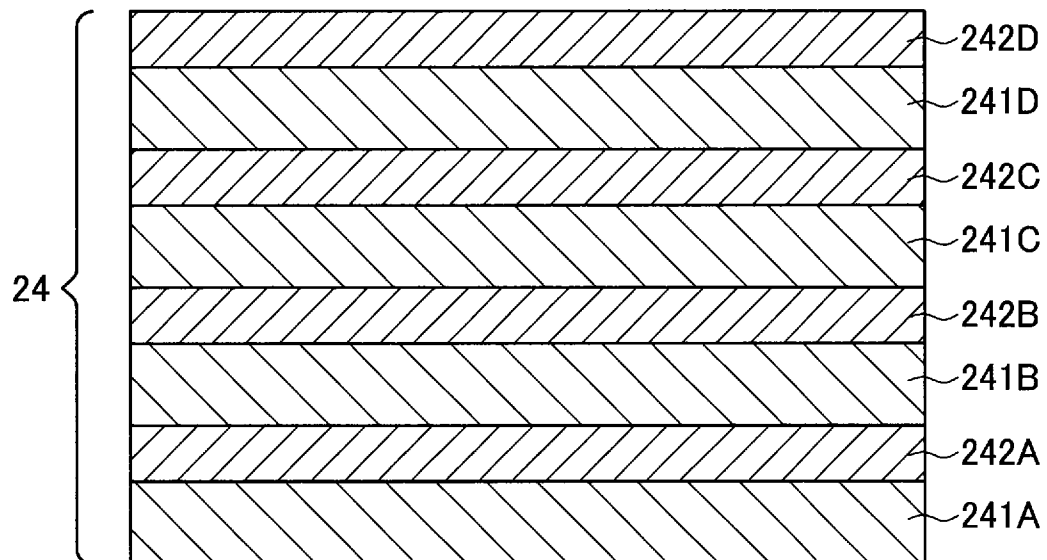
[請求項11] 第1電極と、前記第1電極の両側に設けられ、前記第1電極を底部とする凹構造を形成する第1部材と、有機発光材料を含み、前記凹構造に沿って前記第1電極および前記第1部材の上に設けられる有機発光層と、前記有機発光層の上に設けられる第2電極と、前記第1部材の屈折率よりも高い屈折率を有し、前記凹構造を埋め込むように前記第2電極の上に設けられる第2部材と、を備え、前記第2電極および前記第2部材の間には、異なる屈折率を有する複数の層の積層体として形成され、前記積層体の全体での屈折率が前記第2電極の屈折率と、前記第2部材の屈折率との間の値であるバリア層が設けられる発光素子を平面上に複数配列した表示部と、  
前記表示部を制御する制御部と、  
を備える、電子機器。



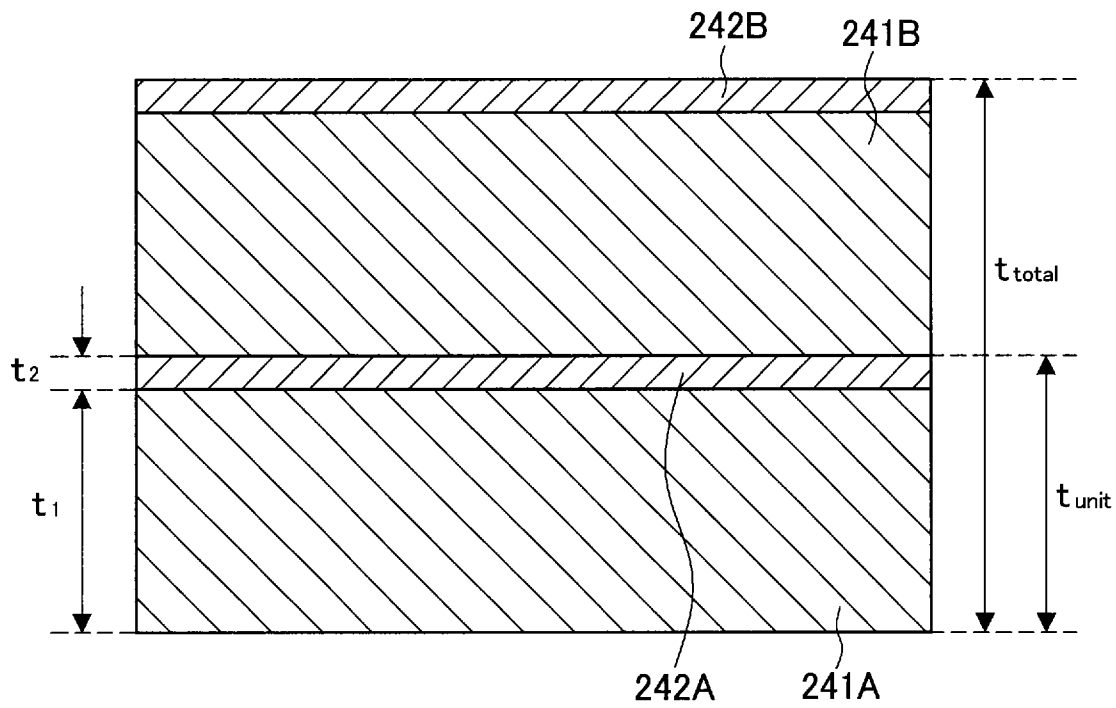
[図2]



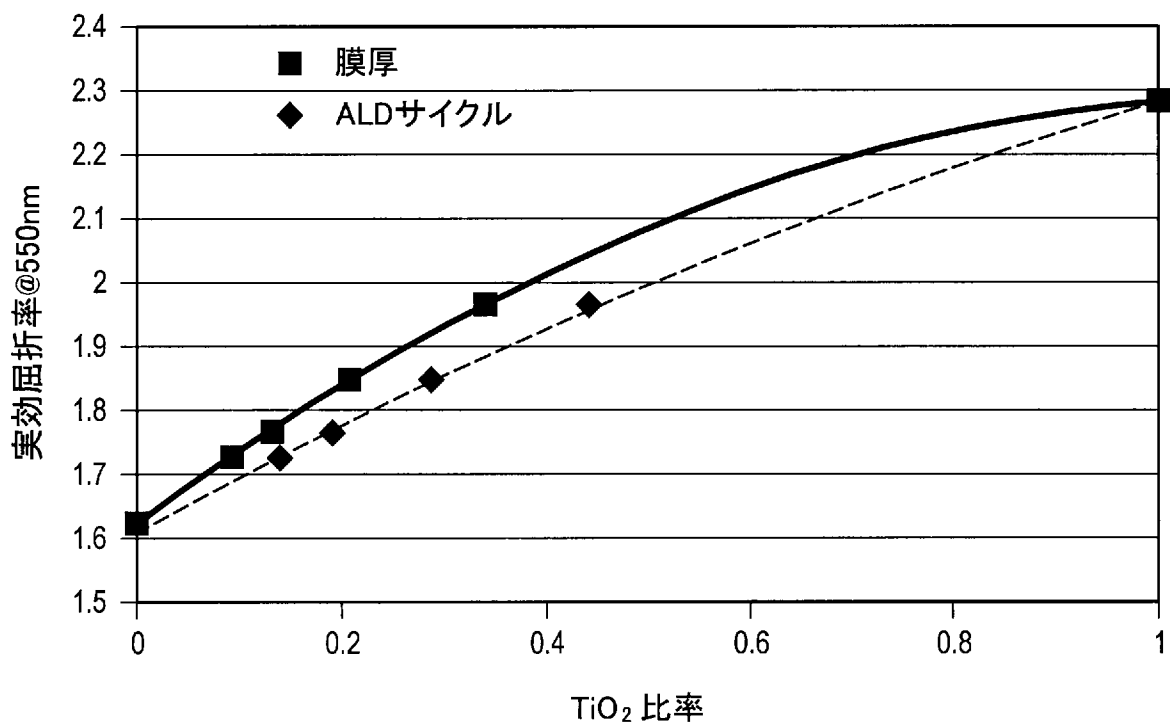
[図3]



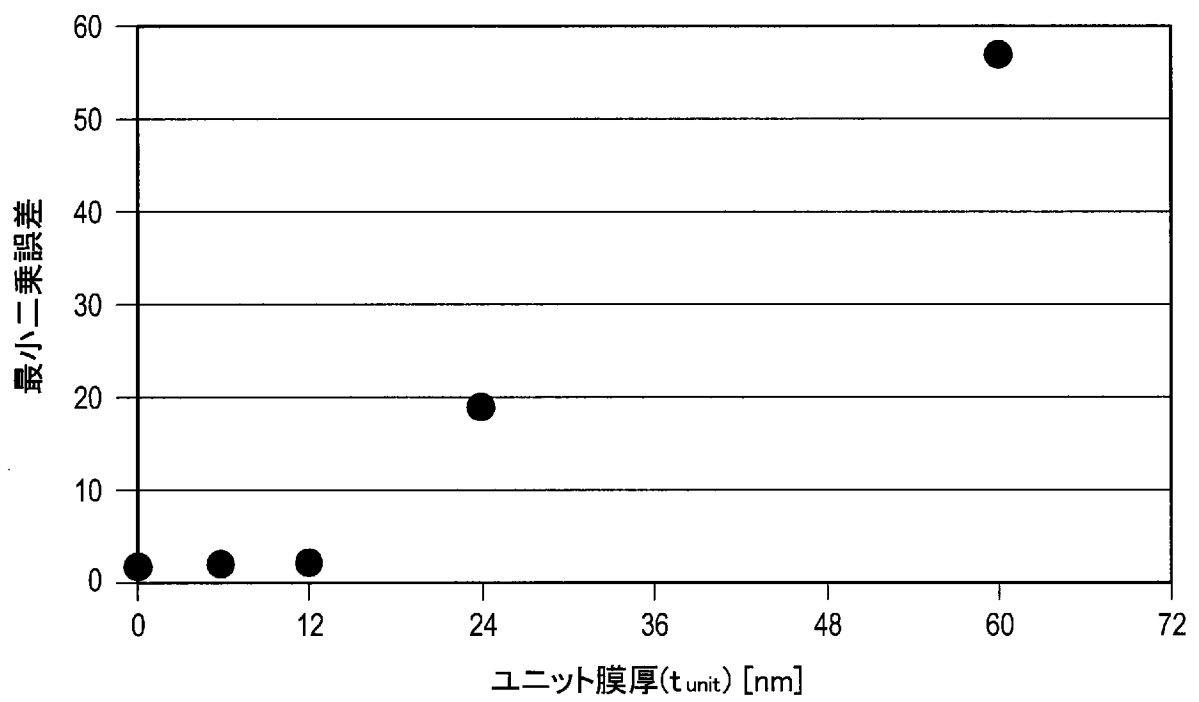
[図4]



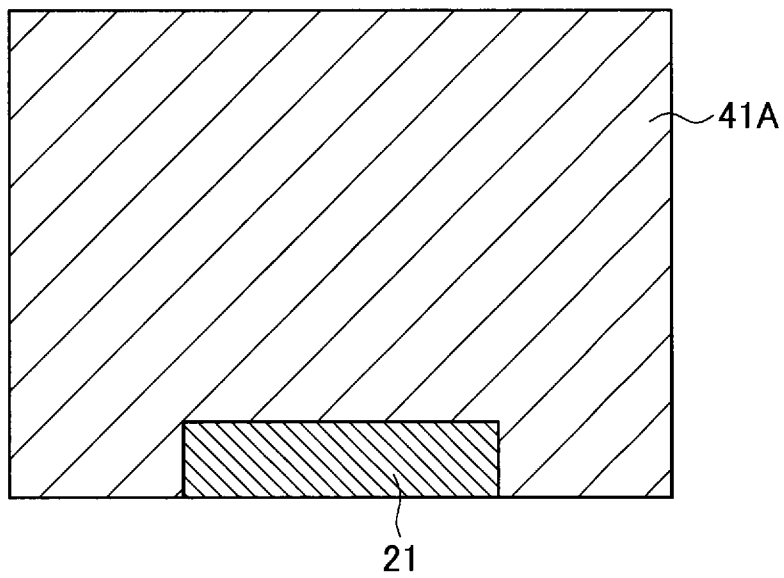
[図5]



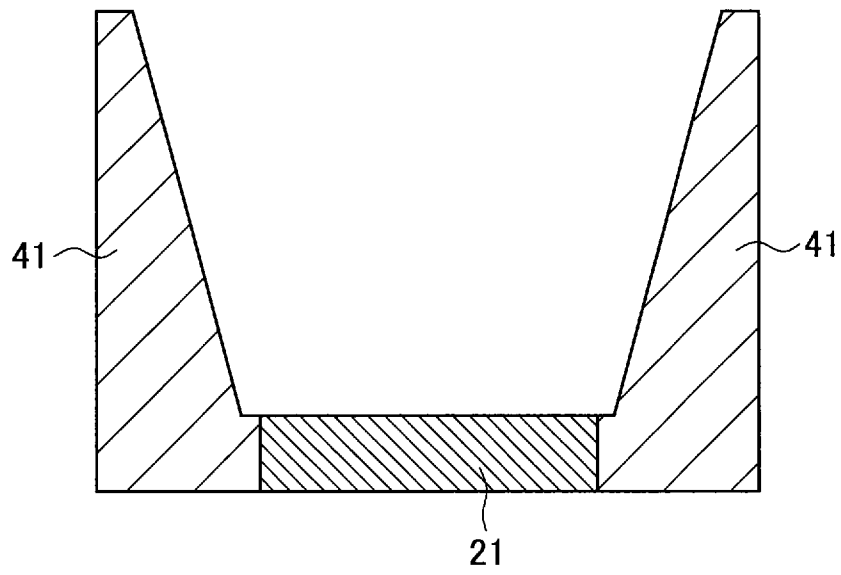
[図6]



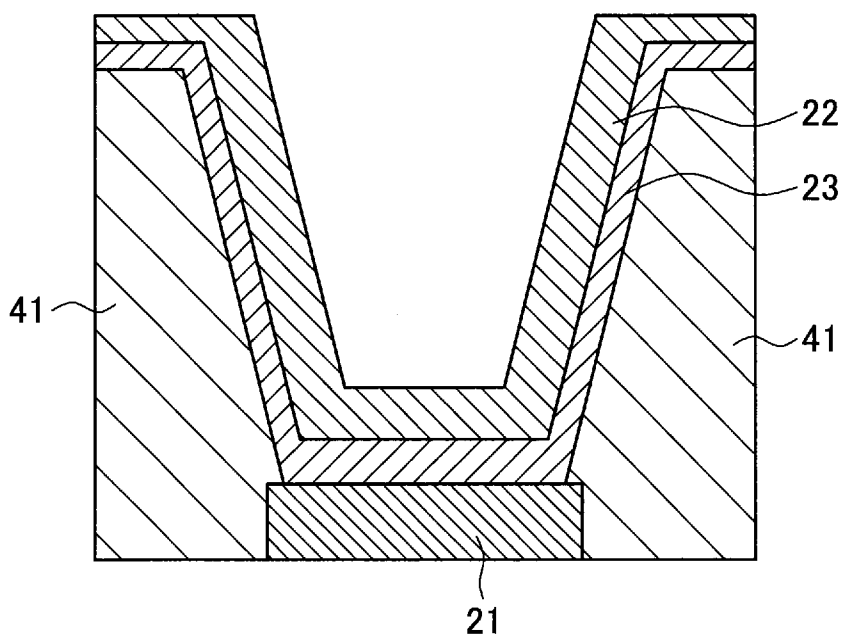
[図7]



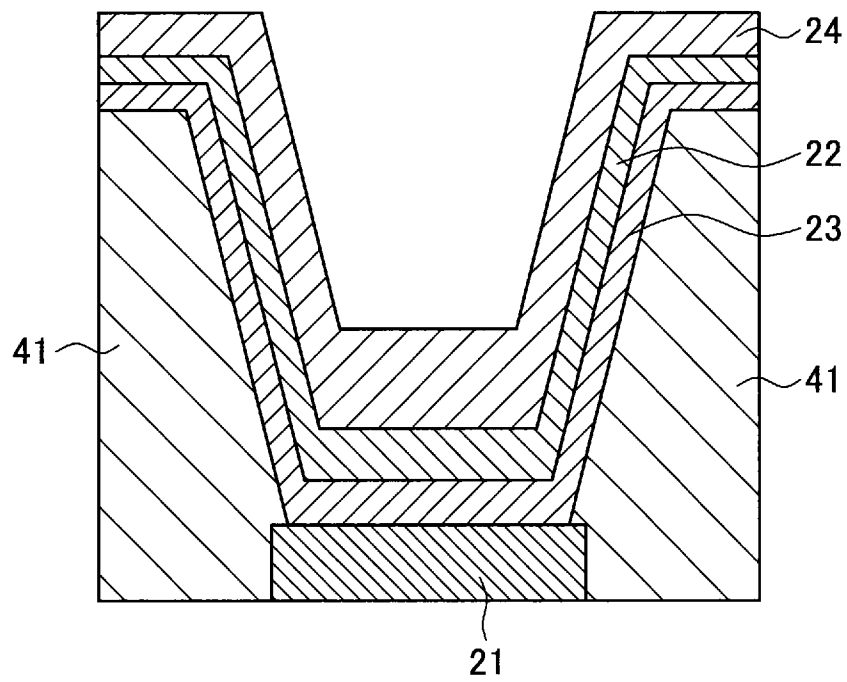
[図8]



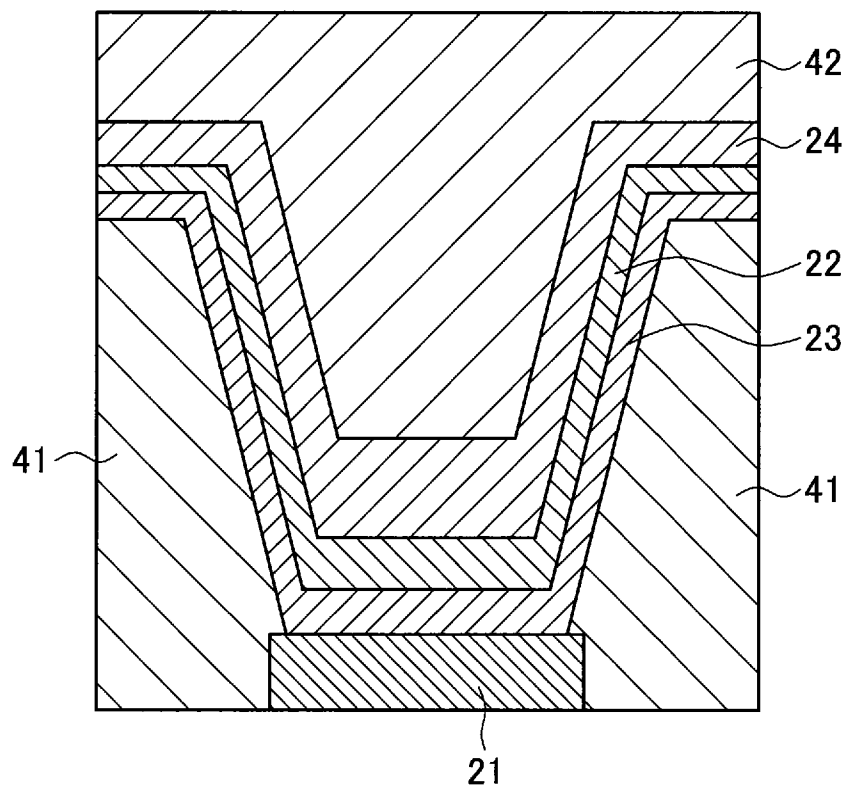
[図9]



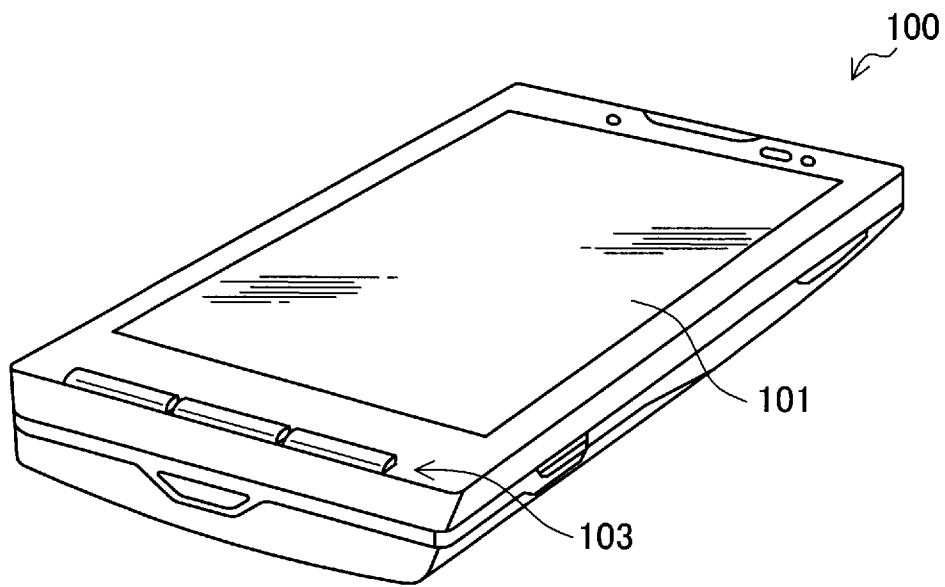
[図10]



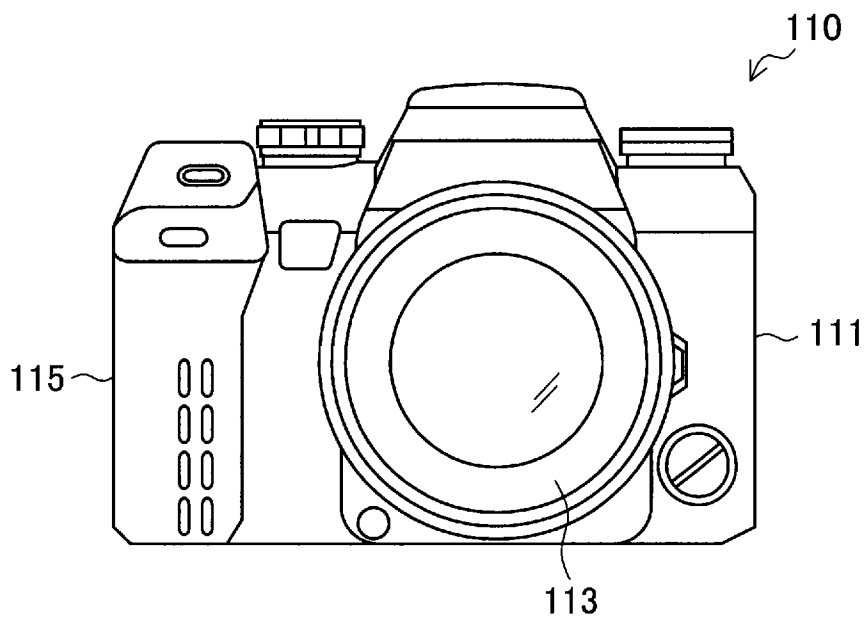
[図11]



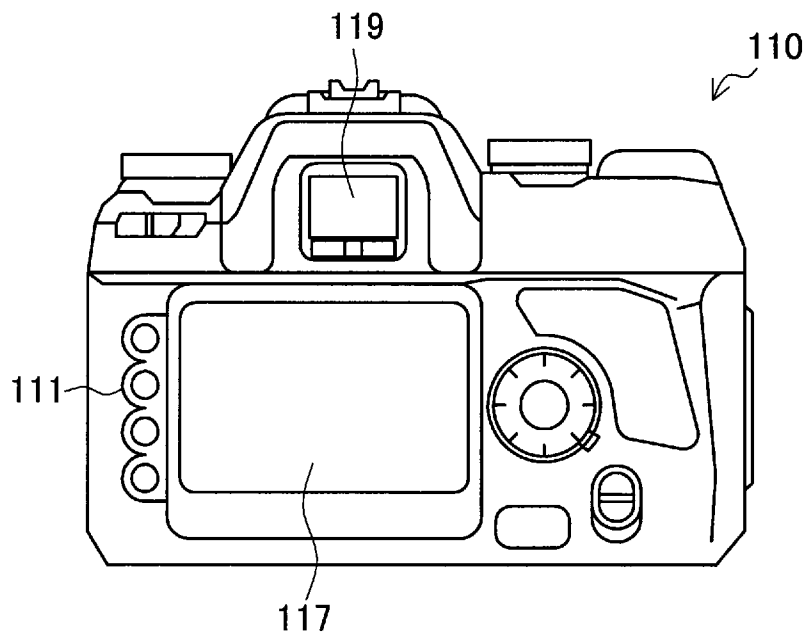
[図12]



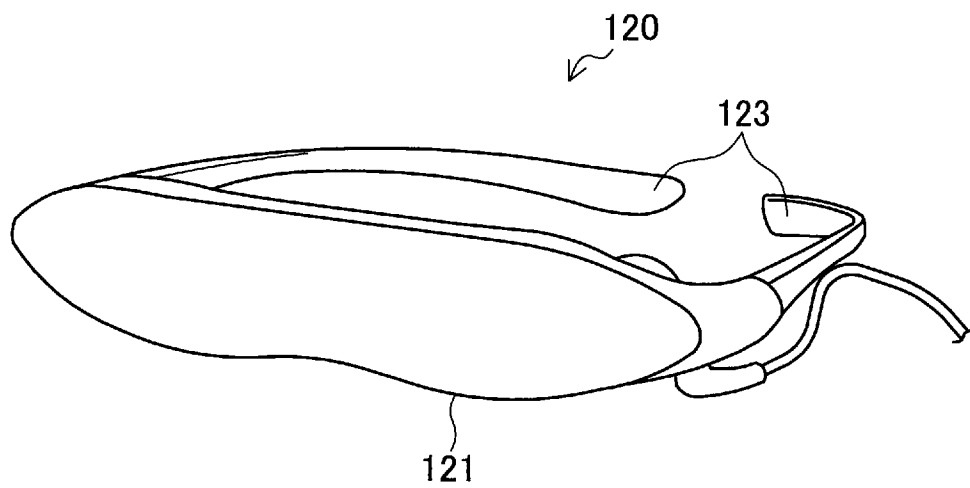
[図13]



[図14]



[図15]



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/004874

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. H05B33/04 (2006.01) i, G09F9/30 (2006.01) i, H01L27/32 (2006.01) i, H01L51/50 (2006.01) i, H05B33/12 (2006.01) i, H05B33/22 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl. H05B33/04, G09F9/30, H01L27/32, H01L51/50, H05B33/12, H05B33/22

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

|                                                          |           |
|----------------------------------------------------------|-----------|
| Published examined utility model applications of Japan   | 1922-1996 |
| Published unexamined utility model applications of Japan | 1971-2018 |
| Registered utility model specifications of Japan         | 1996-2018 |
| Published registered utility model applications of Japan | 1994-2018 |

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category*   | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                                                                              | Relevant to claim No.     |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| X<br>Y<br>A | JP 2013-191533 A (SONY CORPORATION) 26 September 2013, paragraphs [0041]-[0106], fig. 13<br>& US 2013/0214301 A1, paragraphs [0078]-[0194], fig. 11<br>& CN 103258838 A & KR 10-2013-0095215 A & TW 201336069 A | 1, 10-11<br>2-3, 5-9<br>4 |
| Y           | US 2016/0380235 A1 (SAMSUNG DISPLAY CO., LTD.) 29 December 2016, paragraphs [0102]-[0114], fig. 5<br>& KR 10-2017-0001826 A & CN 106298848 A                                                                    | 2-3, 5, 7-9               |



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
20.04.2018

Date of mailing of the international search report  
01.05.2018

Name and mailing address of the ISA/  
Japan Patent Office  
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,  
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer  
  
Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/004874

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                                                  | Relevant to claim No. |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Y         | US 2015/0123086 A1 (SAMSUNG DISPLAY CO., LTD.) 07 May 2015, paragraphs [0080]-[0088], [0137], fig. 5 & KR 10-2015-0052490 A                                                         | 6-9                   |
| A         | JP 2011-113968 A (SAMSUNG MOBILE DISPLAY CO., LTD.) 09 June 2011, entire text, all drawings & US 2011/0121271 A1, entire text, all drawings & KR 10-2011-0058126 A & CN 102074568 A | 1-11                  |
| A         | WO 2016/093009 A1 (SONY CORPORATION) 16 June 2016, entire text, all drawings & US 2017/0338444 A1, entire text, all drawings & CN 107006095 A                                       | 1-11                  |
| A         | US 2016/0149157 A1 (SAMSUNG DISPLAY CO., LTD.) 26 May 2016, entire text, all drawings & EP 3032602 A2 & KR 10-2016-0062307 A & CN 105633118 A & TW 201625594 A                      | 1-11                  |
| A         | KR 10-1695652 B1 (LG DISPLAY CO., LTD.) 12 January 2017, paragraph [0074], fig. 4 & US 2017/0294493 A1, paragraph [0094], fig. 4 & EP 3232488 A1 & CN 107331785 A                   | 1-11                  |
| P, A      | JP 2017-224416 A (JAPAN DISPLAY INC.) 21 December 2017, entire text, all drawings (Family: none)                                                                                    | 1-11                  |
| P, A      | KR 10-2017-0062786 A (LG DISPLAY CO., LTD.) 08 June 2017, entire text, all drawings (Family: none)                                                                                  | 1-11                  |

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H05B33/04(2006.01)i, G09F9/30(2006.01)i, H01L27/32(2006.01)i, H01L51/50(2006.01)i,  
H05B33/12(2006.01)i, H05B33/22(2006.01)i

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H05B33/04, G09F9/30, H01L27/32, H01L51/50, H05B33/12, H05B33/22

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

|             |            |
|-------------|------------|
| 日本国実用新案公報   | 1922-1996年 |
| 日本国公開実用新案公報 | 1971-2018年 |
| 日本国実用新案登録公報 | 1996-2018年 |
| 日本国登録実用新案公報 | 1994-2018年 |

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

| 引用文献の<br>カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示                                                                                                                                            | 関連する<br>請求項の番号            |
|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| X<br>Y<br>A     | JP 2013-191533 A (ソニー株式会社)<br>2013.09.26, 段落 [0041]-[0106], 図 13<br>& US 2013/0214301 A1, 段落 [0078]-[0194], 図 11<br>& CN 103258838 A & KR 10-2013-0095215 A & TW 201336069 A | 1, 10-11<br>2-3, 5-9<br>4 |
| Y               | US 2016/0380235 A1 (SAMSUNG DISPLAY CO., LTD.)<br>2016.12.29, 段落 [0102]-[0114], 図 5<br>& KR 10-2017-0001826 A & CN 106298848 A                                               | 2-3, 5, 7-9               |

☑ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

|                                                                |                                                                     |
|----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの                                 | 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの     |
| 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの                         | 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの                     |
| 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) | 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの |
| 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献                                      | 「&」 同一パテントファミリー文献                                                   |
| 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願                                   |                                                                     |

国際調査を完了した日

20.04.2018

国際調査報告の発送日

01.05.2018

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

辻本 寛司

20

3908

電話番号 03-3581-1101 内線 3271

| C (続き) . 関連すると認められる文献 |                                                                                                                                                   |                |
|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| 引用文献の<br>カテゴリー*       | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示                                                                                                                 | 関連する<br>請求項の番号 |
| Y                     | US 2015/0123086 A1 (SAMSUNG DISPLAY CO., LTD.)<br>2015.05.07, 段落 [0080]-[0088], [0137], 図 5<br>& KR 10-2015-0052490 A                             | 6-9            |
| A                     | JP 2011-113968 A (三星モバイルディスプレイ株式会社)<br>2011.06.09, 全文全図<br>& US 2011/0121271 A1, 全文全図<br>& KR 10-2011-0058126 A & CN 102074568 A                  | 1-11           |
| A                     | WO 2016/093009 A1 (ソニー株式会社)<br>2016.06.16, 全文全図<br>& US 2017/0338444 A1, 全文全図<br>& CN 107006095 A                                                 | 1-11           |
| A                     | US 2016/0149157 A1 (SAMSUNG DISPLAY CO., LTD.)<br>2016.05.26, 全文全図<br>& EP 3032602 A2 & KR 10-2016-0062307 A & CN 105633118 A<br>& TW 201625594 A | 1-11           |
| A                     | KR 10-1695652 B1 (LG DISPLAY CO., LTD.)<br>2017.01.12, 段落 [0074], 図 4<br>& US 2017/0294493 A1, 段落 [0094], 図 4<br>& EP 3232488 A1 & CN 107331785 A | 1-11           |
| P, A                  | JP 2017-224416 A (株式会社ジャパンディスプレイ)<br>2017.12.21, 全文全図<br>(ファミリーなし)                                                                                | 1-11           |
| P, A                  | KR 10-2017-0062786 A (LG DISPLAY CO., LTD.)<br>2017.06.08, 全文全図<br>(ファミリーなし)                                                                      | 1-11           |