

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6808662号  
(P6808662)

(45) 発行日 令和3年1月6日(2021.1.6)

(24) 登録日 令和2年12月11日(2020.12.11)

|                   |                  |              |
|-------------------|------------------|--------------|
| (51) Int.Cl.      | F I              |              |
| <b>H05B 33/10</b> | <b>(2006.01)</b> | H05B 33/10   |
| <b>H01L 51/50</b> | <b>(2006.01)</b> | H05B 33/14 A |
| <b>H01L 27/32</b> | <b>(2006.01)</b> | H01L 27/32   |
| <b>H05B 33/12</b> | <b>(2006.01)</b> | H05B 33/12 B |
| <b>H05B 33/22</b> | <b>(2006.01)</b> | H05B 33/22 Z |

請求項の数 19 (全 23 頁) 最終頁に続く

|           |                               |           |   |
|-----------|-------------------------------|-----------|---|
| (21) 出願番号 | 特願2018-4121 (P2018-4121)      | (73) 特許権者 | 514188173<br>株式会社 J O L E D<br>東京都千代田区神田錦町三丁目2 3 番地 |
| (22) 出願日  | 平成30年1月15日(2018.1.15)         | (74) 代理人  | 110001900<br>特許業務法人 ナカジマ知的財産総合事務所                   |
| (65) 公開番号 | 特開2019-125447 (P2019-125447A) | (72) 発明者  | 紙山 功<br>東京都千代田区神田錦町三丁目2 3 番地<br>株式会社 J O L E D 内    |
| (43) 公開日  | 令和1年7月25日(2019.7.25)          | 審査官       | 辻本 寛司   |
| 審査請求日     | 令和1年7月26日(2019.7.26)          |           |   |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】有機EL表示パネルの製造方法、および、有機EL表示パネル、有機EL表示装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

基板を準備する工程と、  
前記基板の上方において、行列状に複数の画素電極を形成する工程と、  
前記基板の上方において、行方向における前記画素電極の間隙に列方向に延伸する隔壁を複数形成する工程と、  
行方向に隣接する前記隔壁間の複数の間隙から選択される第1間隙に、発光材料を含むインクを塗布して第1発光層を形成する工程と、  
前記第1発光層の上方および前記第1間隙に行方向に隣接する第2間隙の画素電極の上方に跨るように、第2発光層を蒸着法で形成する工程と、  
前記第2発光層の上方に対向電極を形成する工程と  
を含み、  
前記隔壁の形成工程において、前記第1間隙と前記第2間隙との間に隔壁下部を形成し、前記隔壁下部の第2間隙側の側面と隔壁上部の第2間隙側の側面が連続するように、前記隔壁下部上に前記隔壁下部より行方向の幅が小さい前記隔壁上部を形成することを特徴とする有機EL表示パネルの製造方法。

【請求項2】

前記第2発光層を形成する前に、前記第2間隙と行方向に隣接する第3間隙に、発光材料を含むインクを塗布して第3発光層を形成する工程をさらに含み、  
前記第2発光層を形成する工程において、さらに前記第3発光層の上方に跨るように、

前記第 2 発光層を形成する

ことを特徴とする請求項 1 に記載の有機 E L 表示パネルの製造方法。

【請求項 3】

赤色に発光する発光材料を含むインクを用いて前記第 1 発光層を形成し、  
緑色に発光する発光材料を含むインクを用いて前記第 3 発光層を形成し、  
青色に発光する発光材料を用いて前記第 2 発光層を形成する

ことを特徴とする請求項 2 に記載の有機 E L 表示パネルの製造方法。

【請求項 4】

前記隔壁の形成工程において、前記第 1 間隙と前記第 3 間隙とに隣接する隔壁の行方向の幅を、前記第 2 間隙に隣接する隔壁の行方向の幅より広くする

10

ことを特徴とする請求項 2 または 3 に記載の有機 E L 表示パネルの製造方法。

【請求項 5】

前記隔壁の形成工程において、前記第 1 間隙と前記第 3 間隙とに隣接する隔壁の高さを、前記第 2 間隙に隣接する隔壁の前記隔壁下部の高さと同じくする

ことを特徴とする請求項 2 から 4 のいずれか 1 項に記載の有機 E L 表示パネルの製造方法。

【請求項 6】

前記第 2 間隙の行方向の幅は、前記第 1 間隙の行方向の幅より狭い

ことを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載の有機 E L 表示パネルの製造方法。

20

【請求項 7】

前記第 1 発光層を形成する前に、前記第 1 間隙に第 1 機能層を塗布法で形成する工程をさらに含み、

前記第 1 機能層の形成工程において、前記第 2 間隙内の前記画素電極上には第 1 機能層を形成しない

ことを特徴とする請求項 1 から 6 のいずれか 1 項に記載の有機 E L 表示パネルの製造方法。

【請求項 8】

前記第 2 発光層を形成する前に、前記第 1 発光層上および前記第 2 間隙内の前記画素電極上に第 2 機能層を蒸着法で形成する工程をさらに含む

30

ことを特徴とする請求項 1 から 6 のいずれか 1 項に記載の有機 E L 表示パネルの製造方法。

【請求項 9】

基板と、

前記基板の上方に行列状に配される、複数の画素電極と、

前記基板の上方に配される、行方向における前記画素電極の間隙に列方向に延伸する複数の隔壁と、

行方向に隣接する前記隔壁間の複数の間隙から選択される第 1 間隙において、前記画素電極の上方に配される第 1 発光層と、

前記第 1 発光層の上方および前記第 1 間隙に行方向に隣接する第 2 間隙の画素電極の上方に跨って配される第 2 発光層と、

40

前記第 2 発光層の上方に配される対向電極と

を備え、

前記第 2 間隙に隣接する前記隔壁は、前記第 1 発光層に接する面の上部端の高さは、前記第 1 発光層に接する面に対向する面の上部端の高さより低い

ことを特徴とする有機 E L 表示パネル。

【請求項 10】

前記第 2 間隙と行方向に隣接する第 3 間隙において、前記画素電極の上方に配される第 3 発光層をさらに備え、

前記第 2 発光層は、さらに前記第 3 発光層の上方に跨るように配されている

50

ことを特徴とする請求項 9 に記載の有機 E L 表示パネル。

【請求項 1 1】

前記第 1 発光層は赤色に発光する発光材料を含み、  
前記第 3 発光層は緑色に発光する発光材料を含み、  
前記第 2 発光層は青色に発光する発光材料を含む  
ことを特徴とする請求項 1 0 に記載の有機 E L 表示パネル。

【請求項 1 2】

前記第 1 間隙と前記第 3 間隙とに隣接する隔壁の行方向の幅は、前記第 2 間隙に隣接する隔壁の行方向の幅より広い  
ことを特徴とする請求項 1 0 または 1 1 に記載の有機 E L 表示パネル。

10

【請求項 1 3】

前記第 1 間隙と前記第 3 間隙とに隣接する隔壁の高さは、前記第 2 間隙に隣接する隔壁の前記第 1 発光層に接する面の上部端の高さと同じである  
ことを特徴とする請求項 1 0 から 1 2 のいずれか 1 項に記載の有機 E L 表示パネル。

【請求項 1 4】

前記第 2 間隙の行方向の幅は、前記第 1 間隙の行方向の幅より狭い  
ことを特徴とする請求項 9 から 1 3 のいずれか 1 項に記載の有機 E L 表示パネル。

【請求項 1 5】

前記第 1 間隙において、前記第 1 発光層と前記画素電極との間に第 1 発光層をさらに含み、  
前記第 2 間隙において、前記画素電極と前記第 2 発光層との間に前記第 1 発光層を含まない  
ことを特徴とする請求項 9 から 1 4 のいずれか 1 項に記載の有機 E L 表示パネル。

20

【請求項 1 6】

前記第 2 発光層と、前記第 1 発光層および前記第 2 間隙内の前記画素電極との間に、第 2 機能層をさらに含む  
ことを特徴とする請求項 9 から 1 5 のいずれか 1 項に記載の有機 E L 表示パネル。

【請求項 1 7】

請求項 9 から 1 6 のいずれか 1 項に記載の有機 E L 表示パネルを含む有機 E L 表示装置。

30

【請求項 1 8】

基板を準備する工程と、  
前記基板の上方において、行列状に複数の画素電極を形成する工程と、  
前記基板の上方において、行方向における前記画素電極の間隙に列方向に延伸する隔壁を複数形成する工程と、  
行方向に隣接する前記隔壁間の複数の間隙から選択される第 1 間隙、および、この第 1 間隙に行方向に隣接する第 2 間隙に第 2 発光層を蒸着法で形成する工程と、  
前記第 2 発光層の上方であって、前記第 1 間隙の画素電極の上方に、発光材料を含むインクを塗布して第 1 発光層を形成する工程と、  
前記第 1 発光層の上方および第 2 発光層の上方に対向電極を形成する工程と  
を含み、  
前記隔壁の形成工程において、前記第 1 間隙と前記第 2 間隙との間に隔壁下部を形成し、前記隔壁下部の第 2 間隙側の側面と隔壁上部の第 2 間隙側の側面が連続するように、前記隔壁下部上に前記隔壁下部より行方向の幅が小さい前記隔壁上部を形成する  
ことを特徴とする有機 E L 表示パネルの製造方法。

40

【請求項 1 9】

基板と、  
前記基板の上方に行列状に配される、複数の画素電極と、  
前記基板の上方に配される、行方向における前記画素電極の間隙に列方向に延伸する複数の隔壁と、

50

行方向に隣接する前記隔壁間の複数の間隙から選択される第1間隙、および、この第1間隙に隣接する第2間隙において、前記画素電極の上方に配される第2発光層と、

前記第2発光層の上方であって、前記第1間隙の画素電極の上方に配される第1発光層と、

前記第1発光層の上方および第2発光層の上方に配される対向電極とを備え、

前記第2間隙に隣接する前記隔壁は、前記第1発光層に接する面の上部端の高さは、前記第1発光層に接する面に対向する面の上部端の高さより低い

ことを特徴とする有機EL表示パネル。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本開示は、有機材料の電界発光現象を利用した有機EL (Electro Luminescence) 素子を用いた有機EL表示パネルの製造方法、及び、有機EL表示パネルとそれを用いた有機EL表示装置に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、表示装置に有機EL素子を利用したものが普及しつつある。

有機EL素子は、陽極と陰極との間に、少なくとも発光層が挟まれた構造を有している。発光層や機能層を効率よく形成する方法として、機能性材料を含むインクをインクジェット法等のウェットプロセスで塗布して形成する方法が知られている。ウェットプロセスでは、真空蒸着方法と比較して製造装置を小型化することができ、また、機能性材料を蒸着する際に使用するシャドウマスクを使用する必要がない。そのため、シャドウマスクの位置合わせ等の作業が必要なく、大型パネルの生成や量産性を考慮したパネルサイズを混合したような大型基板の製造も容易となり、効率の良いパネル生成に適した特徴がある。また蒸着法と異なり、インクジェット法では、高価な発光材料等の機能性材料の使用効率が向上することより、パネル製造コストの低減が可能となる。

20

【0003】

一方、発光層および機能層を形成するための発光材料や機能性材料を溶解したインクを塗り分け印刷するためにはバンクと呼ばれるサブピクセルごとに形成した隔壁が必要となる。機能性材料を含むインクが隔壁を乗り越えることによる混合、特に、発光材料を含むインクの場合、発色の異なるインクの混合による混色が発生すると、パネル不良の原因となる。そのため、隔壁間の開口部分であるサブピクセルとこのサブピクセルの両側にそれぞれ隣接する2つの隔壁とを含めた幅(以下、「バンク端距離」と呼ぶ)は、塗布対象のサブピクセルに隣接するサブピクセルにインクが入り込まないように、インクジェット装置のヘッドの位置合わせ精度およびインクの濡れ拡がりの範囲といった制約による下限値より大きくする必要があるのである。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

40

【特許文献1】国際公開第2010/150353号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

表示装置を高精細化するためには、サブピクセル間隔をより狭くする必要があるのである。しかしながら、上述したように、バンク端距離は、インクジェット装置のヘッドの位置合わせ精度およびインクの濡れ拡がりの範囲といった制約による下限値より大きくする必要があるのである。したがって、インクジェット装置をそのままに有機EL表示パネルの精細度を高めようとした場合、精細度の向上に伴ってサブピクセルと隣接するサブピクセルとの間隔が小さくなる一方、インクジェット装置の制約によりバンク端距離の下限値は変化しない。こ

50

れにより、従来のバンク構造の場合、混色を抑止しつつ精細度を向上させようとする、隔壁の幅を大きくする必要が生じる。そうすると、サブピクセルの面積が隔壁の面積に対して小さくなり、有効発光領域が狭くなる、すなわち、開口率が低下する課題が生じる。

【0006】

本開示は、上記の課題に鑑みてなされたものであり、塗布法で形成される発光層を有する有機EL表示パネルの製造方法において、有機EL表示パネルの精細度の向上と開口率の向上とを両立させることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記目的を達成するために、本発明の一態様に係る有機EL表示パネルの製造方法は、基板を準備する工程と、前記基板の上方において、行列状に複数の画素電極を形成する工程と、前記基板の上方において、行方向における前記画素電極の間隙に列方向に延伸する隔壁を複数形成する工程と、行方向に隣接する前記隔壁間の複数の間隙から選択される第1間隙に、発光材料を含むインクを塗布して第1発光層を形成する工程と、前記第1発光層の上方および前記第1間隙に行方向に隣接する第2間隙の画素電極の上方に跨るように、第2発光層を蒸着法で形成する工程と、前記第2発光層の上方に対向電極を形成する工程とを含み、前記隔壁の形成工程において、隔壁のうち前記第2間隙に隣接する部分の高さを、隔壁のうち前記第1間隙に隣接する部分の高さより高くすることを特徴とする。

【発明の効果】

【0008】

上記製造方法による有機EL表示パネルでは、第1間隙に形成される第1の発光層の面積、および、第2の発光層のうち第2間隙内に配される部分は、いずれも、インクジェット装置の制約が緩和される。したがって、有機EL表示パネルの精細度の向上と開口率の向上とを両立させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】実施の形態に係る有機EL表示パネル100の構成を模式的に示す断面図である。

【図2】インクジェット装置の精度と有機EL表示パネルのバンク配置との関係を示す模式図である。

【図3】実施例と比較例に係る、同一の精細度を有する有機EL表示パネルのバンク配置を示す図である。

【図4】実施の形態に係る有機EL表示パネルの製造過程の一部を模式的に示す部分断面図であって、(a)は、基板上にTFE層が形成された状態、(b)は、基板上に層間絶縁層が形成された状態、(c)は、層間絶縁層上に画素電極材料が形成された状態、(d)は、画素電極が形成された状態を示す。

【図5】実施の形態に係る有機EL表示パネルの製造過程の一部を模式的に示す部分断面図であって、(a)は、層間絶縁層および画素電極上に第1隔壁材料層が形成された状態、(b)は、隔壁層14aの下部142および隔壁層14bが形成された状態、(c)は、層間絶縁層、画素電極、隔壁層14aの下部142および隔壁層14b上に第2隔壁材料層が形成された状態、(d)は、隔壁層14aの上部141が形成された状態を示す。

【図6】実施の形態に係る有機EL表示パネルの製造過程の一部を模式的に示す部分断面図であって、(a)は、開口14R、14Gにおいて画素電極上に正孔注入層が形成された状態、(b)は、開口14R、14Gにおいて画素電極上に正孔輸送層が形成された状態、(c)は、開口14Rにおいて正孔注入層上に第1発光層が形成された状態、(d)は、開口14Gにおいて正孔注入層上に第1発光層が形成された状態を示す。

【図7】実施の形態に係る有機EL表示パネルの製造過程の一部を模式的に示す部分断面図であって、(a)は、第1発光層、開口14B内の画素電極、および、隔壁上に接続層が形成された状態、(b)は接続層上に第2発光層が形成された状態、(c)は第2発光層上に電子注入層が形成された状態を示す。

10

20

30

40

50

【図 8】実施の形態に係る有機 EL 素子の製造過程の一部を模式的に示す部分断面図であって、(a)は、電子注入層上に対向電極が形成された状態、(b)は対向電極上に封止層が形成された状態を示す。

【図 9】実施の形態に係る有機 EL 表示パネルの製造過程を示すフローチャートである。

【図 10】実施の形態に係る有機 EL 表示装置の構成を示すブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

本開示の一態様に至った経緯

有機 EL 表示パネルの発光層や機能層を塗布法により形成する場合、インクジェット装置のヘッドの位置合わせ精度およびインクの濡れ拡がりの範囲に合わせて隔壁の間隔を設計する必要がある。

図 2 は、インクジェット装置の精度と隔壁及びサブピクセルの幅との関係を説明する模式図である。図 2 (a) に示すように、インクジェットヘッド 4030 よりインク 9010 を滴下することを想定する。ここで、インク 9010 の中心の軌跡 DC の設定上の位置を Pa とし、インクジェットヘッド 4030 における設定上の塗布位置と実際の塗布位置との最大ずれ量を d とすると、実際のインク 9010 の中心の軌跡 DC は、位置 Pa から距離 d の範囲内である位置 Pb から位置 Pc の間のいずれかの位置となる。インクジェットヘッド 4030 における塗布位置のずれは、例えば、インクジェットヘッド 4030 を x 方向に走査して塗布する際の、インク 9010 の吐出タイミングのずれにより生じる。したがって、図 2 (b) に示すように着弾した後のインク 9020 の広がり範囲 (半径) を R とすると、着弾した後のインク 9020 が存在しうる x 軸上の範囲は、位置 Pb から左側 (x の負の方向) に距離 R の位置と、位置 Pc から右側 (x の正の方向) に距離 R の位置との間の範囲、すなわち、DC から距離 (d + R) 以下の範囲となる。着弾した後のインクが塗布対象のサブピクセルに隣接するサブピクセルの内部に存在すると混色等の原因となるので、着弾した後のインクの存在しうる範囲は、塗布対象のサブピクセル、または、当該サブピクセルに隣接する隔壁上に存在している必要がある。したがって、サブピクセル 9101 の x 方向の幅を  $W_p$ 、サブピクセル 9101 を区画する 2 つの隔壁 9111、9112 それぞれの幅をいずれも  $W_b$  としたとき、バンク端距離  $d_b$  は以下の関係を満たす必要がある。

$$d_b = W_p + 2W_b - 2(d + R) \quad \dots \text{式(1)}$$

一方、図 2 (c) に示すように、複数のサブピクセルが x 方向に配されている。このとき、複数の同色のサブピクセルが配される隔壁間隙 9121 は、隔壁 9131 と隔壁 9132 によって規定され、同様に、複数の同色のサブピクセルが配される隔壁間隙 9122 は、隔壁 9132 と隔壁 9133 によって規定される。このとき、隔壁間隙 9121 における設計上の塗布中心  $C_R$  と隔壁間隙 9122 における設計上の塗布中心  $C_G$  間の距離で規定されるピクセル間距離  $P_p$  は、以下の関係を満たす。

$$P_p = 2 \cdot (1/2)W_p + W_b = W_p + W_b \quad \dots \text{式(2)}$$

ここで、式(1)と式(2)から、以下の関係が成立する。

$$P_p = (W_p + 2W_b) - W_b = d_b - W_b$$

$$P_p - 2(d + R) - W_b \quad \dots \text{式(3)}$$

式(3)から、以下のことが言える。すなわち、ピクセル間距離  $P_p$  は発光パネルの精細度が高いほど小さくなるが、インクジェット装置の制約である最大ずれ量 d と着弾後のインク半径 R が変わらない場合には、設計上、隔壁幅  $W_b$  を大きくしないと塗布時の混色リスクが高くなる。つまり、インクジェット装置をそのままに発光パネルの精細度を向上させようとする、隔壁幅を大きく設計しないとサブピクセル間のインクの混合 (混色など) のリスクが高くなる。したがって、インクジェット装置を変えずに、かつ、混色リスクを増加させることなく発光パネルの精細度を向上させようとする、隔壁の面積に対する発光パネルの面積の比率が低くせざるを得ない、すなわち、精細度のトレードオフとして開口率を下げなければならなくなる。

【0011】

10

20

30

40

50

そこで、発明者は、有機EL表示パネルの構造について検討し、実施の形態に係る製造方法により開口率の向上を図ることができるという知見を得た。

#### 開示の態様

本開示の一態様に係る有機EL表示パネルの製造方法は、基板を準備する工程と、前記基板の上方において、行列状に複数の画素電極を形成する工程と、前記基板の上方において、行方向における前記画素電極の間隙に列方向に延伸する隔壁を複数形成する工程と、行方向に隣接する前記隔壁間の複数の間隙から選択される第1間隙に、発光材料を含むインクを塗布して第1発光層を形成する工程と、前記第1発光層の上方および前記第1間隙に行方向に隣接する第2間隙の画素電極の上方に跨るように、第2発光層を蒸着法で形成する工程と、前記第2発光層の上方に対向電極を形成する工程とを含み、前記隔壁の形成工程において、隔壁のうち前記第2間隙に隣接する部分の高さを、隔壁のうち前記第1間隙に隣接する部分の高さより高くする。

10

#### 【0012】

上記製造方法による有機EL表示パネルでは、第1間隙に形成される第1の発光層の面積、および、第2の発光層のうち第2間隙内に配される部分は、いずれも、インクジェット装置の制約が緩和される。したがって、有機EL表示パネルの精細度の向上と開口率の向上とを両立させることができる。

また、本開示の一態様に係る有機EL表示パネルは、基板と、前記基板の上方に行列状に配される、複数の画素電極と、前記基板の上方に配される、行方向における前記画素電極の間隙に列方向に延伸する複数の隔壁と、行方向に隣接する前記隔壁間の複数の間隙から選択される第1間隙において、前記画素電極の上方に配される第1発光層と、前記第1発光層の上方および前記第1間隙に行方向に隣接する第2間隙の画素電極の上方に跨って配される第2発光層と、前記第2発光層の上方に配される対向電極とを備え、前記第2間隙に隣接する前記隔壁において、前記第2間隙に隣接する部分の高さは、前記第1間隙に隣接する部分の高さより高い。

20

#### 【0013】

この有機EL表示パネルにおいても上記と同様の効果が得られる。

また、本開示の一態様に係る有機EL表示装置は、上述の有機EL表示パネルを備える有機EL表示装置である。

この有機EL表示装置においても上記と同様の効果が得られる。

30

上記態様の製造方法、および、有機EL表示パネル、有機EL表示装置において、以下のようにしてもよい。

#### 【0014】

前記第2発光層を形成する前に、前記第2間隙と行方向に隣接する第3間隙に、発光材料を含むインクを塗布して第3発光層を形成する工程をさらに含み、前記第2発光層を形成する工程において、さらに前記第3発光層の上方に跨るように、前記第2発光層を形成する、としてもよい。

これにより、3色以上の有機EL素子を有する有機EL表示装置においても、精細度を向上させることができる。

#### 【0015】

40

また、赤色に発光する発光材料を含むインクを用いて前記第1発光層を形成し、緑色に発光する発光材料を含むインクを用いて前記第3発光層を形成し、青色に発光する発光材料を用いて前記第2発光層を形成する、としてもよい。

これにより、赤色、緑色の発光強度の低下を抑制することができる。

また、前記隔壁の形成工程において、前記第1間隙と前記第3間隙とに隣接する隔壁の行方向の幅を、前記第2間隙に隣接する隔壁の行方向の幅より広くする、としてもよい。

#### 【0016】

これにより、混色を防ぐため第1間隙と第3間隙との間の隔壁の幅を広くしつつ、第2間隙の狭矮化を防ぐことができる。

また、前記隔壁の形成工程において、前記第1間隙と前記第3間隙とに隣接する隔壁の

50

高さを、前記第2間隙に隣接する隔壁の前記第1間隙に隣接する部分の高さと同じくする、としてもよい。

【0017】

これにより、第1間隙と第3間隙との間の隔壁が過度に高くなることを防ぐとともに、隔壁の製造工程を簡略化することができる。

また、前記第2間隙の行方向の幅は、前記第1間隙の行方向の幅より狭い、としてもよい。

これにより、面積を大きくすることが困難な第1発光層の面積を広げ、開口率を向上させることができる。

【0018】

また、前記第1発光層を形成する前に、前記第1間隙に第1機能層を塗布法で形成する工程をさらに含み、前記第1機能層の形成工程において、前記第2間隙内の前記画素電極上には第1機能層を形成しない、としてもよい。

これにより、第1発光層の発光効率を向上させつつ、第2間隙の両隣の隔壁の形状への影響を防ぐことができる。

【0019】

また、前記第2発光層を形成する前に、前記第1発光層上および前記第2間隙内の前記画素電極上に第2機能層を蒸着法で形成する工程をさらに含む、としてもよい。

これにより、第2間隙における第2発光層の発光効率を向上させるとともに、第1間隙において第1発光層と第2発光層との機能を確保することができる。

また、本開示の他の一態様に係る有機EL表示パネルの製造方法は、基板を準備する工程と、前記基板の上方において、行列状に複数の画素電極を形成する工程と、前記基板の上方において、行方向における前記画素電極の間隙に列方向に延伸する隔壁を複数形成する工程と、行方向に隣接する前記隔壁間の複数の間隙から選択される第1間隙、および、この第1間隙に行方向に隣接する第2間隙に第2発光層を蒸着法で形成する工程と、前記第2発光層の上方であって、前記第1間隙の画素電極の上方に、発光材料を含むインクを塗布して第1発光層を形成する工程と、前記第1発光層の上方および第2発光層の上方に対向電極を形成する工程とを含み、前記隔壁の形成工程において、隔壁のうち前記第2間隙に隣接する部分の高さを、隔壁のうち前記第1間隙に隣接する部分の高さより高くする。

【0020】

また、本開示の他の一態様に係る有機EL表示パネルは、基板と、前記基板の上方に行列状に配される、複数の画素電極と、前記基板の上方に配される、行方向における前記画素電極の間隙に列方向に延伸する複数の隔壁と、行方向に隣接する前記隔壁間の複数の間隙から選択される第1間隙、および、この第1間隙に隣接する第2間隙において、前記画素電極の上方に配される第2発光層と、前記第2発光層の上方であって、前記第1間隙の画素電極の上方に配される第1発光層と、前記第1発光層の上方および第2発光層の上方に配される対向電極とを備え、前記第2間隙に隣接する前記隔壁において、前記第2間隙に隣接する部分の高さは、前記第1間隙に隣接する部分の高さより高い。

【0021】

これらの有機EL表示パネルの製造方法、または有機EL表示パネルにおいても上記と同様の効果が得られる。

実施の形態

以下、実施の形態に係る有機EL表示パネルについて説明する。なお、以下の説明は、本発明の一態様に係る構成及び作用・効果を説明するための例示であって、本発明の本質的部分以外は以下の形態に限定されない。

【0022】

1. 有機EL表示パネルおよび有機EL素子の構成

図1は、実施の形態1に係る有機EL表示パネル100(図10参照)の部分断面図である。有機EL表示パネル100は、3つの色(赤色、緑色、青色)を発光する有機EL

10

20

30

40

50

素子 1 ( R )、1 ( G )、1 ( B ) で構成される画素を複数備えている。図 1 では、その 1 つの画素の断面を示している。

【 0 0 2 3 】

有機 E L 表示パネル 1 0 0 において、各有機 E L 素子 1 は、前方 ( 図 1 における紙面上方 ) に光を出射するいわゆるトップエミッション型である。

有機 E L 素子 1 ( R ) と、有機 E L 素子 1 ( G ) は、ほぼ同様の構成を有するので、区別しないときは、有機 E L 素子 1 ( R / G ) として説明する。また、有機 E L 素子 1 ( R / G ) と有機 E L 素子 1 ( B ) とで同様の構成である部分については、区別せず有機 E L 素子 1 として説明する。

【 0 0 2 4 】

図 1 に示すように、有機 E L 素子 1 ( R / G ) は、基板 1 1、層間絶縁層 1 2、画素電極 1 3 R または 1 3 G、隔壁層 1 4、正孔注入層 1 5、正孔輸送層 1 6、第 1 発光層 1 7、接続層 1 8、第 2 発光層 1 9、電子注入層 2 0、対向電極 2 1、および、封止層 2 2 を備える。これに対し、有機 E L 素子 1 ( B ) は、正孔注入層 1 5、正孔輸送層 1 6、第 1 発光層 1 7 を備えず、基板 1 1、層間絶縁層 1 2、画素電極 1 3 B、隔壁層 1 4、接続層 1 8、第 2 発光層 1 9、電子注入層 2 0、対向電極 2 1、および、封止層 2 2 を備える。

【 0 0 2 5 】

なお、基板 1 1、層間絶縁層 1 2、接続層 1 8、第 2 発光層 1 9、電子注入層 2 0、対向電極 2 1、および、封止層 2 2 は、画素ごとに形成されているのではなく、有機 E L 表示パネル 1 0 0 が備える複数の有機 E L 素子 1 に共通して形成されている。

< 基板 >

基板 1 1 は、絶縁材料である基材 1 1 1 と、T F T ( T h i n F i l m T r a n s i s t o r ) 層 1 1 2 とを含む。T F T 層 1 1 2 には、画素ごとに駆動回路が形成されている。基材 1 1 1 は、例えば、ガラス基板、石英基板、シリコン基板、硫化モリブデン、銅、亜鉛、アルミニウム、ステンレス、マグネシウム、鉄、ニッケル、金、銀などの金属基板、ガリウム砒素などの半導体基板、プラスチック基板等を採用することができる。プラスチック材料としては、熱可塑性樹脂、熱硬化性樹脂いずれの樹脂を用いてもよい。例えば、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリアミド、ポリイミド ( P I )、ポリカーボネート、アクリル系樹脂、ポリエチレンテレフタレート ( P E T )、ポリブチレンテレフタレート、ポリアセタール、その他フッ素系樹脂、スチレン系、ポリオレフィン系、ポリ塩化ビニル系、ポリウレタン系、フッ素ゴム系、塩素化ポリエチレン系等の各種熱可塑性エラストマー、エポキシ樹脂、不飽和ポリエステル、シリコーン樹脂、ポリウレタン等、またはこれらを主とする共重合体、ブレンド体、ポリマーアロイ等が挙げられ、これらのうち 1 種、または 2 種以上を積層した積層体を用いることができる。

【 0 0 2 6 】

< 層間絶縁層 >

層間絶縁層 1 2 は、基板 1 1 上に形成されている。層間絶縁層 1 2 は、樹脂材料からなり、T F T 層 1 1 2 の上面の段差を平坦化するためのものである。樹脂材料としては、例えば、ポジ型の感光性材料が挙げられる。また、このような感光性材料として、アクリル系樹脂、ポリイミド系樹脂、シロキサン系樹脂、フェノール系樹脂が挙げられる。また、図 1 の断面図には示されていないが、層間絶縁層 1 2 には、画素ごとにコンタクトホールが形成されている。

【 0 0 2 7 】

< 画素電極 >

画素電極 1 3 R、1 3 G、1 3 B は、光反射性の金属材料からなる金属層を含み、層間絶縁層 1 2 上に形成されている。画素電極 1 3 R、1 3 G、1 3 B は、サブピクセルごとに設けられ、コンタクトホールを通じて T F T 層 1 1 2 と電氣的に接続されている。

本実施形態においては、画素電極 1 3 R、1 3 G、1 3 B は、陽極として機能する。

【 0 0 2 8 】

光反射性を具備する金属材料の具体例としては、A g ( 銀 )、A l ( アルミニウム )、

10

20

30

40

50

アルミニウム合金、Mo（モリブデン）、APC（銀、パラジウム、銅の合金）、ARA（銀、ルビジウム、金の合金）、MoCr（モリブデンとクロムの合金）、MoW（モリブデンとタングステンの合金）、NiCr（ニッケルとクロムの合金）などが挙げられる。

#### 【0029】

画素電極13R、13G、13Bは、金属層単独で構成してもよいが、金属層の上に、ITO（酸化インジウム錫）やIZO（酸化インジウム亜鉛）のような金属酸化物からなる層を積層した積層構造としてもよい。

なお、画素電極13Rと画素電極13Gは同様の構成を有しているが、画素電極13Bは、画素電極13Rおよび画素電極13Gに対し、x方向の幅が小さい。また、画素電極13Bの表面積は画素電極13Rおよび画素電極13Gの表面積とほぼ同じであることが好ましく、画素電極13Rおよび画素電極13Gに対し、y方向の長さが長い。これは、後述するように第2発光層19が蒸着法により形成されるため、有機EL素子1（B）の発光層である第2発光層19の膜厚は有機EL素子1（R/G）の発光層である第1発光層17の膜厚と比べて均一性が高く、y方向に隣接する2つの有機EL素子1（B）の境界となる領域を矮小化できるためである。

#### 【0030】

##### < 隔壁層 >

隔壁層14は、画素電極13の上面の一部の領域を露出させ、その周辺の領域を被覆した状態で画素電極13上に形成されている。画素電極13上面において隔壁層14で被覆されていない領域（以下、「開口部」という）は、サブピクセルに対応している。すなわち、隔壁層14は、サブピクセルごとに設けられた開口部を有する。

#### 【0031】

本実施の形態においては、隔壁層14は、画素電極13が形成されていない部分においては、層間絶縁層12上に形成されている。すなわち、画素電極13が形成されていない部分においては、隔壁層14の底面は層間絶縁層12の上面と接している。

隔壁層14は、例えば、絶縁性の有機材料からなる。隔壁層14は、正孔注入層15、正孔輸送層16、第1発光層17を形成する場合に塗布されたインクがあふれ出ないようにするための構造物として機能する。本実施の形態では、隔壁層14は、樹脂材料からなり、具体的な材料としては、アクリル系樹脂、ポリイミド系樹脂、シロキサン系樹脂、フェノール系樹脂が挙げられる。本実施の形態においては、フェノール系樹脂が用いられている。

#### 【0032】

隔壁層14は、第1隔壁層14aと第2隔壁層14bの2種類がある。第1隔壁層14aは、有機EL素子1（B）と、隣接する有機EL素子1（R/G）との間に設けられ、有機EL素子1（B）に隣接する部分が有機EL素子1（R/G）に隣接する部分より高く形成されている。具体的には、略台形の断面形状を持つ下部142と、下部142よりx方向の幅が狭い上部141の2層構造からなり、上部141は、下部142の上面のうち有機EL素子1（B）に隣接する領域に形成されている。好ましくは、第1隔壁層14aは、有機EL素子1（B）に隣接する部分では、下部142の側面と上部141の側面とがほぼ連続しており、有機EL素子1（R/G）に隣接する部分では、下部142の上面の一部が露出してステップ状の形状を持つ。一方、第2隔壁層14bは、有機EL素子1（R）と有機EL素子1（G）との間に設けられる。第2隔壁層14bは、略台形の断面形状を持ち、高さは下部142とほぼ同じであるが、x方向の幅は下部142より広い。

#### 【0033】

##### < 第3隔壁層 >

図示していないが、y方向に隣接する有機EL素子1（B）と有機EL素子1（B）との間、および、y方向に隣接する有機EL素子1（R/G）と有機EL素子1（R/G）の間には、第3隔壁層が形成されている。第2隔壁層は、y方向に隣接する画素電極1

3 R、1 3 G、1 3 Bの間において、画素電極 1 3 R、1 3 G、1 3 Bの y 方向の端部を覆うように設けられている。第 3 隔壁層は第 1 隔壁層 1 4 a および第 2 隔壁層 1 4 b の下に設けられ、上面は塗布されるインクに対して親液性を有している。

【 0 0 3 4 】

< 正孔注入層 >

正孔注入層 1 5 は、画素電極 1 3 から第 1 発光層 1 7 への正孔の注入を促進させる目的で、有機 E L 素子 1 ( R / G ) を構成する画素電極 1 3 R、1 3 G 上に設けられており、第 3 隔壁層を跨いで y 方向に隣接する有機 E L 素子 1 ( R / G ) にまたがって形成されている。正孔注入層 1 5 の材料の具体例としては、例えば、P E D O T / P S S ( ポリチオフェンとポリスチレンスルホン酸との混合物 ) などの導電性ポリマー材料が挙げられる。

10

【 0 0 3 5 】

なお、正孔注入層 1 5 は、遷移金属の酸化物で形成してもよい。遷移金属の具体例としては、A g ( 銀 )、M o ( モリブデン )、C r ( クロム )、V ( パナジウム )、W ( タングステン )、N i ( ニッケル )、I r ( イリジウム ) などである。遷移金属は複数の酸化数を取るため、複数の準位を取ることができ、その結果、正孔注入が容易になり、駆動電圧の低減に寄与するからである。この場合、正孔注入層 1 5 は、大きな仕事関数を有することが好ましい。

【 0 0 3 6 】

< 正孔輸送層 >

正孔輸送層 1 6 は、有機 E L 素子 1 ( R / G ) に対応する開口部において、正孔注入層 1 5 上に形成されている。正孔輸送層 1 6 の材料は、親水基を備えない高分子化合物であり、具体的には、ポリフルオレンやその誘導体、あるいは、ポリアリールアミンやその誘導体などの高分子化合物であって、親水基を備えないものなどを用いることができる。

20

【 0 0 3 7 】

正孔輸送層 1 6 は、正孔注入層 1 5 から注入された正孔を第 1 発光層 1 7 へ輸送する機能を有する。

< 第 1 発光層 >

第 1 発光層 1 7 は、有機 E L 素子 1 ( R / G ) に対応する開口部において、正孔輸送層 1 6 上に形成されている。第 1 発光層 1 7 は、正孔と電子の再結合により、R、G の各色の光を出射する機能を有する。第 1 発光層 1 7 の材料としては、公知の材料を利用することができる。具体的には、例えば、オキシノイド化合物、ペリレン化合物、クマリン化合物、アザクマリン化合物、オキサゾール化合物、オキサジアゾール化合物、ペリノン化合物、ピロロピロール化合物、ナフタレン化合物、アントラセン化合物、フルオレン化合物、フルオランテン化合物、テトラセン化合物、ピレン化合物、コロネン化合物、キノロン化合物及びアザキノロン化合物、ピラゾリン誘導体及びピラゾロン誘導体、ローダミン化合物、クリセン化合物、フェナントレン化合物、シクロペンタジエン化合物、スチルベン化合物、ジフェニルキノロン化合物、スチリル化合物、ブタジエン化合物、ジシアノメチレンピラン化合物、ジシアノメチレンチオピラン化合物、フルオレセイン化合物、ピリリウム化合物、チアピリリウム化合物、セレナピリリウム化合物、テルロピリリウム化合物、芳香族アルダジエン化合物、オリゴフェニレン化合物、チオキサンテン化合物、シアニン化合物、アクリジン化合物、8 - ヒドロキシキノリン化合物の金属錯体、2 - ビピリジン化合物の金属錯体、シッフ塩と I I I 族金属との錯体、オキシニ金属錯体、希土類錯体などの蛍光物質で形成されることが好ましい。

30

40

【 0 0 3 8 】

< 接続層 >

接続層 1 8 は、開口部と隔壁層 1 4 の上部とにまたがって形成されており、有機 E L 素子 1 の共通層として形成される。接続層 1 8 は、有機 E L 素子 1 ( B ) においては画素電極 1 3 から第 2 発光層 1 9 への正孔の注入を促進させる機能を有し、有機 E L 素子 1 ( R / G ) においては、第 1 発光層 1 7 内に形成される三重項励起子を第 1 発光層 1 7 内に閉じ込める機能を有する。接続層 1 8 の厚みは、例えば 1 n m ~ 3 0 n m が好ましく、1 n

50

m ~ 15 nm がさらに好ましい。

【0039】

接続層18を構成する材料としては、以下の条件を満たしていることが好ましい。第1に、第1発光層17内に形成される三重項励起子を第1発光層17内に閉じ込めるため、接続層18の三重項励起状態が第1発光層の三重項励起状態より0.1 eV以上高いことが好ましい。第2に、第2発光層19への正孔の注入を促進するため、正孔輸送性を有するとともに、第2発光層19の基底状態のエネルギーと接続層18の基底状態のエネルギーとの差が0.4 eV以下であることが好ましい。第3に、接続層18は蒸着法により成膜されるため、低分子材料、特にモノマーであることが好ましい。具体的には、りん光性ホスト材料、または、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、スチルベンあるいはこれらの誘導体、または、ビニルカルバゾール系化合物、チオフェン系化合物あるいはアニリン系化合物等の複素環式共役系のモノマーまたはオリゴマーを用いることができる。さらに具体的な材料としては、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、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、4 - ジ - p - トリルアミノスチルベンなどが挙げられる。

【0040】

< 第2発光層 >

第2発光層19は、接続層18上に形成されており、有機EL素子1の共通層として形成される。第2発光層19は、有機EL素子1(B)においては正孔と電子の再結合によりBの光を出射する発光層として機能し、有機EL素子1(R/G)においては正孔と電子の再結合により第1発光層17の発光材料を励起させる再結合領域として機能する。すなわち、有機EL素子1(B)では第2発光層が発光層として発光するが、有機EL素子1(R)および有機EL素子1(G)では、第1発光層のみが発光層として機能し、第2発光層は発光しない。したがって、第2発光層が発光する光の波長は、第1発光層が発光する光の波長より短いことが好ましい。第2発光層19の材料としては、公知の材料を利用することができる。具体的には、例えば、オキシノイド化合物、ペリレン化合物、クマリン化合物、アザクマリン化合物、オキサゾール化合物、オキサジアゾール化合物、ペリノン化合物、ピロロピロール化合物、ナフタレン化合物、アントラセン化合物、フルオレノン化合物、フルオランテン化合物、テトラセン化合物、ピレン化合物、コロネン化合物、キノロン化合物及びアザキノロン化合物、ピラゾリン誘導体及びピラゾロン誘導体、ローダミン化合物、クリセン化合物、フェナントレン化合物、シクロペンタジエン化合物、スチルベン化合物、ジフェニルキノロン化合物、スチリル化合物、ブタジエン化合物、ジシアノメチレンピラン化合物、ジシアノメチレンチオピラン化合物、フルオレセイン化合物、ピリリウム化合物、チアピリリウム化合物、セレナピリリウム化合物、テルロピリリウム化合物、芳香族アルダジエン化合物、オリゴフェニレン化合物、チオキサンテン化合物、シアニン化合物、アクリジン化合物、8 - ヒドロキシキノリン化合物の金属錯体、2 - ピピリジン化合物の金属錯体、シッフ塩とIII族金属との錯体、オキシ金属錯体、希土類錯体などの蛍光物質で形成されることが好ましい。

【0041】

< 電子注入層 >

電子注入層20は、対向電極21から供給される電子を第2発光層19へと注入する機能を有する。電子注入層20は、例えば、電子輸送性が高い有機材料に、アルカリ金属、または、アルカリ土類金属から選択されるドーパ金属がドーパされて形成されている。実施の形態では、Baがドーパされている。Baのドーパ濃度は40 wt % 以下であり、20 wt % 以下が好ましく、15 wt % 以下がより好ましい。

【0042】

10

20

30

40

50

アルカリ金属に該当する金属は、リチウム (Li)、ナトリウム (Na)、カリウム (K)、ルビジウム (Rb)、セシウム (Cs)、フランシウム (Fr) であり、アルカリ土類金属に該当する金属は、カルシウム (Ca)、ストロンチウム (Sr)、バリウム (Ba)、ラジウム (Ra) である。

電子注入層 20 に用いられる有機材料としては、例えば、オキサジアゾール誘導体 (OXD)、トリアゾール誘導体 (TAZ)、フェナンスロリン誘導体 (BCP、Bphen) などの電子系低分子有機材料が挙げられる。

#### 【0043】

##### <対向電極>

対向電極 21 は、透光性の導電性材料からなり、電子注入層 20 上に形成されている。対向電極 21 は、陰極として機能する。

10

対向電極 21 の材料としては、例えば、ITO や IZO などを用いることができる。あるいは、対向電極 21 の材料として、銀、銀合金、アルミニウム、アルミニウム合金等の金属の薄膜を用いてもよい。

#### 【0044】

##### <封止層>

封止層 22 は、正孔輸送層 16、第1発光層 17、接続層 18、第2発光層 19、電子注入層 20 などの有機層が水分に晒されたり、空気に晒されたりすることを抑制する機能を有し、例えば、窒化シリコン (SiN)、酸窒化シリコン (SiON) などの透光性材料を用い形成される。また、窒化シリコン (SiN)、酸窒化シリコン (SiON) などの材料を用い形成された層の上に、アクリル樹脂、シリコーン樹脂などの樹脂材料からなる封止樹脂層を設けてもよい。

20

#### 【0045】

本実施の形態においては、有機 EL 表示パネル 100 がトップエミッション型であるため、封止層 22 は光透過性の材料で形成されることが必要となる。

##### 2. バンクおよび発光層の構成と開口率

図3は、実施例および比較例に係る、バンクの構成を示す図である。図3は xz 平面に沿った断面図であり、基板 11 と隔壁のみを簡略化して示している。

#### 【0046】

図3(a)は比較例1であり、赤色発光層、緑色発光層、青色発光層の全てを塗布法により作成する場合のバンクの従来の構成を示している。上述したように、開口部 914R に塗布するインクが開口部 914B および開口部 914G にあふれ出さないためには、バンク端距離  $d_b$  が上述の(1)式を満たす必要がある。したがって、隔壁 9141 の左端と、隔壁 9142 の右端は、それぞれ、開口部 914R における中心から  $d_b/2$  だけ離れている必要がある。同様に、隔壁 9142 の左端と、隔壁 9143 の右端は、それぞれ、開口部 914G における中心から  $d_b/2$  だけ離れている必要がある。

30

#### 【0047】

図3(b)は、青色発光層を蒸着法で形成するため、青色発光層に隣接する隔壁 9241、9243、9244 のそれぞれに上部 9241a、9243a、9244a を設けた構成である比較例2を示す図である。比較例2では、上部 9241a が開口部 924R から赤色発光層を形成するためのインクが左側(青色発光層側)にあふれ出ることがない高さに設けられている。同様に、上部 9243a が開口部 924G から緑色発光層を形成するためのインクが右側(青色発光層である開口部 924B 側)にあふれ出ることがない高さに設けられている。

40

#### 【0048】

図3(c)は、比較例2のバンクの構成と同じ効果を有しながら、開口率を向上した比較例3を示す図である。比較例2では、上部 9241a、9243a、9244a を設けたことで、青色発光層が形成される開口部 924B にインクが流れ込むことがない。したがって、隔壁 9241 の上部左端は、開口部 924R の中心から  $d_b/2$  離れていなくてもよい。すなわち、隔壁 9241 における上部 9241a の左側 9241b は、存在して

50

いなくてもよい。同様に、隔壁 9 2 4 3 の上部右端は、開口部 9 2 4 G の中心から  $d_b / 2$  離れていなくてもよく、隔壁 9 2 4 3 における上部 9 2 4 3 a の右側 9 2 4 3 b は、存在していなくてもよい。同様に、隔壁 9 2 4 4 の上部左端は、開口部 9 2 4 R の中心から  $d_b / 2$  離れていなくてもよく、隔壁 9 2 4 4 における上部 9 2 4 4 a の左側 9 2 4 4 b は、存在していなくてもよい。したがって、比較例 3 のように、隔壁 9 3 4 1 の上部右端と開口部 9 3 4 R の中心との距離、隔壁 9 3 4 3 の上部左端と開口部 9 3 4 G の中心との距離、隔壁 9 3 4 4 の上部右端と開口部 9 3 4 B の中心との距離を、それぞれ  $d_b / 2$  より小さい  $d_a$  とする構成としてもよい。この構成においても、青色発光層が形成される開口部 9 3 4 B で混色を防ぐ効果は失われず、開口部 9 3 4 B の幅を大きくとることによって開口率を向上させることができる。さらに、上部を有する隔壁 9 3 4 1、9 3 4 3、9 3 4 4 の形成位置を青色発光層が形成される開口部 9 3 4 B 中心に近づけることで、赤色発光層または緑色発光層が形成される開口部 9 3 4 R、9 3 4 G の幅を向上させることができる。

#### 【0049】

図 3 (d) は、実施例のバンクの構成を示す図である。実施例では、比較例 3 の開口部 1 4 B の幅を開口部 1 4 R、1 4 G の幅より小さくすることにより、同色の開口部間の距離を小さくして精細度の向上を図っている。開口部 1 4 B に形成される青色発光層は蒸着により形成されるので、塗布法により形成される赤色発光層、緑色発光層より膜厚が均一である。これにより、開口部 1 4 B では開口部の幅に対する発光部分の幅の割合を、開口部 1 4 R、1 4 G における開口部の幅に対する発光部分の幅の割合を大きくすることができる。したがって、開口部 1 4 B の幅を開口部 1 4 R、1 4 G の幅より小さくしても、青色発光層からの光量が不足することがない。したがって、実施例では、比較例 1 と比較しても、開口率の減少を防ぎつつ精細度を向上させることができる。

#### 【0050】

ここで、開口部 1 4 R から赤色発光層を形成するためのインクが左側（青色発光層側）にあふれ出ないように設けられている上部 1 4 a について説明する。上部 1 4 a の開口部 1 4 R 側の縁は、開口部 1 4 R における塗布中心から  $d_{ar}$  だけ離れている。この距離  $d_{ar}$  は、ノズルから出射された赤色発光層を形成するためのインクの半径： $r_r$  に、インクジェットヘッド 4 0 3 0 における設定上の塗布位置と実際の塗布位置との最大ずれ量： $d$  を加えた値以上となっている。このため、赤色発光層を形成するためのインクは、着弾時において、上部 1 4 の開口部 1 4 R 側の縁を越えて青色発光層が形成される開口部に達することは無い。次に上部 1 4 a の高さについて説明する。着弾したインクは、平面上であれば前述の通り半径： $R_r$  まで広がるが、上部 1 4 a があるためインクが左側（青色発光層側）にあふれ出ることがない。ノズルから滴下された赤インク球の半径  $r_r$  とすると、このインク球の体積は  $4 / 3 \cdot r_r^3$  となるが、インクが着弾した後、広がりが制限されて半径  $r_r$  の円柱に収まるとした場合、その高さは  $4 / 3 \cdot r_r$  となる。すなわち、上部 1 4 a の高さは、 $4 / 3 \cdot r_r$  より高く配置することにより、開口部 1 4 R から赤色発光層を形成するためのインクが左側（青色発光層側）にあふれることがない。

#### 【0051】

同様に、開口部 1 4 G から緑色発光層を形成するためのインクが右側（青色発光層側）にあふれ出ないように設けられている上部 1 4 a の開口部 1 4 G 側の縁は、開口部 1 4 G における塗布中心から  $d_{ag}$  だけ離れている。ノズルから滴下された緑インク球の半径  $r_g$  とすると、この距離  $d_{ag}$  は、ノズルから出射された赤色発光層を形成するためのインクの半径： $r_{rg}$  にインクジェットヘッド 4 0 3 0 における設定上の塗布位置と実際の塗布位置との最大ずれ量： $d$  を加えた値以上となっている。上部 1 4 a の高さは、 $4 / 3 \cdot r_g$  より高く配置されている。

#### 【0052】

なお、上述の上部 1 4 a の高さの説明において、インク粘度、隔壁との距離・摩擦などの影響を無視したが、実際にはこれらの影響によりインクが青色発光層側にあふれ出ないようにするための高さはより低く抑えらる。

10

20

30

40

50

なお、比較例 1 のバンクの構成のまま精細度を向上させようとする、以下のようにする。精細度を向上させるためには、同色の開口部間の距離を小さくする必要がある、その実現のためには開口部 9 1 4 R の中心と開口部 9 1 4 G との距離を小さくする必要がある。その一方で、隔壁 9 1 4 2 の右端と開口部 9 1 4 R の中心との距離、および、隔壁 9 1 4 2 の左端と開口部 9 1 4 G の中心との距離のいずれかが  $d_b / 2$  より小さくなると、赤色発光層の形成インクと緑色発光層の形成インクの混合による混色の危険度が向上する。したがって、混色を防ぎつつ精細度を向上させようとする、隔壁 9 1 4 2 の左端と開口部 9 1 4 R の中心との距離、隔壁 9 1 4 2 の右端と開口部 9 1 4 G の中心との距離を小さくせざるを得なくなり、開口部 9 1 4 R と開口部 9 1 4 G の幅の減少、すなわち開口率の低下を是認せざるを得なくなる。そして、設計上の精細度が閾値を超えると、図 3 ( e ) に図示するように開口部の設計上の幅が 0 以下、すなわち、実現が不可能となる。

10

## 【 0 0 5 3 】

以上説明したように、実施の形態によれば、全発光層を塗布方式で形成する方法と比べ、インクジェット装置の制約が同一の場合に開口率を向上させることができる。したがって、有機 E L 表示装置の精細度と開口率がトレードオフとなるような、インクジェット装置と有機 E L 表示装置の精細度の組み合わせにおいても、精細度の向上と開口率の向上を両立させることができる。

## 【 0 0 5 4 】

なお、バンク端距離  $d_b$  を小さく設計できるようにするため、全発光層を塗布方式で形成する場合（比較例 1 の場合）において、隔壁に隔壁層 1 4 a の上部 1 4 1 と同じような凸部を設けることも考えられる。しかしながら、この場合（以下、「比較例 3」とする）には、開口部の右側の隔壁の凸部と開口部の左側の隔壁の凸部との距離が、 $d_b'$  以上でなければ混色を防ぐことができない。したがって、隣接するサブピクセル間の塗布中心の距離  $P_p$  は、以下の式を満たす必要がある。

20

$$P_p \geq d_b' = 2(d + r) \quad \dots \text{式(5)}$$

一方、比較例 3 において開口率を比較例 2 より高くするためには、式 ( 5 ) による隣接するサブピクセル間の塗布中心の距離  $P_p$  の下限値が、式 ( 3 ) による下限値より小さくなければならない。したがって、以下の式が成立しなければ、比較例 3 の構成を採用する意義がない。

$$2(d + r) < 2(d + R) - W_b$$

30

$$R - r > W_b / 2 \quad \dots \text{式(6)}$$

すなわち、インクの液滴半径  $r$  と着弾後の濡れ拡がり半径  $R$  との差がバンク幅の半分以下であれば、比較例 3 によっても開口率が向上する。しかしながら、実際にはインクの液滴半径  $r$  と着弾後の濡れ拡がり半径  $R$  との差が約  $1 \mu\text{m}$  であるのに対しバンク幅  $W_b$  は  $5 \mu\text{m}$  以上であるため、比較例 3 の構成を採用しようとする、却って比較例 1 より開口率が低下する結果となる。

## 【 0 0 5 5 】

具体的な開口率

例えば、 $423 \text{ ppi}$  ( Pixel per inch ) のパネルを生成するため、1 ピクセルの幅を  $60 \mu\text{m}$  と設計するとする。これに対し、インクジェット装置における最大ずれ量  $d$  が  $6 \mu\text{m}$ 、広がり範囲  $D$  が  $6.5 \mu\text{m}$  とする。このとき、バンク端距離  $d_b$  は最低  $23 \mu\text{m}$  必要となる。したがって、従来のバンクの構成では、比較例 4 の状況に陥ってしまい、開口部を設けることができない。

40

## 【 0 0 5 6 】

これに対し、実施例の構成では、例えば、開口部 1 4 R、1 4 G の間のバンク幅を  $12 \mu\text{m}$ 、開口部 1 4 B の両側のバンク幅を  $6 \mu\text{m}$  とした場合、開口部 1 4 R、1 4 G の幅を  $13 \mu\text{m}$ 、開口部 1 4 B の幅を  $10 \mu\text{m}$  とすることができる。開口率は幅のみでは確定しないものの、約 30% の開口率を確保することができる。

## 3 . 有機 E L 表示パネルの製造方法

有機 E L 表示パネル 1 0 0 の製造方法について、図面を用い説明する。図 4 ~ 8 は、有

50

機 E L 表示パネル 1 0 0 の製造における各工程での状態を示す模式断面図である。図 9 は、有機 E L 表示パネル 1 0 0 の製造方法を示すフローチャートである。

【 0 0 5 7 】

( 1 ) 基板 1 1 の形成

まず、図 4 ( a ) に示すように、基材 1 1 1 上に T F T 層 1 1 2 を成膜して基板 1 1 を形成する ( 図 9 のステップ S 1 )。T F T 層 1 1 2 は、公知の T F T の製造方法により成膜することができる。

次に、図 4 ( b ) に示すように、基板 1 1 上に層間絶縁層 1 2 を形成する ( 図 9 のステップ S 2 )。層間絶縁層 1 2 は、例えば、プラズマ C V D 法、スパッタリング法などを用いて積層形成することができる。

10

【 0 0 5 8 】

次に、層間絶縁層 1 2 における、T F T 層のソース電極上の個所にドライエッチング法を行い、コンタクトホールを形成する。コンタクトホールは、その底部にソース電極の表面が露出するように形成される。

次に、コンタクトホールの内壁に沿って接続電極層を形成する。接続電極層の上部は、その一部が層間絶縁層 1 2 上に配される。接続電極層の形成は、例えば、スパッタリング法を用いることができ、金属膜を成膜した後、フォトリソグラフィ法およびウェットエッチング法を用いパターニングすることがなされる。

【 0 0 5 9 】

( 2 ) 画素電極 1 3 の形成

次に、図 4 ( c ) に示すように、層間絶縁層 1 2 上に画素電極材料層 1 3 0 を形成する ( 図 9 のステップ S 3 )。画素電極材料層 1 3 0 は、例えば、真空蒸着法、スパッタリング法などを用いて形成することができる。

次に、図 4 ( d ) に示すように、画素電極材料層 1 3 0 をエッチングによりパターニングして、サブピクセルごとに区画された複数の画素電極 1 3 R、1 3 G、1 3 B を形成する ( 図 9 のステップ S 4 )。

20

【 0 0 6 0 】

( 3 ) 隔壁層 1 4 の形成

次に、第 3 隔壁層を形成し、さらに、隔壁層 1 4 を形成する。第 3 隔壁層は、画素電極 1 3 R、1 3 G、1 3 B および層間絶縁層 1 2 上に、第 3 隔壁層の材料である隔壁層用樹脂を塗布し、第 3 隔壁材料層を形成する。そして、第 3 隔壁材料層にパターン露光と現像を行うことで、第 3 隔壁層を形成する。

30

【 0 0 6 1 】

次に、図 5 ( a ) に示すように、画素電極 1 3 R、1 3 G、1 3 B および層間絶縁層 1 2 上に、隔壁層 1 4 の材料である隔壁層用樹脂を塗布し、第 1 隔壁材料層 1 4 0 を形成する。第 1 隔壁材料層 1 4 0 は、隔壁層用樹脂であるフェノール樹脂を溶媒 ( 例えば、乳酸エチルと G B L の混合溶媒 ) に溶解させた溶液を、画素電極 1 3 R、1 3 G、1 3 B および層間絶縁層 1 2 上にスピンコート法などを用いて一様に塗布することにより形成される。そして、第 1 隔壁材料層 1 4 0 にパターン露光と現像を行うことで、まず、隔壁層 1 4 b および隔壁層 1 4 a の下部 1 4 2 を形成する ( 図 5 ( b ) )。次に、画素電極 1 3 R、1 3 G、1 3 B、層間絶縁層 1 2、および、隔壁層 1 4 b、隔壁層 1 4 a の下部 1 4 2 上に、隔壁層用樹脂を塗布して第 2 隔壁材料層 1 4 5 を形成する ( 図 5 ( c ) )。なお、第 2 隔壁材料層 1 4 5 の材料は、第 1 隔壁材料層 1 4 0 の材料と同一であってもよい。そして、第 2 隔壁材料層 1 4 5 にパターン露光と現像を行うことで、隔壁層 1 4 a の下部 1 4 2 上に、隔壁層 1 4 a の上部 1 4 1 を形成する ( 図 9 のステップ S 5、図 5 ( d ) )。最後に、隔壁層 1 4 を焼成する ( 図 9 のステップ S 7 )。これにより、発光層 1 7 の形成領域となる開口部が規定される。隔壁層 1 4 の焼成は、例えば、1 5 0 以上 2 1 0 以下の温度で 6 0 分間行う。

40

【 0 0 6 2 】

また、隔壁層 1 4 の形成工程においては、さらに、隔壁層 1 4 の表面を所定のアルカリ

50

性溶液や水、有機溶媒等によって表面処理するか、プラズマ処理を施すこととしてもよい。これは、開口部に塗布するインク（溶液）に対する隔壁層 14 の接触角を調節する目的で、もしくは、表面に撥水性を付与する目的で行われる。

なお、隔壁層 14 a の形成方法は上述の方法に限られず、例えば、隔壁材料層に対しハーフトーンマスクを用いたパターンニングにより隔壁層 14 a、14 b を一度に形成してもよい。または、第 2 隔壁材料層と第 1 隔壁材料層とで露光波長の異なる材料を用いて、第 1 隔壁材料層の形成、第 2 隔壁材料層の形成、第 2 隔壁材料層の露光と現像、第 1 隔壁材料層の露光と現像、の順にパターンニングを行ってもよい。または、第 1 隔壁材料層のパターンニングにより隔壁層 14 a のうち上部 14 1 と上部 14 1 直下に位置する下部 14 2 の一部を形成し、第 2 隔壁材料層のパターンニングにより隔壁層 14 b と、隔壁層 14 a のうち下部 14 2 の残部を形成するとしてもよい。

10

#### 【0063】

##### (4) 正孔注入層 15 の形成

次に、図 6 (a) に示すように、隔壁層 14 a と 14 b とによって規定される開口部 14 R、14 G に対し、インクジェットヘッド 401 を隔壁層 14 a、14 b と直交する方向 410 に沿って走査しながら、開口部 14 R、14 G 上で正孔注入層 15 の構成材料を含むインクをノズル 4030 から吐出して開口部 14 R、14 G 内の画素電極 13 R、13 G 上に塗布し、焼成（乾燥）を行って、正孔注入層 15 を形成する（図 9 のステップ S7）。なお、塗布されたインクは隔壁層 14 a を越えることはないので、正孔注入層 15 の構成材料を含むインクが開口部 14 B に流れ込むことはない。すなわち、開口部 14 B

20

#### 【0064】

##### (5) 正孔輸送層 16 の形成

次に、図 6 (b) に示すように、開口部 14 R、14 G に対し、インクジェットヘッド 402 を隔壁層 14 a、14 b と直交する方向 420 に沿って走査しながら、開口部 14 R、14 G 上で正孔輸送層 16 の構成材料を含むインクをノズル 4040 から吐出して開口部 14 R、14 G 内の正孔注入層 15 上に塗布し、焼成（乾燥）を行って、正孔輸送層 16 を形成する（図 9 のステップ S8）。なお、塗布されたインクは隔壁層 14 a を越えることはないので、正孔輸送層 16 の構成材料を含むインクが開口部 14 B に流れ込むことはない。すなわち、開口部 14 B においては引き続き画素電極 13 B が露出した状態である。

30

#### 【0065】

##### (6) 第 1 発光層 17 の形成

次に、開口部 14 R、14 G 内の正孔輸送層 16 上に第 1 発光層 17 R、17 G を形成する（図 9 のステップ S9）。まず、図 6 (c) に示すように、インクジェットヘッド 403 を隔壁層 14 a、14 b と直交する方向 430 に沿って走査しながら、開口部 14 R 上で有機発光材料を含むインクをノズル 4050 から吐出して開口部 14 R 内の正孔輸送層 16 上に塗布し、乾燥を行って第 1 発光層 17 R を形成する。次に、図 6 (d) に示すように、インクジェットヘッド 404 を隔壁層 14 a、14 b と直交する方向 440 に沿って走査しながら、開口部 14 G 上で有機発光材料を含むインクをノズル 4060 から吐出して開口部 14 G 内の正孔輸送層 16 上に塗布し、乾燥を行って第 1 発光層 17 G を形成する。その後、焼成を行ってインクを乾燥させて、第 1 発光層 17 R、17 G を形成する。なお、塗布されたインクは隔壁層 14 a を越えることはないので、第 1 発光層 17 R、14 G の構成材料を含むインクが開口部 14 B に流れ込むことはない。すなわち、開口部 14 B においては引き続き画素電極 13 B が露出した状態である。

40

#### 【0066】

また、上述の説明では、第 1 発光層 17 R の材料となるインクを吐出するインクジェットヘッド 403 と、第 1 発光層 17 G の材料となるインクを吐出するインクジェットヘッド 404 とを独立して走査するものとしたが、2つのインクジェットヘッド 403 とインクジェットヘッド 404 とを同時に走査することで、第 1 発光層 17 R と第 1 発光層 17

50

Gの塗布を同時に行ってもよい。

【0067】

(7) 接続層18の形成

次に、図7(a)に示すように、第1発光層17R、17G、画素電極13B、および、隔壁層14a、14b上に、接続層18を形成する(図9のステップS10)。接続層18は、例えば、りん光性ホスト材料である有機材料を蒸着法により各サブピクセルに共通して成膜することにより形成される。

【0068】

(8) 第2発光層19の形成

次に、図7(b)に示すように、接続層18上に、第2発光層19を形成する(図9のステップS11)。第2発光層19は、例えば、第2発光層19の構成材料を蒸着法により各サブピクセルに共通して成膜することにより形成される。

(9) 電子注入層20の形成

次に、図7(c)に示すように、第2発光層19上に、電子注入層20を形成する(図9のステップS12)。電子注入層20は、例えば、電子輸送性の有機材料とドープ金属を共蒸着法により各サブピクセルに共通して成膜することにより形成される。

【0069】

(10) 対向電極21の形成

次に、図8(a)に示すように、電子注入層20上に、対向電極21を形成する(図9のステップS13)。対向電極21は、ITO、IZO、銀、アルミニウム等を、スパッタリング法、真空蒸着法により成膜することにより形成される。

(9) 封止層22の形成

次に、図8(b)に示すように、対向電極21上に、封止層22を形成する(図9のステップS13)。封止層22は、SiON、SiN等を、スパッタリング法、CVD法などにより成膜することにより形成することができる。

【0070】

なお、封止層22の上にカラーフィルタや上部基板を載置し、接合してもよい。

4. 変形例

(1) 上記実施の形態においては、正孔注入層15や正孔輸送層16、電子注入層20を必須構成としたが、これに限られない。例えば、正孔注入層15と正孔輸送層16とに替えて、単一相の正孔注入輸送層を有していてもよい。また、有機EL表示パネルは、上記の構成以外の構成要素を有していてもよく、例えば、第2発光層19と電子注入層20との間に、電子輸送層やアルカリ金属からなる中間層を備えてもよい。

【0071】

また、有機EL素子1(B)において、画素電極13Bと接続層18との間に機能層が存在しない場合について説明したが、画素電極13Bと接続層18との間に塗布法により形成される機能層が存在していなければよく、蒸着法やスパッタリングにより形成される機能層が存在していてもよい。例えば、画素電極13Bと接続層18との間に、遷移金属酸化物(例えば、酸化タングステン)からなる正孔注入層が存在していてもよい。

【0072】

(2) 上記実施の形態においては、第1発光層17が赤色発光層及び緑色発光層、第2発光層19が青色発光層であるとしたが、これに限られない。例えば、有機EL表示パネルは、4色以上のサブピクセルが形成されてもよく、例えば、さらに塗布型で形成される第1発光層として黄色発光層を含んでもよい。ただし、実施の形態で説明したような接続層18を用いる場合、第2発光層19は、最も発光する光の波長が短い発光層であることが好ましい。

【0073】

(3) 上記実施の形態においては、有機EL素子1(R/G)においては第2発光層19が発光しない構成であるとしたが、これに限られない。例えば、接続層18に替えてキャリア生成層を設けて有機EL素子1(R/G)においても第2発光層19が発光するよ

10

20

30

40

50

うに構成してもよい。この場合、封止層 2 2 の上にカラーフィルタ基板を設けることが好ましく、有機 E L 素子 1 ( R / G ) に対向するカラーフィルタ部分に波長変換部材を設けることがより好ましい。

【 0 0 7 4 】

( 4 ) 上記実施の形態では、先に発光材料を含むインクを塗布して第 1 発光層を形成し、その後、この第 1 発光層の上方および第 1 間隙に行方向に隣接する第 2 間隙の画素電極の上方に跨るように、第 2 発光層を蒸着法で形成する構成について説明したが、先に第 1 間隙およびこれに行方向に隣接する第 2 間隙に第 2 発光層を蒸着法で形成し、その後、第 2 発光層の上方であって、第 1 間隙の画素電極の上方に発光材料を含むインクを塗布して第 1 発光層を形成する構成としてもよい。この場合、有機 E L 素子 1 の共通層として第 2 発光層の上方に接続層が形成され、第 1 発光層はこの接続層の上方に形成される。接続層は、有機 E L 素子 1 ( B ) においては対向電極から第 2 発光層への電子の注入を促進させる機能を有し、有機 E L 素子 1 ( R / G ) においては、第 1 発光層内に形成される三重項励起子を第 1 発光層内に閉じ込める機能を有する。この構成においても、上記実施形態と同様の効果を奏することができる。なお、( 3 ) で記載したように、接続層に替えてキャリア生成層を用いる構成であってもよい。

10

【 0 0 7 5 】

以上、本開示に係る有機発光パネルおよび表示装置について、実施の形態および変形例に基づいて説明したが、本発明は、上記の実施の形態および変形例に限定されるものではない。上記実施の形態および変形例に対して当業者が思いつく各種変形を施して得られる形態や、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で実施の形態および変形例における構成要素及び機能を任意に組み合わせることで実現される形態も本発明に含まれる。

20

【 産業上の利用可能性 】

【 0 0 7 6 】

本発明は、高精細の有機 E L 表示パネル、表示装置を製造するのに有用である。

【 符号の説明 】

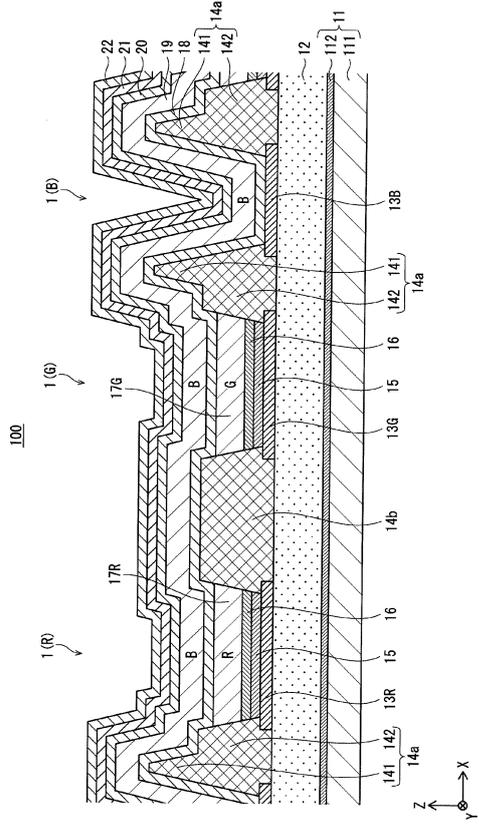
【 0 0 7 7 】

- 1 0 0 有機 E L 表示パネル
- 1 1 基板
- 1 2 層間絶縁層
- 1 3 R、1 3 G、1 3 B 画素電極
- 1 4 a、1 4 b 隔壁層
- 1 5 正孔注入層
- 1 6 正孔輸送層
- 1 7 第 1 発光層
- 1 8 接続層
- 1 9 第 2 発光層
- 2 0 電子注入層
- 2 1 対向電極
- 2 2 封止層

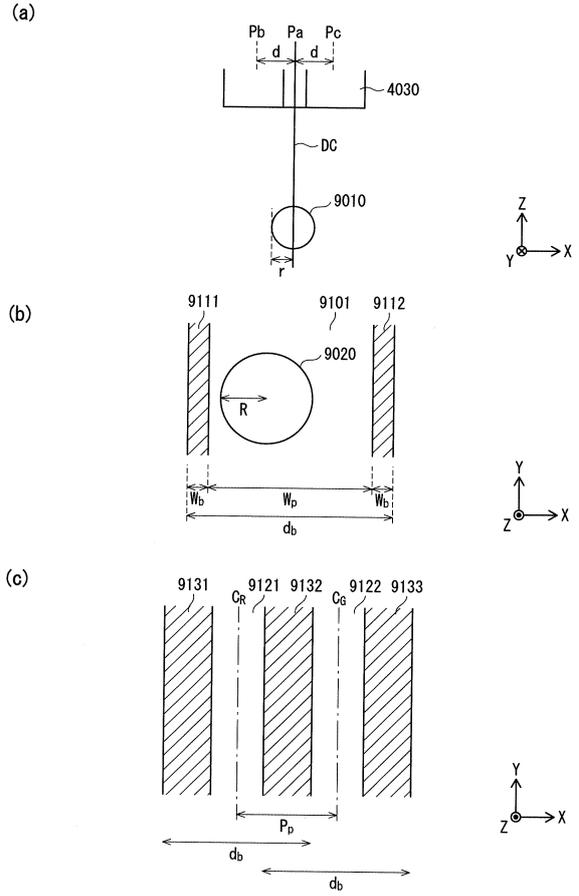
30

40

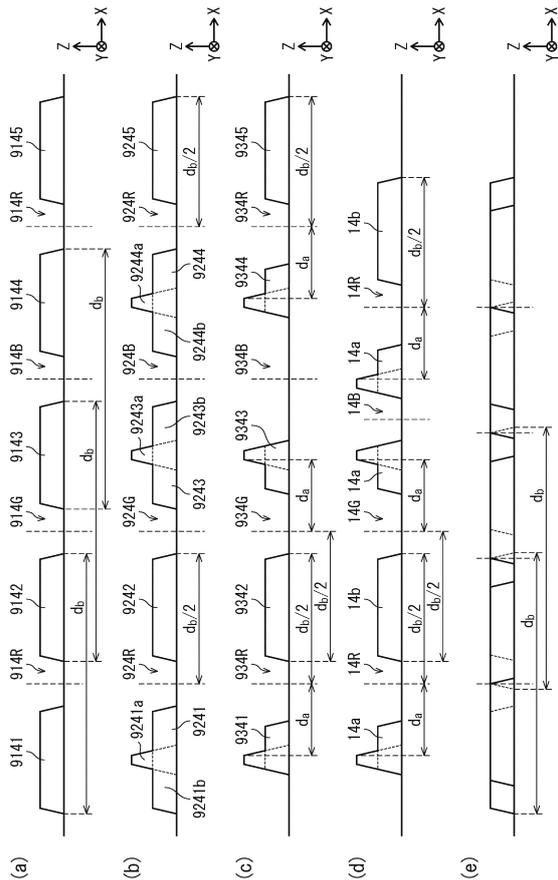
【 図 1 】



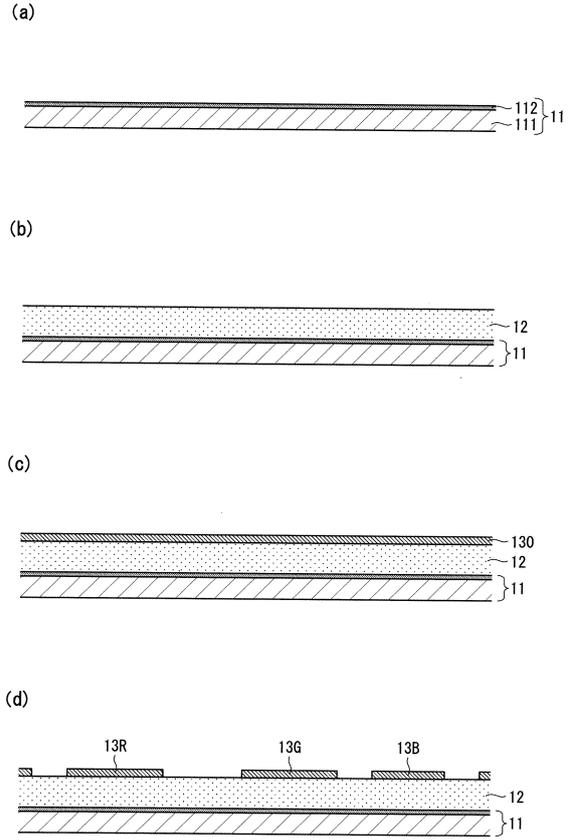
【 図 2 】



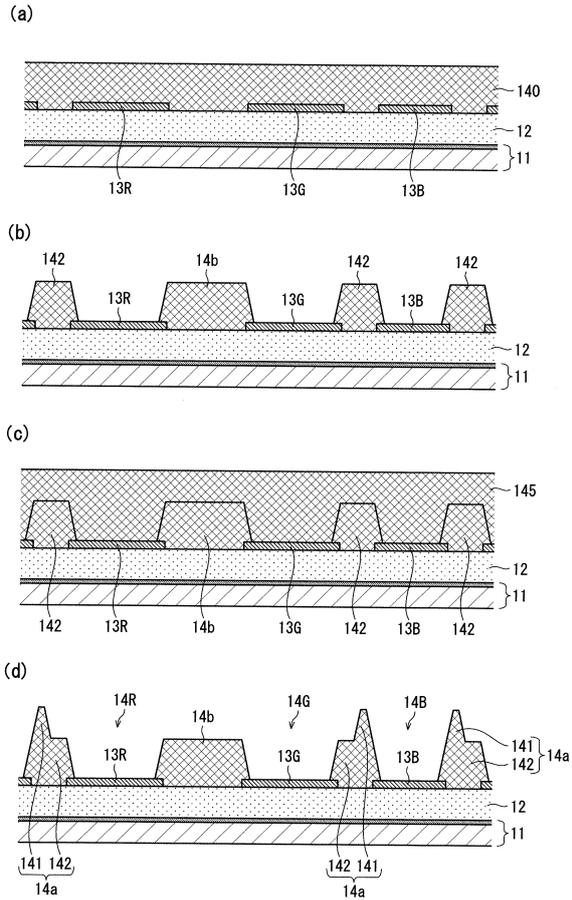
【 図 3 】



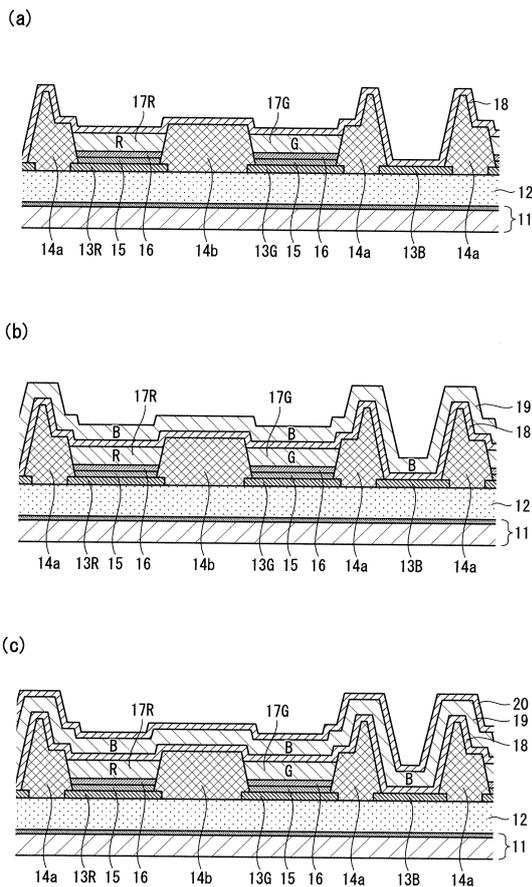
【 図 4 】



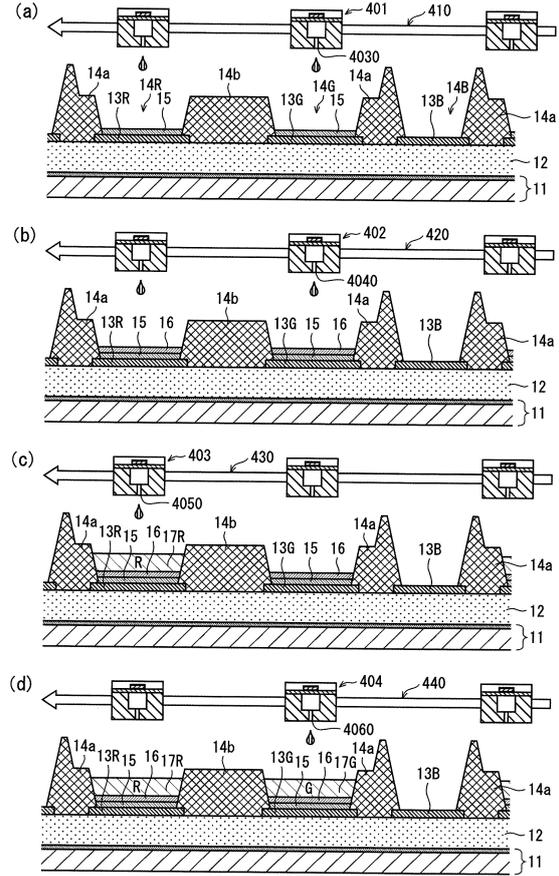
【 図 5 】



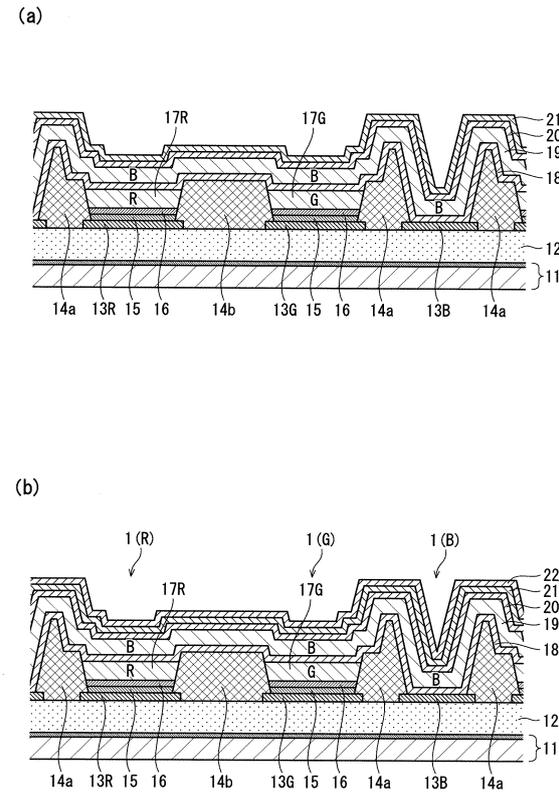
【 図 7 】



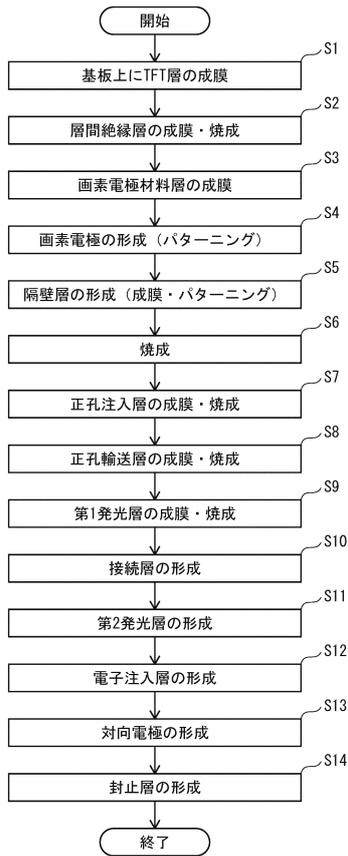
【 図 6 】



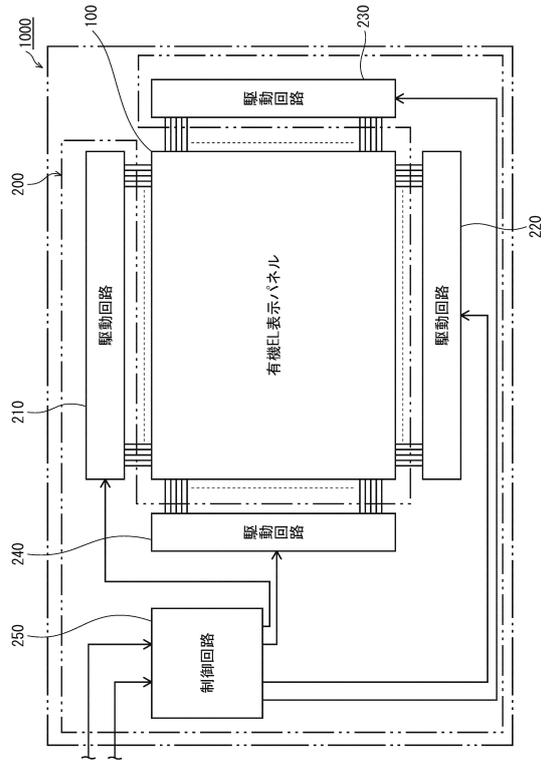
【 図 8 】



【図9】



【図10】



---

 フロントページの続き

|                |             |                  |                |             |              |
|----------------|-------------|------------------|----------------|-------------|--------------|
| (51)Int.Cl.    |             |                  | F I            |             |              |
| <b>G 0 9 F</b> | <b>9/30</b> | <b>(2006.01)</b> | <b>G 0 9 F</b> | <b>9/30</b> | <b>3 6 5</b> |
| <b>G 0 9 F</b> | <b>9/00</b> | <b>(2006.01)</b> | <b>G 0 9 F</b> | <b>9/00</b> | <b>3 3 8</b> |

- (56)参考文献 特開2011-028876(JP,A)  
 特開2011-119212(JP,A)  
 特開2013-161670(JP,A)  
 国際公開第2015/072063(WO,A1)  
 国際公開第2006/041027(WO,A1)  
 特開2016-181498(JP,A)  
 米国特許出願公開第2014/0110701(US,A1)  
 米国特許出願公開第2016/0254453(US,A1)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- |         |           |
|---------|-----------|
| H 0 5 B | 3 3 / 1 0 |
| G 0 9 F | 9 / 0 0   |
| G 0 9 F | 9 / 3 0   |
| 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 |